

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 193**

51 Int. Cl.:  
**G05D 11/13** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.04.2007 PCT/US2007/009671**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2007 WO07124058**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.04.2007 E 07794356 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.09.2018 EP 2010982**

54 Título: **Procedimiento para mezcla en línea continua 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:  
**07.02.2019**

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 2 699 193 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

Procedimiento para mezcla en línea continua de butano y petróleo.

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a procesos y sistemas en línea versátiles 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 INVENCION

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

Una propiedad física importante de la gasolina es su volatilidad, o su capacidad de combustión. Para mantener los vehículos funcionando a un nivel constante durante todo el año, los comercializadores de gasolina mezclan agentes tales como el butano con la gasolina para aumentar la presión de vapor Reid y la volatilidad de la gasolina, especialmente durante los meses más fríos. Estos comercializadores también añaden butano para reducir el coste de la gasolina. Esta mezcla puede producirse en línea, por lo que el butano se añade directamente a una línea que está transportando la gasolina. Alternativamente, la mezcla puede producirse en lotes, como cuando se añade 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 puede mezclarse 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 volátil, y requieren que cualquier gasolina mezclada esté certificada para cumplir con las normas de volatilidad. Véase 40 C.F.R. § 80.27 (2005). Las regulaciones también establecen niveles máximos de volatilidad para la gasolina en función de la temporada del año y la región en la que se dispensará y se venderá la gasolina.

Existen dos procedimientos principales para evaluar la volatilidad de la gasolina: (1) medir la relación entre vapor y líquido, y (2) medir la presión de vapor. El procedimiento Reid es la prueba estándar para medir la presión de vapor de los productos derivados del petróleo. La presión de vapor Reid (RVP) 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 en varios países también están preocupadas con el azufre contenido en el butano, y su emisión a la atmósfera cuando se quema la gasolina mezclada, y se han promulgado regulaciones que especifican cuánto azufre se permite en el butano que se añade a la gasolina, y los requisitos de prueba para asegurar que las cantidades de azufre no superan las cantidades especificadas. Regulaciones de ejemplo de la EPA de los Estados Unidos se encuentran en 40 C.F.R. §§ 80.195, 80.340 (a)(1)(2005). Bajo estas regulaciones, el contenido de azufre del butano no puede superar 30 ppm, y el butano debe muestrearse por lo menos una vez cada 1892705,9 litros (500.000 galones) de butano para asegurar el cumplimiento. Véase 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 se prepara para la posterior mezcla de compuestos oxigenados (BOB). Por ejemplo, las reglas de la EPA de EEUU que rigen dicha mezcla se encuentran en 40 C.F.R. parte 80. En general, estas regulaciones imponen limitaciones de temperatura de destilación en la gasolina mezclada, y requieren un muestreo y análisis 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 cálculos de cumplimiento promedio anual de un mezclador para RFG o RBOB.

El butano a menudo se mezcla con otros componentes de gasolina en la refinería, donde generalmente se añade en la línea troncal en respuesta a los cambios en la demanda de presión de vapor. Un proceso de mezcla de refinería de ejemplo se describe en la patente americana de Mayer, nº 3.751.644. Esta patente, que es propiedad de Sun Oil Company, describe un sistema para regular automáticamente la cantidad de butano añadida a un flujo de gasolina en una refinería de petróleo, en base a mediciones continuas de la presión de vapor Reid de la gasolina curso abajo desde el punto de mezcla. El proceso descrito calcula la cantidad de butano a mezclar según las mediciones tomadas curso abajo de la operación de mezcla, y no incluye la medición de la presión de vapor Reid curso arriba de la operación de mezcla, ni el cálculo de la relación de mezcla según la presión de vapor Reid curso arriba de la operación de mezcla.

La patente americana de Bajek nº 3.999.959, que es propiedad de Universal Oil Products Company, también describe un sistema para mezclar butano y gasolina en una refinería de petróleo. El sistema Bajek mezcla 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 tales como la presión de vapor Reid y la relación entre vapor y líquido. Bajek no describe el control de la gasolina curso arriba de la operación de mezcla, ni el cálculo de la relación de mezcla en base a dicho control curso arriba.

Recientemente se han realizado esfuerzos para mezclar butano en un parque de depósitos terminales. Tal como se describe en nuestra patente concedida US 6,679.302 el butano puede mezclarse 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 curso arriba de la operación de mezcla, y la relación de mezcla se calcula en base a la medición curso arriba.

Finalmente, los inventores conocen un sistema no patentado que se utiliza 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 butano con la gasolina de acuerdo con las mediciones de presión de vapor. El butano se suministra mediante un camión cisterna, a diferencia de una bala de butano montada en el lugar. 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, en cambio, supervisión manual y control del proceso. Estos sistemas no patentados tampoco controlan continuamente la presión de vapor Reid curso abajo de la operación de mezcla como una verificación de integridad. En su lugar, 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 procedimientos 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 datos de presión de vapor Reid y de relación entre vapor y líquido para una muestra de gasolina, típicamente en 6-11 minutos de 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 butano con la gasolina en base a una presión de vapor Reid permitida para la gasolina.

#### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Uno de los mayores obstáculos para la mezcla en línea de butano en conductos que transmiten lotes consolidados de petróleo, que incluyen lotes múltiples y tipos de petróleo de numerosos puntos de origen, ha sido la variabilidad del flujo de gasolina en términos de tipo de gasolina, tamaño del lote, programación de lotes, caudal, presión de vapor, restricciones de mezcla según la época del año y el destino, entre otros. Fusionando los datos de flujo y lote que mantiene el operario de los conductos en la operación de mezcla, y controlando la presión de vapor tanto curso arriba como curso 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 utilizarse para mezclar butano con productos derivados del petróleo a lo largo de conductos que transmiten estos lotes consolidados, o cualquier otro punto a lo largo de un oleoducto, independientemente de las variaciones en el caudal o el tipo de gasolina en el conducto, la época del año en que se suministra la gasolina o el destino final al que se suministra la gasolina. Por primera vez, los proveedores y distribuidores de petróleo pueden aprovechar de manera óptima los ahorros en costes y los beneficios de rendimiento que ofrece la mezcla de butano, y hacerlo sin tener en cuenta la ubicación donde se realiza la mezcla a lo largo del conducto.

Por lo tanto, en una realización, la invención presenta un procedimiento tal 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 mezcla 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.

5 En una realización preferida, el proceso de mezcla se valida en una etapa adicional 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 típicamente extrayendo una muestra de gasolina del flujo de gasolina, midiendo la presión de vapor en una unidad de control de presión de vapor en línea y devolviendo la muestra al flujo de gasolina. La presión de vapor puede medirse como presión de vapor Reid, como una relación entre vapor y líquido, o una combinación de ambos.

15 También es posible determinar el caudal de gasolina periódicamente, y calcular una velocidad de mezcla de butano en base al caudal de gasolina. En una realización particularmente preferida, el caudal de gasolina y la presión de vapor de gasolina se volverán a determinar periódicamente aproximadamente a la misma frecuencia, y la relación de mezcla y la velocidad de mezcla se volverán a calcular para tener en cuenta diferencias de caudal y presión de vapor dentro y entre lotes de gasolina.

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

30 En una realización preferida, los cálculos de la relación de mezcla y la velocidad de mezcla se basan en la época del año en que se produce la mezcla y/o la ubicación de suministro de la gasolina mezclada. En una de dichas realizaciones, la operación de mezcla comprende, además, una unidad de procesamiento de información en la cual se almacenan múltiples presiones de vapor permitidas en base a la fecha y/o destino de la gasolina, además de los intervalos de fechas durante los cuales no se permite la mezcla, típicamente en base al destino geográfico. En la práctica, la unidad de procesamiento de información determina la presión de vapor permitida a partir de la fecha y/o destino del flujo de gasolina, y calcula la relación de mezcla y/o la velocidad 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 velocidad o relación puede calcularse como cero, o las válvulas pueden cerrarse para evitar la mezcla.

40 Los inventores también han desarrollado un sistema de control de combinación 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 por lo menos una vez cada 1892705,9 litros (500.000 galones), 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 devolver el butano a la línea de suministro de butano después de la prueba. El control garantiza, de este modo, que el suministro de butano no supera las limitaciones especificadas para el azufre en butano que se mezcla con la gasolina.

50 Todavía en otra realización, los procedimientos y sistemas de la presente invención están especialmente adaptados para mezclar butano en gasolina que está formulado para mezclarse con etanol (es decir, "mezcla base para mezcla con oxígeno" o gasolina "BOB"). Cuando se mezcla con BOB, la temperatura de destilación (TD) para la gasolina mezclada a menudo no puede descender por debajo de un valor prescrito, y la relación de mezcla y la velocidad de mezcla se calculan en función de la presión de vapor y la temperatura de destilación del flujo de gasolina, para garantizar que (1) la presión de vapor de la gasolina mezclada no se eleva por encima de la presión de vapor permitida, y (2) la  $T_D$  de la gasolina mezclada no cae por debajo del valor prescrito.  $T_D$  típicamente se mide en línea a partir del mismo flujo de muestra que se utiliza para medir la presión de vapor, y el flujo de muestra generalmente se devuelve al conducto una vez que se completa el muestreo.  $T_D$  se refiere a la temperatura a la cual un porcentaje de gasolina determinado se volatiliza en condiciones atmosféricas, y se mide típicamente en una unidad de destilación. Por ejemplo, la gasolina puede analizarse para  $T(50)$ , que representa la temperatura a la que se volatiliza un 50% de la gasolina, o puede medirse en  $T(10)$ ,  $T(90)$ , o algún otro valor de temperatura. En una realización preferida, la  $T_D$  del flujo de gasolina mezclada se mide curso arriba y curso abajo de la unidad de mezcla.

60 En la siguiente descripción se darán en parte ventajas adicionales de la invención, y en parte serán evidentes a partir de la descripción, o pueden derivarse al poner en práctica la invención. Las ventajas de la invención se

obtendrán y se lograrán por medio de los elementos y combinaciones particularmente señalados en las reivindicaciones adjuntas. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son sólo de ejemplo y explicación y no son restrictivas de la invención, tal como se reivindica.

## 5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

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

10 La figura 2 es un diagrama de flujo lógico que ilustra una descripción general de un procedimiento de mezcla de butano y gasolina de ejemplo.

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 operaciones de las dos válvulas que controlan el flujo de butano y gasolina en la unidad de mezcla.

15 La figura 5 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un proceso de ejemplo para determinar la relación de mezcla de butano y gasolina, controlar la gasolina mezclada, y regular la relación de mezcla si es necesario.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

### 20 Definiciones y procedimientos de medición

A lo largo de esta solicitud de patente, siempre que se describa un análisis de gasolina o butano, el análisis se realizará de acuerdo con las normas de la EPA aplicables y los procedimientos de la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales ("ASTM") vigentes en la fecha de esta solicitud. Por lo tanto, deben utilizarse los siguientes procedimientos de ASTM cuando corresponda:

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 procedimiento estándar ASTM D 5191-01, titulado "Procedimiento de prueba estándar para la presión de vapor de productos de petróleo (procedimiento mini)". La siguiente correlación también debe utilizarse para cumplir con las regulaciones de la EPA:

$$35 \quad RVP_{EPA} = (0,956 * RVP_{ASTM}) - 2,39 \text{ kPa}$$

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

3. Para medir la temperatura a la cual se volatiliza un porcentaje determinado de gasolina, debe utilizarse la norma ASTM D 86-01. Este procedimiento 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 procedimiento 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 procedimiento de prueba, etc.

50 El término gasolina, cuando se utiliza aquí, se refiere a cualquier producto de petróleo refinado que fluye a través de un oleoducto. El término, por lo tanto, incluye todos los tipos 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 típicamente para mezclar con etanol. Las BOBs 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 o oxigenado. Cuando se identifica aquí 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 desde líneas principales que dan servicio a los diversos puntos de origen.

60 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

llenen 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.

5 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.

#### Descripción

10 La invención es compatible con varias realizaciones, cada una de las cuales se describe con mayor detalle a continuación. Salvo que se especifique lo contrario, cada una de las siguientes realizaciones 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 intermedia, o un parque de depósitos de uso combinado. Los sistemas y procedimientos de ejemplo descritos aquí 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, típicamente con bermas alrededor de su periferia para contener cualquier vertido de petróleo).

20 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.

25 En un primer ejemplo, la invención presenta un procedimiento y un sistema para mezclar a lo largo de un conducto consolidado que conduce múltiples lotes de petróleo de diferentes tipos de gasolina. El procedimiento 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 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 las 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 presenta un procedimiento para 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 mezcla 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 opcionalmente la presión de vapor de la gasolina curso abajo de la unidad de mezcla. La presión de vapor se mide preferiblemente como presión de vapor Reid, relación vapor/líquido, o ambos.

45 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 periodo de tiempo determinado. El flujo de gasolina típicamente tiene un caudal de gasolina que varía en un lote de gasolina y, por lo tanto, la utilización de la invención típicamente comprende determinar periódicamente el caudal de gasolina a través del conducto, y recalcular 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, pero preferiblemente lo recibe el operario del conducto, accediendo a los pulsos generados por el caudalímetro del operador.

50 En un segundo aspecto, los procedimientos y sistemas de la presente descripción emplean 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. Una vez más, este ejemplo se aplica a flujos de gasolina consolidados que transmiten varios lotes de diferentes tipos de gasolina. Por lo tanto, la descripción presenta un sistema para mezcla en línea de gasolina y butano que comprende (a) un flujo de gasolina que fluye continuamente y 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 mezcla 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 curso arriba en comunicación sensorial con dicho flujo de gasolina curso arriba de dicha unidad de mezcla; (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 rangos de fechas prescritos, o (ii) si se permite la mezcla de butano en dos o más fechas o rangos 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 curso 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 mezcla; en el que dicha unidad de mezcla 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 procedimiento puede incluir, además, el control de la presión de vapor tanto curso arriba como curso abajo de la operación de mezcla para la validación de la operación de mezcla.

En un tercer aspecto, 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 caso, 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 mezcla, tal como transmixon, diésel o combustible para aviones. La UPI determinará el tipo de gasolina que pasa a la unidad de mezcla desde el código de lote, y típicamente determinará los tiempos de inicio y finalización del lote que pasa a la unidad de mezcla desde una segunda UPI que está bajo el control del operario del conducto. Por lo tanto, la descripción presenta un procedimiento para la mezcla en línea de gasolina y butano que comprende: (a) proporcionar un flujo de gasolina que fluye continuamente y 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) 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 mezcla 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 mezcla. Es evidente que, si se permite la mezcla, el procedimiento incluirá, además, la mezcla en base a cálculos de presión de vapor que forman el corazón de la invención, y preferiblemente el control de la presión de vapor tanto curso arriba como curso abajo de la operación de mezcla.

En un cuarto aspecto, que puede ponerse en práctica en cualquier punto a lo largo de un oleoducto, la descripción presenta sistemas y procedimientos 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 mezclado se pone en práctica típicamente en un patín, con todos los equipos de muestreo y control necesarios en una posición física. Por lo tanto, la descripción también presenta así un procedimiento para 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 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 curso arriba y curso abajo de la unidad de mezcla.

Dicho de otra manera, la descripción presenta un sistema para 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 mezcla para mezclar dicho flujo de gasolina y dicho flujo de butano en una relación de mezcla en un flujo de gasolina mezclada, curso 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 separado. El butano se muestrea preferiblemente por lo menos una vez cada 1892705,9 litros (500.000 galones) 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.

Un quinto aspecto se refiere a sistemas y procedimientos para medir simultáneamente presión de vapor y temperaturas de destilación para un flujo de gasolina. Esto también suele llevarse a la práctica en un patín, con todo el equipo de muestreo y control necesarios mantenidos en una posición física. En este quinto aspecto, la descripción presenta un procedimiento para 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

5 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 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.

10 Dicho de otra manera, la presente descripción proporciona un sistema para 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 mezcla para mezclar dicho flujo de gasolina y dicho flujo de butano en una relación de mezcla en un flujo de gasolina mezclada, curso 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 típicamente en línea, y la gasolina se devuelve al flujo de gasolina. Además, en un aspecto preferido,  $T_D$  y la presión de vapor se miden tanto curso arriba como curso 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 por lo menos dos temperaturas de destilación (es decir,  $T(10)$  y  $T(50)$ ), en combinación con la relación vapor/líquido o la RVP.

25 En un sexto aspecto, la descripción presenta un procedimiento para 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.

30 En un séptimo aspecto, que se aplica a flujos de gasolina consolidados que transmiten múltiples lotes de diferentes tipos de gasolina, la descripción presenta un procedimiento 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 y 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.

40 En un octavo aspecto, que es aplicable a la mezcla de butano en cualquier punto a lo largo de un conducto, la descripción presenta un procedimiento para 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 curso arriba de la unidad de mezcla en instantes particulares; (ii) presión de vapor y/o  $T_D$  de gasolina curso abajo de la unidad de mezcla en instantes particulares; (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 de 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 mezcla de butano; y (xv) la temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la unidad de mezcla; (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.

También se entenderá que existen numerosas sub-realizaciones para caracterizar adicionalmente la invención. Las siguientes sub-realizaciones son de ejemplo.

- 5 En una primera sub-realización, se entenderá que la presión de vapor (ya sea presión de vapor Reid, relación vapor/líquido o ambas) también puede medirse, y preferiblemente se mide, curso abajo de la operación de mezcla de butano, para validar que la presión de vapor permitida no se supera por la gasolina mezclada. Cuando se controla la presión de vapor curso abajo, los sistemas comprenderán, además, un sensor de presión de vapor de gasolina curso abajo en comunicación sensorial con el flujo de gasolina, y una UPI estará en comunicación de información con el sensor de presión de vapor curso abajo, para recibir, almacenar e informar mediciones de presión de vapor del sensor de presión de vapor curso abajo, preferiblemente asociado a un código de lote o lote.
- 10 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 típicamente 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.
- 15 Las realizaciones anteriores también pueden hacer un uso adicional de 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 una realización, este procedimiento sólo se pone en práctica durante un rango de fechas cuando la mezcla se controla de manera más estricta, tal como los meses de verano. Fuera de este rango 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 UPIs 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 rango 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.
- 20
- 25
- 30 Cualquiera de las realizaciones 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 típicamente bajo el control de una o más unidades de procesamiento de información que hacen que la unidad de muestreo de butano envíe a un depósito por lo menos una muestra de corriente de suministro de butano por lo menos cada 1892705,9 litros (500.000 galones) de butano. Pueden extraerse fragmentos y agregarse al depósito a intervalos de menos de cada 1892705,9 litros (500.000 galones), cada 18927,06 litros (5.000 galones), o incluso cada 1892,7 litros (500 galones), y pueden consolidarse en el depósito para pruebas posteriores una vez que se han mezclado con el sistema no más de 1892705,9 litros (500.000 galones) de butano. En una realización, el butano en el depósito se extrae manualmente de manera periódica de la unidad de muestreo de butano, y se analiza el butano en el depósito fuera de línea en un laboratorio para determinar el contenido de azufre. Alternativamente, los sistemas y procedimientos 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 (500.000 galones) de butano.
- 35
- 40
- 45 Los procedimientos de las realizaciones anteriores también pueden comprender medir la temperatura de destilación de la gasolina, preferiblemente tanto curso arriba como curso 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. Esta realización es particularmente útil cuando la BOB se transmite a través del conducto. En una realización correspondiente, la invención incluye 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 una realización, 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 transmite un lote de BOB a través de la unidad de mezcla. En una realización preferida, los sistemas extraen 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.
- 50
- 55 Esta prueba de destilación también puede hacer uso de 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 una realización, este procedimiento sólo se lleva a la práctica durante un rango de fechas cuando la mezcla se controla de manera más estricta, tal como los meses de verano. Fuera de este rango 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 estas realizaciones, la UPI o UPIs 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 rango de fechas separado
- 60

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  $T_D$  del código de lote.

5 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 mezcla 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 mezcla, 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 curso 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.

15 Cualquiera de los procedimientos anteriores puede incluir también el cierre manual de la operación de mezcla en emergencias, durante periodos de tiempo en que no se permite la mezcla, o si un lote de transmex, 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.

20 Los sistemas y procedimientos 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 a Internet remota. El butano se suministra preferiblemente a la unidad de mezcla 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 (1.000, 10.000 o incluso 100.000 galones) de butano. Estas balas normalmente se montan en el mismo sitio que la operación de fusión, pero suficientemente alejadas de la unidad de mezcla para utilizar un conducto extenso para transmitir el butano ya sea por encima o por debajo del suelo. En un ejemplo preferido, se toma, se almacena y se utiliza continuamente información acerca del suministro de 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, típicamente se instalarán unos sensores de presión en el conducto de butano en el suministro de butano y en la operación de 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 concilia y se reporta 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.

40 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 típicamente se mide a una frecuencia menor que la presión de vapor de la gasolina, 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 se desplace bajo tierra hacia la operación de mezcla, en lugar de en el mismo patín que la operación de mezcla.

45 Los sistemas y procedimientos de la presente memoria también emplean preferiblemente una o más unidades de procesamiento de información (UPIs) 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 UPIs pueden almacenar o tener acceso a numerosos tipos de información utilizados en el proceso de mezcla, que incluyen:

- 50 - 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);
- 55 - Si la mezcla se permite según la época del año o el destino del lote (generalmente almacenado en la UPI del mezclador);
- 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);
- 60 - El caudal de gasolina que pasa por la operación de mezcla (generado típicamente como impulsos por un caudalímetro controlado por el operario del conducto, y accesible por la UPI del mezclador);

- 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 (típicamente se dan como información o códigos de lote almacenados en una UPI controlada por el operario del conducto, y se accede a ellos (es decir, se reciben o se recuperan) a través de la UPI del mezclador); y/o

5 - 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).

10 En funcionamiento, las UPIs 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. Alternativa o 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 mezcla.

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

20 - 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.

25 Por lo tanto, cualquiera de los aspectos anteriores puede comprender, además, una o más unidades de procesamiento de información en comunicación de información con dichos sensores de presión de vapor curso 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  
 30 relación de mezcla calculada y dicha velocidad de mezcla calculada a la citada unidad de mezcla; en el que dicha unidad de mezcla accede periódicamente a dicha relación de mezcla calculada y velocidad de mezcla calculada desde dicha una o más UPIs, y regula 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 un aspecto preferido, la UPI accede a datos estacionales que prescriben presiones de vapor permitidas en dos o más fechas o rangos de fechas prescritos o, si  
 35 se permite la mezcla de butano en dos o más fechas o rangos 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 lotes y entre los mismos en el caudal de gasolina y la presión de vapor de la gasolina.

40 En cualquiera de las realizaciones 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 realizaciones, la unidad de  
 45 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.

50 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 esta realización particular, la invención 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  
 55 oportunidad de mezclar luego reaparece después de que el tipo de gasolina no permitida haya pasado por la unidad de mezclado. En un ejemplo 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. Alternativamente, 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.

60

En un aspecto alternativo, 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 codificación de lotes.

En este caso, el sistema funciona exactamente igual, excepto que es necesario habilitarlo manualmente cada vez que llega un tipo de gasolina con el cual puede mezclarse el butano.

5 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 mezcla y hará que el sistema deje de mezclar entre dicho tiempo de inicio y fin.

10 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:

- 15
- Presión de vapor y/o  $T_D$  de la gasolina curso arriba de la unidad de mezcla en instantes particulares;
  - Presión de vapor y/o  $T_D$  de la gasolina curso abajo de la unidad de mezcla en instantes particulares;
  - ajustes para calibración diaria de los sensores 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;
- 20
- 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
- 25
- y hora;
  - Presión de vapor del butano en tiempos de muestreo prescritos;
  - Contenido de azufre del butano mezclado con la gasolina;
  - Volúmenes medidos de butano extraído de cualquier unidad de almacenamiento de butano durante períodos de tiempo definidos;
- 30
- 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 mezcla de butano; y
  - La temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la
- 35
- unidad de mezcla.

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.

40 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 un aspecto particular, la presente descripción presenta un procedimiento para registrar la

45

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

50

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 un aspecto preferido, se accederá a datos de creación de gasolina (es decir, datos de consumo de butano) preferiblemente por una UPI controlada por el operario del

55

conducto, que actualizará el volumen de cualquier lote que pase a través del conducto en base a la adición de butano.

Cualquiera de los procedimientos anteriores también puede, además, comprender o excluir la medición de la presión de vapor para uno o más lotes de gasolina mezclada en un laboratorio fuera de línea del conducto y la operación de

60

mezcla. En un procedimiento 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 fuera de línea. La validación puede realizarse utilizando el procedimiento de enfriamiento.

Las funciones de muestreo, control y mezcla de la operación de mezcla están situadas preferiblemente cerca una de la otra, y típicamente 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 posición.

5 Haciendo referencia a la figura 1, ésta ilustra una visión general de un ejemplo preferido de componentes relacionados con 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 mezcla, 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.

15 Haciendo referencia a la figura 2, este diagrama de flujo ilustra una visión general de ejemplo del proceso de mezcla de cualquiera de los procedimientos 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.

20 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.

25 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.

30 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 procedimientos 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.

35 40 A lo largo de esta solicitud, se hace referencia a diversas publicaciones. Las descripciones 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 y la práctica de la invención que se describe aquí. Se pretende que la memoria y los ejemplos se consideren sólo como ejemplos, indicándose un verdadero alcance de la invención en las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para 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
  - 10 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;
- 15 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 mezcla 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 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medir la presión de vapor del flujo de gasolina mezclada.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 25 a) disponer una primera unidad de procesamiento de información (UPI) en la cual se realiza dicho cálculo;
- b) disponer una segunda UPI que genera pulsos de datos de caudal;
- c) transmitir dichos datos de caudal a dicha primera UPI; y
- 30 d) calcular una velocidad de mezcla en dicha primera UPI en base a dichos datos de caudal de dicha segunda UPI.

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 35 a) disponer una primera unidad de procesamiento de información (UPI) en la cual se realiza dicho cálculo;
- b) disponer una segunda UPI en la cual se almacenan datos de lotes seleccionados de:
- i) códigos de lote;
  - 40 ii) tiempos de inicio y finalización del lote;
  - iii) tipo de gasolina; o
  - iv) destino del lote;
- c) transmitir dichos datos de lote a dicha primera UPI; y
- 45 d) registrar una cantidad de butano mezclado con dicho flujo de gasolina y un lote particular; y
- e) asociar dicha cantidad de butano a dichos datos de lote en una base de datos de información.

5. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que dicha pluralidad de lotes comprende dos o más tipos de gasolina seleccionados de entre: gasolina sin plomo con un octanaje de 87, gasolina sin plomo con un octanaje de 93, transmix, combustible para aviones, BOB, y combustible diésel.

6. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 55 a) extraer periódicamente o continuamente butano de dicho flujo de butano; y
- b) medir de periódicamente o continuamente el contenido de azufre de dicho butano extraído de dicho flujo de butano.

7. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, si dicha gasolina comprende BOB, éste comprende, además:

- 60 a) proporcionar una temperatura de destilación admisible ( $T_D$ ) para dicha BOB,
- b) medir la  $T_D$  de dicha BOB, y
- c) calcular la relación de mezcla en base a dicha  $T_D$  y dicha  $T_D$  permitida.

8. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 5 a) almacenar, en una o más bases de datos de información, datos estacionales que prescriben (i) dicha presión de vapor permitida en dos o más fechas o rangos de fechas prescritos, o (ii) si se permite la mezcla de butano en dos o más fechas o rangos prescritos de fechas; y  
b) calcular dicha relación de mezcla en base a información de fecha actual y dichos datos estacionales.

9. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 10 a) registrar un tiempo de inicio cuando un lote registrado comienza a fluir más allá de dicha unidad de mezcla;  
b) registrar un tiempo de finalización cuando dicho lote registrado termina fluyendo más allá de dicha unidad de mezcla de butano;  
15 c) registrar una cantidad de butano mezclado con dicho flujo de gasolina entre dicho instante de inicio y dicho instante de finalización; y  
d) asociar dicha cantidad de butano a dicho lote registrado en una base de datos de información.

10. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- 20 a) acceder a un código de lote para un lote de gasolina; y  
b) correlacionar una cantidad de butano mezclado en dicho lote con dicho código de lote;

en el que dicho código de lote codifica el tipo de gasolina en dicho lote.

25 11. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- a) 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;  
30 b) acceder a una base de datos de información en la cual se almacenan tipos de gasolina para los cuales no se permite la mezcla; y  
c) determinar si se permite la mezcla en función de dicho tipo de gasolina codificado por dicho código de lote.

35 12. Procedimiento de la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además:

- a) registrar valores que representan uno o más de (i) presión de vapor y/o temperatura de destilación ( $T_D$ ) de gasolina curso arriba de la unidad de mezcla en instantes particulares; (ii) presión de vapor y/o  $T_D$  de gasolina curso abajo de la unidad de mezcla en instantes particulares; (iii) ajustes para calibración diaria de los sensores de presión de vapor de gasolina; (iv) la(s) fecha(s) de la 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, dada por fecha y hora; (x) presión de vapor del butano en los instantes 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 mezclado en el flujo de gasolina, calculados a partir de velocidades de mezcla de butano, durante períodos de tiempo definidos; (xiv) la presión del butano en dos o más puntos entre la unidad de almacenamiento de butano y la unidad de mezcla de butano; y  
40 (xv) la temperatura de cualquier depósito de almacenamiento de butano que suministre butano a la unidad de mezcla;  
45 b) almacenar dichos valores en una base de datos de información; y  
c) proporcionar acceso remoto a dichos valores a través de una unidad de procesamiento de información, opcionalmente con acceso a una conexión a Internet.  
50  
55

Figura 1

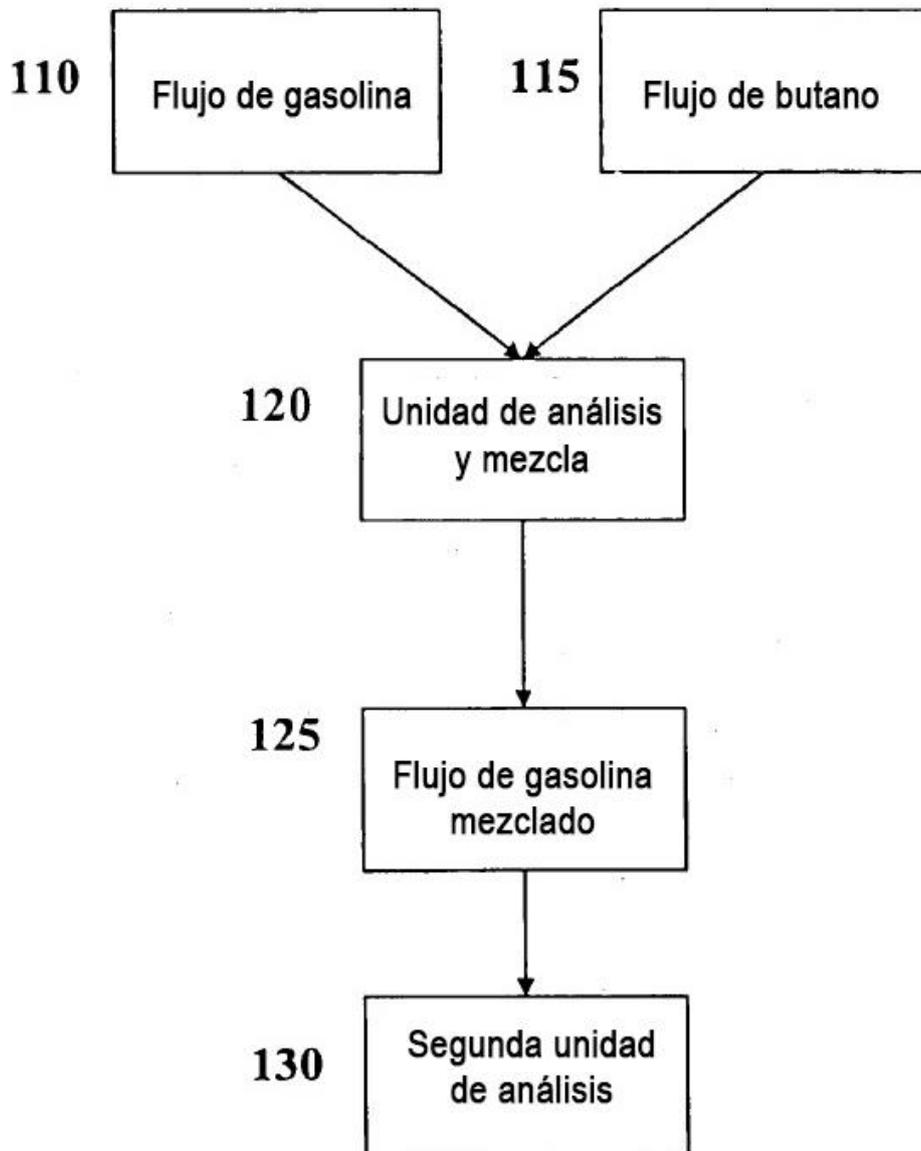
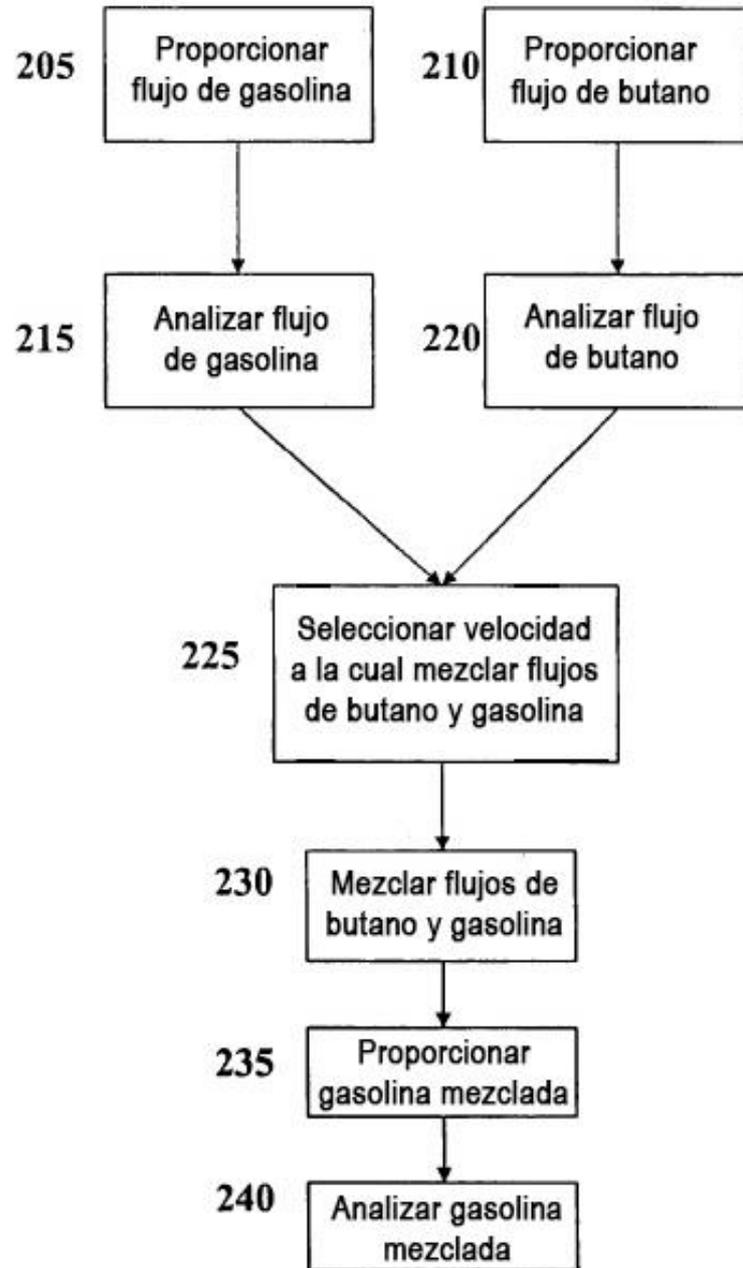
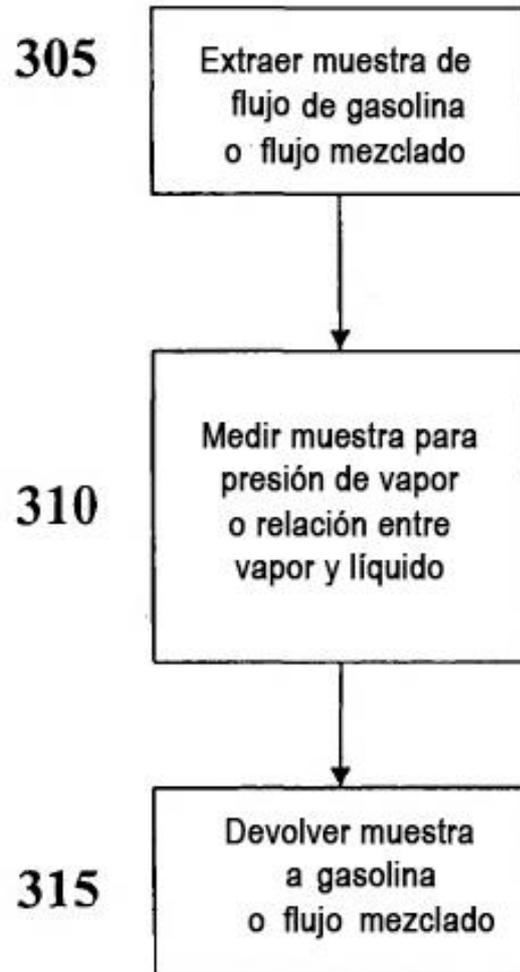


Figura 2



**Figura 3**



**Figura 4**

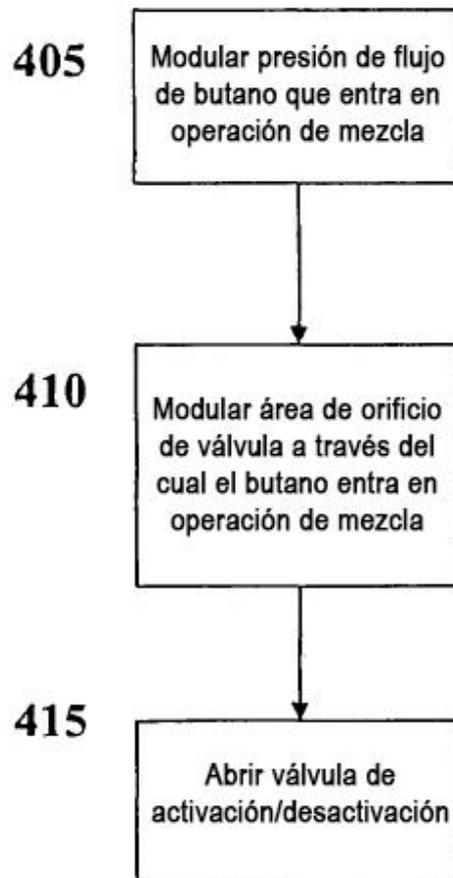
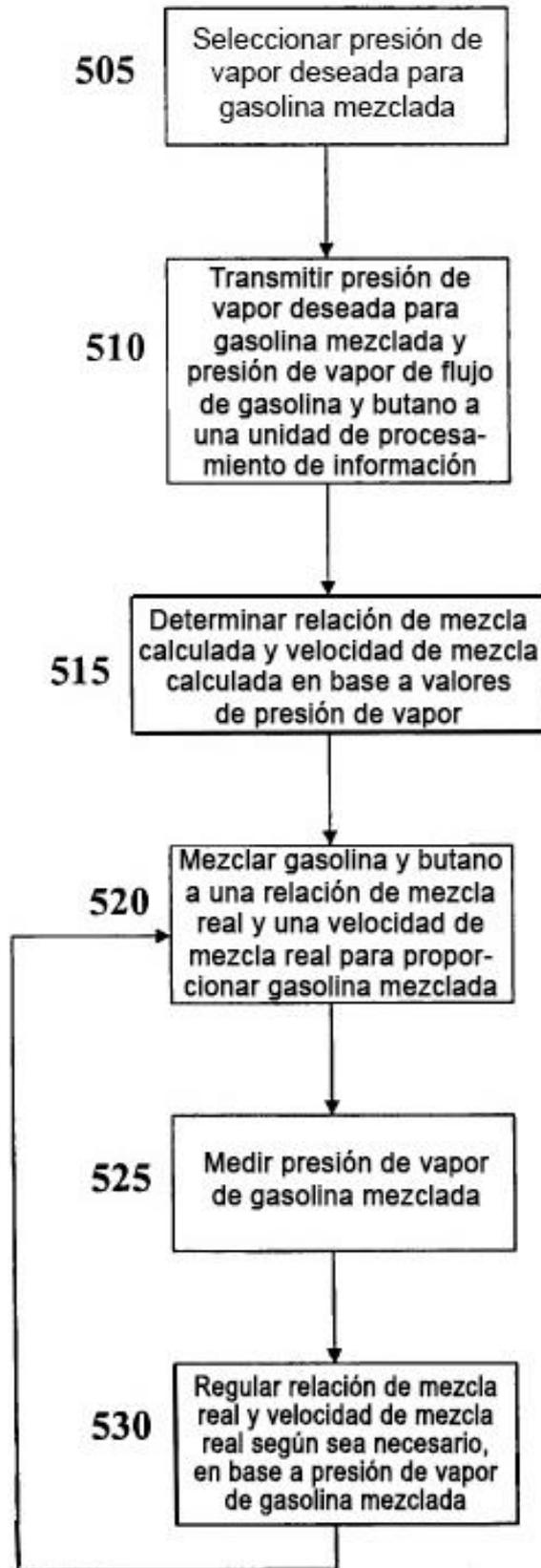


Figura 5



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *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**

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