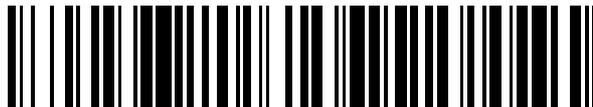


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 520**

51 Int. Cl.:

B01D 5/00 (2006.01)

B01D 19/00 (2006.01)

B01D 53/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2008 E 08104647 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2025382**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de tratamiento de productos con una corriente de gas**

30 Prioridad:

25.07.2007 DE 102007034787

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

23.03.2016

73 Titular/es:

**MESSER FRANCE S.A.S. (100.0%)
25, rue Auguste Blanche
92816 Puteaux Cedex, FR**

72 Inventor/es:

**MATHEOUD, PATRICK y
QUETIN, GILLES**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 564 520 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 y dispositivo de tratamiento de productos con una corriente de gas.

5 La invención concierne a un procedimiento de tratamiento de un producto con una corriente de gas, en el que se carga la corriente de gas con una sustancia por contacto con el producto y, a continuación, la corriente de gas es liberada al menos parcialmente de la sustancia cargada. La invención concierne también a un dispositivo correspondiente.

10 Para secar un producto o para liberar un producto de una sustancia, por ejemplo un disolvente, es conocido el recurso de poner el producto cargado con la sustancia en contacto con una corriente de gas que absorbe la humedad contenida en el producto o la sustancia contenida en el producto. Como corriente de gas se utiliza aquí usualmente aire, pero pueden utilizarse también otros gases, tales como nitrógeno, gases nobles o dióxido de carbono. Seguidamente, se evacua la corriente de gas cargada.

15 Así, por ejemplo, se conoce por el documento DE 28 37 216 A1 un procedimiento para recuperar disolventes que se evaporan en un horno durante el endurecimiento de revestimientos a base de disolventes. En este caso, se alimenta al horno una corriente de gas inerte que arrastra consigo el disolvente evaporado. La corriente de gas cargada con el disolvente es depurada seguidamente en una instalación de condensación para despojarla del disolvente. El gas depurado, usualmente nitrógeno, se entrega seguidamente a la atmósfera.

20 Para reducir el consumo de gas se podría intentar capturar el gas de escape cargado y despojarlo de la sustancia cargada para ponerlo después nuevamente a la presión de funcionamiento requerida para el tratamiento del producto. Sin embargo, este procedimiento sería extraordinariamente complejo y, además, estaría ligado a un alto consumo de energía y a altos costes en aparatos.

25 El documento WO 2007/013829 A1 describe un procedimiento de depuración de petróleo crudo para despojarlo de impurezas, tales como agua o hidrocarburos gaseosos disueltos, en el que se conduce una corriente de gas con alta velocidad a lo largo de la superficie del petróleo que se debe tratar. Debido a esta conducción de flujo se genera en una zona local, sobre la superficie del petróleo a tratar, una depresión, a consecuencia de la cual se desgasifican las impurezas contenidas en el petróleo y se descargan éstas junto con la corriente de gas del proceso. La corriente de gas cargada se alimenta seguidamente a una etapa de depuración. Para lograr un efecto de depuración suficiente se conduce aquí la corriente de gas en circuito cerrado y, por medio de un equipo de transporte, tal como, por ejemplo, un compresor, se la conduce varias veces a través del producto que se debe tratar. Este modo de actuación está ligado también a un consumo de energía considerable.

30 Por tanto, el problema de la invención consiste en mejorar un procedimiento de la clase citada al principio de tal manera que se reduzca el consumo de gas y/o energía.

Este problema se resuelve mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1 y un dispositivo con las características de la reivindicación 3.

35 Un procedimiento de tratamiento de un producto con una corriente de gas, en el que se carga la corriente de gas con una sustancia por contacto con el producto y, a continuación, la corriente de gas es liberada al menos parcialmente de la sustancia cargada, y en el que se separa una corriente parcial de la corriente de gas cargada y se la alimenta a la corriente de gas no cargada, circulando la corriente parcial separada de la corriente de gas cargada por una etapa de depuración, se caracteriza según la invención por que en la etapa de depuración se pone la corriente parcial separada en contacto térmico con el contenido de frío de un medio criógeno, utilizándose como medio criógeno en la etapa de depuración un gas licuado que se evapora durante el intercambio de calor con la corriente parcial separada y se alimenta a la corriente de gas no cargada.

40 De esta manera, se reduce claramente el consumo de gas. Como "sustancias" que deben separarse del producto se entienden aquí sustancias de cualquier consistencia que puedan ser absorbidas o arrastradas por la corriente de gas, tal como, por ejemplo, agua en forma de vapor y/o gotitas, soluciones acuosas, disolventes, desgasificaciones y partículas sólidas o aerosoles.

45 Preferiblemente, la corriente parcial es aspirada aquí en un inyector hacia dentro de la corriente de gas no cargada. Como "inyector" se entiende aquí un equipo en el que, basándose en el efecto Venturi, se alimenta el gas de la corriente parcial al conducto de alimentación para el gas no cargado. De este modo, se puede prescindir de la utilización de sistemas de transporte, tales como, por ejemplo, bombas, y el consumo de energía es así especialmente bajo.

50 La invención prevé que la corriente parcial a depurar sea puesta en contacto térmico con el contenido de frío de un medio criógeno. Si la temperatura cae entonces por debajo del punto de ebullición de la sustancia presente previamente en forma de gas o de vapor en la corriente de gas cargado, esta sustancia se condensa y puede ser recogida y desechada. Para lograr grados de depuración especialmente altos, especialmente en la recuperación de

disolventes, se puede emplear una instalación de criocondensación, tal como la que se describe, por ejemplo, en los documentos EP 1 674 140 A1 o EP 1 602 401 A1.

5 El problema de la invención se resuelve también mediante un dispositivo de tratamiento de un producto con una corriente de gas, que comprende un reactor en el que se pone el producto cargado con una sustancia en contacto con la corriente de gas, un conducto de alimentación para la corriente de gas no cargada y un conducto de evacuación para la corriente de gas cargada con la sustancia, y que presenta medios de depuración de al menos una corriente parcial de la corriente de gas cargada y medios de alimentación de la corriente parcial depurada a la corriente de gas no cargada, y que se caracteriza por que como etapa de depuración se utiliza un equipo criógeno de depuración de gas en el que se pone al menos la corriente parcial separada, en al menos un intercambiador de calor, en contacto térmico con el contenido de frío de un medio criógeno, utilizándose como medio criógeno la corriente de gas no cargada.

Como medio preferido para la aportación de la corriente parcial depurada a la corriente de gas no cargada se ha previsto en este caso un inyector mediante el cual se aspira la corriente parcial, con ayuda del efecto Venturi, hacia dentro de la corriente del gas no cargado.

15 La invención prevé como etapa de depuración una depuración de gas criógena en la que la corriente parcial a depurar entra en contacto térmico con el contenido de frío de un medio criógeno, con lo que se condensa la sustancia contenida en el gas. Para lograr grados de depuración especialmente altos, particularmente en la recuperación de disolventes, se puede emplear también una instalación de criocondensación como la que se describe, por ejemplo, en los documentos EP 1 674 140 A1 o EP 1 602 401 A1.

20 Como medio criógeno se utiliza según la invención la propia corriente de gas no cargada. En este caso, se proporciona el gas no cargado, por ejemplo nitrógeno, en un estado ultrafrío, especialmente licuado, y se le aporta al menos en una corriente parcial a un intercambiador de calor en el que es puesto en contacto térmico con la corriente parcial cargada.

25 Complementando la solución según la invención con un intercambiador de calor como etapa de depuración, otra ejecución de la invención prevé que la etapa de depuración comprenda un filtro, un ciclón o un separador. Un filtro retiene especialmente las sustancias sólidas. Se pueden utilizar también varios filtros que se empleen alternativamente para depurar la corriente de gas y que a continuación se limpien manual o automáticamente. Un ciclón es especialmente adecuado para la separación de sustancias líquidas. Un separador puede utilizarse para la separación de sustancias sólidas y/o líquidas en funcionamiento continuo.

30 En un perfeccionamiento diferente e igualmente ventajoso de la invención la etapa de depuración comprende un adsorbedor, tal como se describe, por ejemplo, en el documento DE 195 27 960 A1.

Particularmente al utilizarla para fines de secado, la etapa de depuración comprende preferiblemente una máquina frigorífica convencional, por ejemplo una máquina frigorífica por absorción o una máquina frigorífica por compresión.

35 Ayudándose de los dibujos se explicarán con detalle ejemplos de realización de la invención. Muestran en representaciones esquemáticas:

La figura 1, un dispositivo según la invención en una primera forma de realización,

La figura 2, un dispositivo según la invención en una segunda forma de realización y

La figura 3, un dispositivo según la invención en una tercera forma de realización.

40 En los dibujos según la figura 1 a la figura 3 los constituyentes iguales están provistos de los mismos números de referencia.

Es común a todas las disposiciones una vasija o reactor 1 en el que se pone un producto a tratar en contacto con una corriente de gas, siendo absorbida por la corriente de gas una sustancia contenida en el producto. La sustancia puede presentarse aquí como gas, en forma líquida o en forma de partículas sólidas. Por ejemplo, la sustancia consiste en agua o en un disolvente. El caudal de gas, así como la presión y la temperatura en el reactor 1 se acomodan en este caso a las respectivas necesidades y se ajustan de manera correspondiente antes de la puesta en funcionamiento o durante el funcionamiento. La alimentación del producto se efectúa a través de un conducto de alimentación 2. Según la clase del reactor 1, la alimentación se efectúa de manera continua o por tandas. El producto tratado en el reactor 1 se retira por un conducto de salida 3. En el caso de productos líquidos o fluyentes, los conductos 2, 3 consisten usualmente en tuberías; sin embargo, entran en consideración también otros sistemas de transporte, por ejemplos cintas transportadoras o similares.

50 Como gas de depuración se utiliza en los ejemplos de realización nitrógeno que se proporciona en estado líquido en un depósito 5 y se alimenta por un conducto 7 a un evaporador, por ejemplo a un gasificador en frío 6 (solamente en los ejemplos de realización según la figura 1 y la figura 2). El gas evaporado forma una corriente de gas que se

introduce por un conducto 8 en el reactor 1, en el que es puesto en contacto directo con el producto. En lugar del nitrógeno almacenado en forma líquida se puede extraer también directamente nitrógeno gaseoso de un suministro de gas correspondiente, por ejemplo un conjunto de botellas o una tubería. En lugar de nitrógeno se puede utilizar también otro gas o mezcla gaseosa; como ejemplos pueden citarse aquí aire, dióxido de carbono o gas noble. Para la elección del gas de depuración es esencial que éste no reaccione químicamente o al menos no lo haga apreciablemente con el producto que se debe tratar. La sustancia que se debe retirar, es decir, por ejemplo, el agua o el disolvente, se separa del producto solamente por vía física y es arrastrada en la corriente de gas.

En el reactor 1 la corriente de gas circula por una o varias etapas en las que la corriente de gas se carga con una sustancia contenida en el producto o adherida al producto. La corriente de gas cargada se evacua seguidamente del reactor 1 por un conducto de evacuación 10. La corriente de gas cargada se divide seguidamente en un punto de ramificación 12 en una primera corriente parcial, que se evacua por un conducto de gas de escape 13 para ser descargada a la atmósfera o alimentada a otro lugar de aprovechamiento, y en una segunda corriente parcial que, después de circular por una etapa de depuración 14, es alimentada de nuevo por un conducto 15 a la corriente de gas no cargada en el conducto 8. La relación cuantitativa de las dos corrientes parciales depende de las condiciones de presión existentes en los conductos 8, 13, 15 y puede fijarse mediante un diseño correspondiente de los conductos 8, 13, 15 o mediante accesorios de grifería adecuados. La clase de la etapa de depuración 14 depende de la respectiva tarea de depuración. Se puede tratar aquí de un filtro, un ciclón, etapas de absorción, equipos de refrigeración o una combinación de estos equipos. En los ejemplos de realización mostrados la etapa de depuración 14 consiste en un equipo de refrigeración en forma de un equipo para la depuración criógena de gas que es adecuado especialmente para retirar disolventes. En este caso, la corriente de gas cargada se pone en contacto térmico con un agente frigorífico criógeno, por ejemplo nitrógeno en estado líquido o en estado gaseoso ultrafrío, que se aporta por un conducto de alimentación 16, y es así fuertemente enfriada. Durante el enfriamiento se condensa el disolvente contenido en la corriente de gas. Se recoge el condensado, se le retira por un conducto de evacuación 17 y seguidamente se le desecha o se le alimenta a otro lugar de aprovechamiento. Tales equipos para la depuración criógena de gas se describen, por ejemplo, en los documentos EP 1 674 140 A1 o EP 1 602 401 A1, a los cuales se hace aquí expresamente referencia. En estos objetos se efectúa la depuración de gas en al menos dos etapas consecutivas que se materializan cada una de ellas por medio de al menos un intercambiador de calor indirecto. Se hace notar a este respecto que entre la corriente de gas a depurar y el medio refrigerante existe siempre una diferencia de presión lo más pequeña posible para suprimir especialmente la producción de aerosoles.

Las diferencias entre los ejemplos de realización afectan a la separación de las corrientes parciales de la corriente de gas cargada y a la etapa de depuración 14.

En la primera forma de realización mostrada en la figura 1 la separación de las dos corrientes parciales se efectúa antes de la limpieza de la corriente parcial que se debe alimentar a la corriente de gas no cargada. El punto de ramificación 12 está dispuesto reotécnicamente delante de la etapa de depuración 14. Por tanto, la corriente parcial evacuada por el conducto de gas de escape 13 sigue estando cargada con la sustancia. Se conduce a través de la etapa de depuración 14 solamente la corriente parcial, la cual se alimenta realmente por el conducto 15 a la corriente de gas no cargada en el conducto 8. Esta disposición es adecuada especialmente cuando la corriente de gas está destinada al secado del producto o en general cuando la sustancia con la que está cargada la corriente de gas no es nociva para el medio ambiente o para un uso subsiguiente de la corriente de gas.

En el ejemplo de realización según la figura 2 la separación de las dos corrientes parciales se efectúa únicamente después de la depuración de toda la corriente de gas cargada. Por tanto, el punto de ramificación 12 está previsto reotécnicamente detrás de la etapa de depuración 14. La corriente parcial evacuada por el conducto de gas de escape 13 está así también depurada. Esta disposición es adecuada especialmente en los casos en los que han de observarse las disposiciones legales sobre los valores límite respecto de la sustancia con la que está cargada la corriente de gas, es decir, especialmente cuando se deriva de la sustancia un peligro potencial para el medio ambiente.

En el ejemplo de realización según la figura 3 el gas no cargado se utiliza para la depuración criógena de la corriente de gas cargada. En este caso, el nitrógeno líquido extraído del depósito 5 – a diferencia de los ejemplos de realización según la figura 2 y la figura 3 – no circula por un gasificador en frío, sino que el nitrógeno llega a la etapa de depuración 14 en estado aún líquido por el conducto 7 de preferencia térmicamente aislado. En la etapa de depuración 14 tiene lugar un intercambio de calor la corriente de gas cargada se enfría entonces al menos hasta un valor de temperatura por debajo de la temperatura de condensación de la sustancia con la que está cargada la corriente de gas. La sustancia se condensa o se congela y puede ser retirada por el conducto de evacuación 17. La corriente de gas depurada se divide seguidamente en el punto de ramificación 12, alimentándose una corriente parcial a la corriente no cargada en el conducto 8. Por lo demás, según el ejemplo de realización de la figura 1, el punto de ramificación puede estar también dispuesto reotécnicamente delante de la etapa de depuración 14.

El ejemplo de realización según la figura 3 muestra una disposición ideal en la que el contenido de frío del agente frigorífico licuado es exactamente suficiente para la depuración de la corriente de gas cargada. Por tanto, para la obtención de un efecto de depuración suficiente en la etapa de depuración 14 puede ser necesario alimentar a la

etapa de depuración 14 un contenido de frío mayor que el que puede lograrse mediante la alimentación de la cantidad de gas que está prevista para el tratamiento del producto. En este caso, se tiene que alimentar adicionalmente un agente frigorífico a la etapa de depuración 14. El refrigerante adicional puede ser conducido, por ejemplo, a través de la etapa de depuración 14 por un conducto de refrigerante separado, o bien el refrigerante adicional puede ser aportado conjuntamente con la corriente de gas prevista para el tratamiento del producto y puede ser desacoplado del conducto 8 después de circular por la etapa de depuración 14. Por otro lado, es imaginable también que el calor transmitido al agente frigorífico en la etapa de depuración 14 no sea suficiente para evaporar toda la cantidad de gas que se debe alimentar al producto. En este caso, tiene que estar previsto un equipo de evaporación adicional, por ejemplo un equipo de calentamiento o un conducto de derivación con evaporador integrado, a través del cual se evapora una parte del gas y se la transporte al reactor 1 pasando al lado de la etapa de depuración 14.

Las conducciones de flujo mostradas en los ejemplos de realización pueden combinarse también una con otra mediante varias etapas de depuración consecutivas 14. Así, por ejemplo, la corriente de gas cargada puede circular completamente por una primera etapa de depuración para reducir, por ejemplo, la carga de la corriente de gas a un valor que satisfaga los valores límite prescritos con respecto a esta sustancia. A continuación, se ramifica la corriente de gas, tras lo cual únicamente la corriente parcial que se debe alimentar nuevamente a la corriente de gas no cargada circula por otra etapa de depuración para reducir aún más la carga.

La alimentación de la corriente parcial depurada al conducto 8 se efectúa en los tres ejemplos de realización por medio de un inyector 18. El inyector 18 construido a la manera de una tobera Venturi consiste en un estrechamiento dentro del conducto 8 en el que desemboca el conducto 15. Debido a la alta velocidad de flujo del gas no cargado dentro del inyector 18 se ejerce una acción de succión sobre el gas contenido en el conducto 15, y el gas pasa del conducto 15 al conducto 8. Por tanto, no es necesaria una bomba para transportar el gas en el conducto 15, pero ésta no está excluida en el marco de la invención. La potencia de aspiración en el inyector 18 depende sustancialmente del factor de compresión, es decir, de la presión diferencial entre la presión en el estrechamiento y la salida del inyector 18, así como de la presión del gas no cargado en la entrada del inyector 18. Con un diseño correspondiente del inyector 18 es posible aspirar la misma cantidad de gas depurado que la cantidad de gas no cargado que se introduce a través del inyector 18.

Debido a la depuración y la devolución de una corriente parcial del gas cargado a la corriente de gas no cargada se reduce el consumo de gas en hasta un 50% con respecto a una ejecución del procedimiento sin realimentación. Al mismo tiempo, la utilización de un inyector reduce netamente el consumo de energía. Gracias a la invención se crea así una posibilidad barata para disminuir claramente el consumo de gas y de energía en un dispositivo de tratamiento de un producto con una corriente de gas.

Lista de símbolos de referencia

1	Reactor
2	Alimentación
3	Conducto de salida
4	-
5	Depósito
6	Gasificador en frío
7	Conducto
8	Conducto
9	-
10	Conducto de evacuación
11	-
12	Punto de ramificación
13	Conducto de gas de escape
14	Etapas de depuración
15	Conducto
16	Conducto de alimentación (para agente frigorífico criógeno)
17	Conducto de evacuación (para condensado)
18	Inyector

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de tratamiento de un producto con una corriente de gas, en el que se carga la corriente de gas con una sustancia por contacto con el producto y a continuación la corriente de gas es liberada al menos parcialmente de la sustancia cargada, separándose una corriente parcial de la corriente de gas cargada y alimentándola a la corriente de gas no cargada, circulando la corriente parcial separada de la corriente de gas cargada por una etapa de depuración (14), **caracterizado** por que en la etapa de depuración (14) se pone la corriente parcial separada en contacto térmico con el contenido de frío de un medio criógeno, utilizándose como medio criógeno en la etapa de depuración (14) un gas licuado que se evapora durante el intercambio de calor con la corriente parcial separada y que se alimenta a la corriente de gas no cargada.
- 5
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que, basándose en el efecto Venturi, se aspira la corriente parcial en un inyector (18) hacia dentro de la corriente de gas no cargada.
- 10
3. Dispositivo de tratamiento de un producto con una corriente de gas, que comprende un reactor (1) en el que se pone el producto cargado con una sustancia en contacto con la corriente de gas y se carga la corriente de gas con la sustancia, un conducto de alimentación (8) para la corriente de gas no cargada y un conducto de evacuación (10) para la corriente de gas cargada con la sustancia, una etapa de depuración (14) para depurar al menos una corriente parcial de la corriente de gas cargada y unos medios (15, 18) para alimentar la corriente de gas depurada a la corriente de gas cargada, **caracterizado** por que se utiliza como etapa de depuración (14) un equipo de depuración criógena de gas en el que al menos la corriente parcial separada es puesta en contacto térmico, en al menos un intercambiador de calor, con el contenido de frío de un medio criógeno, utilizándose como medio criógeno la corriente de gas no cargada.
- 15
- 20
4. Dispositivo según la reivindicación 3, **caracterizado** por que los medios para alimentar la corriente parcial depurada comprenden un inyector (18) del tipo Venturi.
5. Dispositivo según la reivindicación 3 o 4, **caracterizado** por que la etapa de depuración (14) comprende un filtro, un ciclón o un separador.
- 25
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, **caracterizado** por que la etapa de depuración (14) comprende un adsorbedor.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** por que la etapa de depuración (14) comprende una máquina frigorífica convencional.

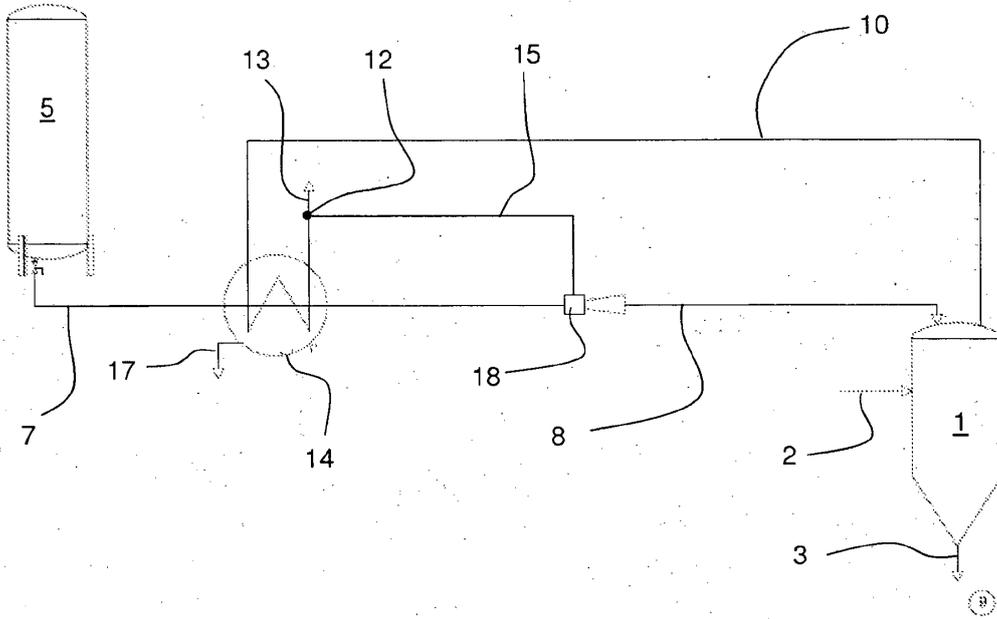


Fig 3

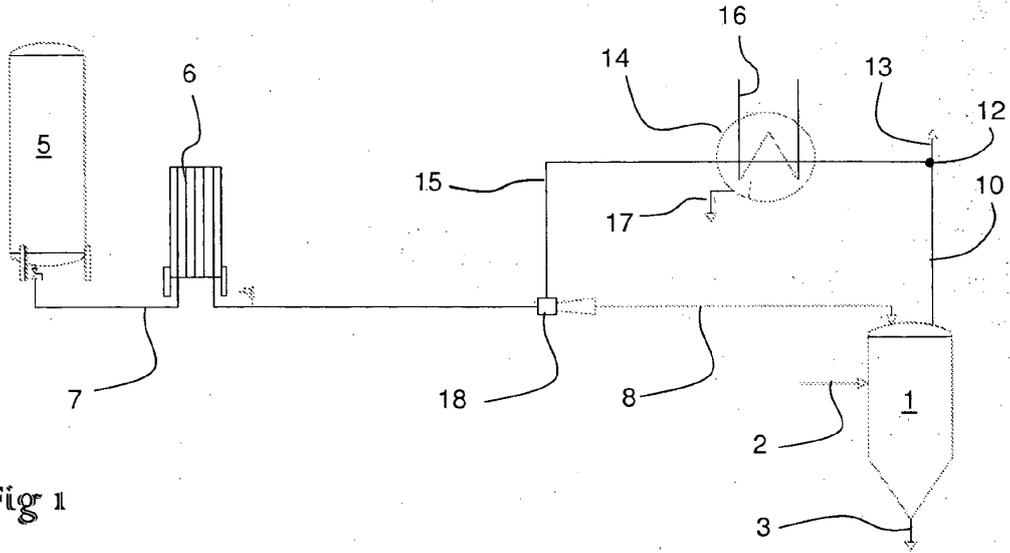


Fig 1

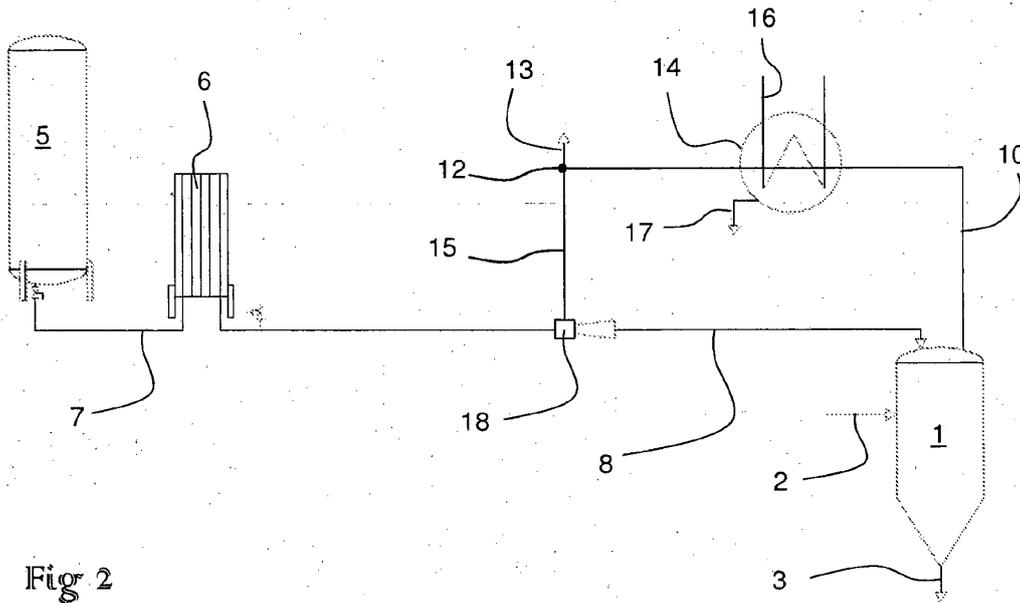


Fig 2