

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 743 099**

51 Int. Cl.:

**G05D 11/13** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2007** **E 17193473 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 3301533**

54 Título: **Método para la mezcla continua en línea de butano y petróleo**

30 Prioridad:

**20.04.2006 US 407523**

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

**18.02.2020**

73 Titular/es:

**TEXON LP (100.0%)  
11757 Katy Freeway, Suite 1400  
Houston, TX 77079, US**

72 Inventor/es:

**MATTINGLY, LARRY, D. y  
VANDEBUR, STEVEN, M.**

74 Agente/Representante:

**CONTRERAS PÉREZ, Yahel**

**ES 2 743 099 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 para la mezcla continua en línea de butano y petróleo

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a procesos versátiles en línea para mezclar butano en un flujo de gasolina que permite que el butano se mezcle en un flujo de gasolina en cualquier punto a lo largo de un oleoducto.

## 10 Antecedentes de la invención

Los oleoductos son la columna vertebral del sistema de distribución de gasolina de este país, que ofrece productos de combustible refinado desde puertos y refinerías hasta las instalaciones de almacenamiento en todo el país. A través de una intrincada red de suministros coordinados de múltiples fuentes, lotes de diferentes calidades y tipos de combustible viajan a través de estos conductos hasta ubicaciones predeterminadas. Se utilizan parques de depósitos para almacenar el combustible suministrado a través de estos conductos, y para distribuir el combustible a otros parques de depósitos y, en última instancia, a los camiones cisterna que suministran el combustible a puntos de venta de uso final, como las gasolineras minoristas. Los parques de depósitos que simplemente almacenan la gasolina para su posterior distribución a otros parques de depósitos se denominan en la presente memoria "parques de depósitos intermedios". Los parques de depósitos que dispensan la gasolina a los camiones cisterna para su suministro al usuario final se denominan en la presente memoria "parques de depósitos terminales". Los productos derivados del petróleo se distribuyen normalmente a camiones cisterna en lo que se conoce como rejilla, que generalmente comprende varios puertos de salida a los que se pueden acoplar diferentes transportes de gasolina. Algunos parques de depósitos se utilizan para funciones terminales e intermedias, y estos parques se denominan en la presente memoria "parques de depósito de uso combinado".

Una propiedad física importante de la gasolina es su volatilidad o su capacidad de combustión. Para mantener los coches funcionando a un nivel constante durante todo el año, los comercializadores de gasolina combinan agentes como el butano con gasolina para aumentar la presión de vapor Reid y la volatilidad de la gasolina, especialmente durante los meses más fríos. Estos comercializadores también agregan butano para reducir el coste de la gasolina. Esta mezcla puede ocurrir en línea, de modo que el butano se agrega directamente a una línea que transporta la gasolina. Como alternativa, la mezcla puede ocurrir en lotes, como cuando se agrega butano a un depósito de almacenamiento.

Debido a que las emisiones de vapor de gasolina de los automóviles son un componente importante de los compuestos orgánicos volátiles (COV) en la atmósfera, los gobiernos de varios países tienen regulaciones que rigen la volatilidad de la gasolina y la cantidad de butano que se puede mezclar con la gasolina. Por ejemplo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) y numerosas agencias estatales han promulgado regulaciones que establecen niveles máximos de volatilidad desde el 1 de mayo hasta el 15 de septiembre, cuando la gasolina es más cálida y más volátil, y exigen que cualquier gasolina mezclada esté certificada para el cumplimiento con las directrices de volatilidad. Ver 40 C.F.R. § 80.27 (2005): Las reglamentaciones también establecen niveles máximos de volatilidad para la gasolina según la estación del año y la región en la que se dispensará y venderá la gasolina.

Hay dos métodos principales para evaluar la volatilidad de la gasolina: (1) medir la relación entre vapor y líquido, y (2) medir la presión de vapor. El método Reid es la prueba estándar para medir la presión de vapor de los productos derivados del petróleo. La presión de vapor Reid (PVR) está relacionada con la presión de vapor real, pero es una evaluación más precisa para los productos derivados del petróleo porque considera la vaporización de la muestra, así como la presencia de vapor de agua y aire en la cámara de medición.

Las autoridades reguladoras de varios países también están preocupadas con el azufre contenido en el butano, y su emisión a la atmósfera cuando se combina la gasolina mezclada, y han promulgado regulaciones que especifican cuánto azufre se permite en el butano que se agrega a la gasolina, y los requisitos de prueba para asegurar que las cantidades de azufre no exceden las cantidades especificadas. Ejemplos de regulaciones de la EPA de los Estados Unidos se encuentran en 40 C.F.R. §§ 80.195, 80.340 (a) (1) (2005). En los términos de estas regulaciones, el contenido de azufre del butano no puede exceder de 30 ppm, y deben obtenerse muestras de butano al menos una vez cada 1892705,9 litros de butano para asegurar el cumplimiento. Ver 40 C.F.R. § 80.340 (a) (1) - (2) (2005).

Las autoridades reguladoras también están preocupadas por el tipo de gasolina en la que se mezcla el butano, especialmente el stock de gasolina reformulada (RFG) y el material de mezcla que está preparado para la posterior mezcla de compuestos oxigenados (BOB). Por ejemplo, las normas de la EPA de los EE. UU. que rigen dicha mezcla están contenidas en el 40 C.F.R. parte 80. En general, estas regulaciones imponen limitaciones en la temperatura de destilación a la gasolina mezclada, y requieren muestreo y prueba de la gasolina antes y después de la mezcla de butano en la gasolina, para garantizar que la integridad del programa RFG no se vea comprometida donde el butano se incluye en los cálculos de cumplimiento promedio anual de un mezclador para RFG o RBOB.

65

El butano a menudo se mezcla con otros componentes de la gasolina en la refinería, donde generalmente se agrega en la línea troncal en respuesta a los cambios en la demanda de presión de vapor. Un ejemplo de proceso de mezcla de refinería se describe en Mayer, patente US-3.751.644. Esta patente, propiedad de Sun Oil Company, describe un sistema para ajustar automáticamente la cantidad de butano agregado a un flujo de gasolina en una refinería de petróleo, basado en mediciones continuas de la presión de vapor Reid de la gasolina aguas abajo del punto de mezcla. El proceso descrito calcula la cantidad de butano a mezclar en función de las mediciones tomadas aguas abajo de la operación de mezcla, y no incluye medir la presión de vapor Reid aguas arriba de la operación de mezcla, ni calcular la relación de mezcla basada en la presión de vapor Reid aguas arriba de la operación de mezcla.

10 La patente US-3.999.959 de Bajek, propiedad de Universal Oil Products Company, también divulga un sistema para mezclar butano y gasolina en una refinería de petróleo. El sistema de Bajek combina butano con un flujo de gasolina de bajo octanaje y un flujo de gasolina de alto octanaje, y luego analiza la gasolina mezclada para medir características como la presión de vapor Reid y la relación vapor/líquido. Bajek no divulga el control de la gasolina aguas arriba de la operación de mezcla, ni el cálculo de la relación de mezcla basada en dicho control aguas arriba.

15 Recientemente se han realizado también esfuerzos para mezclar butano en un parque de depósitos terminales. Como se describe en nuestra patente concedida US-6.679.302 el butano se puede mezclar en línea con un flujo de gasolina inmediatamente antes de que la gasolina se distribuya a un camión cisterna, y después de que se haya retirado de un depósito de almacenamiento. En un proceso preferido descrito en esta patente, la presión de vapor Reid se mide aguas arriba de la operación de mezcla, y la relación de mezcla se calcula en función de la medición aguas arriba.

Por último, los inventores conocen un sistema no patentado que se usa para mezclar butano y gasolina en varios parques de depósitos terminales. Estos sistemas controlan continuamente la presión de vapor Reid de la gasolina que se introduce en un depósito de almacenamiento y mezclan el butano con la gasolina según las mediciones de presión de vapor. El butano se suministra mediante un camión cisterna, a diferencia de una bala de butano montada en el sitio permanente. Estos sistemas no patentados no varían automáticamente el proceso de mezcla según la época del año, el destino del petróleo o el tipo de gasolina, sino que requieren una supervisión y control manual del proceso. Estos sistemas no patentados tampoco controlan continuamente la presión de vapor Reid aguas abajo de la operación de mezcla como una verificación de integridad. En cambio, certifican la integridad de la operación de mezcla midiendo periódicamente la presión de vapor Reid de todo el depósito de almacenamiento.

Se han intentado varios métodos para mejorar la precisión de la mezcla de butano y la previsibilidad de la presión de vapor Reid en el producto final. La unidad Grabner es un avance sustancial a este respecto. La unidad Grabner (fabricada por Grabner Instruments) es un dispositivo de medición capaz de proporcionar presión de vapor Reid y datos de relación vapor/líquido para una muestra de gasolina, generalmente dentro de los 6-11 minutos posteriores a la introducción de la muestra en la unidad. Se ha empleado en algunas refinerías para medir constantemente la volatilidad de la gasolina y para mezclar el butano con la gasolina en función de una presión de vapor Reid permitida para la gasolina.

#### 40 Resumen de la invención

Uno de los mayores obstáculos para la mezcla en línea de butano en conductos que transmiten lotes consolidados de petróleo, que incluyen múltiples lotes y tipos de petróleo desde numerosos puntos de origen, ha sido la variabilidad del flujo de gasolina en términos de tipo de gasolina, tamaño de lote, tiempo de lote, caudal, presión de vapor, restricciones en la mezcla según la época del año y el destino, entre otros. Al fusionar los datos de lote y flujo mantenidos por el operador del conducto en la operación de mezcla, y controlar la presión de vapor tanto aguas arriba como aguas abajo de una operación de mezcla de butano, los inventores han desarrollado un sistema de mezcla de butano estrictamente controlado con una sorprendente versatilidad que puede usarse para mezclar butano con productos derivados del petróleo a lo largo de los conductos que conducen estos lotes consolidados, o cualquier otro punto a lo largo de un oleoducto, independientemente de las variaciones en el caudal o tipo de gasolina en el conducto, la época del año en que se suministra la gasolina o el destino final donde se suministra la gasolina. Por primera vez, los vendedores y distribuidores de petróleo pueden aprovechar de manera óptima los muchos beneficios de ahorro de coste y rendimiento que ofrece la mezcla de butano, y hacerlo sin tener en cuenta la ubicación donde se produce la mezcla a lo largo del conducto.

55 Por lo tanto, en una realización, la invención proporciona un método como se define en las reivindicaciones para la mezcla en línea de butano en un flujo de gasolina consolidada de múltiples lotes y tipos de gasolina, que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende: (i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina; (ii) un caudal de gasolina que varía con el tiempo; y (iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina; (b) proporcionar una presión de vapor permitida; (c) proporcionar un flujo de butano que comprende una presión de vapor de butano; (d) determinar periódicamente dicha presión de vapor de gasolina; (e) determinar periódicamente dicho caudal de gasolina; (f) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor de butano, dicha presión de vapor de gasolina y dicha presión de vapor permitida; y (g) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en una unidad de mezclado a dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina mezclada que tiene una presión de vapor mezclada menor o igual que dicha presión de vapor permitida, y en el que

la presión de vapor de la gasolina se determina aguas abajo de la unidad de mezclado.

En una realización preferida, el proceso de mezcla se valida en una etapa que mide la presión de vapor de la gasolina mezclada inmediatamente después de la operación de mezcla. La presión de vapor de la gasolina se mide normalmente extrayendo una muestra de la gasolina del flujo de gasolina, midiendo la presión de vapor en una unidad de control de la presión de vapor en línea y devolviendo la muestra al flujo de gasolina. La presión de vapor se puede medir como presión de vapor Reid, como relación vapor/líquido, o una combinación de ambas.

También es posible determinar periódicamente el caudal del flujo de gasolina y calcular una velocidad de mezcla de butano basada en el caudal de gasolina. El caudal de gasolina y la presión de vapor de gasolina se pueden volver a determinar periódicamente aproximadamente a la misma frecuencia, y la relación de mezcla y la tasa de mezcla se recalculan para tener en cuenta las diferencias de caudal y las diferencias de presión de vapor dentro del mismo lote y entre lotes de gasolina.

El cálculo de la relación de mezcla y la velocidad de mezcla se realiza preferiblemente mediante una primera unidad de procesamiento de la información mantenida por el mezclador de butano, pero que accede a los datos suministrados por el operador del conducto en una segunda unidad de procesamiento de la información. Por ejemplo, el operador del conducto puede generar pulsos de caudal desde un medidor de flujo, y la primera IPU puede acceder a esa información para usarla en el cálculo de la velocidad de mezcla. De manera similar, el operador del conducto generalmente tendrá acceso a los datos del lote que incluyen el tipo de gasolina en cualquier lote en particular, en forma de códigos de lote asignados por el operador del conducto o el usuario del conducto. Debido a que la mezcla de butano no está permitida para algunos tipos de gasolina, como diésel, Transmix o combustible para aviones, la información sobre el tipo de gasolina, cuando se accede por la IPU de mezcla de butano, se puede utilizar para calcular una tasa de mezcla y una relación que son cero cuando un lote no permitido, pasa el dispositivo de mezcla de butano, o que simplemente cierra las válvulas que suministran butano al flujo de gasolina.

Los cálculos de la relación de mezcla y la tasa de mezcla pueden basarse en la época del año en que ocurre la mezcla y/o la ubicación de suministro de la gasolina mezclada. La operación de mezcla además puede comprender una unidad de procesamiento de la información en la que se almacenan múltiples vapores permitidos, presiones basadas en la fecha y/o el destino de la gasolina, además de intervalos de fechas durante los cuales no se permite la mezcla, normalmente basada en el destino geográfico. En la práctica, la unidad de procesamiento de la información determina la presión de vapor permitida a partir de la fecha y/o el destino del flujo de gasolina, y calcula la relación de mezcla y/o la tasa de mezcla a partir de la presión de vapor permitida. Si no se permite la mezcla en función de la época del año o el destino geográfico de un lote, la tasa o relación puede calcularse como cero, o las válvulas pueden cerrarse para evitar la mezcla.

También se divulga en la presente memoria un sistema de control combinado para controlar el azufre en el flujo de butano al mismo tiempo que se mide la presión de vapor del flujo de gasolina. Una unidad de muestreo de azufre extrae preferiblemente muestras de butano de la línea de suministro de butano, preferiblemente al menos una vez cada 1892705,9 litros y el contenido de azufre de las muestras se determina fuera de línea en un laboratorio o en línea utilizando un control de azufre automatizado que permite que el butano se devuelva a la línea de suministro de butano después de la prueba. El control garantiza de este modo que el suministro de butano no exceda las limitaciones especificadas para el azufre en el butano que se mezcla con la gasolina.

Los métodos y sistemas de la presente invención pueden adaptarse especialmente para mezclar butano en gasolina que está formulada para mezclar con etanol (es decir, "material de mezcla para mezcla de oxígeno" o gasolina "BOB"). Cuando se mezcla con BOB, la temperatura de destilación ( $T_D$ ) para la gasolina mezclada a menudo no puede caer por debajo de un valor prescrito, y la relación de mezcla y la tasa de mezcla se calculan en función de la presión de vapor y la temperatura de destilación del flujo de gasolina, para asegurar que (1) la presión de vapor de la gasolina mezclada no sube por encima de la presión de vapor permitida, y (2) la  $T_D$  de la gasolina mezclada no cae por debajo del valor prescrito. La  $T_D$  generalmente se mide en línea desde el mismo flujo de muestra que se usa para medir la presión de vapor, y el flujo de muestra generalmente se devuelve al conducto una vez finalizado el muestreo.  $T_D$  se refiere a la temperatura a la cual un porcentaje dado de gasolina, se volatiliza en condiciones atmosféricas, y normalmente se mide en una unidad de destilación. Por ejemplo, la gasolina puede analizarse para  $T(50)$ , que representa la temperatura a la que se volatiliza el 50 % de la gasolina, o puede medirse a  $T(10)$ ,  $T(90)$  o algún otro valor de temperatura. En una realización preferida, la  $T_D$  del flujo de gasolina mezclada se mide aguas arriba y aguas abajo de la unidad de mezclado.

Las ventajas adicionales de la invención se expondrán en parte en la descripción que sigue, y en parte serán obvias a partir de la descripción, o pueden aprenderse mediante la práctica de la invención. Las ventajas de la invención se realizarán y alcanzarán por medio de los elementos y combinaciones particularmente indicados en las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ilustrativas y explicativas únicamente y no son restrictivas de la invención, como se reivindica.

**65 Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama de bloques funcional que ilustra la arquitectura de un ejemplo de un sistema de mezcla de butano.

5 La Figura 2 es un diagrama de flujo lógico que ilustra una visión general de un ejemplo de método de mezcla de butano y gasolina.

La Figura 3 es un diagrama de flujo lógico que ilustra una visión general de un análisis de los flujos de gasolina o gasolina mezclada.

La Figura 4 es un diagrama de flujo lógico que ilustra las operaciones de las dos válvulas que controlan el flujo de butano y gasolina hacia la unidad de mezclado.

10 La Figura 5 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un ejemplo de proceso para determinar la relación de mezcla de butano y gasolina, controlando la gasolina mezclada y ajustando la relación de mezcla si es necesario.

## Descripción detallada de la invención

### 15 Definiciones y métodos de medición

A lo largo de esta solicitud de patente, cada vez que se divulgue un análisis de gasolina o butano, el análisis se realizará de acuerdo con las normas de la EPA y los métodos de la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales ("ASTM") aplicables vigentes en la fecha de esta solicitud. Por consiguiente, los siguientes métodos ASTM se utilizarán cuando corresponda:

25 1. Si la presión de vapor se mide de acuerdo con la presente invención, se entenderá que podría tomarse cualquier medida adecuada de presión de vapor, incluyendo la presión de vapor Reid y/o la relación vapor/líquido. Para medir la presión de vapor Reid de la gasolina reformulada, debe utilizarse el método estándar ASTM D 5191-01, titulado "Método de prueba estándar para la presión de vapor de productos de petróleo (método mini)". La siguiente correlación también debe utilizarse para cumplir con las regulaciones de la EPA:

$$\text{RVP}_{\text{EPA}} = (0,956 * \text{RVP}_{\text{ASTM}}) - 2,39 \text{ kPa}$$

30 2. Para medir el contenido de azufre del butano mezclado con gasolina reformulada, debe utilizarse el método estándar ASTM D 6667 titulado "Método de prueba estándar para azufre en gas de petróleo mediante microculombimetría oxidativa". Si se mezcla con gasolina convencional, las regulaciones de la EPA permiten que se utilice cualquier método de prueba de azufre ASTM para pruebas de control de calidad, siempre que los resultados de las pruebas estén correlacionados con el método D 3246-96.

35 3. Para medir la temperatura a la cual se volatiliza un porcentaje determinado de gasolina, debe utilizarse la norma ASTM D 86-01. Este método mide el porcentaje de una muestra de gasolina que se evapora, en función de la temperatura, ya que la muestra se calienta en unas condiciones controladas.  $T_D$  se refiere a la temperatura a la cual un porcentaje determinado de gasolina se volatiliza utilizando la norma ASTM D 86-01 como método de prueba,  $T(50)$  se refiere a la temperatura a la cual un 50% de la gasolina se volatiliza utilizando la norma ASTM D.86-01 como método de prueba, etc.

45 El término gasolina, cuando se utiliza en la presente memoria, se refiere a cualquier producto de petróleo refinado que fluye a través de un oleoducto. El término, por lo tanto, incluye todas las calidades de gasolina convencionales, gasolina reformulada ("RFG"), combustible diésel, combustible para aviones, y Transmix. El término también incluye mezcla base para la mezcla de compuestos oxigenados ("BOB"), que se utiliza generalmente para mezclar con etanol. Las BOB incluyen RBOB (mezcla de gasolina reformulada), PBOB (mezcla de gasolina premium), CBOB (mezcla de gasolina convencional) y cualquier otra mezcla base utilizada para la mezcla de etanol u oxigenada. Cuando se identifica en la presente memoria un flujo de gasolina como que comprende una pluralidad de lotes de múltiples tipos de gasolina, se entenderá que cada lote incluye sólo un tipo de gasolina. También se entenderá que la pluralidad de lotes se origina en múltiples ubicaciones, y que se han consolidado en un flujo de gasolina a partir de líneas principales que dan servicio a los diversos puntos de origen.

55 Un flujo continuo de gasolina debe contrastarse con un flujo de gasolina en una operación de mezcla en rejilla, que se produce en segmentos (es decir, períodos de inicio y parada), y en incrementos (es decir, donde el caudal depende de la capacidad de un solo sistema de bombeo, y es proporcional al número de camiones cisterna que se llenan con una sola bomba en un momento determinado). Se entenderá que un flujo continuo puede interrumpirse, durante breves períodos de tiempo, para mantenimiento y otras actividades relacionadas con los conductos.

60 Un sistema de control en línea se refiere a cualquier sistema en el cual se extrae una muestra de un flujo de combustible, se controla, y posteriormente se devuelve al flujo de combustible.

## Discusión

La presente descripción divulga varios ejemplos, cada uno de los cuales se describe con mayor detalle a continuación. 65 Salvo que se especifique lo contrario, cada una de los siguientes ejemplos puede implementarse en cualquier punto a

lo largo de un oleoducto, es decir, en la rejilla, a lo largo de conductos consolidados que conducen múltiples tipos de gasolina, a lo largo de un conducto que transmite sólo un tipo de gasolina (como en una línea que conduce sólo un tipo de gasolina a un depósito de almacenamiento en el suelo). El parque de depósitos en el que se mezcla el butano puede ser un parque de depósitos de gasolina terminal, un parque de depósitos de gasolina intermedio, o un parque de depósitos de uso combinado. En una realización, los sistemas y métodos incluyen, además, la transmisión del flujo de gasolina mezclada a un depósito de almacenamiento en el suelo (es decir, un depósito que está construido permanentemente en un terreno, generalmente con bermas alrededor de su periferia para contener cualquier vertido de petróleo).

10 Además, se entenderá que la invención puede ponerse en práctica con cualquier tipo de gasolina con la que pueda mezclarse butano de manera permitida, incluyendo gasolina convencional, gasolina reformulada, y BOB. La descripción divulga ambos métodos de mezcla y los componentes del sistema para la mezcla y se entenderá que cada método tiene su sistema correspondiente y que cada sistema tiene su correspondiente método.

15 En una primera realización principal, la invención proporciona un método para mezclar a lo largo de un conducto consolidado que conduce múltiples lotes de petróleo de diferentes tipos de gasolina. El método y el sistema emplean unos sensores de presión de vapor en línea que controlan la presión de vapor del flujo de gasolina y una o más unidades de procesamiento de la información que calculan velocidades y relaciones de mezcla en base a la presión de vapor de la gasolina, la presión de vapor del butano, y una presión de vapor permitida para la gasolina, controlan la mezcla a los velocidades y relaciones calculadas, y vuelven a tomar una muestra periódicamente del flujo de gasolina y vuelven a calcular la velocidad y la relación de la mezcla en base a las presiones de vapor revisadas. Por lo tanto, en una primera realización principal, la invención proporciona un método para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende: (i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina; (ii) un caudal de gasolina que varía con el tiempo; y (iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina; (b) proporcionar una presión de vapor permitida; (c) proporcionar un flujo de butano que comprende una presión de vapor de butano; (d) determinar periódicamente dicha presión de vapor de gasolina; (e) determinar periódicamente dicho caudal de gasolina; (f) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor de butano, dicha presión de vapor de gasolina, y dicha presión de vapor permitida; y (g) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en una unidad de mezclado en dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina mezclada que tiene una presión de vapor mezclada menor o igual a dicha presión de vapor permitida, y (h) determinar la presión de vapor de la gasolina aguas abajo de la unidad de mezclado. La presión de vapor se mide preferiblemente como presión de vapor Reid, relación vapor/líquido, o ambos.

Tal como se utiliza en toda esta solicitud, el término "caudal" se refiere a un volumen de un fluido que fluye más allá de un punto determinado durante un período de tiempo determinado. El flujo de gasolina generalmente tiene un caudal de gasolina que varía dentro de un lote de gasolina y, por lo tanto, la utilización de la invención generalmente comprende determinar periódicamente el caudal de gasolina a través del conducto, y recalculando periódicamente la velocidad de mezcla de butano en base al caudal de gasolina y una relación de mezcla calculada. El caudal puede derivarse de un caudalímetro instalado en el conducto que está dedicado a la operación de mezcla, aunque preferiblemente lo recibe el operario del conducto, accediendo a los pulsos generados por el caudalímetro del operador.

Los métodos y sistemas de la presente descripción pueden emplear datos y programación que tienen en cuenta límites reguladores sobre la presión de vapor según la época del año y la región geográfica, y varían automáticamente la velocidad o la relación de mezcla para un flujo de gasolina consolidado en base a esos límites. De nuevo, esto se aplica a flujos de gasolina consolidados que transmiten varios lotes de diferentes tipos de gasolina. Por lo tanto, la descripción divulga un sistema para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende (a) un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende: (i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina; (ii) un caudal de gasolina que varía con el tiempo; y (iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina; (b) un flujo de butano; (c) una unidad de mezclado para mezclar dicho flujo de gasolina y dicho flujo de butano en una relación de mezcla real y una velocidad de mezcla real para producir un flujo de gasolina mezclado; (d) un sensor de presión de vapor aguas arriba en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina aguas arriba de dicha unidad de mezclado; (e) una o más bases de datos de información en las cuales se almacenan datos estacionales que prescriben (i) presiones de vapor permitidas en dos o más fechas o intervalos de fechas prescritos, o (ii) si se permite la mezcla de butano en dos o más fechas o intervalos prescritos de fechas; y (f) una o más unidades de procesamiento de información (UPI) en comunicación de información con dichos sensores de presión de vapor aguas arriba y dichas bases de datos de información, programadas de manera lógica para recuperar la fecha y calcular una relación de mezcla calculada y una velocidad de mezcla calculada en función de los datos estacionales almacenados y la presión de vapor y el caudal volumétrico de dicho flujo de gasolina, y para comunicar dicha relación de mezcla calculada y velocidad de mezcla calculada a dicha unidad de mezclado; en el que dicha unidad de mezclado accede periódicamente a una relación de mezcla calculada revisada desde dicha UPI, y ajusta la relación de mezcla real para coincidir con dicha relación de mezcla calculada revisada. Es evidente que, si se permite la mezcla, el método puede incluir, además, el control de la presión de vapor tanto aguas arriba como aguas abajo de la operación de mezcla para la validación de la operación de mezcla.

65

En otro ejemplo, que nuevamente es aplicable a flujos de gasolina consolidados que transportan múltiples lotes de diferentes tipos de gasolina, los lotes están asociados a unos códigos de lotes que codifican el tipo de petróleo en el lote. En este ejemplo, una UPI está programada de manera lógica para dictar una velocidad de mezcla o una relación de mezcla cero cuando un lote para el que la mezcla de butano es inadmisibles pasa a la unidad de mezclado, tal como

5 Transmix, diésel o combustible para aviones. La UPI determinará el tipo de gasolina que pasa a la unidad de mezclado por el código de lote, y generalmente determinará los tiempos de inicio y finalización del lote que pasa a la unidad de mezclado desde una segunda UPI que está bajo el control del operario del conducto. Por lo tanto, en otro ejemplo, la descripción divulga un método para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende: (i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina; (ii) un

10 caudal de gasolina que varía con el tiempo; y (iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina; (b) acceder a un código de lote para un lote de gasolina, en el que dicho código de lote codifica el tipo de gasolina en dicho lote; (c) acceder a una base de datos de información en la cual se almacenan los tipos de gasolina para los que no se permite la mezcla; (d) determinar si se permite la mezcla en función de dicho tipo de gasolina codificado por dicho código de lote; (e) si se permite la mezcla, mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en una unidad de mezclado

15 para proporcionar un flujo de gasolina mezclada, y (f) si no se permite la mezcla en base a un tipo de gasolina no permitida, cesar la mezcla hasta que el tipo de gasolina inadmisibles ha pasado la unidad de mezclado. Está claro que, si se permite la mezcla, el método incluirá, además, la mezcla en base a cálculos de presión de vapor que forman el meollo de la invención, y preferiblemente el control de la presión de vapor tanto aguas arriba como aguas abajo de la operación de mezcla.

20 En otro ejemplo, que puede ponerse en práctica en cualquier punto a lo largo de un oleoducto, la descripción divulga sistemas y métodos para medir simultáneamente la presión de vapor de un flujo de gasolina y el contenido de azufre de un flujo de suministro de butano. Para conveniencia del mezclador de butano y el operario del conducto, este control combinado se pone en práctica generalmente en un patín, con todos los equipos de muestreo y control necesarios en

25 una ubicación física. Por lo tanto, la descripción también divulga así un método para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina que comprende una presión de vapor de gasolina y un caudal; (b) proporcionar un flujo de butano que comprende una presión de vapor de butano; (c) proporcionar una presión de vapor permitida; (d) determinar periódicamente dicha presión de vapor de gasolina; (e) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor de gasolina, dicha presión de vapor de butano, y dicha presión de vapor permitida; (f) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en dicha relación de mezcla para proporcionar un

30 flujo de gasolina mezclada que tiene una presión de vapor mezclada menor o igual a dicha presión de vapor de gasolina permitida; (g) extraer butano de dicho flujo de butano; y (h) medir el contenido de azufre de dicho butano extraído de dicho flujo de butano. La presión de vapor del flujo de gasolina se mide preferiblemente aguas arriba y aguas abajo de la unidad de mezclado.

35 Dicho de otra manera, la descripción divulga un sistema para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende (a) un flujo de gasolina; (b) un flujo de butano; (c) un sensor de presión de vapor de gasolina, en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina; (d) una unidad de muestreo de butano para retirar de manera periódica o continua butano de dicho flujo de butano; y (e) una unidad de mezclado para mezclar dicho flujo de gasolina y dicho flujo de butano en

40 una relación de mezcla en un flujo de gasolina mezclada, aguas abajo de dicho sensor de presión de vapor de gasolina y dicha unidad de muestreo de butano; en el que dicha unidad de muestreo de butano y dicho sensor de presión de vapor de gasolina están situados en una plataforma cerca de dicho oleoducto. El contenido de azufre del butano puede medirse en línea, y el butano puede devolverse al flujo de butano, o puede extraerse físicamente del sistema para realizar pruebas de azufre en un laboratorio independiente. El butano se muestrea preferiblemente por lo menos una

45 vez cada 1892705,9 litros para determinar el contenido de azufre, aunque la muestra incluye preferiblemente más de 10, 50 o incluso 100 fragmentos separados uniformemente de butano extraído del flujo de butano.

Otro ejemplo se refiere a sistemas y métodos para medir simultáneamente la presión de vapor y las temperaturas de destilación de un flujo de gasolina. Esto también suele llevarse a la práctica en un patín, con todo el equipo de muestreo

50 y control necesarios mantenidos en una ubicación física. En este ejemplo, la descripción divulga un método para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina BOB que comprende una presión de vapor de gasolina, una  $T_D$  y un caudal; (b) proporcionar un flujo de butano que comprende una presión de vapor de butano; (c) proporcionar una presión de vapor permitida y una  $T_D$  permitida; (d) determinar periódicamente dicha presión de vapor de gasolina y dicha  $T_D$  de gasolina; (e) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor de gasolina, dicha  $T_D$  de gasolina, dicha presión de vapor de butano, dicha presión de vapor permitida, y

55 dicha  $T_D$  permitida; y (e) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina BOB en dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina BOB mezclado que tiene una presión de vapor mezclada menor o igual a dicha presión de vapor de gasolina permitida y una  $T_D$  mayor o igual que dicha  $T_D$  permitida.

60 Dicho de otra manera, la presente descripción divulga un sistema para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende (a) un flujo de gasolina; (b) un flujo de butano; (c) una presión de vapor de gasolina y un sensor de  $T_D$ , en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina; (d) una unidad de destilación, en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina; y (e) una unidad de mezclado para mezclar dicho flujo de gasolina y dicho flujo de butano en una

65 relación de mezcla en un flujo de gasolina mezclada, aguas abajo de dicho sensor de presión de vapor de gasolina y dicha unidad de destilación; en el que dicha unidad de destilación y dicho sensor de presión de vapor de gasolina

están situados en una plataforma cercana a dicho oleoducto. El flujo de gasolina se mide generalmente en línea, y la gasolina se devuelve al flujo de gasolina. Además, en un ejemplo, la  $T_D$  y la presión de vapor se miden tanto aguas arriba como aguas abajo de la operación de mezcla. La presión de vapor puede medirse por la presión de vapor Reid, la relación vapor/líquido, o ambas, aunque se entenderá que si se mide también una temperatura de destilación no es necesario tomar uno de: relación vapor/líquido y/o medición RVP, y que la relación vapor/líquido o RVP puede calcularse en cambio en función de al menos dos temperaturas de destilación (es decir,  $T(10)$  y  $T(50)$ ), en combinación con la relación vapor/líquido o la RVP.

En otro ejemplo, la descripción divulga un método para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende (a) proporcionar un flujo de gasolina que comprende uno o más lotes de gasolina reformulada; (b) proporcionar un flujo de butano; (c) medir la presión de vapor de un lote de gasolina reformulada en dicho flujo de gasolina; (d) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor; (e) mezclar el flujo de butano y el flujo de lotes de gasolina reformulada en dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina mezclada; y (f) medir la presión de vapor del flujo de gasolina mezclada.

En una realización, que se aplica a flujos de gasolina consolidados que conducen múltiples lotes de diferentes tipos de gasolina, la descripción proporciona un método para registrar la cantidad de butano mezclado con un lote de gasolina en una operación continua de mezcla de butano en línea que comprende (a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende: (i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina; (ii) un caudal de gasolina que varía con el tiempo; y (iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina que comprende (a) proporcionar un flujo de gasolina; (b) proporcionar un flujo de butano; (c) determinar un tiempo de inicio cuando un lote de gasolina comienza a pasar a través de dicha operación de mezcla de butano en línea; (d) determinar un tiempo de finalización en el que el lote termina de pasar por dicha operación de mezcla de butano en línea; (e) registrar la cantidad de butano mezclado con dicho flujo de gasolina entre dicho tiempo de inicio y tiempo de finalización; y (f) asociar dicha cantidad de butano a dicho lote en una base de datos de información.

En otra realización, que es aplicable a la mezcla de butano en cualquier punto a lo largo de un conducto, la invención proporciona un método para el control y recopilación de datos externo en una operación de mezcla de gasolina y butano que comprende (a) proporcionar un flujo de gasolina; (b) proporcionar un flujo de butano; (c) medir la presión de vapor de la gasolina en el flujo de gasolina; (d) calcular una relación de mezcla en base a dicha presión de vapor; (e) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina mezclada; (f) registrar valores que representan uno o más de (i) presión de vapor y/o  $T_D$  de gasolina aguas arriba de la unidad de mezclado en determinados tiempos; (ii) presión de vapor y/o  $T_D$  de gasolina aguas abajo de la unidad de mezclado en determinados tiempos; (iii) ajustes para calibración diaria de los sensores de presión de vapor de gasolina; (iv) la(s) fecha(s) de mezcla cubierta(s) por el conjunto de datos; (v) tiempos de inicio y final del lote; (vi) la cantidad de butano mezclado en un lote de gasolina (es decir, la cantidad de gasolina creada en el lote); (vii) el tipo de gasolina en un lote; (viii) destino del lote; (ix) cantidad de butano almacenada en cualquier unidad de almacenamiento de butano, dado por fecha y hora; (x) presión de vapor de butano en tiempos de muestreo prescritos; (xi) contenido de azufre del butano mezclado en la gasolina; (xii) volúmenes medidos de butano extraído de cualquier unidad de almacenamiento de butano durante períodos de tiempo definidos; (xiii) volúmenes de butano mezclados en el flujo de gasolina, calculados a partir de velocidades de mezcla de butano, durante períodos de tiempo definidos; (xiv) la presión de butano en dos o más puntos entre la unidad de almacenamiento de butano y la unidad de mezclado de butano; y (xv) la temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la unidad de mezclado; (g) almacenar dichos valores en una base de datos de información; y (h) proporcionar acceso remoto a dichos valores a una unidad de procesamiento de información con acceso opcional a una conexión a Internet.

Se entenderá que existen numerosos elementos de cualquiera de los ejemplos anteriores que se pueden combinar para describir o caracterizar adicionalmente cualquiera de los demás ejemplos. También se entenderá que existen numerosos ejemplos para caracterizar adicionalmente la invención. Los siguientes ejemplos son ilustrativos y se pueden usar para caracterizar adicionalmente cualquiera de los ocho ejemplos principales anteriores salvo que se especifique lo contrario. Se entenderá que cada uno de estos ejemplos puede usarse individualmente, o en combinación con cualquier número de otros ejemplos, para caracterizar adicionalmente los métodos y sistemas descritos en este documento.

Se entenderá que la presión de vapor (ya sea presión de vapor Reid, relación vapor/líquido o ambas) se mide, aguas abajo de la operación de mezcla de butano, para validar que la presión de vapor permitida no se supere por la gasolina mezclada. Cuando se controla la presión de vapor aguas abajo, los sistemas comprenderán, además, un sensor de presión de vapor de gasolina aguas abajo en comunicación sensorial con el flujo de gasolina, y una UPI estará en comunicación de información con el sensor de presión de vapor aguas abajo, para recibir, almacenar e informar de las mediciones de presión de vapor del sensor de presión de vapor aguas abajo, preferiblemente asociado a un código de lote o lote.

La medición de la presión de vapor del flujo de gasolina puede realizarse en línea extrayendo una muestra de gasolina del flujo de gasolina, midiendo la presión de vapor de la muestra de gasolina en una unidad automatizada como la unidad Grabner, y devolviendo la muestra de gasolina al flujo de gasolina. Esta secuencia de muestreo/medición se

producirá generalmente de manera intermitente debido a limitaciones del equipo de control, pero generalmente se ejecuta por lo menos una vez cada 10 o 15 minutos, preferiblemente cada siete minutos.

Los ejemplos anteriores también pueden hacer un uso adicional de la información de especificación del producto codificada en un código de lote. Por ejemplo, en muchas operaciones, la presión de vapor permitida se codificará en el código de lote y, si las pruebas en línea revelan que la gasolina no cumple con la presión de vapor permitida, la unidad mezclará butano con la gasolina hasta la presión de vapor permitida, sin superarla. En un ejemplo, este método sólo se pone en práctica durante un intervalo de fechas cuando la mezcla se controla de manera más estricta, tal como durante los meses de verano. Fuera de este intervalo de fechas, la mezcla puede ponerse en práctica hasta la presión de vapor máxima permitida para el destino geográfico del petróleo, independientemente de la especificación de presión de vapor para el lote codificado por el código del lote. En estas realizaciones, la UPI o las UPI de mezcla de butano se programan preferiblemente con información de fecha durante la cual se permite la mezcla hasta la especificación del código de lote, y un intervalo de fechas separado durante las cuales se permite la mezcla a no más de la presión de vapor máxima permitida para el destino geográfico del lote, incluso si la presión de vapor máxima permitida supera la especificación de presión de vapor del código del lote.

Cualquiera de los ejemplos anteriores también puede emplear una unidad de muestreo de butano para la extracción periódica o continua de butano del flujo de butano. La unidad de muestreo de butano estará generalmente bajo el control de una o más unidades de procesamiento de la información que hacen que la unidad de muestreo de butano envíe a un depósito al menos una muestra de flujo de suministro de butano por lo menos cada 1892705,9 litros de butano. Pueden extraerse fragmentos y agregarse al depósito a intervalos de menos de cada 1892705,9 litros, cada 18927,06 litros, o incluso cada 1892,7 litros y pueden consolidarse en el depósito para pruebas posteriores una vez que se han mezclado con el sistema no más de 1892705,9 litros de butano. En un ejemplo, el butano en el depósito se extrae manualmente de manera periódica de la unidad de muestreo de butano, y se analiza externamente el butano del depósito en un laboratorio para determinar el contenido de azufre. Como alternativa, los sistemas y métodos pueden emplear una unidad de medición de azufre automatizada en línea en comunicación sensorial con el flujo de butano que no requiera extracción manual y pruebas de laboratorio de la muestra de butano, y que devuelva el butano al flujo de butano una vez que se ha analizado la muestra. Por lo menos debería extraerse y analizarse una muestra cada 1892705,9 litros de butano.

Los métodos y sistemas de los ejemplos anteriores también pueden comprender medir la temperatura de destilación de la gasolina, preferiblemente tanto aguas arriba como aguas abajo de la operación de mezcla con fines de validación, preferiblemente utilizando una unidad de destilación en línea en comunicación para el fluido con el flujo de gasolina. Este ejemplo es particularmente útil cuando la BOB se conduce a través del conducto. En un ejemplo correspondiente, la descripción divulga calcular la relación de mezcla en base a la  $T_D$  del flujo de gasolina y una  $T_D$  permitida; y mezclar el flujo de butano y el flujo de gasolina BOB en la relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina BOB mezclada que tiene una  $T_D$  mayor o igual a la  $T_D$  permitida. En un ejemplo, la BOB está asociada a un código de lote que codifica el tipo de gasolina en el lote, y sólo se accede a la unidad de destilación cuando se conduce un lote de BOB a través de la unidad de mezclado. Los sistemas pueden extraer periódicamente muestras del flujo de gasolina que se analizan a través de una unidad de destilación automática y una unidad de presión de vapor automatizada antes de regresar al flujo de gasolina.

Esta prueba de destilación también puede hacer uso de la información de especificación del producto codificada en un código de lote. Por ejemplo, en muchas operaciones la  $T_D$  permitida se codificará en el código de lote y, si una prueba en línea revela que la gasolina no cumple la  $T_D$  permitida, la unidad mezclará butano con la gasolina hasta la  $T_D$  permitida pero no por debajo de la misma. En un ejemplo, este método sólo se lleva a la práctica durante un intervalo de fechas cuando la mezcla se controla de manera más estricta, tal como los meses de verano. Fuera de este intervalo de fechas, la mezcla puede ponerse en práctica hasta la  $T_D$  mínima permitida para el destino geográfico del petróleo, independientemente de la especificación de  $T_D$  para el lote codificado por el código de lote. En estos ejemplos, la UPI o las UPI de la mezcla de butano se programan preferiblemente con información de fecha durante la cual se permite la mezcla hasta la especificación del código de lote, y un intervalo de fechas separado durante el cual se permite la mezcla a no más de la  $T_D$  mínima permitida para el destino geográfico del lote, incluso si la  $T_D$  mínima permitida es menor que la especificación de la  $T_D$  del código de lote.

Las válvulas que controlan el flujo de butano a la gasolina, bajo la dirección de la UPI en la velocidad de mezcla y la relación de mezcla calculadas, son componentes críticos de los sistemas. La unidad de mezclado emplea preferiblemente dos válvulas: (1) una válvula de activación/desactivación situada entre el flujo de gasolina y el flujo de butano, que evita que la gasolina entre en la unidad de mezclado, y que puede cerrarse completamente cuando no se permite la mezcla, y (2) una válvula moduladora (control a/k/a) que controla el flujo de butano hacia o desde la primera válvula. La segunda válvula controla el caudal de butano, modulando el tamaño del orificio de flujo y la presión del flujo de butano aguas abajo de la válvula. Las válvulas también pueden estar bajo el control de una o más unidades de procesamiento de información remotas, tal como se describe con mayor detalle en otra parte de este documento.

Cualquiera de los métodos anteriores puede incluir también el cierre manual de la operación de mezcla en caso de emergencia, durante períodos de tiempo en que no se permite la mezcla, o si un lote de Transmix, diésel o combustible

para aviones entra en la operación de mezcla. El cierre manual de la operación de mezcla puede lograrse accionando la válvula de activación/desactivación cerca del flujo de gasolina, y dicha válvula puede controlarse desde dos o más ubicaciones remotas.

- 5 Los sistemas y métodos también proporcionan información en tiempo real acerca del suministro de butano utilizado para la operación de mezcla y el acceso de la UPI a la información del suministro de butano, opcionalmente a través de una conexión remota a Internet. El butano se suministra preferiblemente a la unidad de mezclado desde una o más unidades de almacenamiento de butano conocidas como balas que pueden contener más de 3785,41, 37854,12 o incluso 378541,18 litros de butano. Estas balas normalmente se montan en el mismo sitio donde se sitúa la operación
- 10 de mezcla, pero suficientemente alejadas de la unidad de mezclado utilizando un conducto extenso para conducir el butano ya sea por encima o por debajo del suelo. En una realización preferida, se recoge, se almacena y se utiliza continuamente información acerca del suministro del almacenamiento de butano y el proceso de transmisión para garantizar la integridad y la seguridad de las operaciones de suministro y mezcla de butano. Por ejemplo, generalmente se instalarán unos sensores de presión en el conducto de butano en el suministro de butano y en la operación de
- 15 mezcla (antes y después de que el butano atraviese una instalación de la operación de mezcla), de modo que puedan compararse las presiones para garantizar que no haya fugas en los conductos subterráneos. La información de presión derivada de estos sensores se coteja y se da preferiblemente en un formato fácil de utilizar por una UPI. También puede instalarse un medidor de temperatura en la unidad de almacenamiento de butano, de nuevo accesible por la UPI que transmite y muestra las temperaturas al operario de la operación de mezcla.

- 20 Se entenderá que existe cierta variabilidad en la presión de vapor de los suministros comerciales de butano. Como resultado, la presión de vapor del flujo de butano debe medirse periódicamente, y la relación de mezcla y la velocidad de mezcla deben basarse en la presión de vapor del butano. La presión de vapor de butano puede medirse a la misma frecuencia que la gasolina, pero generalmente se mide a una frecuencia menor que la presión de vapor de la gasolina,
- 25 a menudo del orden de 1, 2, 3 o 4 veces por día. Además, la presión de vapor de butano puede medirse en la unidad de almacenamiento de butano, antes de que el butano viaje bajo tierra hacia la operación de mezcla, en lugar de en el mismo patín que la operación de mezcla.

- Los sistemas y métodos de la descripción también emplean preferiblemente una o más unidades de procesamiento de información (UPI) que controlan el proceso de mezcla, y que registran e informan de los resultados de los procesos de mezcla y control. Por lo tanto, las UPI pueden almacenar o tener acceso a numerosos tipos de información utilizados en el proceso de mezcla, que incluyen:

- Presiones de vapor permitidas en base al destino de la gasolina y la época del año (normalmente almacenadas en una UPI controlada por el mezclador de butano);
- Temperaturas de destilación permitidas en base al destino de la gasolina y la época del año (normalmente almacenadas en una UPI controlada por el mezclador de butano);
- Si la mezcla se permite según la época del año o el destino del lote (generalmente almacenado en la UPI del mezclador);
- 40 • Si se permite la mezcla, según el tipo de gasolina en un lote (generalmente almacenado en una UPI controlada por el mezclador);
- Información de fecha y hora actual (normalmente almacenada y variada en una UPI controlada por el mezclador de butano);
- El caudal de gasolina que pasa por la operación de mezcla (generado generalmente como impulsos por un caudalímetro controlado por el operario del conducto, y accesible por la UPI del mezclador);
- 45 • Datos de lotes, tales como el tipo de gasolina en el lote, el volumen de gasolina en el lote, y/o el destino del lote (generalmente se dan como información o códigos de lote almacenados en una UPI controlada por el operario del conducto, y accesible por ellos (es decir, se reciben o se recuperan) a través de la UPI del mezclador); y/o
- Los tiempos o puntos de inicio y finalización de un lote (normalmente almacenados en una UPI controlada por el operario del conducto, y a los que se accede a través de la UPI del mezclador).

- En funcionamiento, las UPI del mezclador accederán a la correspondiente fecha, tipo de petróleo, y/o destino del flujo de gasolina, y calcularán la relación de mezcla y/o la velocidad de mezcla según la presión de vapor permitida para los datos estacionales recuperados, fecha, tipo de petróleo y/o destino para el flujo de gasolina. Como alternativa o
- 55 adicionalmente; la UPI puede acceder a una lista de productos derivados del petróleo para los cuales la mezcla con butano no está permitida, y dictar una velocidad de mezcla o una relación de mezcla cero en base al tipo de gasolina en un lote particular que está pasando por la unidad de mezclado.

- Además, las UPI controlan numerosas operaciones físicas del proceso de mezcla, incluyendo las válvulas, los procesos de control de presión de vapor aguas arriba y aguas abajo, los procesos de control de la temperatura de destilación aguas arriba y aguas abajo, y el proceso de muestreo de butano. La una o más UPI están programadas de manera lógica para ejecutar uno o más de los siguientes procesos físicos:

- Modular la válvula de activación/desactivación dependiendo de si se permite la mezcla;

- Modular el orificio de la segunda válvula para obtener la velocidad de mezcla deseada;
- Extraer y devolver gasolina del oleoducto a una frecuencia predeterminada para mediciones de presión de vapor y/o  $T_D$ ; y/o
- Enviar fragmentos de butano a un depósito a una frecuencia predeterminada.

5

Por lo tanto, cualquiera de los ejemplos anteriores puede comprender, además, una o más unidades de procesamiento de información en comunicación de información con dichos sensores de presión de vapor aguas arriba, programados de manera lógica para calcular una relación de mezcla calculada y una velocidad de mezcla calculada en base a la presión de vapor y el caudal volumétrico de dicho flujo de gasolina, y para comunicar dicha relación de mezcla calculada y dicha velocidad de mezcla calculada a dicha unidad de mezclado; en el que dicha unidad de mezclado accede periódicamente a dicha relación de mezcla calculada y velocidad de mezcla calculada desde dicha una o más UPI, y ajusta la relación de mezcla real y la velocidad de mezcla real para que coincida con dicha relación de mezcla calculada y velocidad de mezcla calculada. En ejemplos preferidos, la UPI accede a datos estacionales que prescriben presiones de vapor permitidas en dos o más fechas o intervalos de fechas prescritos o, si se permite la mezcla de butano en dos o más fechas o intervalos de fechas prescritas, la UPI accede a la fecha actual, y calcula la relación de mezcla y la velocidad de mezcla según la fecha y los datos estacionales pertinentes. El caudal de gasolina y la presión de vapor de la gasolina pueden volverse a determinar periódicamente a la misma frecuencia, de modo que la relación de mezcla y la velocidad de mezcla se recalculan periódicamente para tener en cuenta las diferencias en un lote y entre distintos lotes en el caudal de gasolina y la presión de vapor de la gasolina.

20

En cualquiera de los ejemplos anteriores, cada lote de un producto de petróleo que pasa por el conducto puede tener un código de lote asociado en base al destino del lote y/o el tipo de producto de petróleo en el lote, y la operación de mezcla puede comprender, además, una unidad de procesamiento de información en la cual se almacenan las presiones de vapor permitidas para cada código de lote. En tales ejemplos, la unidad de procesamiento de información puede acceder al código de lote asociado al lote que pasa por el conducto y la unidad de procesamiento de información puede calcular la relación de mezcla y/o la velocidad de mezcla en base a la presión de vapor permitida para el código de lote recuperado.

25

Ciertos tipos de petróleo no pueden mezclarse con butano, tal como Transmix, diésel o combustible para aviones, y cuando estos tipos pasan por una operación de mezcla, las válvulas de activación/desactivación deben estar cerradas, o establecer la velocidad y la relación de mezcla a cero para que la válvula de modulación esté completamente cerrada. En este ejemplo particular, la descripción comprende, además: (a) proporcionar uno o más tipos de gasolina no permitidos para los cuales la mezcla no está permitida, (b) determinar el tipo de gasolina para un lote particular, y (c) no mezclar butano con un lote que comprende un tipo de gasolina no permitido. La oportunidad de mezclador reaparece después de que el tipo de gasolina no permitida haya pasado por la unidad de mezclado. En una realización particular, cuando el sistema determina que la mezcla está permitida en base al tipo de gasolina codificada por el código de lote, se realiza un control de calidad utilizando un gravitómetro para medir la gravedad específica del petróleo para garantizar que el petróleo es del tipo con el cual se permite la mezcla de butano. Como alternativa, las válvulas del operario del conducto pueden ser evaluadas para confirmar que el destino del lote en el parque de depósitos coincide con el tipo de gasolina codificado por el código del lote.

30

35

40

En ejemplos alternativos, el sistema no detecta automáticamente la llegada de un lote con el cual puede mezclarse butano, ya que el operario del conducto no mantiene ni utiliza sistemas sofisticados tales como la codificación de lotes. Esta realización, el sistema funciona exactamente igual, excepto que es necesario habilitarlo manualmente cada vez que llega un tipo de gasolina con el cual pueda mezclarse el butano.

45

La determinación del tipo de gasolina se realiza preferiblemente mediante una unidad de procesamiento de información asociada a la operación de mezcla que calcula la velocidad o la relación de mezcla y controla la operación de mezcla. La primera UPI preferiblemente accede a una segunda UPI que mantiene el operario del conducto, determina el tipo de gasolina transmitida en un lote particular, determina cuándo comenzará y terminará de pasar el lote por la unidad de mezclado y hará que el sistema deje de mezclar entre dicho tiempo de inicio y fin.

50

Después de realizar varias funciones de mezcla y control, la UPI del mezclador generalmente generará y consolidará datos que describen los resultados del proceso de mezcla, correlacionan los datos de la mezcla con la información del lote suministrada por el operario del conducto, y validan la integridad y seguridad de todo el proceso de mezcla, incluyendo:

55

- Presión de vapor y/o  $T_D$  de la gasolina aguas arriba de la unidad de mezclado en determinados tiempos;
- Presión de vapor y/o  $T_D$  de la gasolina aguas abajo de la unidad de mezclado en determinados tiempos;
- 60 • Ajustes para la calibración diaria del sensor(es) de presión de vapor de gasolina;
- La(s) fecha(s) de mezcla cubierta(s) por el conjunto de datos;
- Tiempos inicio y finalización de lote;
- La cantidad de butano mezclado en un lote de gasolina (es decir, la cantidad de gasolina creada en el lote);
- El tipo de gasolina en un lote;

- Destino del lote;
- Cantidad de butano almacenada en cualquier unidad de almacenamiento de butano, dada por fecha y hora;
- Presión de vapor del butano en tiempos de muestreo prescritos;
- Contenido de azufre del butano mezclado con la gasolina;
- 5 • Volúmenes medidos de butano extraído de cualquier unidad de almacenamiento de butano durante períodos de tiempo definidos;
- Volúmenes de butano mezclados en el flujo de gasolina, calculados a partir de velocidades de mezcla de butano, durante períodos de tiempo definidos;
- La presión del butano en dos o más puntos entre la unidad de almacenamiento de butano y la unidad de mezclado de butano; y
- 10 • La temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la unidad de mezclado.

Esta información puede recuperarse, almacenarse y generarse en formatos de informe según lo requiera el mezclador de butano o el operario del conducto. Además, todos estos datos son preferiblemente accesibles en una ubicación remota a través de una unidad de procesamiento de información adecuadamente programada.

Se ha demostrado que es especialmente útil coordinar tiempos de suministro de lotes con datos de consumo de butano ya que, conociendo el instante en que un lote comenzó a pasar y dejó de pasar por un punto de mezcla, puede calcularse con precisión cuánto butano se mezcló con cualquier lote de petróleo determinado que pasa por el oleoducto. Por lo tanto, en una realización particular, la invención proporciona un método para registrar la cantidad de butano mezclado con un lote de petróleo en una operación continua de mezcla de butano en línea que comprende (a) proporcionar un flujo de gasolina; (b) proporcionar un flujo de butano; (c) registrar el tiempo de inicio cuando un lote de gasolina comienza a pasar a través de dicha operación de mezcla de butano en línea; (d) registrar la hora de finalización a la que el lote termina de pasar por dicha operación de mezcla de butano en línea; (e) registrar la cantidad de butano mezclado con dicho flujo de gasolina entre dicho tiempo de inicio y tiempo de finalización; y (f) asociar dicha cantidad de butano a dicho lote en una base de datos de información.

Cualquiera de los datos anteriores puede almacenarse en una base de datos accesible en una ubicación remota a través de una conexión dedicada o de Internet. En una realización preferida, se accederá a datos de creación de gasolina (es decir, datos de consumo de butano) preferiblemente por una UPI controlada por el operario del conducto, que actualizará el volumen de cualquier lote que pase a través del conducto en base a la adición de butano.

Además, cualquiera de los métodos anteriores también puede comprender o excluir la medición de la presión de vapor para uno o más lotes de gasolina mezclada en un laboratorio externo del conducto y la operación de mezcla. En un método preferido, esta validación es semiautomática, extrayéndose automáticamente una o más muestras de gasolina mezclada de cada lote a muestrear y almacenándose en un depósito para su recogida y eventual análisis externo. La validación puede realizarse utilizando el método de enfriamiento.

Las funciones de muestreo, control y mezcla de la operación de mezcla están situadas preferiblemente cerca una de la otra, y generalmente se encuentran en un patín o plataforma discreto, montado permanentemente. Por lo tanto, la unidad de muestreo de butano, la unidad de destilación, el control de presión de vapor, y la UPI estarán situados preferiblemente en la misma localización.

Haciendo referencia a la Figura 1, ésta ilustra una visión general de un ejemplo preferido de componentes de las realizaciones anteriores. Se muestra un flujo de gasolina 110 y un flujo de butano 115 que entran en una unidad de análisis y mezcla 120, y un flujo de gasolina mezclada 125 que sale de la unidad de análisis y mezcla 120 y entra en una segunda unidad de análisis 130. La unidad de análisis y mezcla 120 puede comprender una unidad de mezclado, una unidad de medición de azufre en comunicación sensorial con dicho flujo de butano 115 y un sensor de presión de vapor de gasolina y/o un sensor de relación entre vapor y líquido en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina 110. La segunda unidad de análisis 130 puede comprender un sensor de presión de vapor y/o un sensor de relación entre vapor y líquido en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina mezclada 125.

Haciendo referencia a la Figura 2, este diagrama de flujo ilustra una visión general de ejemplo del proceso de mezcla de cualquiera de los métodos anteriores. El proceso de mezcla puede comprender proporcionar un flujo de gasolina 205, proporcionar un flujo de butano 210, analizar el flujo de gasolina 215, analizar el flujo de butano 220, seleccionar una velocidad a la cual mezclar los flujos 225, mezclar los flujos 230, proporcionar gasolina mezclada 235, y analizar la gasolina mezclada 240.

La Figura 3 ilustra un procedimiento de ejemplo para medir la presión de vapor y/o la relación entre vapor y líquido en el flujo de gasolina o el flujo de gasolina mezclada. El procedimiento comprende extraer una muestra de la gasolina o flujo mezclado 305, medir la presión de vapor y/o la relación entre vapor y líquido de la muestra 310, y devolver la muestra a la gasolina o flujo mezclado 315.

La Figura 4 ilustra un proceso de ejemplo para mezclar butano y gasolina en una relación de mezcla determinada. El proceso comprende modular la presión del flujo de butano que entra en la operación de mezcla 405, modular el tamaño del orificio a través del cual el butano entra en la operación de mezcla 410, y abrir una válvula de activación/desactivación a lo largo del flujo de gasolina 415.

5

La ilustración de la Figura 5 muestra un proceso de ejemplo para determinar la relación de mezcla de butano y gasolina en cualquiera de los métodos anteriores. El proceso comprende seleccionar una presión de vapor deseada para la gasolina mezclada 505, transmitir valores para la presión de vapor deseada, junto con la presión de vapor de la gasolina y el butano que se mezclan, a una unidad de procesamiento de información 510, y calcular la relación de mezcla en base a esos valores 515. El proceso mostrado en la Figura 5 comprende, además, mezclar gasolina y butano en la relación de mezcla para proporcionar gasolina mezclada 520, medir la presión de vapor de la gasolina mezclada 525 y regular la relación de mezcla según sea necesario en función de la presión de vapor de la gasolina mezclada y la presión de vapor deseada 530.

10

15 A lo largo de esta solicitud, se hace referencia a diversas publicaciones. Las divulgaciones de estas publicaciones, en su totalidad, describen más detalladamente el estado de la técnica al que pertenece esta invención. Será evidente para los expertos en la materia que pueden realizarse diversas modificaciones y variaciones en la presente invención sin apartarse del alcance de la invención. Otras realizaciones de la invención serán evidentes para los expertos en la materia al considerar la memoria descriptiva y la práctica de la invención que se describe en la presente memoria. Se pretende que la memoria descriptiva y los ejemplos se consideren sólo como ejemplos, indicándose un verdadero alcance de la invención en las siguientes reivindicaciones.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para la mezcla en línea de gasolina y butano, que comprende:

5 a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente que comprende:

- i) una pluralidad de lotes de diferentes tipos de gasolina;
- ii) un caudal de gasolina que varía con el tiempo; y
- iii) una pluralidad de presiones de vapor de gasolina;

10

- b) proporcionar una presión de vapor permitida;
- c) proporcionar un flujo de butano que comprende una presión de vapor de butano;
- d) determinar periódicamente dicha presión de vapor de gasolina;
- e) determinar periódicamente dicho caudal de gasolina;

15

- f) calcular una relación de mezcla basada en dicha presión de vapor de butano, dicha presión de vapor de gasolina, y dicha presión de vapor permitida; y
- g) mezclar dicho flujo de butano y dicho flujo de gasolina en una unidad de mezclado a dicha relación de mezcla para proporcionar un flujo de gasolina mezclada que tiene una presión de vapor mezclada menor o igual a dicha presión de vapor permitida,

20

en el que la presión de vapor de la gasolina se determina aguas abajo de la unidad de mezclado.

2. El método de la reivindicación 1, que comprende además registrar una cantidad de butano mezclado con un lote de gasolina en el flujo de gasolina que fluye continuamente, comprende:

25

- (a) determinar un tiempo de inicio cuando un lote de gasolina comienza a pasar a través de dicha operación de mezcla de butano en línea;
- (b) determinar un tiempo de finalización en el que el lote termina de pasar por dicha operación de mezcla de butano en línea;
- (c) registrar la cantidad de butano mezclado con dicho flujo de gasolina entre dicho tiempo de inicio y tiempo de finalización; y
- (d) asociar dicha cantidad de butano a dicho lote en una base de datos de información.

30

3. El método de la reivindicación 1 o 2, que comprende además el control y recopilación de datos externo mediante:

35

- (a) registrar valores que representan uno o más de (i) presión de vapor y/o temperatura de destilación ( $T_D$ ) de la gasolina aguas arriba de la unidad de mezclado en determinados tiempos; (ii) presión de vapor y/o temperatura de destilación ( $T_D$ ) de la gasolina aguas abajo de la unidad de mezclado en determinados tiempos; (iii) ajustes para calibración diaria del sensor(es) de presión de vapor de gasolina; (iv) la(s) fecha(s) de mezclado cubierta(s) por el conjunto de datos; (v) tiempos de inicio y final del lote; (vi) la cantidad de butano mezclado en un lote de gasolina (es decir, la cantidad de gasolina creada en el lote); (vii) el tipo de gasolina en un lote; (viii) destino del lote; (ix) cantidad de butano almacenada en cualquier unidad de almacenamiento de butano, dado por fecha y hora; (x) presión de vapor de butano en tiempos de muestreo prescritos; (xi) contenido de azufre del butano mezclado en la gasolina; (xii) volúmenes medidos de butano extraído de cualquier unidad de almacenamiento de butano durante períodos de tiempo definidos; (xiii) volúmenes de butano mezclados en el flujo de gasolina, calculados a partir de velocidades de mezcla de butano, durante períodos de tiempo definidos; (xiv) la presión de butano en dos o más puntos entre la unidad de almacenamiento de butano y la unidad de mezclado de butano; y (xv) la temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la unidad de mezclado;

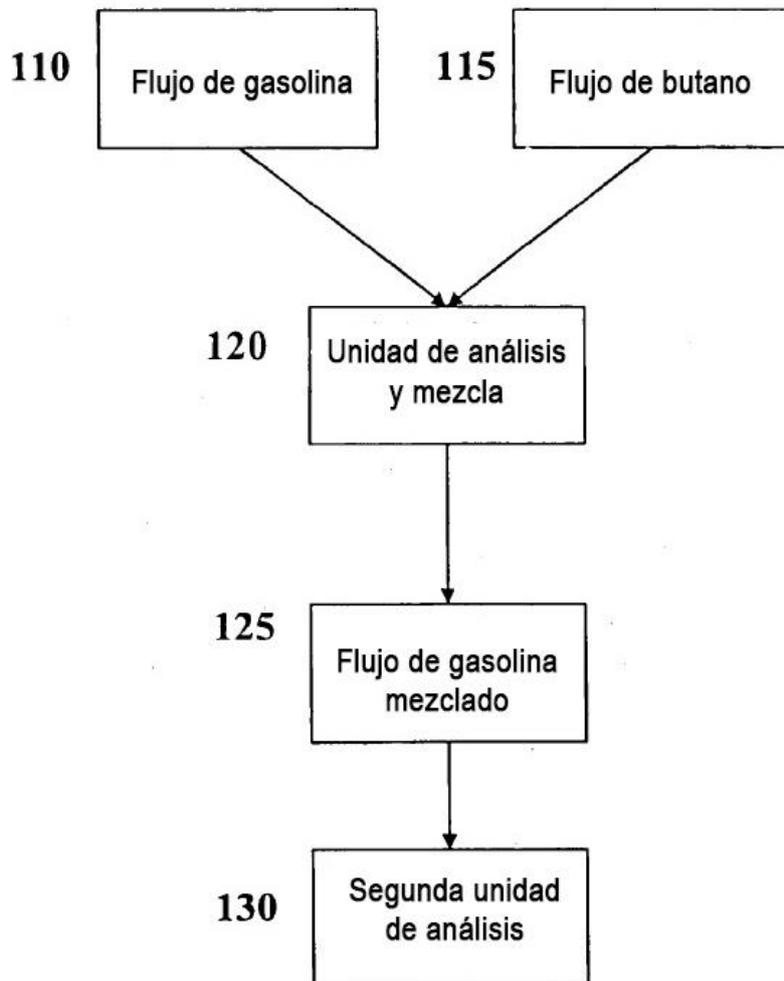
40

45

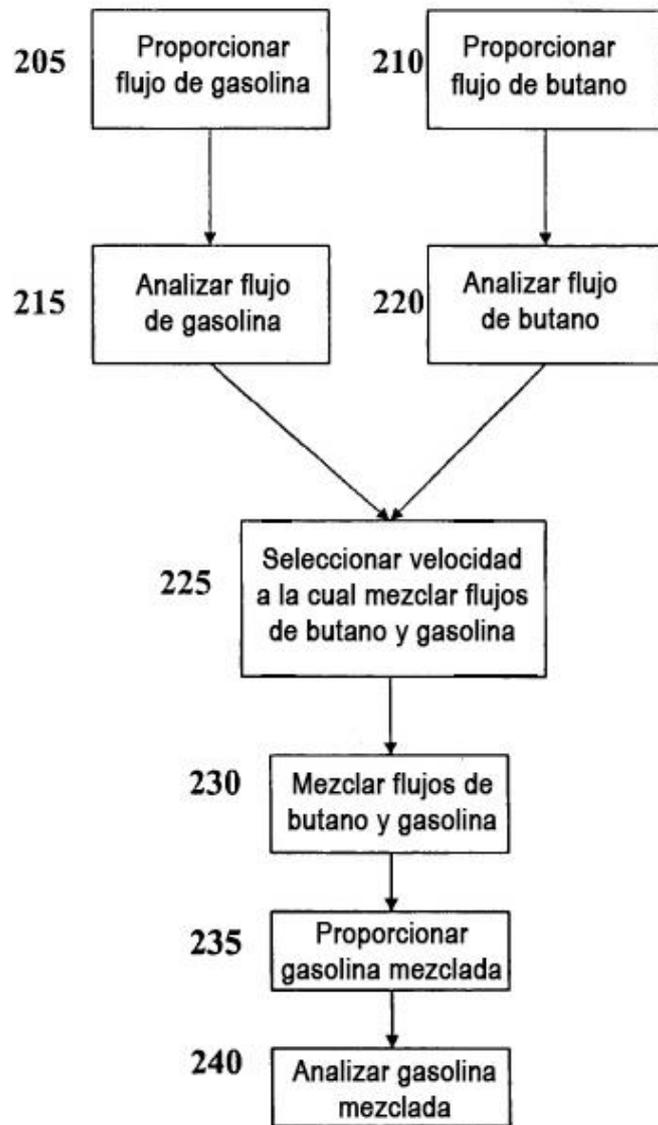
- (b) almacenar dichos valores en una base de datos de información; y
- (c) proporcionar acceso remoto a dichos valores a una unidad de procesamiento de información con acceso opcional a una conexión a Internet.

50

Figura 1



**Figura 2**



**Figura 3**

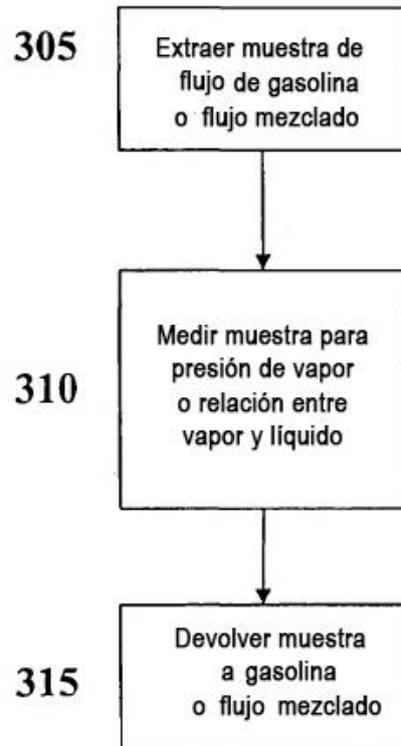


Figura 4

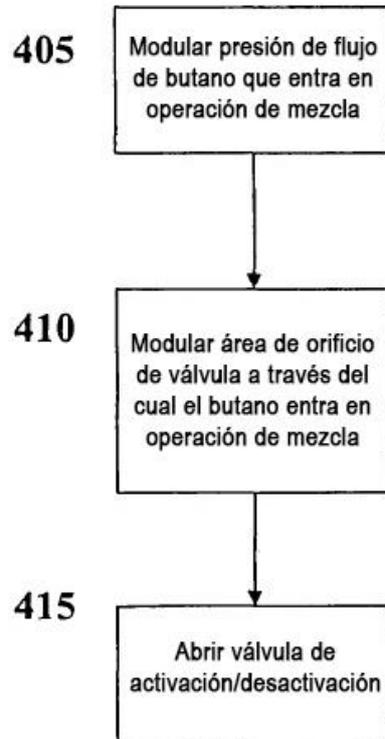
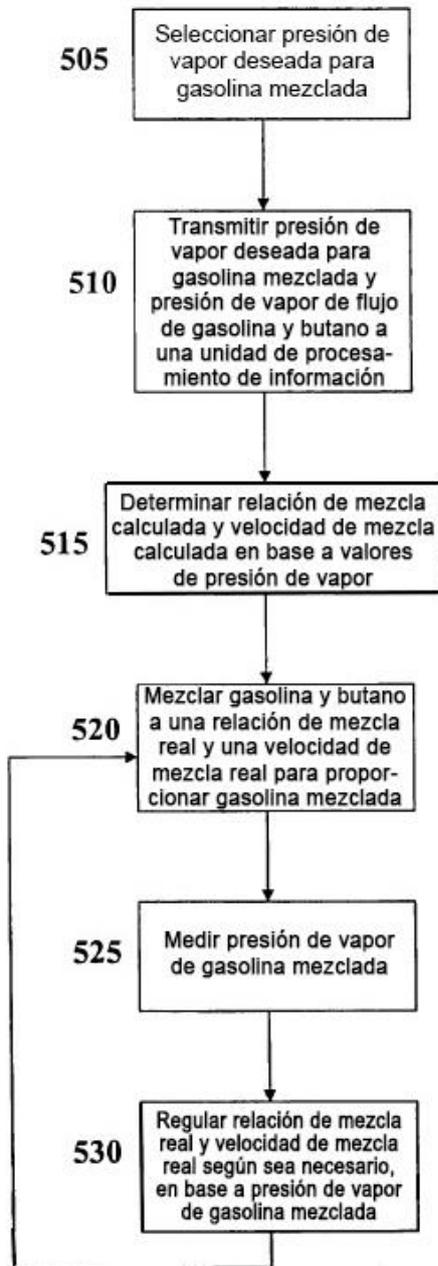


Figura 5



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- US 3751644 A, Mayer **[0008]**
- US 3999959 A, Bajek's **[0009]**
- US 6679302 B **[0010]**