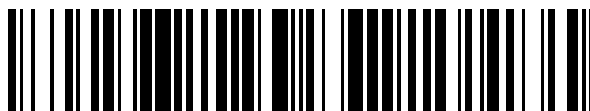


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 698**

51 Int. Cl.:  
**G05D 11/13** (2006.01)  
**G05D 16/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09806432 .2**  
96 Fecha de presentación: **12.08.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2313815**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.04.2011**

54 Título: **Método para controlar un caudal de gas entre una pluralidad de flujos de gases**

30 Prioridad:  
**13.08.2008 EP 08162305**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.04.2012**

73 Titular/es:  
**Shell Internationale Research Maatschappij B.V.  
Carel Van Bylandtlaan 30  
2596 HR The Hague, NL**

72 Inventor/es:  
**BEEBY, Clive y  
HUPKES, Willem**

74 Agente/Representante:  
**Ungría López, Javier**

ES 2 379 698 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 controlar un caudal de gas entre una pluralidad de flujos de gases

5 La presente invención se refiere a un método y un aparato para controlar un caudal de gas a través de una conjunción entre uno o más flujos entrantes y uno o más flujos salientes, particularmente pero no exclusivamente donde el caudal de gas es vapor o flujo de hidrocarburo.

10 En cualquier disposición donde hay varios proveedores de un flujo gaseoso, y varios usuarios tales como los consumidores del flujo gaseoso, hay sistemas para el control de los caudales entrantes y salientes entre los proveedores y los usuarios, a menudo a través de una cabecera colectiva.

15 En una publicación del Laboratorio Honeywell de Praga, de Honeywell s.r.o., Praga titulada "La Cartera de Soluciones de Energía Unificada de Honeywell Reduce los Costes Operativos y Maximiza el Beneficio de Producción de Potencia y Calor" se describe una disposición de control de producción de vapor convencional que tiene un "Controlador de Presión Maestro" (MPC) en la parte superior de una cascada de un control de producción de vapor. Este mantiene la presión de la cabecera en el intervalo funcional requerido con una demanda de vapor variable proporcionando la salida de control – entrada de calor total – para el control coordinado de las calderas.

20 Sin embargo, un problema con este método de control es que el MPC sólo puede tomar acción una vez que ha cambiado la presión de la cabecera. La presión de la cabecera funciona como un integrador, de modo que la acción por el MPC sólo puede ser relativamente lenta y principalmente proporcional.

25 El documento US – 2007/151988 – A1 desvela un sistema y un método para proporcionar una presión constante de un gas o un fluido. El método incluye la medición de uno o más caudales de salida desde un tanque de suministro y la determinación de si uno o más caudales de entrada al tanque de suministro equilibran el uno o más caudales de salida. El método también incluye modificar al menos uno, el uno o más caudales de entrada para equilibrar el uno o más caudales de salida cuando el uno o más caudales de entrada al tanque de suministro no equilibran el uno o más caudales de salida, manteniendo por lo tanto la presión dentro del tanque de suministro.

30 La presente invención proporciona un método para controlar el caudal de gas entre uno o más flujos entrantes y uno o más flujos salientes a través de una conjunción que comprende al menos las etapas de:

- 35 a) determinar el caudal de masas de al menos un flujo entrante para proporcionar uno o más valores de medición del caudal de masas entrante respectivo;
- b) determinar el caudal de masas de al menos un flujo saliente para proporcionar uno o más valores de medición del caudal de masas saliente respectivo;
- c) proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado comparando el agregado de todos los valores de medición de los caudales de masa entrantes de la etapa (a) con el agregado de todos los valores de medición de los caudales de masa salientes de la etapa (b) y añadiendo un componente de sesgo para proporcionar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado;
- 40 d) medir la cantidad indicativa de la presión de gas en la conjunción (22) para proporcionar una medición de la presión de la conjunción (PC);
- e) ajustar el flujo de al menos uno de los flujos entrante y saliente (12, 14, 16, 18, 20) para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero; y
- 45 f) ajustar el componente de sesgo del valor del caudal de masas sesgado en respuesta a un cambio en la medición de la presión de la conjunción (PC) con relación a un punto fijo de presión (PSP) para mitigar el cambio en la medición de la presión de la conjunción (PC) con relación al punto fijo de presión (PSP).

50 En una realización preferida, las etapas de (a) a (f) se repiten una pluralidad de veces, más preferiblemente las etapas de (a) a (f) se repiten para mantener el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado a cero y proporcionar una medición de presión de la conjunción constante.

55 La presente invención también proporciona un aparato para el control del caudal de gas entre uno o más flujos entrantes y uno o más flujos salientes a través de una conjunción que comprende al menos:

- 60 uno o más medidores del caudal entrante cada uno de ellos capaz de proporcionar uno del uno o más valores de medición del caudal de masa entrante respectivo que representan el caudal del uno de los flujos entrantes respectivos;
- 60 uno o más medidores de caudal saliente cada uno de ellos capaz de proporcionar uno del uno o más valores de medición del caudal de masas saliente respectivo que representan el flujo del uno de los flujos salientes respectivos;
- 65 uno o más medidores de presión capaces de medir una cantidad indicativa de la presión de gas en la conjunción para proporcionar una medición de la presión de la conjunción;
- 65 uno o más ajustadores de caudal para ajustar el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes;

un controlador para: proporcionar un valor de equilibrio del flujo de masas sesgado comparando el agregado de los valores de medición del caudal de masas entrante de los medidores del caudal entrante con el agregado de los valores de medición del caudal de masas saliente de los medidores del caudal saliente y añadir una componente de sesgo para proporcionar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado; recibir la medición de la presión de la conjunción; instruir al uno o más de los ajustadores de caudal para ajustar el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero; y ajustar el componente de sesgo del valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado en respuesta a un cambio en la medición de la presión de la conjunción (PC) en relación con un punto fijo de presión (PSP) para mitigar el cambio en la medición de la presión de la conjunción (PC) con relación al punto fijo de presión (PSP).

Las realizaciones y ejemplos de la presente invención se describirán ahora sólo a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos no limitados en los que:

la Figura 1 es un primer esquema de un diagrama para un sistema de control de acuerdo con al menos una realización desvelada en este documento;  
 la Figura 2 es un segundo esquema de un diagrama para un sistema de control de acuerdo con una segunda realización desvelada en este documento; y  
 la Figura 3 es un tercer esquema de un diagrama para un sistema de control de acuerdo con una tercera realización desvelada en este documento.

Para el propósito de esta descripción, se asignará un número de referencia único a una línea así como al flujo transportado en esa línea, y se asignará una referencia única a la presión / caudal de un flujo así como al medidor de esa presión / caudal.

El método tratado actualmente proporciona un control más preciso del caudal de gas entre uno o más flujos entrantes, generalmente desde uno o más proveedores de flujo gaseoso, y uno o más flujos de salida, generalmente a uno o más usuarios del flujo gaseoso, a través de una conjunción, en base a la comparación del agregado o el total de los caudales de todos los flujos entrantes (o un subconjunto de los mismos) con el agregado de los caudales de todos los flujos salientes (o un subconjunto de los mismos). Es bien conocido en la técnica cómo determinar el caudal de masas a partir de la medición del caudal de un flujo a partir de una estimación del caudal de un flujo, de modo que puede determinarse un valor de la medición del caudal de masas para cada uno de los flujos entrantes y salientes.

Los cambios en el caudal se producen más rápidos que los cambios en las mediciones de presión, y por lo tanto puede obtenerse una retroalimentación más rápida monitorizando cualesquiera cambios en un caudal de masas que monitorizando los cambios de presión, permitiendo por lo tanto un ajuste más rápido para compensar un cambio de caudal. De este modo, el objetivo de intentar proporcionar un caudal de masas constante es más fácil de conseguir y de mantener.

La medición de una presión constante, por ejemplo en la conjunción, proporciona un indicador más preciso de que se ha conseguido un equilibrio de masas. De este modo, midiendo los caudales de los flujos entrantes y salientes junto con la presión en la conjunción, es posible determinar rápidamente y de forma precisa si el caudal de masas entre los flujos totales entrantes y totales salientes en la conjunción se igualan.

La determinación de si el caudal de masas entre todas los flujos entrantes y todas los flujos salientes se equilibra se realiza comparando el agregado de todos los valores de medición de los caudales de masas entrantes y el agregado de todos los caudales salientes para los flujos en la conjunción para proporcionar un valor del desequilibrio del caudal de masas.

Por ejemplo, el valor de desequilibrio del caudal de masas puede calcularse restando el total de los valores de medición de los caudales de masas de todos los flujos salientes desde la conjunción, del total de los valores de medición del caudal de masas desde todos los flujos entrantes en la conjunción. En esta realización, se presentará un valor de desequilibrio del caudal de masas positivo cuando las mediciones del caudal de masas agregado de todos los flujos entrantes exceden las mediciones del caudal de masas agregado de todos los flujos salientes. De forma similar, se presentará un valor de desequilibrio del caudal de masas negativo cuando las mediciones del caudal de masas agregado de todos los flujos entrantes es menor que las mediciones del caudal de masas agregado de todos los flujos salientes en la conjunción. Cuando los valores de medición del caudal de masas entrante agregado y saliente agregado para todos los flujos son iguales, el valor de desequilibrio del caudal de masas será cero.

Una variable adicional, el componente de sesgo, se añade al valor del desequilibrio del caudal de masas para proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. El componente de sesgo compensa las imprecisiones en los valores de medición del caudal de masas. Por ejemplo, un valor de medición del caudal de masas puede interpretarse como la combinación del valor del caudal de masas real y un error de medición. El componente de sesgo tiene en cuenta estos errores de medición e incluye estos en el valor de desequilibrio del

caudal de masas sesgado. El componente de sesgo es dependiente de las propiedades del sistema particular en el cual se use el presente método y aparato, tal como el tipo y número de medidores de caudal, la composición del gas, etc. El componente de sesgo puede calcularse inicialmente bajo condiciones del flujo de masas equilibrado en la conjunción cuando la medición de la presión de la conjunción es constante.

5 El componente de sesgo se ajusta en respuesta a cambios en la medición de la presión de la conjunción con relación al punto fijo de presión en la conjunción para mitigar estos cambios de presión o para acomodar un nuevo punto fijo de presión. El punto fijo puede ser una entrada de punto fijo definido por el usuario para un sistema particular. Por ejemplo, el cambio en la medición de presión de la conjunción con relación al punto fijo de presión de la conjunción puede calcularse restando la medición de la presión de la conjunción del punto fijo de la presión de la conjunción.

15 La medición de la presión de la conjunción cambia cuando cambia la masa de gas en la conjunción. La masa de gas en la conjunción cambiará cuando el caudal de masas agregado de todos los caudales entrantes y el caudal de masas agregado de todos los flujos salientes son diferentes. Un cambio en la medición de presión de la conjunción es por lo tanto un indicador de un desequilibrio del caudal de masas en la conjunción.

20 De este modo, la medida de presión es un modo más preciso de determinar el desequilibrio del caudal de masas en la conjunción en comparación con la determinación de los valores de medición del caudal de masas a partir de los caudales de flujos porque, siendo iguales el resto de variables, un cambio en la presión de la conjunción es directamente proporcional a un cambio en la masa del gas en la conjunción.

25 La componente de sesgo añadida al valor de desequilibrio del caudal de masas se ajusta en respuesta al cambio en la medición de presión de la conjunción con relación al punto fijo de presión, para mitigar los cambios en la presión de la conjunción o permitir al sistema evolucionar a un nuevo punto fijo. De este modo el valor de desequilibrio del flujo de masas sesgado puede cambiar incluso si el valor del desequilibrio del caudal de masas es cero, indicando lo último un equilibrio en los valores de medición del caudal de masas entrante y el caudal de masas saliente. Esto puede ocurrir en la situación en donde las mediciones de caudal sugieren que hay un equilibrio del caudal de masas en la conjunción, pero debido a los errores en las mediciones este no es el caso. Alterando el valor de la componente de sesgo en respuesta al cambio en la medición de presión de la conjunción, se cambia el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. El caudal de al menos uno de los flujos entrante o saliente se ajustará en respuesta al cambio en el valor de desequilibrio del flujo de masas sesgado. De este modo, los cambios en la medición de presión de la conjunción pueden afectar al caudal de uno o más de los flujos entrantes y salientes y por lo tanto aumentar la precisión de la determinación.

35 Por ejemplo, para un punto fijo de la presión de la conjunción fijado, si la presión de la conjunción se aumenta, esto significa que el caudal de masas del gas dentro de la conjunción excede el caudal de masas del gas fuera de la conjunción. El componente de sesgo se ajusta por lo tanto para alterar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado de modo que la tasa del caudal de uno o más flujos entrantes se disminuye, y/o la tasa de caudal de uno o más flujos salientes se aumenta para mitigar este cambio de la presión de la conjunción. De un modo similar, si la presión de la conjunción está disminuyendo, la componente de sesgo se ajusta para alterar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado de modo que la tasa del caudal de un flujo entrante se aumenta y/o la tasa del caudal de un flujo saliente se disminuye para mitigar este cambio de presión de la conjunción.

45 De este modo, cuando hay un desequilibrio del caudal de masas en la conjunción, el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado será distinto de cero porque la medición de la presión de la conjunción y por lo tanto el componente de sesgo cambiará, opcionalmente junto con el valor del desequilibrio del caudal de masas. El valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado distinto de cero dará como resultado un ajuste del caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes a la conjunción para mover el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero, en orden a reducir el desequilibrio del caudal de masas en la conjunción. Estas etapas pueden repetirse hasta que el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado es cero, indicando que se ha conseguido el equilibrio del caudal de masas en la conjunción. Cualquier cambio adicional en el caudal de uno o más de los flujos entrantes y salientes puede dar como resultado un nuevo desequilibrio del caudal de masas en la conjunción, conduciendo a un cambio en el agregado de los flujos entrantes y salientes, y el cambio posterior en la medición de la presión de la conjunción, que da como resultado un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado distinto de cero. El método y aparato desvelados en este documento funcionarán a continuación para restaurar el equilibrio de masas en la conjunción.

60 Se entenderá por los especialistas en la técnica que una medición de presión en la conjunción no requiere una medición real de la presión del gas en la conjunción – puede ser cualquier tipo de medición de cualquier cantidad que sea indicativa de la presión en la conjunción, tal como por ejemplo la presión del gas en una rama que en comunicación de presión con la conjunción.

65 Del mismo modo se entenderá que no es necesario proporcionar un número separado para el desequilibrio del caudal de masas, tal como se ha descrito anteriormente. Un valor para el desequilibrio del caudal de masas sesgado podría ser suficiente porque los ajustes del caudal se controlan principalmente para mover el valor del desequilibrio

del caudal de masas sesgado hacia cero.

Además, se entenderá por los especialistas en la técnica que no es necesario medir los caudales. Una determinación de los caudales puede hacerse también usando una estimación. Como ejemplo, un modo de estimar el caudal desde un productor es cuando el productor está operando a una capacidad conocida tal como, total, media o cero, entonces el flujo puede determinarse estimando el uso de la especificación o valores de experiencia para el productor específico.

Además, se entenderá por los especialistas en la técnica que no es necesario determinar el caudal de cada uno de los flujos entrantes o los flujos salientes. Podría ser suficiente determinar, por ejemplo, sólo los que pueden cambiar lo suficiente para causar un problema. Los caudales no medidos forman parte de la componente de sesgo. De este modo, los métodos de control y el aparato descrito en este documento podrían implementarse determinando sólo un subconjunto de los caudales de los flujos entrantes y ninguno de los caudales de los flujos salientes, o viceversa, o ambos. Sin embargo, puede ofrecer una ventaja de más flexibilidad si de verdad se determinan cada uno de los caudales entrantes y/o caudales salientes.

La Figura 1 muestra un sistema para controlar el caudal de gas entre dos flujos entrantes 12, 14 y tres flujos salientes 16, 18, 20 a través de la conjunción 22. La presente invención no está limitada por el número de flujos entrantes y flujos salientes, o por la proporción relativa o el número de flujos entrantes y salientes.

Para la presente invención, la conjunción puede ser cualquier intercomunicación adecuada, unión, inter-localización, espacio o área de combinación entre el uno o más flujos entrantes y el uno o más flujos salientes. Un ejemplo de una conjunción es un colector o cabecera, que es una localización, que puede ser mayor que las secciones transversales de las líneas que transportan el uno o más flujos entrantes y el uno o más flujos salientes, capaz de proporcionar un volumen para la recogida del uno o más flujos entrantes y su división o distribución posterior dentro del uno o más flujos salientes.

Opcionalmente, la conjunción puede proporcionar también un volumen o localización capaz de mantener temporalmente o almacenar un volumen de gas entre sus caudales entrantes y sus caudales salientes.

Opcionalmente además, la conjunción permite al menos alguna mezcla de dos o más flujos entrantes antes de la provisión del o cada uno de los flujos salientes.

La conjunción puede ser también una conexión o unión entre un flujo entrante y un flujo saliente, un flujo entrante y al menos dos flujos salientes, o al menos dos flujos entrantes y un flujo saliente. Tales conjunciones incluyen una longitud de conducción, o una pieza en T u otra simple unión de flujos o divisor de flujos conocido en la técnica.

La presente invención no está limitada por el tamaño, la naturaleza, el diseño o el tipo de la conjunción.

El gas de los flujos entrantes y los flujos salientes puede ser cualquier gas capaz de fluir a lo largo de una línea, incluyendo sustancias que son sólo gaseosas en una fase supercrítica, y gases que comprenden una o más cantidades menores de otras fases, tales como las combinaciones de gas / líquido.

En una realización, el gas del o cada uno de los flujos entrantes es uno o más seleccionados del grupo que comprende: vapor, gas fuel, uno o más hidrocarburos, nitrógeno e hidrógeno. El uno o más hidrocarburos incluyen metano, etano, propano, butanos, pentanos e hidrocarburos más pesados y cualquier combinación de los mismos.

Un ejemplo es un gas natural obtenible a partir de una reserva de gas natural o petróleo. Como alternativa, el flujo de gas natural también puede obtenerse a partir de otra fuente, incluyendo también una fuente sintética tal como el proceso de Fischer – Tropsch.

El o cada uno de los flujos entrantes puede proporcionarse por uno o más proveedores de flujo gaseoso, generalmente etiquetados como "8" en la Figura 1. Dos o más flujos entrantes pueden proporcionarse por el mismo proveedor de flujo gaseoso, bien directamente o indirectamente. Dos o más flujos entrantes pueden proporcionar el mismo gas, pero en diferentes condiciones físicas, tales como la temperatura y la presión, y/o diferentes proporciones de componente o molar, y/o diferentes propiedades (tal como el valor de calentamiento para el gas fuel). La conjunción de tales flujos permite que se produzca al menos alguna igualación de tales diferencias antes de la provisión de los flujos salientes.

Ejemplos de proveedores de flujo gaseoso incluyen uno o más seleccionados del grupo que comprende: calderas, unidades de recuperación de calor (residuos) y unidades de procesamiento de hidrocarburos tales como los procesadores del gas crudo y del petróleo crudo.

Por ejemplo, cuando el flujo entrante es vapor, éste puede proporcionarse directamente desde una caldera. El vapor también puede proporcionarse directamente desde una unidad de recuperación de calor que está recuperando calor de residuos desde cualquier aparato, unidad o dispositivo adecuado, que produce energía calorífica de residuos tal

como una turbina. Una unidad de procesamiento de hidrocarburos que es un proveedor de gas puede proporcionar uno o más hidrocarburos, tal como el gas fuel, como un flujo entrante.

5 La presente invención no está limitada por la naturaleza del proveedor de gas, muchos de los cuales son conocidos en la técnica.

El o cada uno de los flujos salientes puede proporcionarse a uno o más usuarios del flujo gaseoso, etiquetados de forma general como "10" en la Figura 1. Ejemplos de usuarios de flujo gaseoso incluyen uno o más seleccionados del grupo que comprende: calderas, turbinas y exportación de gas.

10 Por ejemplo, un usuario adecuado de un flujo saliente que es vapor es una turbina de vapor. Un usuario adecuado de un flujo saliente que es gas fuel es una caldera. Un usuario adecuado de un flujo saliente que es metano, generalmente con una especificación definida, puede ser una línea de exportación de gas, una línea de suministro de gas o una red de distribución de gas, definidos en este documento de forma general como "exportación de gas".

15 La Figura 1 muestra un primer flujo entrante 12 proporcionado desde un primer proveedor P1, y un segundo flujo entrante 14 proporcionado por un segundo proveedor P2. El primero y segundo flujos entrantes 12, 14 proporcionan caudales de gas a la conjunción 22 tal como una cabecera o colector 22 conocido en la técnica. A partir de la conjunción 22, se proporciona un primer flujo saliente 16 a un primer usuario U1, un segundo flujo saliente 18 a un segundo usuario U2, un tercer flujo saliente 20 a un tercer usuario U3. Preferiblemente hay al menos alguna  
20 igualación de la naturaliza del primer y segundo flujos entrantes 12, 14 si son diferentes (tal como en la composición, el caudal y/o parámetros físicos) antes de la provisión del primero, segundo y tercero flujos salientes 16, 18, 20.

25 Sólo a modo de ejemplo, cuando el primer y segundo proveedores de flujo gaseoso P1 y P2 son unidades de recuperación de calor de residuos y el gas proporcionado por los mismos es vapor, la conjunción puede organizar a continuación la distribución igual o no igual de vapor a la primera, segunda y tercera turbinas de vapor como los usuarios U1, U2 y U3. La distribución no igual puede basarse en uno o más usuarios de flujos gaseosos 10 que requieren diferente caudal de volumen para los mismos.

30 La presente invención comprende la medición del caudal de cada uno de los flujos entrantes 12, 14 para proporcionar mediciones del caudal de masas entrante respectivo. La monitorización del caudal del flujo permite la determinación del caudal de masas. El caudal de masas es proporcional al caudal de flujo y puede calcularse a partir del caudal de flujo por métodos conocidos en la técnica. La medición del caudal de un flujo de un gas puede realizarse por cualquier aparato, unidad o dispositivo adecuado, tal como un medidor de caudal conocido en la  
35 técnica. Ejemplos no limitativos de medidores de caudal incluyen las placas de orificios, tubos venturi, boquillas de caudal, medidores de área variable, tubos piloto, medidores caloríficos, medidores de turbina, medidores de coriolis, medidores Doppler ultrasónicos y medidores vortex.

40 La Figura 1 muestra un primer medidor de caudal  $F_{P1}$  que mide el caudal del primer flujo entrante 12 para proporcionar una primera medición del caudal de masas entrante  $F_{P1}$  que puede proporcionarse a un controlador XC. De forma similar, la Figura 1 muestra un segundo medidor de caudal  $F_{P2}$  que mide el caudal del segundo flujo entrante 14 para proporcionar una segunda medición del caudal de masas entrante  $F_{P2}$  al controlador XC.

45 De forma similar, la Figura 1 también muestra tres medidores de caudal saliente  $F_{U1}$ ,  $F_{U2}$  y  $F_{U3}$  para la medición del caudal de los tres caudales salientes 16, 18, 20 para proporcionar tres mediciones del caudal de masas saliente respectivo que también se proporcionan al controlador XC. La Figura 1 muestra las cinco mediciones de caudal que se pasan a lo largo de las trayectorias discontinuas de señal para el controlador XC.

50 El controlador XC es capaz de agregar las mediciones del caudal de masas entrante a partir de todos los flujos entrantes 12, 14, agregar las mediciones de los caudales de masas salientes a partir de todos los flujos salientes 16, 18, 20 y comparar estas mediciones para proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas en la conjunción 22.

55 La medición de presión de la conjunción PC se proporciona al consolador XC. También se introduce al controlador XC un punto fijo de presión PSP de la conjunción. El punto fijo de presión PSP puede introducirse por el operador. El controlador XC puede calcular a continuación un cambio en la medición de presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión PSP.

60 Para la presente invención, un valor del desequilibrio del caudal de masas es la diferencia entre los dos agregados, por ejemplo el agregado del caudal de masas entrante menos el agregado del caudal de masas saliente.

65 El uso de la medición de presión de la conjunción proporciona ventajosamente la capacidad de calcular el cambio en la presión del gas en la conjunción 22 a lo largo del tiempo. La medida de la presión del gas en la conjunción 22, especialmente a lo largo del tiempo, permite al usuario percibir un cambio en la masa de gas en la conjunción 22, y acomodar cualquier cambio en la presión de la conjunción particularmente con relación al punto fijo de presión en la conjunción con un ajuste del caudal de uno o más de los flujos entrantes y salientes. Esto se hace añadiendo la

componente de sesgo al valor del desequilibrio del caudal de masas para proporcionar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. Cuando la medición de la presión de la conjunción cambia con relación al punto fijo de la medición de presión de la conjunción, se ajusta la componente de sesgo para mitigar el cambio de presión o para permitir al sistema evolucionar a otro punto fijo de presión de la conjunción. El ajuste del componente de sesgo cambia el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. Cuando el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado es distinto de cero, el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes se ajustará para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero. Aunque los cambios en la medición de presión de la conjunción (PC) ocurren más lentamente que los cambios en la tasa del caudal, la medición de presión es un modo más preciso de medir el desequilibrio del caudal de masas.

Cuando se observa una medición de presión de la conjunción constante, se ha conseguido el equilibrio de masas entre los flujos entrante agregado y saliente agregado es decir el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado es cero. De este modo, no hay ningún requisito para determinar el valor absoluto de la presión en la conjunción 22, sólo si esta presión está cambiando o no.

De este modo, un cambio en la medición de la presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión de la conjunción PSP conducirá a un cambio en el componente de sesgo, lo que a su vez conducirá a un cambio en el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. Esto dará como resultado un cambio en el caudal de al menos uno de los flujos 12, 14, 16, 18, 20 si el valor del desequilibrio de caudal de masas sesgado es distinto de cero, ya que el controlador XC mueve el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero.

Suponiendo que no se cambia el punto fijo de presión de la conjunción PSP, una medición de la presión de la conjunción constante no conducirá a un cambio en el componente de sesgo y el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado permanecerá sin cambios. Cuando el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado es cero, el controlador XC determinará que el sistema está en un estado equilibrado o condición equilibrada, de modo que no se requiere ningún ajuste del caudal de cualquiera de los flujos entrantes y los flujos salientes.

Cualesquiera errores en la determinación de los caudales de flujos (sea por medición o por estimación) pueden dar como resultado errores en los valores de medición del caudal de masas entrante y/o saliente, de modo que los valores de medición del caudal de masas puede que no correspondan con los caudales de masas reales. Por ejemplo, un valor de medición del caudal de masas puede interpretarse como una combinación del valor de medición del caudal de masas real junto con un error de medición asociado. El componente de sesgo compensa tales errores en los valores de medición del caudal de masas. De este modo, puede darse un estado equilibrado incluso cuando el valor de desequilibrio del caudal de masas es distinto de cero, porque el componente de sesgo puede tener en cuenta, cualesquiera errores de medición y ajustar el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado para producir un valor cero.

También puede ocurrir una situación en la que el valor del desequilibrio del caudal de masas es cero, indicando el equilibrio del caudal de masas medido porque el agregado de todos los valores de medición del caudal de masas entrante es igual a todos los valores de medición del caudal de masas saliente, pero la medición de la presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión PSP está cambiando a lo largo del tiempo. Para un punto fijo de presión PSP constante, esto es indicativo de una situación en la que la masa de gas en la conjunción no es constante de modo que no se ha alcanzado el equilibrio de masas real entre los flujos entrantes 12, 14 y los flujos salientes 14, 16, 18 en la conjunción 22. El cambio en la medición de presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión constante PSP dará como resultado un ajuste en el valor del componente de sesgo para mitigar el cambio de presión. El valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado será por lo tanto distinto de cero conduciendo al ajuste en el caudal de al menos uno de los flujos 12, 14, 16, 18, 20, hasta que se consigue el equilibrio de masas, como se indica por una medición de presión de la conjunción PC constante.

Cuando se cambia el punto fijo de presión PSP, la medición de presión de la conjunción con relación al punto fijo de presión, es decir, la diferencia entre el punto fijo de presión y la medición de la presión de la conjunción cambiará, dando lugar a un ajuste en la componente de sesgo. Este cambio en el componente de sesgo conducirá al ajuste en el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes, moviendo el sistema al nuevo punto fijo de presión de la conjunción.

Por ejemplo, si el punto fijo de presión de la conjunción se aumenta, se ajustará el componente de sesgo en respuesta al cambio, por ejemplo, el aumento en la diferencia entre el nuevo punto fijo de presión de la conjunción (PSP) y la medición de presión de la conjunción PC. El componente de sesgo ajustado dará como resultado un cambio en el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado, conduciendo a uno o a ambos de un aumento del caudal de masas de uno o más de los flujos entrantes y una disminución en el caudal de masas de uno o más de los flujos salientes para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero, moviendo por lo tanto el sistema hacia el nuevo punto fijo de presión de la conjunción más alta.

De forma similar, si se disminuye el punto fijo de presión de la conjunción, el componente de sesgo se ajustará en respuesta al cambio, por ejemplo la disminución, incluso a un valor negativo, en la diferencia entre el nuevo punto fijo de presión de la conjunción PSP y la medición de presión de la conjunción PC. El componente de sesgo ajustado

dará como resultado un cambio en el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado, que conduce a uno o a ambos de una disminución en el caudal de masas de uno o más de los flujos entrantes y un aumento en el caudal de masas de uno o más de los flujos salientes para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero, moviendo por lo tanto el sistema hacia el nuevo punto fijo de presión de la conjunción más bajo.

5 En una realización, es un objetivo mantener la medición de la presión de la conjunción a un valor constante sobre un periodo de tiempo, preferiblemente al menos de 30 segundos, más preferiblemente de al menos 30 minutos, incluso más preferiblemente de al menos 12 horas, e incluso más preferiblemente de al menos 3 días. Esto es posible cuando el punto fijo de presión PSP es constante.

10 La Figura 1 muestra dos ejemplos no limitativos de ajuste de uno de los flujos entrantes y/o uno de los flujos salientes. En un primer ejemplo, el controlador XC está adaptado para ajustar el caudal del tercer flujo saliente 20 a través de la acción a lo largo de la línea de señal 26 de un mecanismo de control de caudal adecuado tal como una primera válvula 32 en la tercera línea de flujo saliente 20.

15 En un segundo ejemplo, el controlador XC es capaz de ajustar el caudal del segundo flujo entrante 14 a través de la acción a lo largo de la línea 28 de un mecanismo de control adecuado tal como una segunda válvula 34 en dicha línea 14.

20 En una realización, el ajuste para reducir el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado puede realizarse sobre sólo un flujo saliente, preferiblemente un flujo saliente cuyo caudal es más fácil de variar y/o de ajustar en comparación con el caudal de los otros flujos salientes.

25 Por ejemplo, un usuario de flujo gaseoso tal como una turbina puede requerir un flujo mínimo de gas para funcionar normalmente, de modo que su caudal de gas no debería variarse por debajo de tal mínimo, o debería mantenerse dentro de un cierto intervalo para mantener constante la operación de la turbina. El ajuste del flujo de vapor o de gas fuel junto con el flujo saliente a tal turbina puede que no sea preferible, en comparación con, por ejemplo el ajuste del caudal de metano para el gas de exportación.

30 Se proporciona un método que puede buscar reducir a cero el agregado de todos los caudales de masa entrantes menos el agregado de todos los caudales de masa salientes desde una conjunción 22 y el componente de sesgo, teniendo en cuenta la variación en la medición de presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión PSP, el agregado de uno o más flujos del caudal de gas entrante 12, 14 y/o el agregado de uno o más flujos de caudal de gas salientes 16, 18, 20.

35 La variación en los caudales de gas puede ocurrir por muchas razones, usualmente debidas a la variación en el funcionamiento de uno o más de los proveedores del flujo gaseoso 8 y/o de los usuarios del flujo gaseoso 10. Un ejemplo de una unidad de recuperación de calor, cuya provisión de un caudal de gas de un flujo puede variar de acuerdo con la cantidad de calor creado por el aparato, unidad o dispositivo asociado con la unidad de recuperación de calor. Otro ejemplo es la provisión de un flujo de hidrocarburo tal como el gas natural procedente de una o más reservas, pozos o bocas de pozos.

45 Es ventajoso que mediante la medición del caudal del o cada uno de los flujos de entrada y el caudal del o cada uno de los flujos salientes, pueda tomarse el control rápido, casi instantáneo, para equilibrar los caudales de gas a través de la conjunción 22. Esto proporciona un método de equilibrar la masa del caudal de gas a través de la conjunción 22, que a continuación puede también proporcionar un método para equilibrar la producción del o cada uno de los proveedores del gas, y el consumo por el o cada uno de los usuarios del gas.

50 Así como el control de las variaciones menores en los cambios del caudal de gas de uno o más de los flujos entrantes y/o los flujos salientes, el rápido acomodo de variaciones significativas o cambios en el caudal de gas de uno o más de los flujos entrantes y/o los flujos salientes también es posible.

55 Por ejemplo, cuando una caldera "cae" o de otro modo decae rápidamente o deja de funcionar, o tiene otra deficiencia funcional significativa, puede haber un rápido descenso en el caudal de gas, por ejemplo, en el primer flujo entrante 12. Esto puede observarse inmediatamente por un cambio en la medición del caudal entrante para el flujo entrante 12 del primer medidor de caudal  $F_{P1}$ , y el controlador XC puede ajustar inmediatamente uno o más caudales del o cada uno de los flujos salientes para mover hacia cero el valor del desequilibrio del caudal sesgado creado en la conjunción 22 por la caída en el primer caudal del flujo entrante 12.

60 De forma similar, uno o más de los flujos salientes 16, 18, 20 pueden requerir reducirse de totalmente a sustancialmente y/o pararse, y sus mediciones de caudal por lo tanto afectan al agregado de las mediciones de caudal salientes. Para reducir el valor de desequilibrio del caudal sesgado hacia cero, el controlador XC puede ajustar inmediatamente el caudal del o cada uno de los flujos salientes, y/o uno o más de los flujos entrantes.

65 Los especialistas en la técnica son conscientes de las posibles variaciones en el ajuste de caudales de uno o más de los flujos entrantes y/o uno o más de los flujos salientes. La Figura 1 muestra un medio de ajuste de caudal 32,



34, 36 tal como una válvula sobre cada uno de los flujos entrantes 12, 14 y sobre cada uno de los flujos salientes 16, 18, 20, para permitir el ajuste separado y/o coordinado o relacionado del caudal de cada uno de los flujos entrantes y los flujos salientes por el controlador XC.

5 La presión en la conjunción 22 también se mide y afecta al cálculo del ajuste del caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes 12, 14, 16, 18, 20 para reducir el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero. La Figura 1 muestra la medición de la presión de gas en la conjunción 22 por un medidor de presión PC, para proporcionar una medición de presión de la conjunción, que puede proporcionarse al controlador XC.

10 El uso de una medición de presión de la conjunción proporciona ventajosamente la capacidad de calcular el cambio en la presión del gas en la conjunción 22 con el tiempo, y, para un punto fijo de presión constante, para usar cambios en la medición de presión de la conjunción para ajustar el componente de sesgo para mitigar los cambios de presión. El ajuste del componente de sesgo puede cambiar el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado que puede conducir a una alteración del flujo de uno o más de los flujos entrantes y salientes con el tiempo  
15 en conjunción con el ajuste usualmente más rápido basado en los cambios en las mediciones de caudal como se ha descrito anteriormente.

Más si no todos los gases tienen la capacidad de comprimirse fácilmente cuando están a baja presión, especialmente en un volumen más grande, lo cual puede aumentar la masa de gas dentro de tal volumen sin un  
20 impacto, al menos significativamente, en el caudal de gas bien entrante de uno o más flujos entrantes, o saliente para uno o más flujos salientes. Para un punto fijo de presión constante, la medición de la presión del gas en la conjunción 22, especialmente con el tiempo, permite al usuario percibir el cambio en la masa del gas en la conjunción 22, y acomodar cualquier cambio en la presión de la conjunción con un ajuste del caudal de uno o más de los flujos entrantes y salientes cambiando el componente de sesgo del valor de desequilibrio del caudal de masas  
25 sesgado.

De este modo, el método usado en este documento es capaz de mirar un ajuste en el caudal de uno o más flujos entrantes y salientes 12, 14, 16, 18, 20 en base tanto a mediciones rápidas del caudal, como a mediciones de  
30 presión usualmente más lentas con el tiempo, para proporcionar un equilibrio de masas significativamente más preciso del caudal de gas a través de la conjunción 22. Cuando se observa una medición de presión de la conjunción constante, se ha conseguido el equilibrio de masas del gas entre los flujos agregados entrantes y salientes, es decir el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado es cero.

Por ejemplo, cuando un proveedor de gas 8 pasa a indisponible, su cuota de la carga de gas requerida por los  
35 usuarios del flujo gaseoso 10 puede tomarse inmediatamente por el resto de proveedores de gas 8. Esta puede ser la carga total del proveedor de flujo gaseoso particular 8, o una carga incremental si el proveedor de flujo gaseoso 10 se ha sacado de la cascada. Tal control se realiza sobre la base de mediciones de caudal individuales y controles de caudal, lo cual es de forma inherente más rápido y por lo tanto más preciso que sólo la medición de presión total y el control de presión total.

40 El uso de la medición de presión además del control de caudal individual proporciona un mecanismo de retroalimentación para asistir a la precisión del modelo del caudal y el control del método usado en este documento.

45 Los dispositivos de medición de caudal, tales como  $F_{P1}$  proporcionan una medición directa del caudal de gas de al menos uno de los flujos entrantes 12, 14. El caudal de gas puede usarse a continuación para calcular el caudal de masas, y el agregado sobre todos los flujos entrantes para proporcionar un valor de medición del caudal de masas entrante.

50 Adicionalmente y/o como alternativa, es posible medir el caudal de uno o más de los flujos entrantes de uno o más de los flujos entrantes procedentes de un proveedor de gas 8 por la medición del caudal de un fluido para el proveedor de gas 8.

Por ejemplo, cuando el proveedor de gas P2 es una caldera, la medición del caudal de fuel a lo largo de la línea de  
55 fuel 24 para el proveedor de gas P2 puede realizarse por un medidor del caudal de fuel adecuado  $F_{P3}$ . La medición del caudal es capaz de proporcionar una medición relativa al controlador XC que puede usarse para determinar o predecir el caudal de gas equivalente procedente del proveedor de gas P2 (por ejemplo en base a su valor calorífico), y de este modo predecir o determinar la medición del caudal de masas del gas esperado a lo largo de la segunda línea entrante 14 que resultará desde el proveedor P2 en base al cálculo del caudal de fuel a través de la línea de fuel 24.

60 La Figura 1 muestra una realización adicional en la que el controlador XC puede ajustar el caudal de la línea de fuel 24 por una señal a través de una línea de señal 30 a una válvula adecuada 38, cuyo ajuste en el caudal de fuel ajustará el caudal relativo del segundo flujo entrante 14 desde el proveedor de gas P2, proporcionando por lo tanto un sistema para controlar el caudal de gas del segundo flujo entrante 14 por el ajuste indirecto del caudal de un flujo  
65 entrante.

Esto puede ser particularmente ventajoso cuando, por ejemplo, la caída de una caldera de vapor puede, en algunas circunstancias, crear un aumento a corto plazo en la producción de vapor medido a partir de la existente antes de la caída. Este aumento proporcionaría una medición de caudal que se ve como un aumento, (mientras que la medición del fuel dentro de la caldera mostrará una disminución próxima en el caudal de gas). Esto ocurre porque la presión más baja en el tanque de vapor de una caldera de vapor da como resultado una producción de vapor aumentada en el corto plazo mientras que el tanque de vapor está volviendo al equilibrio. El uso de la medición de caudal del flujo entrante desde la caldera de vapor podría proporcionar, por lo tanto, una sobreestimación del flujo entrante, lo cual podría proporcionar a continuación un ajuste indeseado de uno o más de los otros flujos entrantes y/o salientes. De este modo, puede ser beneficioso adicionalmente y/o como alternativa medir el caudal del flujo de fluido dentro de la caldera de vapor (lo que podría indicar una caída en el gas fuel que se está suministrando, y por lo tanto una pronta caída que se verá en el caudal de vapor a lo largo de una línea entrante a la conjunción 22), como la medición de caudal correcta, de la cual debe tenerse conocimiento por el controlador XC.

La Figura 1 muestra diversas realizaciones capaces de controlar el equilibrio de masas del caudal de un gas desde uno o más flujos entrantes a través de una conjunción a uno o más flujos salientes.

La Figura 2 muestra diversas disposiciones para un sistema para controlar el caudal de gas de acuerdo con una segunda realización.

En la Figura 2, un primer proveedor de flujo gaseoso FG1 proporciona un primer flujo entrante 42 de un gas fuel tal como metano, cuyo flujo puede medirse por un primer medidor de flujo  $F_{FG1}$  y cuyo caudal puede controlarse por una primera válvula 42a.

La Figura 2 muestra un segundo proveedor de flujo gaseoso FG2 que es una segunda fuente de gas fuel FG2 junto con un segundo flujo entrante 44 cuyo caudal puede controlarse por una segunda válvula 44a, y cuyo caudal puede medirse por un segundo medidor de caudal  $F_{FG2}$ .

Los flujos entrantes 42, 44 se recogen en una conjunción 22 tal como un colector de gas fuel conocido en la técnica, para proporcionar gas fuel a tres flujos salientes 46, 48, 50, que pasan el gas fuel, a por ejemplo, una primera caldera B1, una segunda caldera B2 y una primera turbina de gas T1 respectivamente. La conjunción 22 también proporciona gas fuel a un cuarto flujo saliente 52 para proporcionar gas de exportación, etiquetado en la Figura 2 como "EG".

La Figura 2 muestra los medidores de caudal  $F_{FG1}$ ,  $F_{FC2}$ ,  $F_{P1}$ ,  $F_{T1}$  y  $F_{EG}$ , y las válvulas respectivas 42a, 44a, 46a, 48a, 50a y 52a, sobre los respectivos flujos entrantes 42, 44 y los flujos salientes 46, 48, 50, y 52. Los medidores de caudal proporcionan mediciones de caudal para cada uno de los flujos al controlador XC del modo mencionado anteriormente en este documento (a lo largo de líneas de señal no mostradas en la Figura 2 sólo para propósitos de claridad), y el controlador XC es capaz de controlar cada una de válvulas separadamente, o de una forma coordinada, integral y/o relacionada.

La Figura 2 también muestra un medidor de presión PC de la presión del gas en la conjunción 22, que puede comunicar una medición de presión al controlador XC. Un punto fijo de presión PSP también puede ser una entrada al controlador XC.

Una característica particular de la Figura 2 es el ajuste del caudal del flujo saliente del gas de exportación 52 para mover el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado en la conjunción 22 a cero. De este modo, la variación de los caudales del gas fuel a lo largo de los flujos salientes 46, 48 y 50 puede evitarse, o al menos minimizarse salvo los requeridos de forma catastrófica, como para mantener constante en la medida de lo posible el caudal del gas fuel a la primera y segunda calderas B1 y B2, y a la primera turbina de vapor T1, para un punto fijo de presión constante PSP. La salida desde la primera y segunda calderas B1 y B2, y desde la primera turbina de vapor T1, puede mantenerse por lo tanto siempre que sea posible, mientras que cualquier variación en los caudales del primer flujo entrante 42 y/o el segundo flujo saliente 44 del gas fuel puede acomodarse ajustando el caudal del gas de exportación EG, cuyo mantenimiento o regularidad no es, al menos en el presente ejemplo, tan exigente como los requisitos de caudal para la primera y segunda calderas B1, B2 y la primera turbina de vapor T1.

Además, cuando se reduce y/o se para la salida de una o más de la primera y segunda calderas B1, B2 y la primera turbina de vapor T1, por ejemplo siguiendo una reducción en la demanda de potencia hacia abajo, el rápido y fácil acomodo de la continuidad de los caudales de gas desde el primer y segundo flujos entrantes 42, 44 puede proporcionarse por el ajuste del caudal del cuarto flujo saliente 52 por la operación de su válvula 52a a través de la línea de señal 54 desde el controlador XC.

De este modo, es una ventaja adicional que el método y el aparato desvelados en este documento proporcionan flexibilidad en cualquier variación en el caudal de gas a través de un equilibrio de masas en una conjunción, independientemente de la naturaleza del gas y la tasa de cambio o variación en el caudal del gas a lo largo de uno o más de los flujos entrantes y salientes.

Es otra ventaja del método y aparato desvelados en este documento que la variación en uno o más de los flujos entrantes y/o salientes puede estar basado en una variación deseada o controlada en uno o más de los proveedores del flujo gaseoso y los usuarios del flujo gaseoso. Por ejemplo, cuando se desea realizar el mantenimiento sobre uno o más productores del flujo gaseoso y/o los usuarios del flujo gaseoso, la variación en el caudal de gas a través de la  
 5 conjunción 22 puede ajustarse para tener en cuenta la ausencia y/o reducción del caudal de gas desde uno de los proveedores de flujo gaseoso o el caudal de gas a uno de los usuarios del flujo gaseoso.

De forma similar, cuando hay una puesta en marcha de uno más de los proveedores de flujo gaseoso y de los usuarios de flujo gaseoso, el arranque del caudal de un flujo entrante y/o el arranque del caudal para un usuario de  
 10 gas, puede acomodarse por el ajuste de los otros flujos entrantes y/o salientes.

La operación y provisión de mediciones y señales entre los medidores de caudal y los controladores de caudal tales como las válvulas, son conocidas por los especialistas en la técnica, y pueden realizarse con o sin un controlador central tal como el controlador XC mostrado en las Figuras 1 y 2.

15 La Figura 3 muestra un sistema para el control del caudal de gas de acuerdo con una tercera realización.

En la Figura 3, una cabeza de pozo 62 es la fuente de un flujo de hidrocarburo tal como de gas natural, y este proporciona un flujo entrante 64. El flujo entrante 64 pasa a través de la conjunción 66 que en la realización mostrada en la Figura 3 podría ser una longitud de conducción que transporta el flujo de hidrocarburo entre la cabeza de pozo 62 y un usuario posterior del flujo de hidrocarburo tal como una instalación de procesamiento de hidrocarburos 70.

25 La instalación de procesamiento de hidrocarburos adecuada 70 puede incluir una o más plantas o unidades de tratamiento, usualmente destinadas a cambiar la especificación del flujo de hidrocarburo. Esto puede incluir uno o más tratamientos del flujo de hidrocarburo tal como la eliminación de gas ácido en una Unidad de Eliminación de Gas Ácido (AGRU), el flujo de hidrocarburo que se enfría, preferiblemente se licua, en por ejemplo una planta de gas natural licuado, y/o el uso del flujo de hidrocarburo para proporcionar un flujo de producto más pesado tal como una planta de gas a líquido.

30 La instalación de procesamiento de hidrocarburos 70 puede estar cerca de la cabeza del pozo 62, pero comúnmente está a alguna distancia de la misma de modo que la variación en el caudal del flujo de hidrocarburo 64 en o cerca de la cabeza del pozo 62 puede no ser la misma que la variación en el caudal de gas en o cerca de la instalación de procesamiento de hidrocarburos 70. La cabeza del pozo 62 y la instalación de procesamiento de hidrocarburos 70 pueden ser cualquier instalación en tierra / mar adentro conocida en la técnica.

35 De acuerdo con la presente realización, el caudal del flujo entrante 64 puede medirse por un medidor de flujo  $F_{HC1}$  en o cerca de la cabeza de pozo 62, para proporcionar una primera medida del caudal a lo largo de la primera línea de señal 72 al controlador XC.

40 Mientras tanto, el caudal del flujo saliente 68 en o ceca de la instalación de procesamiento de hidrocarburos 70 puede medirse por un segundo medidor de flujo  $F_{HC2}$  que puede proporcionar una medición de caudal al controlador XC a lo largo de una segunda línea de señal 74. Además, la presión del flujo de hidrocarburo en la conjunción 66 también puede proporcionarse por un medidor de presión de gas PC, para proporcionar una medición de presión a lo largo de la línea 76. El punto fijo de presión de la conjunción PSP también se puede proporcionar al controlador XC.

45 En el controlador XC, se hace una comparación de la medición del caudal entrante desde  $F_{HC1}$ , con la medición del caudal saliente desde  $F_{HC2}$ , para proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas entre los mismos. Se añade una componente de sesgo al valor de desequilibrio del caudal de masas para proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado. El componente de sesgo se ajusta en respuesta a los cambios en la medición de la presión de la conjunción PC con relación al punto fijo de presión PSP para mitigar tales cambios de presión. Cuando el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado es mayor o igual que cero, el ajuste del caudal del flujo entrante 64, o el flujo saliente 68 puede realizarse por el control de una primera válvula 78 en la línea del flujo entrante 64, y/o una segunda válvula 80 en la línea del flujo saliente 68, opcionalmente mediante señales a través del primer y segundo medidores de caudal  $F_{HC1}$ ,  $F_{HC2}$ , respectivamente.

50 La medición de presión desde el medidor de presión PC proporciona una indicación de cualquier cambio en la presión en la conjunción 66 a lo largo de la conducción que transporta el flujo de hidrocarburo entre el flujo entrante 64 y el flujo saliente 68, que proporciona una indicación de cualquier tendencia en el cambio de presión con el tiempo a lo largo de la conducción. Cuando la presión está cambiando con el tiempo, el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado también se cambiará debido a que el componente de sesgo se ajusta en respuesta a los cambios en la medición de presión de la conjunción con relación al punto fijo de presión PSP para mitigar estos cambios. Esto alterará el valor de desequilibrio del flujo del caudal de masas sesgado. Los caudales de uno o ambos  
 55 de los flujos entrantes y salientes pueden ajustarse en respuesta a los cambios en el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hasta un valor de medición de la presión de conjunción constante que indica que se

consigue un equilibrio del flujo agregado real de los flujos entrantes y salientes.

5 Cuando la conducción es larga o muy larga, tal como de muchos kilómetros de larga, cualquier cambio en la medición de presión de la conjunción puede ser un indicador de una fuga de gas o filtración o bloqueo, que puede no ser determinable de otro modo cuando los caudales del flujo entrante 64 y el flujo saliente 68 en sus medidores de flujo  $F_{HC1}$  Y  $F_{HC2}$  son supuestamente constantes o mantenidos.

10 Opcionalmente, el flujo entrante 64 puede unirse con uno o más de los otros flujos entrantes 64a y 64b desde una o más cabeceras de pozo distintas u otras fuentes de hidrocarburos. Todos dichos flujos entrantes y/o fuentes podrían proporcionarse como un único flujo entrante antes de la medición del caudal, y/o proporcionarse como flujos entrantes múltiples teniendo cada uno sus propios valores de medición de caudal.

15 En una implementación del método y el aparato descrito anteriormente en este documento, se usó una estimación fija del caudal de algunos de los flujos entrantes en lugar de los valores medidos reales, debido a que la medición de caudal disponible resultó no ser fiable. La estimación fue asumir un caudal cero en el caso de caída del productor, y un flujo máximo en el caso del productor que funciona normalmente. La determinación del flujo entrante en base a una estimación como esta sigue proporcionando el mayor beneficio cuando el equipo que está proporcionando el flujo de gas a la conjunción se "cae". Por ejemplo, se estimó que un productor específico en la forma de la caldera "A" produce 80 tph de vapor en un funcionamiento normal y cero si se cae. Si se cae, entonces el controlador XC  
20 puede ajustar en respuesta los caudales entrantes de los otros productores para añadir 80 tph al caudal entrante agregado. Si la caldera "A" estaba produciendo realmente 91 tph en el instante de la caída esto significaría que en su primera respuesta el controlador no habría ajustado los caudales para añadir lo suficiente a los otros flujos entrantes, pero sólo – 90% de lo que debería haber sido para equilibrar los caudales entrante y saliente. La presión en la conjunción a continuación disminuiría lentamente a su punto fijo, causando que el controlador ajuste el valor de sesgo (conduciendo a un ajuste adicional de los flujos como resultado de un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado que se mueve lejos de cero debido al ajuste en el valor de sesgo) para mitigar el error introducido  
25 por la imprecisión de la estimación.

30 Los especialistas en la técnica entenderán que la presente invención puede realizarse de muchas formas diversas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar el caudal de gas entre uno o más flujos entrantes (12, 14) y uno o más flujos salientes (16, 18, 20) a través de una conjunción (22) que comprende el menos las etapas de:
- 5 (a) determinar el caudal de masas de al menos uno de los flujos entrantes (12, 14) para proporcionar uno o más valores de medición del caudal de masas entrante respectivo;
- (b) determinar el flujo de masas de al menos uno de los flujos salientes (16, 18, 20) para proporcionar uno o más valores de medición del caudal de masas saliente respectivo;
- 10 (c) proporcionar un valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado comparando el agregado de todos los valores de medición de los caudales de masa entrantes de la etapa (a) con el agregado de todos los valores de medición de los caudales de masas salientes de la etapa (b) y añadir una componente de sesgo para proporcionar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado;
- (d) medir un indicativo de cantidad de la presión de gas en la conjunción (22) para proporcionar una medición de presión de la conjunción (PC);
- 15 (e) ajustar el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes (12, 14, 16, 18, 20) para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado hacia cero; y
- (f) ajustar el componente de sesgo del valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado en respuesta a un cambio en la medición de presión de la conjunción (PC) con relación a un punto fijo de presión (PSP) para mitigar el cambio en la medición de presión de la conjunción (PC) con relación al punto fijo de presión (PSP).
- 20
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado es:
- (Total del valor o valores de medición de todos los caudales de masas entrantes) – (Total del valor o valores de medición de todos los caudales de masas salientes) + componente de sesgo.
- 25
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2 en el que el o cada uno de los flujos entrantes (12, 14) es uno o más seleccionados del grupo que comprende: vapor, gas fuel, uno o más hidrocarburos, nitrógeno e hidrógeno.
- 30
4. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos dos flujos entrantes (12, 14).
5. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos dos flujos salientes (16, 18, 20).
- 35
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5 en el que la conjunción (22) es un colector.
7. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores en el que, el o cada uno de los flujos entrantes (12, 14) se proporciona por un proveedor de flujo gaseoso respectivo (8), y el o cada uno de los flujos salientes (14, 16, 18) se proporciona por un usuario de flujo gaseoso (10).
- 40
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 en el que, al menos uno de los flujos entrantes se proporciona por un proveedor de flujo gaseoso (8) que es uno o más seleccionados del grupo que comprende: calderas (B1), unidades de recuperación de calor, fuentes de hidrocarburos, y unidades de procesamiento de hidrocarburos.
- 45
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7 o la reivindicación 8 en el que al menos uno de los flujos salientes se proporciona por un usuario del flujo gaseoso (10) que es uno o más seleccionados del grupo que comprende: calderas (B1), turbinas (T1), gas de exportación (EG) y unidades de procesamiento de hidrocarburos (HPC).
- 50
10. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores en el que la determinación del caudal de masas comprende la medición directa ( $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ) del caudal de gas de al menos uno de los flujos entrantes (12, 14).
- 55
11. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores en el que la determinación del caudal de masas comprende la medición indirecta ( $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ) del caudal de gas de al menos uno de los flujos entrantes (12, 14).
- 60
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11 en el que la determinación de caudal de masas comprende la medición del caudal ( $F_{P3}$ ) de un flujo de fluido (24) para el menos un proveedor de flujo gaseoso (8) para proporcionar la medición del caudal desde el al menos un flujo entrantes del proveedor de flujo gaseoso (8).
- 65
13. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores que comprende:
- el ajuste directo del caudal de un flujo saliente (20); y/o  
que comprende el ajuste indirecto del caudal de al menos un flujo entrante (14).

14. Un método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones anteriores en el que un flujo entrante (64) se proporciona por una cabeza de pozo (62), y al menos un flujo saliente (68) se proporciona a una instalación de procesamiento de hidrocarburos (70).

5 15. Un aparato para controlar el caudal de gas entre uno o más flujos entrantes (12, 14) y uno o más flujos salientes (16, 18, 20) a través de una conjunción (22) que comprende al menos:

- 10 uno o más medidores del caudal entrante ( $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ) capaz cada uno de proporcionar uno o más de los valores de medición del caudal de masas entrante respectivo que representan el caudal de uno de los flujos entrantes respectivos (12, 14);
- uno o más medidores de caudal saliente ( $F_{U1}$ ,  $F_{U2}$ ,  $F_{U3}$ ) capaz cada uno de proporcionar uno o más de los valores de medición del caudal de masas saliente respectivo que representan el caudal de uno de los flujos salientes respectivos (16, 18, 20);
- 15 uno o más medidores de presión (PC) capaces de medir una cantidad indicativa de la presión de gas en la conjunción (22) para proporcionar una medición de presión de la conjunción (PC);
- uno o más ajustadores de caudal (32, 34, 36, 38) para ajustar el caudal de al menos uno de los flujos entrantes y salientes (12, 14, 16, 18, 20);
- 20 un controlador (XC) para: proporcionar un valor del desequilibrio del caudal de masas sesgado comparando el agregado de los valores de medición del caudal de masas entrante de los medidores del caudal entrante ( $F_{P1}$ ,  $F_{P2}$ ) con el agregado de los valores de medición del caudal de masas saliente de los medidores de caudal saliente ( $F_{U1}$ ,  $F_{U2}$ ,  $F_{U3}$ ) y añadiendo un componente de sesgo proporcionar el valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado; recibir la medición de presión de la conjunción (PC); instruir al uno o más ajustadores de caudal (32, 34, 36, 38) para ajustar el caudal de al menos uno de los flujos entrante y saliente (12, 14, 16, 18, 20) para mover el valor de desequilibrio del caudal de masas hacia cero; y ajustar el componente de sesgo
- 25 del valor de desequilibrio del caudal de masas sesgado en respuesta a un cambio en la medición de presión de la conjunción (PC) con relación al punto fijo de presión (PSP) para mitigar el cambio en la medición de presión de la conjunción (PC) con relación al punto fijo de presión (PSP).

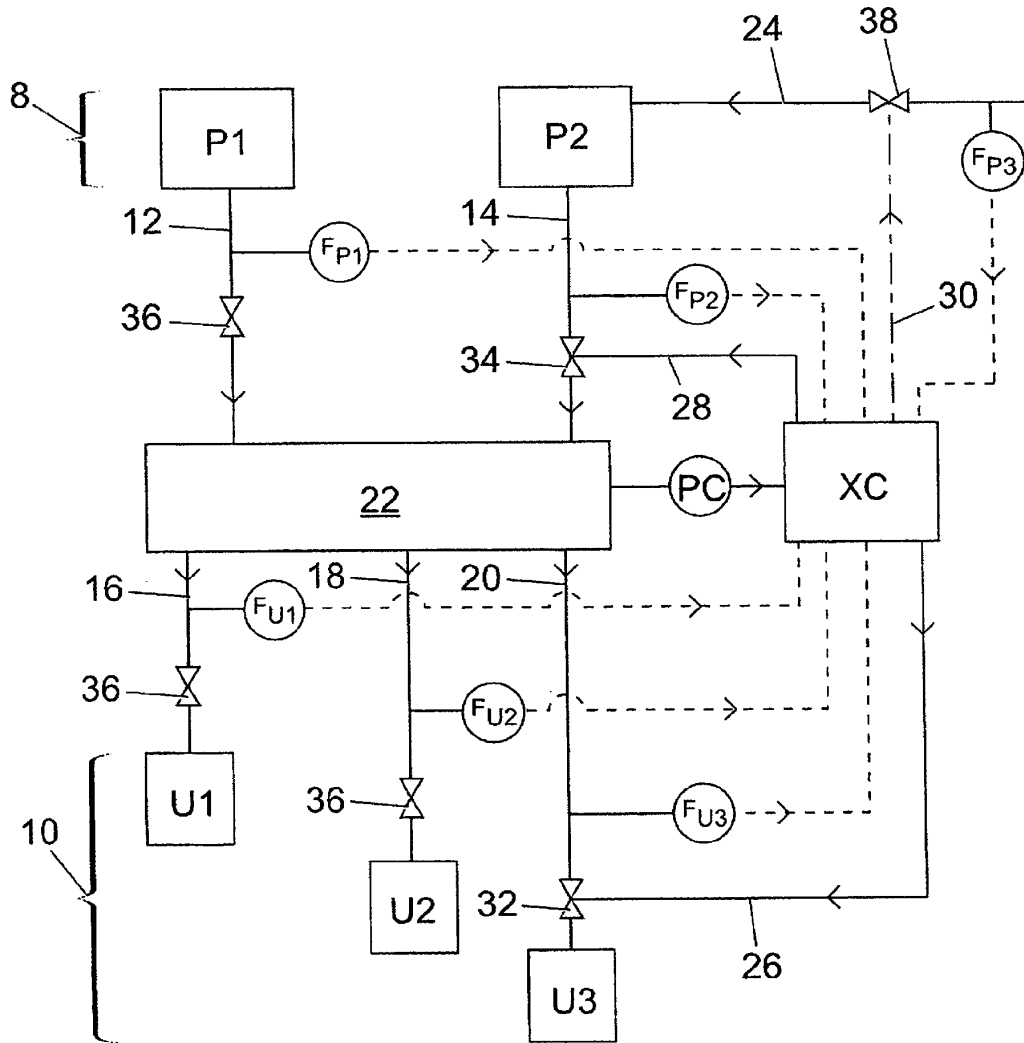


Fig. 1

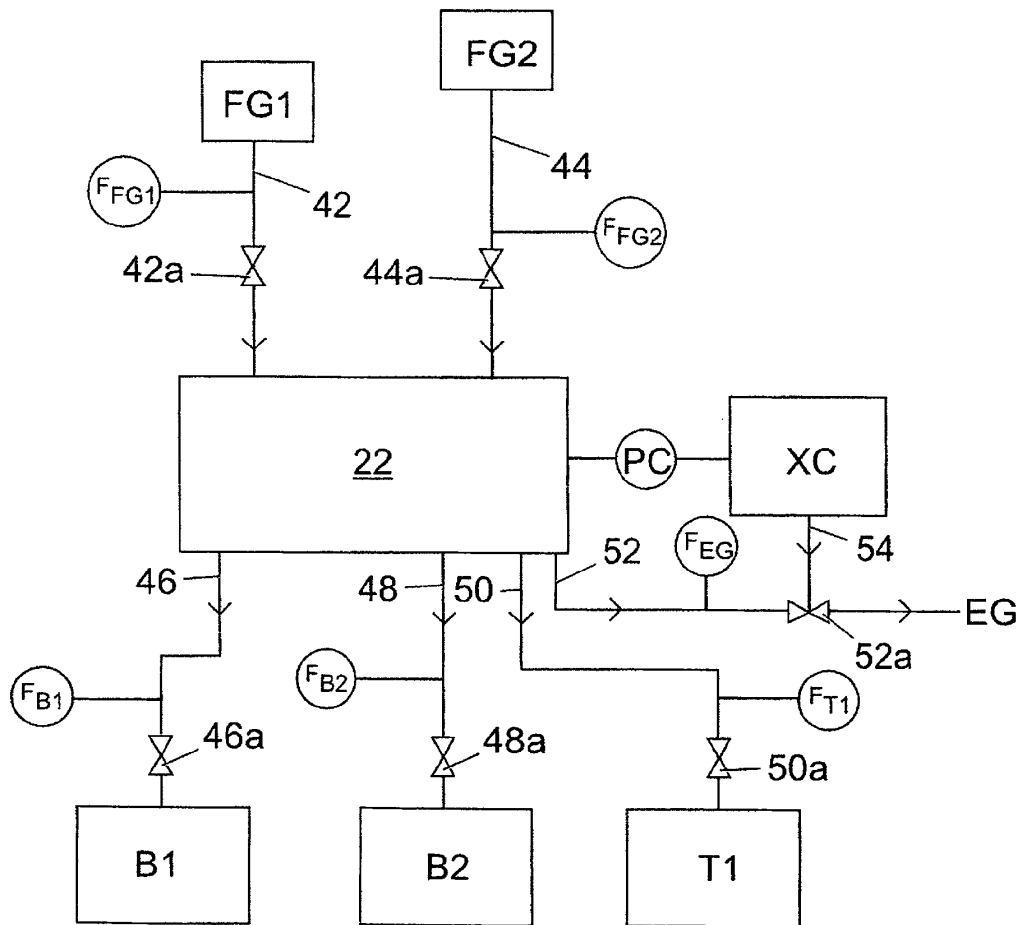


Fig. 2



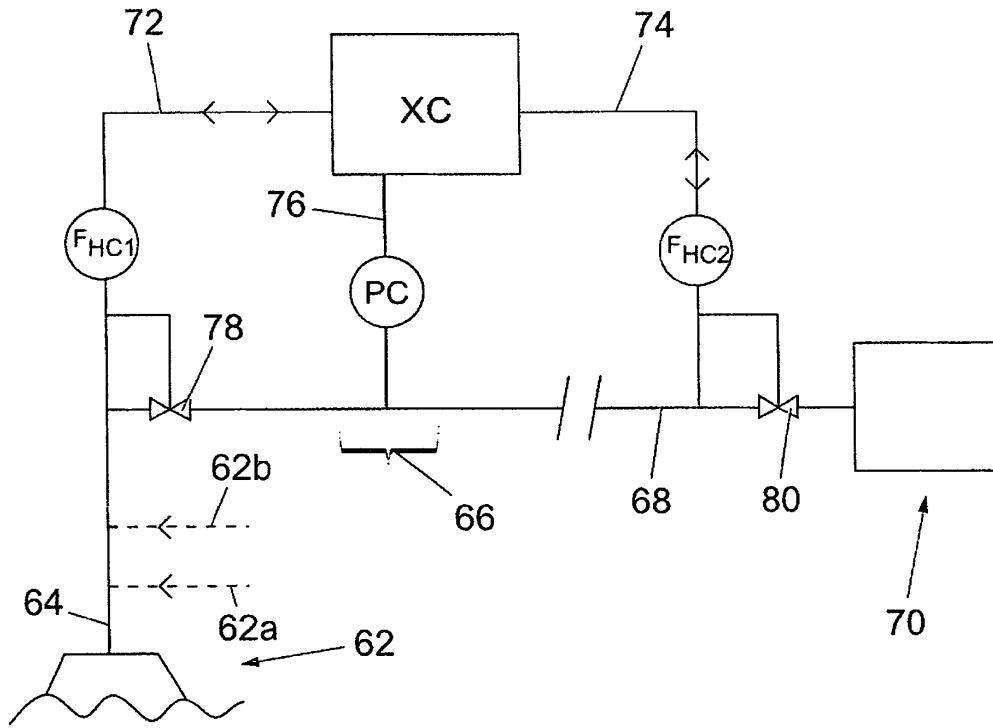


Fig. 3