

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

20 ENE. 1978

Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

(11) NUMERO	472.459
(22) FECHA DE PRESENTACION	9-8-1978

(10) A1

**PATENTE DE INVENCION**

(30) PRIORIDADES:	(31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
	33543/77	10-8-1977	Gran Bretaña

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(62) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B04D	

(54) TITULO DE LA INVENCION
"UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE FLUIDO"

(71) SOLICITANTE (S)
BOC LIMITED (case 7766)

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Hammersmith House, Londres, W6 9DX, Inglaterra

(72) INVENTOR (ES)
Devasihamani Jeyasekaran Gnanadoss Sebastian, Kenneth Cecil Smith y David Arthur Webber

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
DON OSCAR DE ELZABURU FERNANDEZ (P.-69.744)

jga

Campo del invento

Este invento se refiere al ahorro de energía en sistemas de suministro de fluido que utilizan bombas y/o compresores (denominados en lo que sigue colectivamente "máquinas dinámicas de fluido") y, más particularmente, a sistemas de esta clase que comprenden instalaciones de separación de gas que trabajan sobre el principio de adsorción con oscilación de presión.

Antecedentes del invento

En pocas palabras, una instalación de adsorción con oscilación de presión (denominada en lo que sigue PSA) comprende uno o más lechos de un material que tiene la capacidad de adsorber selectivamente un componente (o componentes) de una mezcla gaseosa alimentada a él, para dejar un gas no adsorbido que es rico en otro componente (o en otros componentes) de la alimentación original. El funcionamiento de cualquier lecho es, necesariamente, cíclico, y un ciclo de funcionamiento típico para un lecho en el que el gas "producto" es el componente (o los componentes) no adsorbido, puede comprender un primer período en el que la alimentación básica se pone a disposición del lecho, el componente o los componentes no deseados son adsorbidos y el componente y los componentes no adsorbidos son retirados por medio de un compresor; un segundo período, de regeneración, en el que el compresor de producto es desconectado y se aplica una bomba de vacío al lado de aguas arriba del lecho para retirar el componente o los componentes adsorbidos;

y un tercer período en el que el lecho es rellenado con gas de calidad de producto como preparación para el comienzo del siguiente ciclo. Una instalación de PSA cíclica que trabaja con este tipo de ciclo, puede comprender, por tanto, tres lechos adsorbentes (compartiendo un compresor de producto y una bomba de producto comunes) disponiéndose el funcionamiento de los lechos en secuencia de tal manera que, en cualquier momento, un lecho se encuentre en el período de adsorción de su ciclo, otro lecho se encuentre en el período de regeneración de su ciclo y el lecho restante se encuentre en el período de rellenado de su ciclo. De este modo, puede obtenerse un suministro constante de gas producto. También se conocen las instalaciones de PSA de dos lechos que utilizan el mismo tipo de ciclo, disponiéndose el funcionamiento de los lechos en una instalación de este tipo en secuencia, de tal manera que un lecho se encuentre en su período de adsorción mientras el otro lecho se encuentra en sus períodos de regeneración y de rellenado, y viceversa. Son posibles muchas variaciones en la disposición de lechos adsorbentes y en los ciclos de funcionamiento.

Se conocen materiales de zeolita sintética que tienen una capacidad de adsorción de gas suficientemente selectiva como para separar los dos componentes principales del aire, es decir, el nitrógeno y el oxígeno, y la adsorción con presión oscilante se está convirtiendo en una técnica cada vez más importante para la producción in situ de oxígeno y nitrógeno a partir de la atmósfera. Un campo en el que la instalación PSA atmosférica es particularmente útil es en el tratamiento de residuos, campo éste en el que hay necesidad de suministrar gas rico en oxígeno a aparatos

reactores activados con lodos. Naturalmente, la demanda de tal gas en cualquier instante en particular depende de la cantidad y de la condición del material existente en el aparato reactor y puede fluctuar de manera muy considerable.

5 Por tanto, es necesario que resulte posible adaptar el suministro gas a la demanda (es decir, para conseguir un margen de reglaje útil para la planta PSA).

Una forma de conseguir la adaptación requerida del suministro de gas a la demanda es mantener la instalación PSA funcionando a su capacidad de régimen y, simplemente, dejar escapar a la atmósfera la cantidad de gas producto que excede de los requerimientos. Esto, sin embargo, da lugar a desperdicios y hace que, como resultado, la instalación PSA consuma bastante más energía de la necesaria. El invento pretende principalmente, por tanto, permitir una reducción útil en el consumo de energía cuando la demanda de gas producto desciende en el contexto del suministro de gas enriquecido en oxígeno por una instalación PSA como se ha descrito en lo que antecede, teniendo en cuenta que el principal consumidor de energía en tal instalación es la bomba de vacío; (cuando se trabaja a la capacidad de régimen de la instalación, la proporción entre los consumos de energía de la bomba de vacío y del compresor del producto es, aproximadamente, igual a la proporción existente entre las cantidades de los componentes adsorbido y no adsorbido de la alimentación básica o, lo que es lo mismo, aproximadamente 7:1 en el caso de una instalación PSA que produzca oxígeno a partir de la atmósfera). No debe suponerse, sin embargo, que el invento está limitado en su campo de aplicación a las instalaciones PSA para la producción de oxígeno.

10  
15  
20  
25  
30

Resumen del invento

El invento reside en un sistema de suministro de fluido que incluye una instalación de adsorción con presión oscilante que comprende: una primera máquina dinámica de fluido para impulsar una primera corriente de fluido desde la instalación a un aparato de utilización a un régimen variable dependiente de la demanda del aparato de utilización para tal fluido; una segunda máquina dinámica de fluido, de mayor capacidad que la primera, para impulsar una segunda corriente de fluido desde la instalación; medios sensibles a la demanda de dicho primer fluido por parte del aparato de utilización; y medios para controlar el régimen de entrega de la segunda máquina dinámica de fluido en respuesta a señales procedentes de dichos medios perceptores, de tal manera que, una reducción de la demanda de dicho primer fluido por parte de dicho aparato de utilización de como resultado una reducción del consumo de energía de la segunda máquina dinámica de fluido.

En el caso en que la instalación PSA sea del tipo previamente descrito, la primera y la segunda máquinas dinámicas de fluido están constituidas, respectivamente, por el compresor de producto y la bomba de vacío de la instalación, siendo el primero y el segundo fluidos, respectivamente, el componente (o los componentes) no adsorbido y adsorbido de la alimentación.

Existen diversas formas según las cuales la primera máquina dinámica de fluido puede ser adaptada para suministrar el primer fluido al aparato de utilización, de acuerdo con la demanda de este último. Sin embargo, en el

caso de una instalación PSA que produzca oxígeno a partir de la atmósfera, como se ha descrito previamente, en la que la primera máquina dinámica de fluido (es decir, el compresor de producto) consume sólo una proporción menor de la energía total consumida por las dos máquinas, la primera máquina dinámica de fluido puede comprender, convenientemente, una máquina de desplazamiento positivo que funcione a velocidad constante y que tenga una conducción de derivación para la recirculación del producto, regulándose la recirculación en cuestión, por ejemplo, la respuesta a señales procedentes de un perceptor de presión en el aparato de utilización o en la conducción de entrega desde la máquina al aparato de utilización, si esa presión es suficientemente representativa de la demanda del aparato de utilización.

Igualmente, hay diversas formas para poder controlar el régimen de entrega y el consumo de energía de la segunda máquina dinámica de fluido de acuerdo con la demanda del aparato de utilización. Con el régimen al que la primera máquina dinámica de fluido suministra el primer fluido al aparato de utilización viene determinada por la demanda de este último, este régimen será, en si mismo, una medida de la demanda, y la segunda máquina dinámica de fluido puede ser controlada, por tanto, en respuesta a señales procedentes de un caudalímetro sensible al caudal de fluido en la conducción de entrega desde la primera máquina dinámica de fluido al aparato de utilización. Alternativamente, la segunda máquina dinámica de fluido puede ser controlada en respuesta a señales procedentes de un perceptor de presión en el aparato de utilización o en la conducción de entrega desde la primera máquina dinámica de fluido al aparato de

utilización, si esa presión es suficientemente representativa de la demanda del aparato de utilización.

La naturaleza del control que se ejerza sobre la segunda máquina dinámica de fluido dependerá del tipo de máquina empleada; por ejemplo, si la máquina comprende una bomba centrífuga o de desplazamiento positivo, cuyo caudal de entrega y cuyo consumo de energía son determinados por la velocidad de funcionamiento, entonces puede preverse un regulador de velocidad para controlar la operación de la máquina en respuesta a las señales procedentes de los medios sensibles a la demanda. Asimismo, si la máquina comprende un soplante Rootes o aparato similar, en el que el caudal de entrega y el consumo de energía vienen determinados por la diferencia de presiones a través de la máquina, entonces pueden estar previstos medios para controlar esa diferencia de presiones en respuesta a señales procedentes de los medios sensibles a la demanda. Alternativamente, cualquiera que sea el tipo de máquina que se emplee como segunda máquina dinámica de fluido, su consumo de energía puede ser reducido al mínimo gracias a un funcionamiento intermitente.

#### Breve descripción de los dibujos.

El invento se describirá más particularmente, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos anejos en los que:

la fig. 1 es una representación esquemática de una realización de un sistema de suministro de fluido de acuerdo con el invento, que comprende una instalación PSA para suministrar gas rico en oxígeno a un aparato reactor

activado por lodos, y

la fig. 2 es una representación esquemática de una realización alternativa de la de la fig. 1.

Números de referencia similares designan partes similares en las dos figuras.

#### Descripción de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia a la fig. 1 el número 1 indica, de manera general, una instalación PSA que está destinada a producir gas rico en oxígeno a partir del aire atmosférico para suministro a un aparato de utilización que adopta la forma de un aparato reactor 2 activado por lodos, que trabaja con aguas residuales. Para este fin, la instalación comprende lechos de una céolita sintética que adsorbe más fácilmente el nitrógeno que el oxígeno desde la alimentación de aire. La instalación tiene un compresor 3 de producto mediante el cual es aspirado el aire a través de los lechos adsorbentes y el gas rico en oxígeno, no adsorbido, es suministrado a través de la conducción 4 y de la válvula A de retención al aparato reactor 2, y una bomba de vacío 5 merced a la cual los lechos adsorbentes son regenerados y los componentes adsorbidos son evacuados de nuevo a la atmósfera. Como se indicó previamente, el principal consumidor de energía en un sistema de este tipo es la bomba de vacío 5, siendo su consumo de energía, cuando la instalación funciona a su capacidad de régimen, del orden de siete veces el del compresor de producto 3.

El compresor 3 está destinado a suministrar el producto rico en oxígeno al aparato reactor 2 a un régi-

men variable, dependiente de la demanda del reactor, con el fin de mantener una presión sustancialmente constante, preseleccionada, en el aparato reactor. Para este fin, el compresor, que es una máquina de desplazamiento constante, 5 tiene una conducción de derivación 6 que incorpora una válvula reguladora 7 y un perceptor 8 que está previsto para percibir la presión en la conducción de entrega 4 que va desde el compresor 3 al aparato reactor, cuya presión, naturalmente, varía con la presión del reactor. El perceptor 10 8 de presión produce una señal para controlar la apertura de la válvula 7, de tal manera que si la demanda de gas rico en oxígeno por parte del reactor disminuye y, por tanto, la presión en el reactor tiende a aumentar, se incrementa la abertura de la válvula 7 para recircular una mayor 15 proporción del producto entregado por el compresor 3, descendiendo en consecuencia los regímenes de extracción del gas producto desde la instalación 1 PSA y de entrega de tal gas al aparato reactor 2. Inversamente, si la demanda del reactor aumenta de tal manera que la presión en el reactor tiende a caer, se reduce la abertura de la válvula 7 para dar 20 un régimen de entrega superior del gas de producto desde la instalación 1 al reactor 2.

El régimen de entrega de gas a través de la conducción 4 es detectado por un caudalímetro 9 integrador 25 que produce una señal para controlar el funcionamiento de la bomba de vacío 5. La bomba 5 es una máquina de desplazamiento positivo o centrífuga impulsada por un motor eléctrico 5A de velocidad variable que es controlado en respuesta a las señales producidas por el caudalímetro 9, de tal manera 30 que un incremento de la demanda de gas rico en oxígeno

por parte del aparato reactor 2 y el aumento consiguiente del régimen de entrega desde el compresor 3 a través de la conducción 4, den lugar a que la velocidad de marcha y el régimen de entrega de la bomba 5 aumenten y, a la inversa, que una reducción de la demanda del reactor 2 y la consiguiente disminución del régimen de entrega desde el compresor 3 a través de la conducción 4, den lugar a que la velocidad de marcha y el régimen de entrega de la bomba 5 se reduzcan. Se apreciará que cuanto más despacio funcione la bomba, más tiempo tardará en evacuar por completo el lecho adsorbente de la instalación PSA que está siendo sometido a regeneración y, por tanto, está dispuesto que el ciclo de tiempo de la instalación (es decir, el tiempo que tarda un lecho en ser sometido a un ciclo completo de producción, regeneración y rellenado) se prolongue en forma correspondiente. El régimen global de producción de gas rico en oxígeno por parte de la instalación se reduce en forma correspondiente, siendo recirculado el resto de la producción para satisfacer la salida constante del compresor de producto a través de su conducción 6 de derivación. De este modo, el régimen de entrega de los componentes adsorbidos por la bomba 5 y, en consecuencia, también la energía consumida por la bomba, se hacen iguales al mínimo necesario para mantener el suministro de la cantidad de gas rico en oxígeno solicitada por el aparato reactor.

Preferiblemente, el período durante el cual el flujo de gas rico en oxígeno a través de la conducción 4 es integrado por el caudalímetro 9, es ajustable de manera que se mantenga la respuesta más suave posible en el funcionamiento de la instalación PSA a las variaciones de la deman

da del reactor 2. El régimen al que varía la demanda de tal gas por parte de un aparato reactor activado por lodos es, en general, relativamente bajo, y, usualmente, debe ser suficiente un período de integración correspondiente a, por ejemplo, tres ciclos de tiempo de la instalación PSA cuando ésta funcione a su máximo rendimiento.

Además de la instalación 1 PSA, está previsto un sistema de respaldo para suministrar oxígeno al aparato reactor 2, comprendiendo este sistema un depósito 10 de oxígeno líquido, que puede ser alimentado a través de un vaporizador al aparato reactor 2 en el caso de que la demanda del reactor supere a la capacidad de producción de la instalación PSA o si la instalación ha de ser detenida por cualquier razón. El suministro de oxígeno a partir del depósito 10 es controlado por una válvula 11 de pasa/no pasa, accionada por solenoide y una válvula reguladora 12. La válvula 11 se abre en respuesta al cierre completo de la válvula reguladora 7 de la conducción de derivación del compresor de producto, estando dispuesto que ocurra esto solamente cuando la instalación PSA no puede satisfacer la demanda del reactor 2 o está detenida. Como protección contra un fallo en el funcionamiento al cerrar de la válvula 7 reguladora, la válvula 11 de pasa/no pasa puede estar dispuesta para abrirse si la presión en el reactor 2 cae hasta un valor un poco por debajo de la presión de trabajo normal. Esto vendría proporcionado, por ejemplo, por la provisión de un interruptor de presión conectado con el reactor 2 y ajustado para trabajar al valor de presión apropiado. La apertura de la válvula reguladora 12 viene controlada en respuesta a señales procedentes de un receptor de presión

13 en el espacio de merma del reactor con el fin de mantener la presión en el reactor sustancialmente constante a su valor preseleccionado. Alternativamente, la válvula reguladora 12 podría ser un dispositivo mecánico que aumentase o  
5 disminuyese el flujo de oxígeno a través de la misma con el fin de mantener su presión de descarga ajustada, lo que, a su vez, permitiría mantener una presión constante preseleccionada en el reactor.

Haciendo referencia ahora a la fig. 2, en  
10 ella se muestra una modificación del sistema de la fig. 1, en la que el perceptor 8 de presión y el caudalímetro 9 han sido eliminados, y la apertura de la válvula reguladora 7 y la velocidad de funcionamiento de la bomba de vacío 5 son controladas, cada una, en respuesta a señales procedentes  
15 del perceptor de presión 13 en el espacio de merma del reactor 2. La forma en que funciona el sistema es, sin embargo, sustancialmente igual a la de la realización de la fig. 1, aumentándose la abertura de la válvula 7 y reduciéndose la velocidad de funcionamiento de la bomba 5 en respuesta a  
20 un incremento de la presión del reactor (es decir, a una reducción de la demanda del gas rico en oxígeno desde la instalación PSA), y reduciéndose la abertura de la válvula 7 y aumentándose la velocidad de funcionamiento de la bomba 5 en respuesta a una reducción de la presión del reactor  
25 (es decir, a un incremento de la demanda del aparato reactor).

REIVINDICACIONES

5 Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10 1ª.- Un sistema de suministro de fluido que incluye una instalación de adsorción con oscilación de presión y que comprende: una primera máquina dinámica de fluido para impulsar una primera corriente de fluido desde la instalación a un aparato de utilización, a un régimen variable dependiente de la demanda de tal fluido por parte del aparato de utilización; una segunda máquina dinámica de fluido, de mayor capacidad que la primera, para impulsar la 15 segunda corriente de fluido desde la instalación; medios sensibles a la demanda del aparato de utilización para dicho primer fluido; y medios para controlar el régimen de entrega de la segunda máquina dinámica de fluido en respuesta a 20 señales procedentes de dichos medios perceptores, de tal manera que una reducción de la demanda de dicho primer fluido por parte del aparato de utilización de como resultado una disminución del consumo de energía de la segunda máquina dinámica de fluido.

25 2ª.- Un sistema según la reivindicación 1ª, en el que la primera corriente de fluido comprende gas no adsorbido en el lecho o en los lechos adsorbentes de la instalación; la primera máquina dinámica de fluido comprende un compresor para tal gas; la segunda corriente de fluido comprende gas adsorbido en el lecho o en los lechos adsorben- 30

tes de la instalación; y la segunda máquina dinámica de fluido comprende una bomba de vacío merced a la cual tal gas adsorbido es retirado del lecho o de los lechos adsorbentes de la instalación.

5                   3ª.- Un sistema según las reivindicaciones 1ª y 2ª, en el que dichos medios perceptores comprenden medios sensibles al caudal de dicha primera corriente de fluido desde la instalación al aparato de utilización.

10                   4ª.- Un sistema según las reivindicaciones 1ª y 2ª, en el que dichos medios perceptores comprenden medios sensibles a la presión del fluido en el aparato de utilización o en una conducción de entrega para la primera corriente de fluido desde la instalación al aparato de utilización.

15                   5ª.- Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el que dicha segunda máquina dinámica de fluido es de un tipo tal que su régimen de entrega y su consumo de energía vienen determinados por su velocidad de funcionamiento; y dichos medios de control comprenden medios para controlar tal velocidad de funcionamiento en respuesta a señales procedentes de dichos medios perceptores.

20

25                   6ª.- Un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el que dicha segunda máquina dinámica de fluido es de un tipo tal que su régimen de entrega y su consumo de energía vienen determinados por la diferencia de presiones a través de la máquina; y dichos medios de control comprenden medios para controlar tal diferencia de presiones en respuesta a señales procedentes de dichos medios perceptores.

30

1                   7a.- Un sistema según una cualquiera de las  
reivindicaciones 1a a 4a, en el que dichos medios de control  
comprenden medios para efectuar el funcionamiento intermi-  
tente de la segunda máquina dinámica de fluido en respuesta  
5 a señales procedentes de dichos medios perceptores.

8a.- Un sistema según una cualquiera de las  
reivindicaciones precedentes, en el que dicha primera máqui-  
na dinámica de fluido comprende una máquina de desplazamien-  
to constante provista de una conducción de derivación para  
10 recirculación de una proporción de su salida, y medios para  
regular el caudal a través de dicha conducción de derivación  
en respuesta a señales precedentes de medios sensibles a la  
demanda del primer fluido por parte del aparato de utiliza-  
ción.

15                   9a.- Un sistema según una cualquiera de las  
reivindicaciones precedentes, que comprende un depósito del  
primer fluido y medios para efectuar el suministro de dicho  
primer fluido desde dicho depósito al aparato de utilización  
en el caso de que la demanda de dicho primer fluido por par-  
20 te del aparato de utilización no se vea satisfecha por la  
instalación de adsorción con oscilación de presión.

10a.- Un sistema según una cualquiera de las  
reivindicaciones precedentes, en el que la instalación de  
adsorción con oscilación de presión está destinada a pro-  
ducir un gas rico en oxígeno como dicho primer fluido, a  
25 partir de una alimentación que incluye oxígeno y nitróge-  
no.

11a.- UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE FLUIDO .

30                   Tal y como se ha descrito en la Memoria que an-  
tecede, representado en los dibujos que se acompañan y pa-  
16118

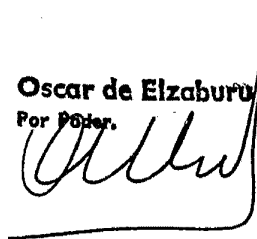
ra los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de quince hojas escritas  
a máquina por una sola cara.

Madrid, 21.NOV.1978

P.A.

Oscar de Elizaburu  
Por Poder.



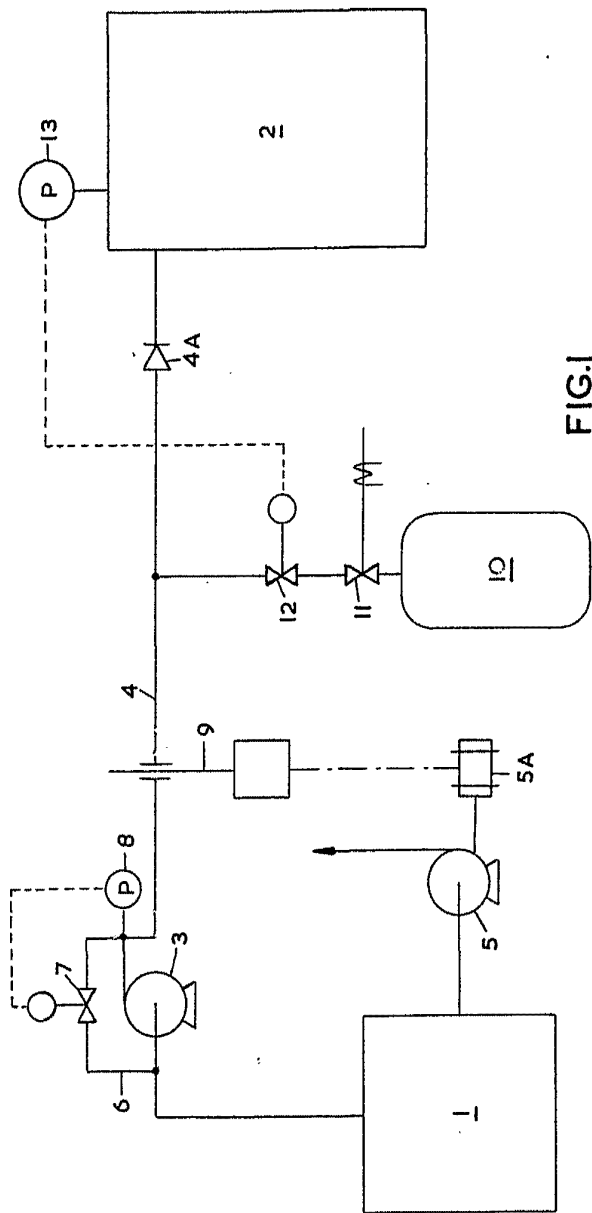
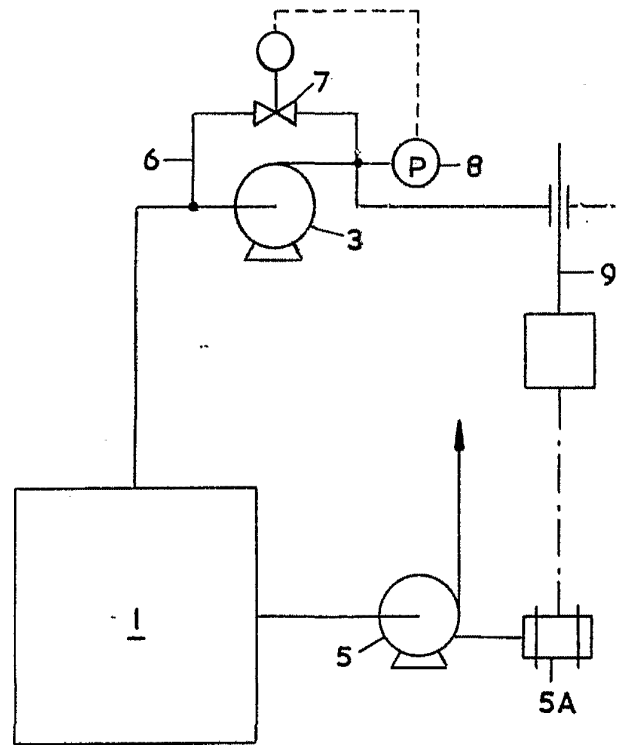


FIG. 1

Carroll & Chisholm

BCC LIMITED



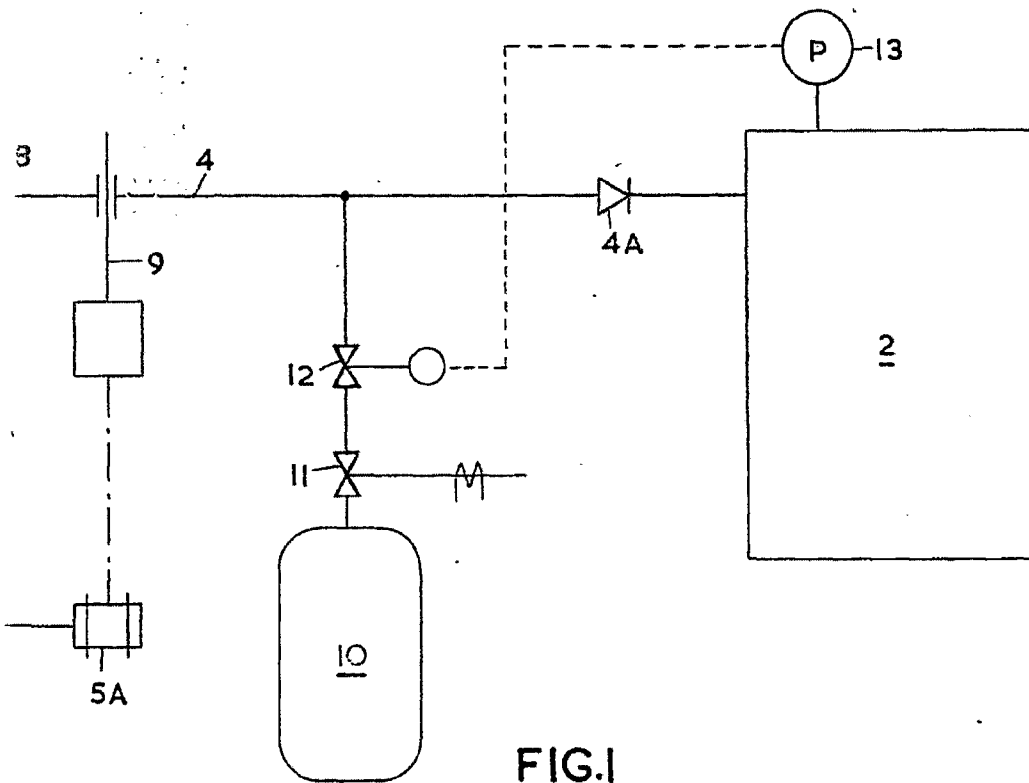
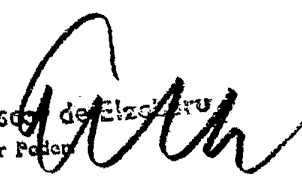


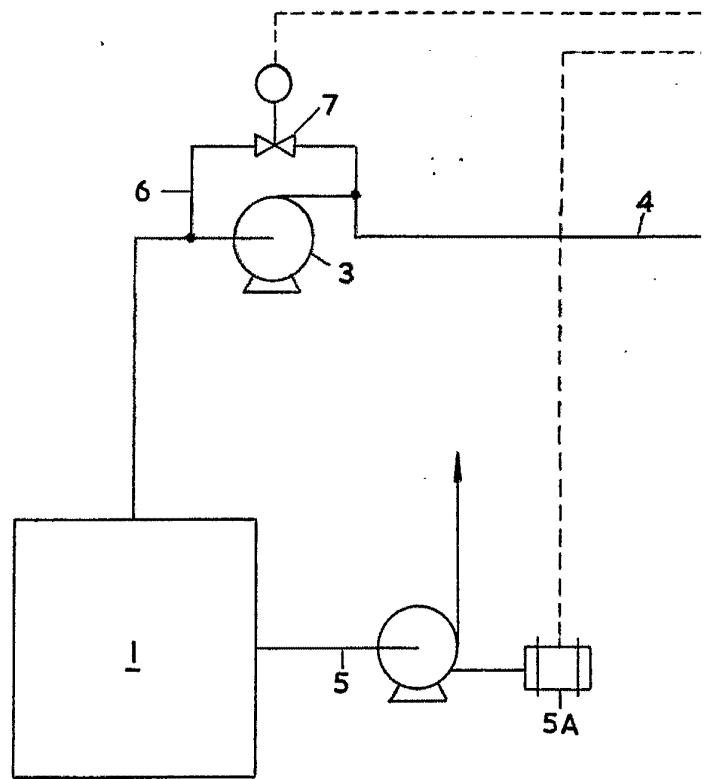
FIG. I

Oscil de Elzeviru  
Por Poder





BOC LIMITED



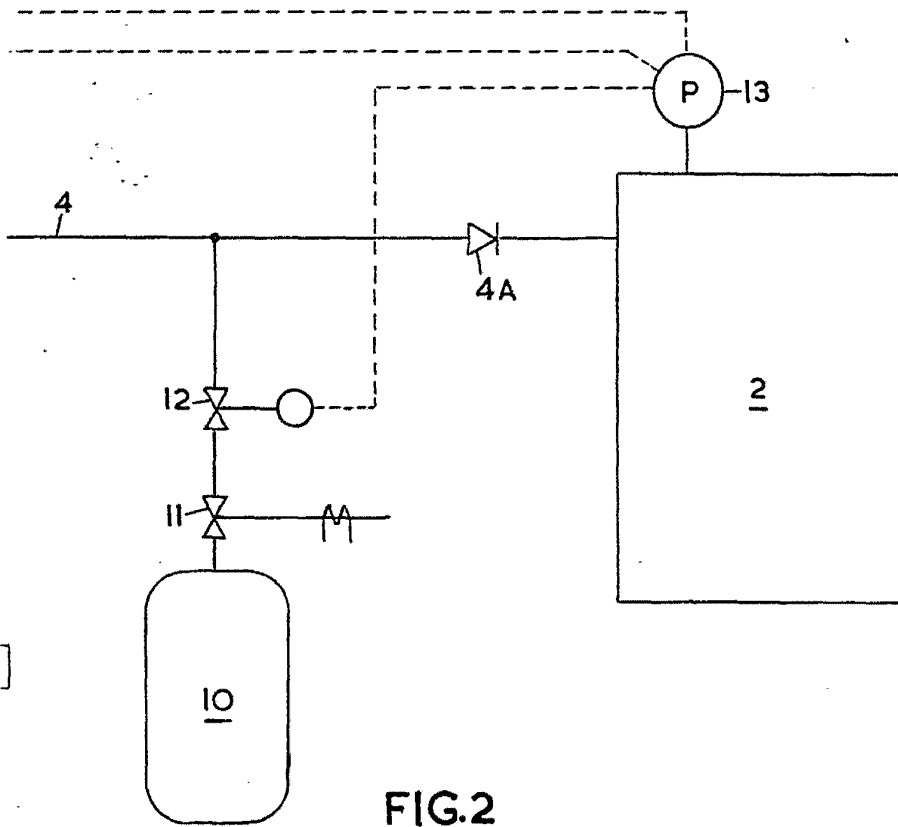


FIG. 2

*[Handwritten signature]*