



| | | | | | |
|----|----|----|-----------------------|----|----|
| 19 | ES | 11 | NÚMERO | 10 | A1 |
| | | 21 | | | |
| | | 22 | FECHA DE PRESENTACION | | |
| | | | 14 de abril 1976 | | |

PATENTE DE INVENCION

| | | |
|---|--------------------------------|--------------------------------------|
| 50 PRIORIDADES: | | |
| 51 NÚMERO | 52 FECHA | 53 PAIS |
| | | |
| 47 FECHA DE PUBLICIDAD | 51 CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
| | BoID | |
| 54 TITULO DE LA INVENCION | | |
| "Metodo y aparato correspondiente para efectuar el tratamiento de un fluido". | | |
| 71 SOLICITANTE (S) | | |
| ATOMIC ENERGY BOARD | | |
| DOMICILIO DEL SOLICITANTE | | |
| PELINBABA, District of Pretoria, Transvaal Province (Republica de Sud Africa) | | |
| 72 INVENTOR (ES) | | |
| PIERRE CLOETE HAARHOFF Y WENER ADOLF SCHUMANN | | |
| 73 TITULAR (ES) | | |
| | | |
| 74 REPRESENTANTE | | |
| D. JOAQUIN BOLIBAR PERA. | | |



P A T E N T E D E I N V E N C I O N
=====

M e m o r i a d e s c r i p t i v a .

La presente invención se refiere al tratamiento de fluido. En particular se refiere a un método para el
5 tratamiento de fluido y a un aparato para el tratamiento de un fluido.

De acuerdo con la invención, un método para el tratamiento de fluido comprende las etapas de:

10 Alimentar en un tramo de un conducto una corriente de fluido monofásica y que tiene una composición que varía de una manera conocida con respecto a una propiedad pre-determinada del mismo en una sección transversal de la corriente, transversal al sentido de movimiento de la corriente;

15 Mover la corriente a lo largo del tramo de conducto, y;

Antes de que desaparezca la variación de la composición de la corriente, separar al menos algunas partes de la corriente que tengan diferentes composiciones, a la
20 vez que se hacen salir las mismas del conducto.

La propiedad predeterminada puede ser física o química. Las partes de la corriente de diferente composición serán diferentes entre sí con respecto a dicha propiedad. "Monofásico" significa que el fluido es un gas, o es un
25 líquido que comprende componentes totalmente miscibles sin interfase.

La corriente, cuando se alimenta al conducto, puede tener una composición que varía desde un mínimo con respecto a la propiedad predeterminada, hasta un máximo con



respecto a tal propiedad. La variación de la composición puede ser sustancialmente continua o sustancialmente progresiva.

El tramo del conducto puede ser de sección transversal circular o preferiblemente anular, variando la composición de la corriente en una dirección circunferencial desde dicho mínimo a dicho máximo, estando situados el máximo y el mínimo en posiciones diametralmente opuestas.

El método puede comprender, antes de separar dichas partes de la corriente entre sí, el efectuar sobre la corriente una ó más etapas de elaboración. Así, el método puede comprender, como una etapa, el cambiar la presión del fluido de la corriente. El movimiento del fluido a lo largo del conducto se puede llevar a cabo por medio de un impulsor o propulsor de flujo axial, cuyo impulsor incrementa la presión del fluido de la corriente. Otra etapa que puede comprender el método consiste en cambiar la temperatura del fluido en la corriente. El cambio de la temperatura del fluido de la corriente se puede realizar por mediación de un elemento intercambiador de calor provisto de orificios que se extienden a través del conducto. El método puede comprender también, como etapa del mismo, retirar y añadir fluido a la corriente. Se puede retirar el fluido de la corriente por medio de un parador de isótopos que altera la composición isotópica de la corriente; y también se puede retirar fluido de la corriente o añadirlo a la misma a través de conductos de salida y entrada al conducto, respectivamente.

El método puede comprender el empleo de tabiques divisores que se extienden en la dirección del flujo a lo largo de una parte del conducto, para separar partes de la

14 AB 

- 3 -

corriente entre sí, y con ello luchar contra la desaparición de la variación de la composición de la corriente.

El conducto puede formar un circuito sin fin o formar parte del mismo, a lo largo del cual se mueve la corriente, en que al menos parte de la corriente circula por el circuito más de una vez. Así, el fluido de la corriente puede seguir una pluralidad de diferentes recorridos helicoidales cuando circula por el circuito. Cuando el conducto es de sección transversal anular, y la composición varía circunferencialmente desde un mínimo a un máximo, como se ha dicho anteriormente, pueden haber dos recorridos helicoidales, cada uno de los cuales se extiende circunferencialmente desde el mínimo al máximo y pasa más de una vez por el circuito. El método puede comprender la operación de desviar el flujo de por lo menos una parte de la corriente, aguas arriba y junto a la posición en la que el fluido se alimenta al tramo de conducto, para favorecer el flujo del fluido a lo largo de dicha pluralidad de recorridos helicoidales.

El circuito puede estar formado por una caja cilíndrica interior alojada en el interior y que se extiende a lo largo de una caja cilíndrica exterior, en la que los extremos opuestos de la caja interior están abiertos en los extremos opuestos de la caja exterior, en los que los ejes de los recorridos helicoidales se extienden en sentidos circunferenciales opuestos con respecto a las cajas desde el mínimo al máximo.

Cuando el método se aplica a la separación de isotopos y el conducto forma o forma parte de un circuito a lo largo del cual se mueve la corriente, el fluido alimentado



o añadido a la corriente, se añade preferiblemente a la parte de la corriente que tiene la composición isotópica más parecida a la del fluido que se añade.

5 Cuando la corriente se desplaza a lo largo del conducto por medio de un impulsor o de un propulsor axial de flujo, la corriente de fluido se hace girar toda ella en un cierto ángulo a medida que pasa a través del impulsor o del propulsor. El método puede comprender asimismo, la etapa de desviar la corriente en un sentido circunferencial para compensar el giro de la corriente con relación al conducto, que ha sido provocado por medio del compresor.

Además, de conformidad con la presente invención, un aparato para el tratamiento de un fluido comprende:

15 medios que definen un conducto que forma un circuito o forma parte de un circuito; por lo menos una entrada al circuito y al menos una salida del circuito; medios para provocar el flujo de una corriente de fluido monofásico a lo largo del circuito y para hacer circular por lo menos una parte de la corriente más de una vez por el circuito, cuya parte sigue un recorrido helicoidal por el circuito y a través del conducto.

El aparato puede comprender medios de desviación para desviar el fluido que circula por el circuito y hacer que dicha parte o partes sigan dicho recorrido o recorridos.

25 El aparato puede estar provisto de uno o más tabiques divisores que se extienden a lo largo de parte del conducto en la dirección del flujo, y los medios para producir el flujo pueden consistir en un impulsor o un propulsor de flujo axial.



El aparato puede estar dotado de un elemento intercambiador de calor provisto de orificios que se extiende a través del conducto para cambiar la temperatura de la corriente de fluido cuando ésta circula por el circuito.

5 El conducto puede ser anular, existiendo una entrada principal en un sector del conducto y una salida principal en un sector diametralmente opuesto del conducto, para hacer que el fluido que penetra por la entrada principal se divida en dos partes que siguen diferentes recorridos helicoidales por el circuito hasta la salida principal. El
10 circuito puede estar constituido por una caja cilíndrica interior que se extiende por el interior de una caja cilíndrica exterior, estando los extremos opuestos de la caja interior abiertos en los extremos opuestos de la caja exterior.

15 El aparato puede comprender un separador de isótopos en el circuito para realizar una separación de isótopos en la corriente de fluido cuando ésta circula por el circuito

El aparato puede estar provisto de una pluralidad de entradas secundarias al circuito, que están separadas entre sí y una pluralidad de salidas secundarias del circuito
20 asimismo separadas entre sí.

En la descripción detallada que sigue, la invención se describe e ilustra por conveniencia principalmente con referencia a un proceso de separación de isótopos que efectúa una separación de $1/5$, es decir, la fracción de la corriente de alimentación que se separa formando una corriente
25 enriquecida es $1/5$ con respecto al flujo o gasto másico, y que ésta corriente enriquecida es $1/4$ de la corriente agotada con respecto al flujo másico. El ejemplo se refiere a un



caso en que las corrientes enriquecida y agotada que deja tal elemento están a la misma presión. El ejemplo es aplicable a un proceso en el que se trata una corriente de fluido que consiste en un gas en curso de proceso (tal como el UF_6 que se ha de enriquecer con respecto a U^{235}), o a un proceso en el que se trata una corriente de fluido que comprende una mezcla de un gas en curso de proceso y un gas de soporte tal como H_2 o helio. Sin embargo, todas las referencias que se hacen de aquí en adelante para la composición isotópica y flujo másico de una corriente de gas son para la composición isotópica y flujo másico del gas en curso de proceso de la corriente.

A continuación se describe la invención, sólo a título de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos.

En dichos dibujos:

La figura 1 A representa un diagrama esquemático del proceso de parte de una disposición en cascada apropiada para una separación de $1/5$.

La figura 1 es un alzado lateral en sección axial del aparato para el tratamiento de fluido de acuerdo con la invención.

La figura 2 ilustra un diagrama del proceso del aparato de la figura 1.

Las figuras 3A a 3H ilustran esquemáticamente flujos en varias secciones transversales del aparato de la figura 1.

La figura 4 ilustra un diagrama del proceso para un aparato similar al de la figura 1, pero destinado a tener un menor grado de circulación que el de dicha figura.



Las figuras 5A a 5D ilustran vistas similares a las de las figuras 3A a 3H, para el diagrama del proceso de la figura 4.

5 La figura 6 muestra un diagrama del proceso para un aparato similar al de la figura 1, pero destinado a tener un mayor grado de circulación que el aparato de la figura 1.

Las figuras 7A a 7P representan vistas correspondientes a las de las figuras 3A a 3H para el esquema de flujo de la figura 6.

10 La figura 8 muestra un alzado lateral en sección parcial de otro aparato para el tratamiento de fluido de acuerdo con la invención, considerada por la línea VIII-VIII de la figura 9.

15 La figura 9 es un alzado en sección parcial del aparato de la figura 8, considerada por la línea IX-IX de la figura 8.

Y la figura 10 muestra una parte del aparato de las figuras 8 y 9, considerada por la línea X-X de la figura 9.

20 En la figura 1A, la referencia numérica -1- indica en general parte de un bloque que forma parte de una disposición en cascada constituida por una pluralidad de bloques interconectados en serie. Cada bloque comprende una pluralidad de etapas substancialmente idénticas -2-, cada una de
25 cuyas etapas comprende, a su vez, un separador de isótopos -3-, un intercambiador térmico -4- y un compresor -5- apto para hacer circular una corriente de gas en serie a través del intercambiador térmico -4- y el separador -3-. Las etapas -2- están interconectadas por medios que definen corrientes



de alimentación -6-, corrientes enriquecidas -7- y corrientes agotadas -8-. Cada corriente de alimentación -6- que entra en una etapa -2- está formada por corrientes -7- y -8- procedentes de otras dos diferentes etapas -2- y pasa a través del compesor asociado -5- y del intercambiador de calor -4- al separador asociado -3- donde es dividida en otras dos corrientes -7- y -8-. Estas otras corrientes, a su vez, van hasta otras dos etapas -2-. En la figura 1A, la parte del bloque que se ilustra comprende tres grupos -9- cada uno de los cuales comprende cuatro etapas -2-. Cada grupo recibe la alimentación de cuatro corrientes enriquecidas -7- procedentes del grupo precedente y de una corriente agotada -8- que procede del grupo siguiente -9-. Las etapas se pueden considerar conectadas en serie con las corrientes enriquecidas -7- que circulan contra corriente con respecto a las corrientes agotadas -8- a lo largo de la cascada. Así, cada etapa se ilustra recibiendo, como parte de su alimentación, la corriente agotada -8- procedente de la etapa siguiente -8-, recibiendo, además, como parte de su alimentación, la corriente enriquecida procedente de la etapa que está en cuarto lugar detrás de la serie, considerada ésta adelantado progresivamente, juntamente con el grado de enriquecimiento de las corrientes, a lo largo de la cascada. Cada corriente -7- es $1/4$ de la corriente -8- que deja la misma etapa con respecto al flujo másico, y las corrientes -7- y -8- se combinan para formar cada corriente -6- que tiene aproximadamente la misma composición isotópica. La disposición en cascada comprende una corriente de alimentación de entrada, una corriente enriquecida de salida final y una corriente agotada

14 ABR 1953



de salida final (no ilustrada), y el caudal con que se alimentan y se hacen salir los fluídos en la cascada por medio de dichas corrientes se controla para obtener las proporciones de flujos másicos y las composiciones isotópicas deseadas a través de toda la disposición en cascada. La interconexión de las etapas -2- descritas anteriormente es para las etapas internas que se hallan en el interior del bloque, lejos de sus contornos. En los límites del bloque, es decir, las superficies de contacto entre el bloque y los bloques adyacentes, el bloque presenta etapas terminales cuyas interconexiones con otras etapas pueden ser diferentes, con arreglo a la constitución de la cascada, de las interconexiones de las etapas -2- descritas.

En la figura 1 de los dibujos, la referencia numérica -10- indica en general un aparato de acuerdo con la invención, adecuado para la separación isotópica de gases. El aparato -10- comprende una caja interna -12- y una caja exterior -14- dispuesta alrededor de la primera que es cilíndrica y hueca y de extremos abiertos, y presenta una porción estrecha -12.1- y una porción ancha -12.2- unidas por un tramo cónico intermedio -12.3-. Análogamente, la caja exterior -14- es cilíndrica hueca y comprende una porción estrecha -14.1- y una porción ancha -14.2- relacionadas entre sí por un tramo cónico -14.3-. Los extremos de ésta caja exterior están cerrados. La porción estrecha -12.1- está situada en el interior de la porción estrecha -14.1-, la porción ancha -12.2- dentro de la porción ancha -14.2- y la porción cónica -12.3- en la porción cónica -14.3-.

La caja -12- define un conducto -16- que presenta



una porción estrecha -16.1- abierta en la porción estrecha
-14.1- de la caja -14-, así como una porción ancha -16.2-
abierta en la porción ancha -14.2- de la caja -14-. Las ca-
jas -12- y -14- son coaxiales y los extremos abiertos de la
caja -12- están separados axialmente hacia el interior con
relación a los extremos cerrados de la caja -14-. Entre las
cajas -12- y -14- se define un conducto anular -18- que pre-
senta una porción estrecha -18.1- en comunicación con la
porción estrecha -16.1- del conducto -16-, así como una por-
ción ancha -18.2- que comunica con la porción ancha -16.2-
del conducto -16-. De esta manera, los conductos -16- y -18-
forman un conducto o circuito sin fin que presenta una parte
interior tubular formada por el conducto -16- y una parte
exterior anular, dentro de la que queda situada la parte in-
terior, definida por el conducto -18-.

En el conducto -16- está dispuesto un impulsor de
flujo axial, constituido por un compresor de flujo axial
-20- dotado de un eje -20.1- y de una pluralidad de paletas
-20.2-. El eje -20.1- es coaxial con los conductos -16- y
-18- y desde el exterior de la caja -14- está dirigido ha-
cia el interior hasta la porción estrecha -16.1- del conduc-
to -16-. Las paletas -20.2- están situadas en la porción
estrecha -16.1- del conducto -16-.

En el conducto -16- está dispuesto un intercambia-
dor de calor, constituido por un elemento intercambiador
térmico provisto de orificios -22-. Este intercambiador de
calor se halla situado en la porción ancha -16.2- del con-
ducto -16-, adyacente al tramo cónico -12.3- de la caja -12-.

En la porción ancha -16.2- del conducto -16- está

14 ABR. 1976



- 11 -

dispuesto un separador -24- que comprende una pluralidad de elementos -26- de separación isotópica de gases, quedando situado el intercambiador de calor -22- entre el separador -24- y el impulsor -20-. Los elementos -26- tienen sendas

5 entradas -26.1- en comunicación con el conducto -16- y dirigidas hacia la porción estrecha -16.1- de tal conducto, presentando dichos elementos -26- otras tantas salidas principales -26.2- en comunicación con el circuito y dirigidas hacia el extremo cerrado de la porción ancha -14.2- de la caja

10 -14-, comprendiendo los elementos -26- por lo menos una salida secundaria entre la salida principal y la entrada. Los expresados elementos, en el caso ilustrado en las figuras 1 a 7, son del tipo que efectúan una separación de $1/5$, es decir, tales elementos separan una corriente de alimentación

15 dividiéndola en una corriente enriquecida y una corriente agotada, siendo la primera $1/4$ de la segunda con respecto al flujo másico. Dos tabiques -28- y -30-, situados respectivamente entre el intercambiador de calor -22- y el separador -24- y en el extremo libre de la porción ancha -16.2-

20 del conducto -16-, aíslan un compartimiento -32- en el conducto -16- del resto del circuito. Las entradas -26.1- y las salidas principales -26.2- de los elementos -26- quedan respectivamente situadas desde y hacia el interior del circuito fuera del compartimiento -32-, y las salidas secundarias están en el compartimiento -32-. Este compartimiento -32- presenta un conducto de salida dispuesto axialmente -34- que

25 se extiende axialmente hacia el exterior desde el citado compartimiento y sale por el extremo de la porción ancha -14.2- de la caja -14-. Se puede apreciar que la salida secundaria

de cada elemento -26-, en vez de ser una salida discreta, puede comprender una superficie permeable en el elemento que depende del proceso de separación de isotópos que se considere.

5 En la parte ancha -18.2- del conducto -18- penetra una entrada principal -36- constituida por un tubo dirigido axialmente en dicho conducto hacia la porción estrecha -18.1- del mismo. De la porción ancha -18.2- del conducto -18- parte una salida principal -38- formada por un tubo dirigido en sentido opuesto a la entrada -36-, axialmente a la misma. La entrada -36- y la salida -38- se hallan dispuestas en posiciones diametralmente opuestas del contorno del conducto -18-.

10

Alrededor de la caja -14- se extiende circunferencialmente otra entrada formada por un conducto -40- que comprende cuatro conductos secundarios -40.1-, -40.2-, -40.3- y -40.4-.

15

El conducto -40- presenta una pluralidad de conexiones de flujo que van desde sus conductos -40.1- a -40.4- hasta el conducto anular -18-, dispuestas circunferencialmente alrededor del conducto anular -18-. Más adelante se describirá con mayor detalle la situación de dichas conexiones de flujo, dos de las cuales se ilustran en la figura 1, indicadas por la referencia numérica -42-.

20

El conducto -34- está igualmente dividido interiormente por medio de tabiques en cuatro conductos secundarios -34.1-, -34.2-, -34.3- y -34.4-, abiertos mediante conexiones de flujo al interior del compartimiento -32-. Tales conexiones se describirán con mayor detalle más adelante.

25



En el conducto anular -18- se han previsto medios deflectores o desviadores aptos para desviar el flujo de un fluido circulante a lo largo del conducto -18-. La función de los medios deflectores será descrita con mayor detalle más adelante. Los medios deflectores comprenden una pluralidad de elementos deflectores, convenientemente determinados por placas deflectoras curvadas (no ilustradas) en el conducto -18-. Tales placas se extienden entre las cajas -14- y -12- y, consideradas de lado en una dirección radial hacia el interior, se extienden según un ángulo con respecto a la dimensión longitudinal, es decir, el eje polar del aparato -10-. Dichas placas están situadas en un anillo que se extiende circunferencialmente en -44-, inmediatamente aguas arriba de la entrada principal -36-.

El funcionamiento del aparato se describirá asimismo con referencia a la figura 2 en la que con -46- se indica en general un diagrama del proceso del aparato de la figura 1, así como con referencia a las figuras 3A a 3H en las que con -48- se indican en general varias secciones transversales del aparato -10- de la figura 1. Si no se especifica de otro modo, las referencias numéricas iguales indican partes iguales.

El aparato -10- forma un módulo apto para alojar un grupo de etapas que forman parte de un bloque en una disposición en cascada para un proceso de separación de isótopos para gases, existiendo vario módulos similares interconectados en serie. A lo largo de la serie se mueve una mezcla de gas isotópica que comprende un primer componente y un segundo componente que es isotópicamente distinto del



primer componente. En cada módulo tiene lugar una separación de isótopos, con lo que la mezcla de gas se separa en dos corrientes, esto es, una corriente que está enriquecida con respecto a un componente deseado, por ejemplo, el primer
5 componente, y una corriente que está agotada con relación a dicho componente deseado. Cada módulo es alimentado con la corriente enriquecida procedente de un módulo anterior de la serie y con la corriente agotada procedente de un módulo siguiente de la serie. La corriente enriquecida proceden-
10 te del módulo anterior se indica en general con -50- y pasa a lo largo del conducto -40-. Dicha corriente -50- se divide en cuatro corrientes derivadas -50.1-, -50.2-, -50.3- y -50.4-. Estas corrientes derivadas tienen composiciones isotópicas diferentes, es decir, su concentración o grado
15 de enriquecimiento con respecto al componente deseado, definido como la relación con respecto a la masa entre el componente deseado (primer componente) y el otro componente (segundo), es diferente. Dichas corrientes derivadas pasan respectivamente a lo largo de los conductos secundarios -40.1-
20 -40.2-, -40.3- y -40.4-. La corriente agotada procedente del módulo siguiente se indica con la referencia numérica -52-.

La corriente agotada -52- penetra en el conducto -18- del aparato -10- a través de la entrada principal -36-.
25 El conducto secundario -40.1- presenta una conexión de flujo única -42- al conducto -18- y esta conexión de flujo se halla dispuesta inmediatamente aguas abajo con respecto a la entrada -36- y está alineada axialmente con ella. La sub corriente -50.1- tiene substancialmente la misma composición

14 ABR 1976



isotópica que la corriente -52-. Si se desea, en la conexión
-42- se puede disponer medios mezcladores, tal como una bo-
quilla, placa deflectora o similar con el fin de favorecer
la mezcla entre las corrientes -52- y -50.1-. Estos medios
5 mezcladores pueden preverse para cada conexión -42- descri-
ta más adelante.

La corriente combinada formada por la corriente
derivada -50.1- y la corriente -52- fluye axialmente a lo
largo del conducto -18- hacia la porción extrema estrecha
10 -14.1- de la caja -14-. Este flujo tiene lugar substancial-
mente a lo largo de un sector del conducto -18- y la corrien-
te combinada entra en el compresor -20-, donde circula a lo
largo de un sector del mismo en el conducto -16- indicado con
la referencia numérica -54- en las figuras 2 y 3A. El flujo
15 de dicha corriente -50.1-, -52- por dichos sectores del con-
ducto -18- y el conducto -16- a través del compresor -20-
tiene lugar de manera que se produce una pequeña mezcla con
las corrientes que circulan a lo largo del mismo. Así dicha
corriente -50.1-, -52- forma un sector de la corriente anu-
20 lar que forma el flujo total a lo largo del conducto -18-
y un sector de la corriente anular o circular que forma el
flujo total a lo largo del conducto -16-. Cuando la corrien-
te combinada -50.1-, -52- pasa a lo largo del compresor -20-
el sector de la corriente total que pasa a lo largo del con-
25 ducto -16- ocupado por dicha corriente combinada es desplaza-
da en dirección circunferencial que es el sentido en el que
giran las paletas -20.2- del compresor -20-. Así, el sector
-54- del compresor -20- seguirá una trayectoria helicoidal
a lo largo del compresor. Sin embargo, no se producirá mezcla



substancial de esta corriente con las corrientes de los sectores adyacentes. La corriente -50.1-, -52- en el sector -54- circula a lo largo del conducto -16- y entra en un sector del intercambiador de calor -22-. Su temperatura se cambia en un grado deseado cuando pasa a través del intercambiador de calor -22- y pasa a los elementos -26- de un sector correspondiente del compartimiento -32- a través de las entradas -26.1- hasta los elementos de separación -26-. Los sectores del intercambiador de calor -22- y el compartimiento -32- (es decir, el separador -24-) se indican en las figuras 2 y 3E con la referencia numérica -54.1-. Los sectores -54.1- no tienen que estar necesariamente alineados axialmente con el sector -54- a la salida del compresor -20- cuando se pretende la posibilidad de producir un remolino circular en el sentido circunferencial de la corriente total a lo largo del conducto -16- entre el compresor -20- y el intercambiador de calor -22-.

La corriente combinada -50.1-, -52- pasa por un proceso de separación isotópica en los elementos -26- que forman el sector -54.1- del separador -24-.

En el sector -54.1- del separador -24- la corriente combinada -50.1-, -52- es dividida en una corriente enriquecida -56.1- y una corriente agotada -58.1-, efectuando los elementos -26- una separación de 1/5 con respecto al gas en curso de proceso. La corriente agotada -58.1- sale por las salidas principales -26.2- de los elementos -26- que forman dicho sector -54.1-. La corriente enriquecida sale por las salidas secundarias de dichos elementos -26- y por el interior del compartimiento -32-. En el compartimiento -32- la corriente enriquecida -56.1- pasa al conducto



secundario -34.1- del conducto -34- y desde el mismo pasa al siguiente módulo de la serie.

La corriente agotada -58.1- pasa al conducto -18- y circula axialmente a lo largo de un sector del conducto -18- hasta el anillo de placas deflectoras dispuestas en -44-. Dicha corriente incide sobre una o más de las citadas placas y es dividida en dos corrientes derivadas -58.1- que pasan axialmente a lo largo del conducto -18- y en lados opuestos de la entrada -36-. El conducto secundario -40.2- presenta un par de conexiones de flujo -42- con el conducto -18- situadas donde las corrientes derivadas -58.1- pasan a lo largo del conducto -18-. Las corrientes derivadas -58.1- se unen mediante dichas conexiones -42- con la corriente derivada -50.2- procedente del conducto secundario -40.2-. Las corrientes derivadas -50.2- y -58.1- tienen substancialmente la misma composición isotópica. Las corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1- pasan axialmente a lo largo del conducto -18- a la porción estrecha -14.1- de la caja -14- en lados opuestos de la corriente combinada -50.1-, -52-. Dichas corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1- entran en dos sectores -60- del conducto -16- en el compresor -20- en lados opuestos del sector -54-. Como podrá apreciarse, para facilidad de representación, los sectores -60- se ilustran como un sector único en la figura 2.

Las corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1- pasan, como se ha descrito con referencia a la corriente combinada -50.1-, -52-, por el conducto -16- desde su porción estrecha -16.1- a través del intercambiador de calor -22- y al separador -24-. Los sectores del intercambiador



de calor -22- y del separador -24- a través o en las que pa-
san dichas corrientes derivadas combinadas se designan con
-60.1-. En la figura 2, dichos dos sectores se indican así-
mismo como un solo sector para el intercambiador térmico -22-
5 y el separador -24-. Cada corriente derivada combinada -50.2-
-58.1- penetra en los elementos -26- de uno de los sectores
-60.1- del separador -24- a través de sus entradas -26.1-.

En dichos sectores -60.1- del separador -24- las
corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1- son dividi-
10 das en una corriente derivada enriquecida -56.2- y una co-
rriente derivada agotada -58.2-. Las corriente derivadas en-
riquecidas -56.2- pasan a través de las salidas secundarias
de los elementos -26- de dichos sectores -60.1- al comparti-
miento -32- desde el que pasan a través de conexiones de
15 flujo al conducto secundario -34.2- del conducto de salida
-34-, para formar una corriente enriquecida -56.2- y desde
aquí pasan al siguiente módulo de la serie.

Las corrientes derivadas agotadas -58.2- pasan a
través de las salidas -26.2- de los elementos -26- en dichos
20 sectores -60.1- y al conducto -18- en lados opuestos de la
corriente -58.1-.

Las corrientes derivadas -58.2- pasan a lo largo
del conducto -18- en lados opuestos de la corriente -58.1-
y son desviadas por las placas deflectoras situadas en -44-,
25 de modo que pasan a lo largo del conducto -18- a los lados
de las corrientes derivadas combinadas -58.1- y -50.2- lejos
de la corriente combinada -50.1-, -52-. Cuando las corrientes
derivadas -58.2- pasan radialmente por el interior del con-
ducto -40- reciben la corriente enriquecida -50.3- procedente

14 ABK 1976 III



- 19 -

del conducto secundario -40.3- a través de dos conexiones de flujo -42-. La corriente enriquecida -50.3- tiene substancialmente la misma composición isotópica que las corrientes derivadas -58.2-.

5 Las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- pasan axialmente a lo largo del conducto -18- separándose de las placas deflectoras dispuestas en -44- y hacia la porción estrecha -18.1- de dicho conducto. Dichas corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- están situadas respectivamente en los lados de las corrientes derivadas combinadas -50.2-
10 y -58.1- lejos de la corriente combinada -50.1-, -52-. Las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- entran en dos sectores -62- del conducto -16- en el compresor -20-, a los lados de los sectores -60- lejos del sector -54-. El sector
15 -62- se ilustra también como un sector único en la figura 2.

Las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- pasan, como se ha explicado con referencia a la corriente combinada -50.1-, -52-, a lo largo del conducto -16- desde
20 su porción estrecha -16.1-, a través del intercambiador de calor -22- y el separador -24-. Los sectores del intercambiador de calor -22- y del separador -24-, a través o por el interior de las cuales pasan las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- se indica con la referencia numérica
25 -62.1-. En la figura 2, dichos dos sectores se indican asimismo como un sector único para el intercambiador térmico -22- y el separador -24-. Cada corriente derivada combinada -50.3- y -58.2- entra en los elementos -26- de uno de tales sectores -62.1- del separador -24- a través de las entradas

14 APR 1970
U.S. DEPARTMENT OF ENERGY
OFFICE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT
ENERGY RESEARCH CENTER

-26.1- del mismo.

En dichos sectores -62.1- del separador -24-, las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- son divididas en una corriente derivada enriquecida -56.3- y una corriente derivada agotada -58.3-. Las corrientes derivadas enriquecidas -56.3- pasan a través de las salidas secundarias de los elementos -26- en dichos sectores -62.1- al compartimiento -32- desde el que pasan por mediación de conexiones de flujo al conducto secundario -34.3- del conducto de salida -34- desde el que pasan al siguiente módulo de la serie.

Las corrientes derivadas agotadas -58.3- pasan a través de las salidas -26.2- de los elementos -26- de dichos sectores -62.1- al conducto -18-, respectivamente en los lados de las corrientes derivadas -58.2-, lejos de la corriente -58.1-.

Las corrientes derivadas -58.3- pasan a lo largo del conducto -18- respectivamente por los lados de las corrientes derivadas -58.2- lejos de la corriente -58.1- y las corrientes derivadas -58.3- son desviadas por las placas deflectoras situadas en -44- de manera que pasan por el conducto -18- en los lados de las corrientes derivadas combinadas -58.2- y -50.3- lejos de las corrientes derivadas combinadas -58.1- y -50.2-. Dichas corrientes derivadas -58.3- después de pasar sobre las placas deflectoras de -44- se sitúan adyacentes entre sí para formar una corriente única -58.3-. Cuando la corriente -58.3- pasa radialmente por el interior del conducto -40-, recibe la corriente enriquecida -50.4- procedente del conducto secundario -40.4- a través

14 ABR 1958
ESTADO UNIDO DE AMERICA
CINCO CTS

- 21 -

de la conexión de flujo -42-. La corriente enriquecida -50.4- tiene substancialmente la misma composición isotópica que la corriente combinada -58.3-.

La corriente combinada -50.4-, -58.3-, pasa, como se ha explicado con referencia a la corriente combinada -50.1,52-, axialmente a lo largo del conducto -18- hacia la porción estrecha extrema -14.1- de la caja -14-. La corriente combinada -50.4-, -58.3- entra en el compresor -20- donde circula a lo largo de un sector -64-, entre los sectores -62-. Luego, dicha corriente combinada -50.4-, -58.3- pasa por el conducto -16- desde su porción estrecha -16.1-, a través del intercambiador de calor -22- y al separador -24-. Los sectores del intercambiador de calor -22- y del separador -24- a través o por el interior de los cuales pasa la corriente combinada -50.4-, -58.3-, se designan con la referencia numérica -64.1-.

En dicho sector -64.1- del separador -24- la corriente combinada -50.4-, -58.3- es separada en una corriente derivada enriquecida -56.4- y una corriente derivada agotada -58.4-. La corriente derivada enriquecida -56.4- pasa a través de las salidas secundarias de los elementos -26- en el sector -64.1- al interior del compartimiento -32-, desde el que dicha corriente pasa a través de una conexión de flujo al conducto secundario -34.4-, desde el cual la corriente pasa al siguiente módulo de la serie.

La corriente agotada -58.4- pasa a través de las salidas -26.2- de los elementos -26- de dicho sector -64.1- al conducto -18- entre las corrientes derivadas -58.3-. La corriente -58.4- pasa en una corta distancia a lo largo de



la porción ancha del conducto -18- y luego pasa, a través de la salida principal -38-, al precedente módulo de la serie.

5 Puede apreciarse que la corriente -58.4- que pasa por la salida -38- tiene la misma función en el precedente módulo de la serie que la corriente -52- que entra en el aparato -10- a través de la entrada -36-. Análogamente, las corrientes -56.1- a -56.4- que pasan como corrientes derivadas por los conductos secundarios -34.1- a -34.4- del conducto -34- se tratan de la misma manera y tienen la misma
10 función en el siguiente módulo de la serie que las corrientes derivadas -50.1- a -50.4- que entran en el aparato -10- a través de los conductos secundarios -40.1- a -40.4- del conducto -40-.

15 Cuando la corriente combinada -50.1-, -52-, las corrientes derivadas -50.2- y -58.1-, las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- y la corriente combinada -50.4-, -58.3- pasan por los conductos -16- y -18- en dirección axial una junto a otra, las mismas se desplazan por dichos conductos substancialmente sin que se mezclen, exceptuando una pequeña difusión en sus interfases. Tampoco se produce mezcla substancialmente cuando dichas corrientes y corrientes derivadas pasan a través del compresor -20-. Así
20 podrá apreciarse que, en el aparato -10-, las varias corrientes derivadas son alimentadas al conducto -18- en la zona del mismo en el que están situadas la entrada -36-, el conducto -40- y las placas deflectoras situadas en -44-, de manera que la composición de la corriente total que circula por el conducto -18- varía de un modo deseado en su sección
25

14 ABR. 1976



- 23 -

transversal, transversal al sentido de movimiento de dicha corriente total a lo largo del conducto. De hecho, se produce un cambio de la composición en direcciones circunferenciales opuestas desde la entrada principal -36- a la salida principal -38-. Tal cambio de composición es con respecto a la composición isotópica del gas expresada por la concentración del primer o deseado componente. La corriente total que circula por los conductos -18- y -16- es movida a lo largo del citado circuito por el compresor -20-, permaneciendo substancialmente sin cambio la variación de la composición en su sección transversal. Cada vez que la corriente total pasa a través del intercambiador de calor -22-, se extrae calor de la misma; y cada vez que pasa respectivamente a través del separador -24- y bajo el conducto -40-, se extrae y se añade material a la misma. La concentración del componente deseado se incrementa uniformemente en dirección circunferencial desde un mínimo en la salida principal -38- hasta un máximo en la entrada principal -36-. De este modo, la composición de la corriente total en los conductos -18- y -16- varía en dirección circunferencial y el mínimo está diametralmente opuesto al máximo, con relación a la composición isotópica del gas.

Puede apreciarse que inmediatamente aguas abajo de las placas deflectoras situadas en -44- y las conexiones de flujo -42-, la variación de la composición de la corriente total que pasa por el conducto -18- es un tanto gradual, produciéndose diferencias substancialmente graduales de la composición entre la corriente combinada -50.1-, -52- y las corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1-; entre las corrientes derivadas combinadas -50.2- y -58.1- y las corrientes

14 ABR. 1976



- 24 -

derivadas combinadas -50.3- y -58.2-; y entre las corrientes derivadas combinadas -50.3- y -58.2- y la corriente combinada -50.4-, -58.3-. El caracter gradual de esta variación disminuye a medida que tiene lugar la mezcla por difusión en las interfaces definidas entre las corrientes y las corrientes derivadas cuando pasan por el conducto -18- y el conducto -16-. El carácter progresivo será más pronunciado entre la corriente -52- y las corrientes derivadas -58.1- y disminuirá en dirección circunferencial de modo que la diferencia gradual en la composición entre la corriente -58.4- y las corrientes derivadas -58.3- será la menos pronunciada. Las adiciones de las corrientes -50.1- a -50.4- a través del conducto -40- tienden a retrasar la desaparición de las diferencias graduales. Así, a medida que las citadas corrientes y corrientes derivadas pasan a lo largo del circuito desde la entrada -36- a la salida -38-, la variación se hará menos gradual y tenderá a una variación continua desde el mínimo hacia el máximo. Cuando la corriente total pasa a través del compresor -20-, hace girar al mismo en el sentido de giro de las paletas -20.2 del compresor, pero el mínimo y el máximo permanecerá diametralmente opuestos entre sí y permanecerá substancialmente sin cambio la variación de la composición de la corriente.

La corriente total es comprimida cuando pasa a través del compresor -20- del conducto -16-, cuando pasa a través del intercambiador térmico -22- es cambiada su temperatura y cuando pasa a través de los elementos -26- éstos extraen fluido de la misma, para formar las corrientes enriquecidas -56.1- a -56.4-. Así, las corrientes y corrientes derivadas agotadas -58.1- a -58.4- que salen de los varios sectores del separador -24- y van al conducto -18- tienen composiciones



isotópicas diferentes de las varias corrientes combinadas y corrientes derivadas que entran en los mismos sectores del separador -24- procedentes del conducto -16-. Así, la corriente total que pasa a través del separador al conducto -18- puede ser considerada con su composición cambiada con respecto a la concentración de componente deseado, para lo cual se retira fluido de la misma cuando pasa a través del separador -24-. Asimismo, puede apreciarse que se agrega fluido a la corriente total que circula por el conducto -18- a través de la entrada -36- y el conducto -40-, y se extrae fluido del conducto -18- a través de la salida principal -38-.

El fluido que circula por el conducto -18- es dividido por las placas deflectoras situadas en -44- del conducto -18-. Cuando la corriente total pasa por las placas deflectoras situadas en -44-, se mantiene la variación de la composición isotópica de la misma en su sección transversal, a la vez que a través de los conductos -38- y -36- tiene lugar respectivamente la extracción y adición de fluido. La corriente total que circula por los conductos cambia su sentido de circulación en ambos extremos del aparato -10- cuando pasa desde el conducto -18- al conducto -16- y cuando pasa desde el conducto -16- al conducto -18-. De esta manera, circula a lo largo de un circuito.

Puede considerarse que el flujo de fluido por el circuito se inicia a través de la entrada principal -36-, a cuyo flujo se agrega flujo a través de la conexión -42- desde el conducto secundario -40.1-. La corriente combinada -50.1-, -52- se desplaza por el circuito hasta el separador -24- donde es agotada por los elementos -26-. El resto de dicha co-

14 ABR 1970



riente, es decir, la corriente agotada -58.1-, continúa cir-
culando a lo largo del circuito hasta que llega a las placas
deflectoras situadas en -44-. Entonces, es dividida en dos
partes, es decir, las corrientes derivadas -58.1- que conti-
núan circulando por el circuito. Las mismas se juntan por el
5 conducto -40.2- por medio de las conexiones de flujo en -42-
y las corrientes derivadas combinadas -58.1- y -50.2- circu-
lan otra vez a lo largo del circuito hasta el separador -24-
donde son otra vez agotadas. Las corrientes derivadas -58.2-
10 siguen un ciclo similar por el circuito y se unen por las
conexiones de flujo -42- a la corriente -50.3- que procede
del conducto secundario -40.3-. Luego, las corrientes deri-
vadas combinadas -50.3- y -58.2- circulan a través del sepa-
rador -24- donde son otra vez agotadas para formar la corrien-
15 te agotada -58.3-. La corriente -58.3- es unida a través de
la conexión de flujo en -42- a la corriente -50.4- proceden-
te del conducto secundario -40.4-. La corriente combinada
-50.4-, -58.3- hace un circuito final del aparato hasta el
separador -24- donde es finalmente agotada. Luego, la corrien-
20 te agotada -58.4- sale por la salida principal -38-. Por lo
expuesto, puede apreciarse que la corriente que entra a tra-
vés de la entrada principal -36- hace un circuito del aparato
-10- a través de los sectores -54- y -54.1- después de
lo cual es dividida en dos corrientes. Tales corrientes si-
25 guen recorridos helicoidales por el circuito formado por los
conductos -18- y -16-, cuyos recorridos se mueven circunferen-
cial y opuestamente separándose entre sí y pasan a su vez
respectivamente a través de los pares de sectores -60- y
-60.1- y los pares de sectores -62-, -62.1-. Esto se aprecia

14 ABR 1973
SECRETARIA DE ECONOMIA
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

- 27 -

más claramente en la figura 3. Los recorridos se separan hasta que finalmente convergen y determinan un recorrido único en los sectores -64- y -64.1- antes de salir por la salida principal -38-. Los recorridos, en dicha dirección circunferencial, son tales que los ejes de sus helices se extienden opuestamente en dos semicírculos a lo largo de las flechas -65- (figura 3A) desde la entrada -36- a la salida -38-.

Se apreciará que, a la entrada al conducto -16- en el compresor -20-, la corriente total que circula por el conducto -16- puede ser considerada como una pluralidad de diferentes corrientes de fluido de distintas composiciones que entran en el conducto -16-. Las cuales son desplazadas a lo largo del conducto por el compresor -20- y son separadas físicamente entre sí en el separador -24-. Se pueden considerar reintroducidas en el circuito cuando salen, agotadas, del separador -24- y van al conducto -18-. La corriente -58.4- es finalmente separada físicamente de las otras corrientes (-58.1-, -58.2- y -58.3-) cuando es extraída del circuito por la salida -38-.

Si se compara la figura 1A con las figuras 2 y 3, se aprecia la correspondencia siguiente:

El módulo constituido, como ejemplo, por el aparato -10- de la figura 1 es para, entre otras cosas, alojar cuatro etapas -2-, es decir, uno de los grupos -9- ilustrados en la figura 1A;

Las etapas -2- de un grupo -9- de la figura 1A, se ilustran en las figuras 2 y 3 como los sectores -54-, -54.1-; -60-, -60.1-; -62-, -62.1-; y -64-, -64.1-, respectivamente.

Las corrientes enriquecidas -7- de la figura 1A

14 ABR



pueden considerarse como las corrientes derivadas enriquecidas -56.1- a -56.4- de las figuras 2 y 3;

Las corrientes agotadas -8- de la figura 1A pueden considerarse como las corrientes derivadas agotadas -58.1- a -58.4- de las figuras 2 y 3; y

5 existen más correspondencias en las etapas -2-, entre los compresores -5- (figura 1A) y el compresor -20- (figuras 1 a 3) y entre los intercambiadores de calor -4- (figura 1A) y el intercambiador de calor -22- (figuras 1 a 3). Así
10 el módulo -10- de las figuras 1 a 3, cuando se emplea como se indica en las figuras 2 y 3 comprende un grupo -9- de etapas -2- (figura 1A). Así, se emplean un único compresor -20- y un solo intercambiador de calor -22- (figura 1) en vez de los
15 cuatro compresores -5- y de los cuatro intercambiadores de calor -4- de un grupo -9- de la figura 1A. Además, se emplea un único conjunto de elementos -26-, integrados en el separador -24-, en lugar de los cuatro separadores individuales -3- de la figura 1A. A este respecto, se puede apreciar que, para
20 obtener la correspondencia entre las figuras 1A y 1, 2 y 3, los elementos -26- se destinan a ser empleados en todos los módulos -10- de la disposición en cascada, cuyos elementos -26- efectúan una separación de 1/5 respecto al gas en curso de proceso.

En las figuras 1, 2 y 3, la corriente -52-, con las
25 varias adiciones a la misma y de la misma, puede considerarse como que forma cuatro conductos a través del aparato, respectivamente a través de los sectores -54-, -54.1-, los sectores -60-, -60.1- los sectores -62-, -62.1- y los sectores -64-, -64.1-.



En la figura 4, la referencia numérica -66- designa en general un diagrama del proceso para un aparato similar al de la figura 1, pero destinado a tener un menor grado de circulación que el de la figura 1. En la figura 5, la referencia numérica -68- designa en general vistas correspondientes a las de las figuras 3A a 3H para el aparato que tiene el diagrama del proceso de la figura 4.

Una corriente enriquecida -70- procedente del penúltimo módulo precedente de la serie, entra en el aparato de la figura 4, cuya corriente se compone de dos corrientes derivadas o subcorrientes -70.1- y -70.2-, a través del conducto -40- que tiene dos conductos secundarios -40.1- y -40.2-. Así hay dos conexiones de flujo en -42-, una para el conducto -40.1- aguas abajo de la entrada -36- y la otra para el conducto -40.2- en una posición diametralmente opuesta en el conducto -18- aguas abajo de la salida -38-.

A través de la entrada -36- entra una corriente agotada, en forma de una corriente -72-, procedente del siguiente módulo de la serie. La corriente -72- hace dos pasadas a través del aparato, en vez de las cuatro que se indican en la figura 2. La primera pasada es a través del sector -74- del compresor -20- y de los sectores -74.1- del intercambiador de calor -22- y del separador -24-. La corriente -72- se combina, antes de dicha pasada a través de los sectores -74- y -74.1-, con la corriente derivada -70.1- procedente del conducto secundario -40.1-. La corriente combinada -70.1-, -72- después de pasar por el separador -24- y de convertida en una corriente agotada -78.1-, como se explicará más adelante, es desviada una vez en -44- por las placas deflectoras al lado



diametralmente opuesto del conducto -18-.

La corriente combinada -70.1-, 72- es dividida en el sector -74.1- del separador -24- en una corriente enriquecida -76.1- que pasa al segundo módulo que sigue de la serie a través del conducto secundario -34.1- del conducto de salida -34-, y una corriente agotada -78.1-. En los elementos -26- del sector -74.1- (y el sector -80.1- que se describirá más adelante) se efectúa una separación de 1/5 con respecto al gas en curso de proceso. El conducto -34- comprende dos conductos secundarios -34.1- y -34.2- que se dirigen al segundo módulo que sigue de la serie. La corriente agotada -78.1-, tal como se ha dicho anteriormente, al pasar por las placas deflectoras situadas en -44- es dividida en posición diametralmente opuesta en el conducto -18-. Dicha corriente -78.1- es unida a la corriente derivada -70.2- procedente del conducto secundario -40.2- y hace una segunda pasada a lo largo del circuito a través del compresor -20-, el intercambiador de calor -22- y el separador -24-. La misma pasa a través del sector -80- del compresor -20- y los sectores -80.1- del intercambiador de calor -22- y el separador -24-. En el sector -80.1- del separador -24- tiene lugar una separación de isotópos en una corriente enriquecida -76.2- que sale por el conducto secundario -34.2- y una corriente agotada -78.2-. La corriente agotada -78.2- pasa a través de la salida -38- al precedente módulo de la serie, en tanto que la corriente enriquecida -76.2- pasa al segundo módulo que sigue de la serie. Así, los sectores -74-, -74.1-, y -80-, -80.1- son substancialmente sectores de 180°, en tanto que en el caso de las figuras 2 y 3 los sectores -54-, -54.1- y -64-, -64.1-



son sectores de 90° , mientras que los sectores -60-, -60.1- y -62-, -62.1- son sectores de 45° .

En la figura 6, la referencia numérica -82- designa en general un diagrama del proceso para un aparato similar al de la figura 1, pero destinado a tener un mayor grado de circulación que la del aparato -10- de la figura 1. En la figura 7, la referencia numérica -84- indica en general vistas correspondientes a las de las figuras 3A a 3H para el diagrama del proceso de la figura 6.

La construcción y función del aparato -10-, representadas por los diagramas del proceso de las figuras 6 y 7, son similares en cuanto a su principio a las del aparato de las figuras 1, 2 y 3. La diferencia principal consiste en que las placas deflectoras situadas en -44- están dispuestas de modo que una corriente agotada -86- procedente del siguiente módulo de la serie hace ocho pasadas a través del compresor -20-, el intercambiador térmico -22- y el separador -24- antes de salir por la salida principal -38-. El conducto -40- tiene ocho conductos secundarios -40.1- a -40.8-, en tanto que el conducto -34- tiene ocho conductos secundarios -34.1- a -34.8-. Los conductos secundarios -40.1- a -40.4- del conducto -40- conducen cuatro corrientes -88.1- a -88.4- procedentes del módulo precedente de la serie, mientras que los conductos secundarios -34.1- a -34.4- del conducto -34- conducen cuatro corrientes enriquecidas al módulo siguiente de la serie. Los conductos secundarios -34.5- a -34.8- del conducto -34- están conectados directamente a los conductos secundarios -40.5- a -40.8- del conducto -40-. Esta conexión se ilustra esquemáticamente en la figura 1 en líneas de trazos



con -89-.

La secuencia de la circulación es como sigue:

(a) La corriente -86- entra en el conducto -18- por la entrada -36-. La corriente -86- es incrementada por una corriente -90.1- procedente del conducto secundario -40.5- del conducto -40-. La corriente -90.1- tiene substancialmente la misma composición isotópica que la corriente -86-. La corriente combinada -86-, -90.1- circula a lo largo del circuito definido por los conductos -18- y -16- en el sentido descrito con referencia a las figuras 1, 2 y 3 y entra en el compresor -20-. La misma pasa a través de un sector de 45° -92- del compresor -20- y a través de dos sectores de 45° -92.1- respectivamente del intercambiador térmico -22- y del separador -24-. La corriente combinada -90.1-, -86- es dividida en los elementos -26- del sector -92.1- del separador -24- en una corriente enriquecida -94.1- que pasa desde dichos elementos -26- al compartimiento -32- y luego desde dicho sector -92.1- del compartimiento -32- a través de una conexión de flujo al conducto secundario -34.1- y en una corriente agotada -96.1- que pasa desde las salidas principales -26.2- de dichos elementos -26- al conducto -18-.

(b) La corriente agotada -96.1- es dividida en dos corrientes derivadas por las placas deflectoras situadas en -44- que circulan por el conducto -18- hacia su porción estrecha -18.1- en lados opuestos de la entrada -36- y la corriente -86-. Dichas corrientes derivadas -96.1- pasan bajo el conducto -40- donde reciben partes de una corriente -90.2- procedente del conducto secundario -40.6- a través de las conexiones de flujo -42-. Las corrientes derivadas combinadas



5 -90.2-, -96.1- circulan a lo largo del circuito en lados opuestos de la corriente combinada -90-, -86-, y pasan a través de dos sectores -98- de 22'5° del compresor -20- y de pares de sectores -98.1- de 22'5° del intercambiador de calor -22- y el separador -24-, respectivamente. Los sectores -98- se hallan en los lados opuestos del sector -92- y los sectores -98.1- están situados en los lados opuestos del sector -92.1- del intercambiador de calor -22- y el separador -24-. En los elementos -26- de los sectores -98.1- del separador -24- tiene lugar la separación de isótopos y dichas

10 corrientes derivadas combinadas -90.2-, -96.1- se dividen en corrientes derivadas enriquecidas -94.2- que pasan desde las salidas secundarias de los elementos -26- al compartimiento -34- y luego a través de conexiones de flujo desde los sectores -98.1- del compartimiento al conducto secundario -34.2-

15 del conducto -34-, y en corrientes derivadas agotadas -96.2- que pasan desde las salidas principales -26.2- de los elementos -26- al conducto -18-.

(c) Las corrientes derivadas agotadas -96.2- pasan

20 a lo largo del conducto -18- por lados opuestos de la corriente agotada -96.1- hasta que llegan a las placas deflectoras situadas en -44-, donde son desviadas de manera que pasan otra vez por el conducto -18- hacia la porción estrecha -18.1 del conducto -18- por los lados de las corrientes derivadas

25 -96.1- lejos de la corriente -86-. Cuando las corrientes derivadas -96.2- pasan por el interior del conducto -40- reciben a través de conexiones de flujo -42- desde el conducto secundario -40.7- partes de una corriente -90.3- que tiene substancialmente la misma composición isotópica. Las corrientes



tes derivadas -90.3-, -96.2- pasan a lo largo del circuito por los lados de las corrientes derivadas combinadas -90.2- -96.1- lejos de la corriente combinada -90.1-, -86-. Dichas corrientes derivadas combinadas -90.3-, -96.2- entran en otros sectores -100- de 22'5° del compresor -20- por los lados de los sectores -98- lejos del sector -92-. Luego, las corrientes derivadas combinadas -96.2-, -90.3- pasan a través de pares de sectores -100.1- de 22'5° del intercambiador térmico -22- y del separador -24-, respectivamente. Los sectores -100.1- del intercambiador térmico y del separador están en los lados de los sectores -98.1- lejos del sector -92.1-. En los elementos -26- de los sectores -100.1- del separador -24- tiene efecto una separación isotópica y dichas corrientes derivadas combinadas -90.3-, -96.2- son divididas en corrientes derivadas enriquecidas -94.3- que pasan desde las salidas secundarias del elemento -26- al compartimiento -32- y luego a través de conexiones de flujo desde los sectores -100.1- del compartimiento -32- al conducto secundario -34.3- del conducto -34-, y en corrientes derivadas agotadas -96.3- que pasan desde las salidas principales -26.2- de los elementos -26- al conducto -18-, junto a las corrientes derivadas -96.2- lejos de la corriente -96.1-.

(d) Las corrientes derivadas agotadas -96.3- circulan a lo largo del conducto -18- hacia su porción estrecha -18.1- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.2- lejos de la corriente agotada -96.1-. Las corrientes derivadas agotadas -96.3- son desviadas por las placas deflectoras situadas en -44- de manera que continúan circulando a lo largo del conducto -18- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.2-

14 ABR 1953
SECRET

- 35 -

Las corrientes derivadas -96.3-, cuando pasan por el conducto -40-, reciben, por medio de las conexiones de flujo -42- y desde el conducto secundario -40.8-, partes de una corriente -90.4- que tiene substancialmente la misma composición isotópica. Las corrientes derivadas combinadas -90.4-, -96.3- circulan a lo largo del circuito junto a las corrientes derivadas combinadas -96.2-, -90.3- lejos de las corrientes derivadas combinadas -96.1-, -90.2- y pasan a través de dos sectores -102- de 22'5° del compresor -20- y pares de sectores -102.1- de 22'5° del intercambiador térmico -22- y del separador -24- respectivamente. En los elementos -26- de los sectores -102.1- del separador -24- tiene lugar una separación isotópica y dichas corrientes derivadas combinadas -90.4-, -96.3- son divididas en corrientes derivadas enriquecidas -94.4- y corrientes derivadas agotadas -96.4-. Las corrientes derivadas enriquecidas -94.4- pasan a través de las salidas secundarias de dichos elementos al compartimiento -32- y desde los sectores -102.1- del compartimiento -32- a través de conexiones de flujo al conducto secundario -34.4- del conducto -34-. Las corrientes derivadas agotadas -96.4- pasan al conducto -18- a través de las salidas principales -26.2- de los elementos -26- a los lados de las corrientes derivadas agotadas -96.3- lejos de las corrientes derivadas agotadas. Las corrientes derivadas agotadas -96.4- circulan a lo largo del conducto -18- hasta las placas deflectoras situadas en -44- donde son desviadas para pasar luego por el conducto -18- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.3- lejos de las corrientes derivadas agotadas -96.2-.

(e) Las corrientes derivadas agotadas -96.4-, cuando



pasan bajo el conducto -40-, reciben, a través de las conexio-
nes de flujo -42- y desde el conducto secundario -40.1- del
conducto -40-, partes de la corriente -88.1- que tiene subs-
tancialmente la misma composición isotópica, desde el módulo
5 precedente de la serie. Las corrientes derivadas combinadas
-96.4-, -88.1- circulan a lo largo del circuito junto a las
corrientes derivadas combinadas -96.3-, -90.4- lejos de las
corrientes derivadas combinadas -96.2-, -90.3-. Las corrien-
tes derivadas combinadas -96.4-, -88.1- pasan a través de un
10 par de sectores -104- de 22'50 del compresor -20-, junto a
los sectores -102-. Las mismas pasan a través de un par de
sectores -104.1- de 22'50 del intercambiador térmico -22- y
de un par de sectores -104.1- del separador -24-. En los ele-
mentos -26- de los sectores -104.1- del separador -24- tiene
15 lugar una separación isotópica y dichas corrientes derivadas
combinadas -96.4-, -88.1- son divididas en corrientes deriva-
das enriquecidas -90.1- y corrientes derivadas agotadas -96.5-
Las corrientes derivadas enriquecidas -90.1- pasan desde las
salidas secundarias de los elementos -26- al compartimiento -3
20 -32- y por tanto, por los sectores -104.1- del compartimiento
-32- a través de conexiones de flujo al conducto secundario
-34.5- del conducto -34-. Las corrientes derivadas agotadas
-96.5- pasan desde las salidas principales -26.2- de los ele-
mentos -26- al conducto -18- junto a las corrientes deriva-
25 das agotadas -96.4- por los lados de las corrientes agotadas
-96.4- lejos de las corrientes derivadas agotadas -96.3-.
Luego las corrientes derivadas agotadas -96.5- pasan a lo
largo del conducto -18- junto a las corrientes derivadas ago-
tadas -96.4- lejos de las corrientes derivadas agotadas -96.3-



a las placas deflectoras situadas en -44-. En las placas deflectoras las corrientes derivadas agotadas -96.5- son desviadas, de manera que continúan pasando por el conducto -18- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.4-.

5 (f) Las corrientes derivadas agotadas -96.5- cuando pasan bajo el conducto -40-, reciben a través de conexiones de flujo -42- desde el conducto secundario -40.2-, partes de una corriente -88.2- desde el módulo precedente de la serie; que tiene substancialmente la misma composición isotópica. Las corrientes derivadas combinadas -96.5-, -88.2-
10 circulan por el conducto -18- hasta el compresor -20-. Las corrientes derivadas combinadas -88.2-, -96.5- pasan a través de un par de sectores -106- de 22'5° del compresor -20- junto a los sectores -104-. Luego, las corrientes derivadas combinadas -96.5-, -88.2- pasan por el conducto 16- a través
15 de sectores -106.1- de 22'5° del intercambiador de calor -22- junto a los sectores -104.1-, y luego a sectores -106.1 de 22'5° del separador -24- junto a los sectores -104.1-. En los elementos -26- de los sectores -106.1- del separador -24-
20 tiene lugar una separación isotópica y dichas corrientes derivadas combinadas -96.5-, -88.2- son divididas en un par de corrientes derivadas enriquecidas -90.2- y un par de corrientes derivadas agotadas -96.6-. Las corrientes derivadas enriquecidas -90.2- pasan a través de las salidas secundarias
25 de los elementos -26- al compartimiento -32- y luego a través de conexiones de flujo desde los sectores -106.1- del compartimiento -32- al conducto secundario -34.6- del conducto -34-. Las corrientes derivadas agotadas -96.6- pasan al conducto -18- y por el conducto -16- junto a las corrientes



derivadas agotadas -96.5- y por los lados de las mismas le-
jos de las corrientes derivadas agotadas -96.4-. En las pla-
cas deflectoras situadas en -44-, las corrientes derivadas
agotadas -96.6- son desviadas para continuar pasando por el
5 conducto -18- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.5-

(g) Cuando las corrientes derivadas agotadas -96.6-
pasan bajo el conducto -40- reciben, a través de las conexio-
nes de flujo -42- y desde el conducto secundario -40.3-, par-
tes de una corriente -88.3- de gas procedente del módulo pre-
cedente de la serie y que tiene substancialmente la misma
10 composición isotópica. Las corrientes derivadas combinadas
-96.6-, -88.3- pasan por el conducto -18- al compresor -20-.
Dichas corrientes derivadas combinadas -96.6-, -88.3- pasan
a través de dos sectores -108- de 22'5° del impulsor -20-
15 junto a los sectores -106-. Luego las corrientes derivadas
combinadas -96.6-, -88.3- pasan a través de dos sectores
-108.1- de 22'5° del intercambiador de calor -22- junto a
los sectores -106.1- del mismo y a dos sectores -108.1- de
22'5° del separador -24- junto a sus sectores -106.1-. En
20 los elementos -26- de los sectores -108.1- del separador -24-
tiene lugar una separación isotópica y dichas corrientes de-
rivadas combinadas -96.6-, -88.3- son divididas en dos co-
rrientes derivadas enriquecidas -90.3- y dos corrientes de-
rivadas agotadas -96.7-. Las corrientes derivadas enriqueci-
25 das -90.3- pasan desde las salidas secundarias de los elemen-
tos -26- al compartimiento -32- y luego a través de conexio-
nes de flujo desde dichos sectores -108.1- del compartimen-
to -32- al conducto secundario -34.7- del conducto -34-. Las
corrientes derivadas agotadas -96.7- pasan al conducto -18-



5 y circulan por el mismo junto a las corrientes derivadas agotadas -96.6- por los lados de las mismas lejos de las corrientes derivadas agotadas -96.5- a las placas deflectoras situadas en -44-. Las placas deflectoras desvían las corrientes derivadas agotadas -96.7- de manera que las mismas continúan circulando a lo largo del conducto -18- junto a las corrientes derivadas agotadas -96.6-.

(h) Las corrientes derivadas, cuando pasan por el conducto -40-, reciben a través de conexiones de flujo -42- desde el conducto secundario -40.4- partes de una corriente -88.4- procedente del módulo precedente de la serie, que tiene substancialmente la misma composición isotópica. Luego, las corrientes derivadas combinadas -88.4- y -96.7- circulan por el conducto -18- hacia el compresor -20-. Se apreciará que, una vez las corrientes derivadas agotadas -96.7- pasan sobre las placas deflectoras situadas en -44-, se combinan y forman una única corriente agotada que circula por el conducto -18- junto y entre las corrientes derivadas agotadas -96.6-. La corriente combinada -88.4-, -96.7- pasa a través de un sector -110- de 45° del compresor -20-. Luego, dicha corriente derivada combinada -96.7-, -88.4- pasa a través de un sector -110.1- de 45° del intercambiador de calor -22- y entra en un sector -110.1- de 45° del separador -24-. El sector -110- se halla entre los sectores -108-, en tanto que los sectores -110.1- están dispuestos respectivamente entre los pares de sectores -108.1- del intercambiador de calor -22- y del separador -24-. En los elementos -26- del sector -110.1- del separador -24- tiene lugar una separación isotópica y dicha corriente combinada -96.7-, -88.4- es dividida

14 ABR 1976



en una corriente derivada enriquecida -90.4- y una corriente agotada -96.8-. La corriente enriquecida -90.4- pasa a través de las salidas secundarias de los elementos -26- en el compartimiento -32- y luego a través de una conexión de flujo desde el sector 110.1- del compartimiento -32- al conducto secundario -34.8- del conducto -34-. La corriente agotada -96.8- pasa desde las salidas principales -26.2- de los elementos -26- en el sector -110.1- del separador -24- al conducto -18- entre las corrientes derivadas agotadas -96.7-. Dicha corriente derivada agotada -96.8- pasa a lo largo de un sector único del conducto -18- entre las corrientes derivadas agotadas -96.7- y sale por la salida principal -38-.

Podrá apreciarse que, como en las figuras 2 y 4, los pares de sectores -98-, -100-, -102-, -104-, -106- y -108- y los pares de sectores -98.1-, -100.1-, -102.1-, -104.1-, -106.1- y -108.1- se ilustran para mayor claridad en la figura 6 como un sector único. Las varias composiciones isotópicas de las corrientes que circulan a través del aparato para el diagrama del proceso -82- están dispuestas de manera que las corrientes derivadas enriquecidas -90.1- a -90.4- tienen substancialmente la misma composición isotópica respectivamente que la corriente -86- y las corrientes agotadas -96.1- a -96.3-. El flujo de las corrientes -90.1- a -90.4- desde los conductos secundarios -34.5- a -34.8- a los conductos secundarios -40.5- a -40.8- equivale a una circulación interna respecto al aparato. Las corrientes enriquecidas -94.1- a -94.4- corresponden a las corrientes -88.1- a -88.4- y pasan al siguiente módulo de la serie. La corriente agotada -96.8- corresponde a la corriente -86- y pasa al módulo precedente de



de la serie.

Como en las figuras 2 y 3, todos los elementos -26- de la figura 1 descritos con relación a las figuras 4 a 7 tienen una separación de $1/5$ con respecto al gas en curso de proceso.

La correspondencia entre las figuras 4 y 5 y la figura 1A es como sigue:

El módulo -10- de la figura 1, para las figuras 4 y 5, comprende dos etapas -2- (figura 1A), es decir, un grupo que tiene la mitad de etapas -2- que cada uno de los grupos -9- de la figura 1A (o la mitad que un grupo -9-).

Las dos etapas -2- (figura 1A) que forman el grupo de las figuras 4 y 5 se ilustran en las figuras 4 y 5 respectivamente como las series de sectores -74-, -74.1- y -80-, -80.1-.

Las corrientes de alimentación -6- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes -70.1-, -78.1- de las figuras 4 y 5.

Las corrientes enriquecidas -7- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes derivadas enriquecidas -76.1-, -76.2- de las figuras 4 y 5, y

Las corrientes agotadas -8- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes derivadas agotadas -78.1-, -78.2- de la figura 4.

Con referencia a la figura 1A, se ve asimismo que un módulo -10- para las figuras 4 y 5 debe recibir sus corrientes de alimentación -70.1- y -70.2- del módulo precedente penúltimo en la serie y sus corrientes enriquecidas -76.1- y -76.2- deben pasar sobre el siguiente penúltimo módulo en



la serie.

La correspondencia entre las figuras 6 y 7 y la figura 1A es como sigue:

El módulo -10- de la figura 1, para las figuras 6 y 7, comprende ocho etapas -2- de la figura 1A, es decir, comprende un grupo del doble de etapas que un grupo -9- (o dos de tales grupos -9-) de la figura 1A.

Las ocho etapas -2- que forman el grupo de las figuras 6 y 7 se ilustran en las figuras 6 y 7 como las series de sectores -92-, -92.1-; -98-, -98.1-; -100-, -100.1-; -102-, -102.1-; -104-, -104.1-; -106-, -106.1-; -108-, -108.1-; y -110-, -110.1-.

Las corrientes de alimentación -6- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes -86-, -90.1-; -96.1-, -90.2-; -96.2-, -90.3-; -96.3-, -90.4-; -96.4-, -88.1-; -96.5-, -88.2-; -96.6-, -88.3-; y -96.7-, -88.4- de las figuras 6 y 7.

Las corrientes enriquecidas -7- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes derivadas -94.1- a -94.4- y -90.1- a -90.4- de las figuras 6 y 7, y

Las corrientes agotadas -8- de la figura 1A se pueden considerar como las corrientes derivadas agotadas -96.1- a -96.8- de la figura 6.

Como en las figuras 2 y 3, en las figuras 1 y 4 a 7 hay correspondencia en las etapas -2- entre los compresores -5- (figura 1A) y el compresor -20- (figuras 1 y 4 a 7); y entre los intercambiadores de calor -4- (figura 1A) y los intercambiadores de calor -22- (figuras 1 y 4 a 7). Así, el módulo -10- de la figura 1, cuando se emplea como se indica en las figuras 4 y 5, comprende la mitad de un grupo -9-



(o un grupo que tiene la mitad de tamaño que dicho grupo -9-) de etapas -2- (figura 1A). De este modo, se emplean un compresor -20- único y un sólo intercambiador de calor -22- (figura 1) en vez de dos compresores -5- y dos intercambiadores -4- (figura 1A). Análogamente, el módulo -10- cuando se utiliza como se ilustra en las figuras 6 y 7, comprende dos grupos -9- (o un grupo que tiene el doble de tamaño que un grupo -9-) de etapas -2- (figura 1A). De este modo, el compresor único -20- y el intercambiador de calor -22- sustituyen a los ocho compresores -5- y a los ocho intercambiadores de calor -4- de la figura 1A.

Además, con referencia a las figuras 4 y 5 a las figuras 6 y 7, se puede emplear un único separador -24- en vez de la pluralidad de separadores -3- de la figura 1A.

La invención ha sido ilustrada con referencia específica a un aparato para la separación isotópica de gases. El aparato -10- forma un módulo de una serie tipo cascada de un aparato similar. En la figura 1 se ha ilustrado un único aparato -10- y se pretende que los módulos -10- permanezcan substancialmente sin cambio en toda la disposición en cascada. Así, en cada módulo permanecerán substancialmente sin cambio las dimensiones totales y las posiciones relativas de las cajas -12- y -14-, el compresor -20-, el intercambiador de calor -22-, el separador -24- y el compartimiento -32-, la entrada -36- y la salida -38- y los conductos -34- y -40-. Sin embargo, como quiera que hay una progresión a lo largo de las series de módulos de la cascada, desde la corriente de alimentación de entrada a la cascada hacia la corriente enriquecida de salida final o la corriente agotada de salida final, dis-



minuyendo la proporción de flujo másico en dirección hacia adelante y en sentido inverso a lo largo de la cascada. De este modo, pueden ser necesarias varias series de módulos -10- para manipular el flujo o gasto másico total de un grupo -9- de cuatro etapas en un bloque cerca de la corriente de alimentación de la cascada. En una posición intermedia en la cascada, un módulo único -10- puede ser apto para manipular el flujo másico total de un grupo -9- de cuatro etapas. Cerca de la corriente enriquecida o agotada de salida final de la cascada, un único módulo -10- puede ser apto para manipular más del flujo gasto másico total de un grupo -9- de cuatro etapas.

Como se ilustra en las figuras 2 y 3, un módulo -10- puede comprender un grupo -9- de cuatro etapas en un bloque -1- de una disposición en cascada, cuyo grupo -9- recibe cuatro corrientes enriquecidas (-50.1- a -50.4-) desde el módulo o grupo precedente y recibe una corriente agotada única (-52-) desde el siguiente módulo o grupo en la serie. Esto demuestra un posible módulo intermedio en la disposición en cascada.

Por otra parte, en las figuras 4 y 5 se ilustran diagramas del proceso para un módulo -10- que recibe dos corrientes enriquecidas -70.1- y -70.2- desde el penúltimo módulo precedente y una corriente agotada -72- desde el módulo siguiente. Así, las figuras 4 y 5 pueden ser para un módulo próximo al comienzo de la disposición en cascada, donde el aparato -10- puede manipular aproximadamente la mitad del flujo másico de un grupo -9- de cuatro etapas. Así, pueden haber dos series de aparatos -10- que forman un grupo -9-



(figura 1A) de etapas, para manipular el flujo másico total. Las corrientes enriquecidas (cuatro) procedentes del grupo precedente de etapas circularán en dichos dos módulos -10-, y la corriente agotada (una) precedente del siguiente grupo -9- de etapas circulará por uno de dichos dos módulos -10-. El módulo -10- de la figura 1, comprende, con referencia a las figuras 1A, 4 y 5, la mitad de un grupo -9-.

En las figuras 6 y 7, los diagramas del proceso se representan para una posición próxima al final de la disposición en cascada. El aparato -10- de la figura 1, en esta posición puede manipular el doble del total del flujo másico. Así, el aparato -10-, para las figuras 6 y 7, comprende dos grupos -9- (figura 1A) de la disposición en cascada. De hecho los sectores -92-, -98-, -100-, y -102-, junto con los sectores -92.1-, -98.1-, -100.1-, y -102.1-, comprenden un grupo -9- más elevado del módulo -10-, y los sectores -104-, -106-, -108- y -110-, con los sectores -104.1-, -106.1-, -108.1- y -110.1-, comprenden un grupo -9- más bajo del módulo -10-. Así, dicho grupo -9- más bajo recibe cuatro corrientes enriquecidas (-88.1- a -88.4-) procedentes del grupo precedente de etapas de la disposición en cascada (de un módulo -10- diferente) y una corriente agotada (-96.4-) compuesta por dos corrientes derivadas procedentes de dicho grupo más elevado y sus corrientes de salida enriquecidas (-90.1- a -90.4-) pasan por dicho grupo más elevado, mientras que la corriente de salida agotada -96.8- pasa por dicho grupo precedente. Por consiguiente, dicho grupo más elevado recibe corrientes enriquecidas (-90.1- a -90.4-) procedentes de dicho grupo más bajo y una corriente agotada (-86-) procedente del



grupo siguiente (de otro módulo) de la serie, y sus corrientes de salida enriquecidas (-94.1- a -94.4-) pasan por dicho grupo siguiente de la serie, en tanto que su corriente de salida agotada (-96.4-) pasa por dicho grupo mas bajo.

5 Así, a medida que se avanza a lo largo de la disposición en cascada desde su corriente de alimentación de entrada hasta su corriente enriquecida o agotada de salida final:

(a) En y cerca del comienzo las corrientes enriquecidas se mueven hacia adelante a lo largo de la disposición en cascada pasan desde un módulo al segundo módulo siguiente estando cada grupo -9- de dos etapas -2- dispuesto en tantos módulos -10- como sean necesarios para manipular el flujo másico total. (figuras 4 y 5).

(b) A medida que se progresa a lo largo de la disposición en cascada, el número de módulos necesario para alojar un grupo de etapas disminuye hasta un módulo único (figuras 2 y 3) necesario para manipular el flujo másico total, y

(c) Hacia el final de la disposición en cascada, un único módulo -10- puede alojar dos o más grupos (figuras 6 y 7)

20 En las figuras 8 y 9 se ilustra otro aparato para el tratamiento de fluido de acuerdo con la presente invención. A no ser que se especifique de otro modo, en las figuras 8 y 9 se emplean las mismas referencias numéricas que en la fig.1.

Así, la referencia numérica -10- designa en general
25 el aparato, que comprende una caja interior -12- y una caja exterior -14- dispuesta alrededor de la caja interior -12-. Dentro de la caja interior -12- se ha previsto un núcleo substancialmente cilíndrico -112- y la caja exterior -14- se aloja en una envoltura cilíndrica -114-.



La caja -12- y el núcleo -112- son coaxiales y entre ellos se define el conducto -16- que es anular. A su vez, entre las cajas -12- y -14- se define el conducto -18- que también es anular. Los extremos opuestos del conducto -16- están abiertos radialmente en los extremos opuestos del conducto -18-. Así, los conductos -16- y -18- determinan un conducto o circuito cerrado que presenta una parte anular interna formada por el conducto -16- y una parte anular externa, en cuyo interior está situada la parte interna, definida por el conducto -18-.

El compresor de flujo axial -20- está situado en el conducto -16-, en un extremo -114.1- de la envoltura -114-. El compresor -20- está provisto de un eje -20.1- y de paletas -20.2-. El eje -20.1- es coaxial con los conductos -16- y -18- y desde el exterior de la envoltura -114-, en dicho extremo -114.1-, queda dirigido hacia el interior.

El elemento intercambiador de calor -22- provisto de orificios está situado en el conducto -18- en el extremo opuesto -114.2- de la envoltura -114-, donde el conducto -16- se abre radialmente hacia el exterior al conducto -18-. El intercambiador de calor -22- es anular.

El separador -24- es igualmente anular y está situado en el conducto -18- y se extiende desde el intercambiador de calor -22- hacia el extremo -114.1- de la envoltura, cuyo separador es de forma troncocónica y estrechado hacia el intercambiador de calor -22-. Los elementos -26- de separación isotópica de gas correspondientes a los elementos -26- de la figura 1 están situados en el separados -24-.

La parte del conducto -18-, designada con -18.1-,



entre el intercambiador de calor -22- y el separador -24- está situada radialmente hacia el exterior del separador -24-, entre el separador y la caja -14-. La parte del conducto -18- designada -18.2-, en el lado opuesto del separador -24- desde el intercambiador de calor -22-, está situada radialmente en la parte interior del separador -24- entre este último y la caja -12-.

Los elementos -26- del separador -24- tienen sus entradas -26.1- en comunicación con el conducto -18- y dirigidas a través del tabique -28- a la parte -18.1- del conducto -18-. Las salidas principales -26.2- de los elementos de separación -26- comunican a través del tabique -30- con la parte -18.2- del conducto -18- entre el separador -24- y la caja -12-.

El compartimiento -32- que define el separador -24- tiene su conducto de salida -34- formado por un compartimiento anular que se extiende alrededor de la caja -14- en el extremo -114.1- de la envoltura -114-. Las salidas secundarias de los elementos de separación de gas se abren al conducto -34-. Este conducto presenta doce salidas -116- que sobresalen hacia el exterior radialmente y que están separadas circunferencialmente equidistantes.

La entrada principal -36- entra en el conducto -18- situado en el extremo -114.1- de la envoltura -114- axialmente hacia el exterior del anillo de salidas -116-. Diametralmente opuesta a la entrada -36- está dispuesta la salida principal -38- que igualmente comunica con el conducto -18-.

El otro conducto de entrada -40- es anular y se extiende alrededor del eje -20.1- del compresor -20-. El con-



ducto -40 queda definido entre un cuello -118- que sobresale coaxialmente hacia el exterior a partir del extremo -114.1- de la envoltura -114-. El cuello -118- está fijado a dicho extremo de la envoltura 114- y presenta una tapa extrema
5 -118.1- a partir de la cual sobresale axialmente hacia el exterior el eje -20.1-, habiéndose previsto en dicha tapa medios de cierre hermético.

Se han previsto cojinetes -120- para el eje -20.1- en el cuello -118- y en un saliente de montaje -122- situado
10 en el extremo del núcleo -112- junto al compresor -20-.

En el conducto -40- se ha previsto un compresor de flujo axial -124- dotado de paletas -124.1- montado en el eje -20.1-. El conducto -40- tiene doce entradas -126- dispuestas
15 circunferencialmente equidistantes y comprende conductos en el cuello -118-, cuyos conductos -126- se abren radialmente hacia el exterior. El conducto -40- se abre axialmente al conducto -16- donde el conducto -18- comunica radialmente con el conducto -16- en el extremo -114.1- de la envoltura -114-.

El extremo del núcleo -112- correspondiente al extremo -114.2- de la envoltura -114- está conectado a una tapa
20 de registro -128- mediante un fuelle -130- que permite la dilatación y la contracción. A la salida del compresor -20- se ha previsto un difusor -131-.

Con particular referencia a la figura 9, el conducto -16-, el intercambiador de calor -22-, el separador -24-
25 y el conducto -18- están divididos en compartimientos dispuestos axialmente por una pluralidad de tabiques divisores -132- que se extienden axialmente y están separados circunferencialmente. Se ilustran cuarenta y ocho compartimientos -132-



siendo 48 típicamente un número adecuado para un separador -24- que tiene una separación de la región de aproximadamente $1/20$.

5 En los tabiques se han previsto medios deflectores aptos para desviar el fluido que pasa por el circuito formado por los conductos -16- y -18- en un sentido circunferencial con relación a dichos conductos. Los medios deflectores están formados en el conducto -18- en una zona -134-. A título de ejemplo, la representación esquemática de la figura 10
10 muestra los medios deflectores formados por separaciones en la zona -138- de los tabiques -132-, donde unas placas deflectoras -140- que forman parte de dichos tabiques se hallan inclinadas circunferencialmente con relación al resto de dichos tabiques, con lo que es posible el flujo desde un compartimiento entre un par de tabiques -132- hasta otro compartimen-
15 to entre un par de tabiques -132- diferente.

La función del módulo -10- de las figuras 8 y 9 es substancialmente la misma que la del módulo de la figura 1. La corriente enriquecida procedente del módulo o módulos anteriores de la serie, y/o gas que se hace recircular desde las
20 salidas -116- pasa por el conducto -40- en forma de doce corrientes derivadas que entran en el conducto -40- a través de las entradas -126-. Dicha corriente enriquecida pasa a través del compresor -124- y entra en el conducto -16- después del compresor -20-.
25

La corriente agotada procedente del siguiente módulo -10- de la serie entra al conducto -18- a través de la entrada principal -36-. Esta corriente agotada pasa radialmente hacia el interior al conducto -18- y desde éste al con-



ducto -16- y al compresor -20-. Dicha corriente agotada procedente del siguiente módulo pasa axialmente a lo largo del conducto -16- hasta el extremo del conducto en el extremo -114.2- de la envoltura -114-, ocupando su sector del conducto -16-. La corriente pasa a través del intercambiador de calor -22- en la parte -18.1- del conducto -18- por el que va al separador -24- desde el que la parte agotada de la misma pasa a la parte -18.2- del conducto -18- en el sentido de las flechas y la parte enriquecida de la misma pasa al conducto -34-.

Se apreciará que el sector ocupado por la corriente agotada procedente del módulo siguiente que entra a través de la entrada principal -36- puede estar formado por varios compartimientos entre los tabiques -132-. Las placas deflectoras -140- y 134- situadas en el conducto -18- dividen a dicha corriente agotada en dos partes que siguen circulando por el circuito en sus sectores apropiados en lados opuestos del primer sector ocupado por la corriente agotada que entra a través de la entrada principal -36-. Al respecto, se apreciará que los tabiques -132- no son paralelos al eje polar del módulo -10- en toda su longitud. Los cuales están conformados de manera que se hallan inclinados con respecto a dicho eje, de modo que los compartimientos formados entre los tabiques descargan en el sector o sectores apropiados del compresor -20-. Esta disposición de los tabiques es para compensar todo el giro de la corriente de gas por el compresor, a medida que pasa a través del compresor alrededor de dicho eje. Las dos citadas partes de la corriente agotada continúan en su circulación a lo largo de sus recorridos



5 helicoidales en sentidos opuestos circunferencialmente alrededor del módulo -10-, como se ha descrito con referencia a la figura 1, hasta que eventualmente vuelven a juntarse y salen por la salida principal -38- en forma de corriente agotada procedente del módulo -10-, que pasa al módulo anterior de la serie.

10 Efectuando una comparación de las figuras 8 y 9 con la figura 1, se apreciará que las entradas -126- al conducto -40- corresponden a los conductos secundarios -40.1- a -40.4- de la figura 1, y que las salidas -116- desde el conducto de salida -34- corresponden a los conductos secundarios -34.1- a -34.4- de la figura 1. Las partes de la corriente enriquecida procedente del módulo anterior que entran en el conducto -40- a través de las entradas -126- están dispuestas de manera
15 que son expelidas por el compresor -124- a la entrada del compresor -20- en posiciones donde su composición isotópica es la misma que la del flujo procedente del conducto -18- a la entrada del compresor -20-.

20 Así, se apreciará que el módulo -10- de la figura 1, puede estar provisto asimismo de tabiques similares a los tabiques -132- ilustrados en las figuras 8 y 9. Los tabiques dividen el circuito en una pluralidad de compartimientos que se extienden a lo largo del circuito. Tales compartimientos no han de corresponder necesariamente a los sectores ocupados
25 en el circuito por las varias corrientes y corrientes combinadas que circulan por el circuito.

La forma de los tabiques -132- reduce la mezcla por difusión o turbulencia en las superficies de contacto de dichas corrientes cuando circulan por el circuito. Cuantos más



tabiques -132- hay, menos mezcla se produce. Así, en general, se dispondrán todos los tabiques que sea posible, estando limitado el número de tabiques por conveniencia de tipo practico en lo que se refiere a la construcción y de acuerdo con las consideraciones económicas.

En general, lo más importante para el gradiente de concentración gradual en dirección circunferencial del circuito definido por los conductos -16- y -18- son los tabiques -132-, los cuales, como se ha explicado anteriormente, sirven para evitar la mezcla y la desaparición del gradiente de concentración. Así, para un módulo que comprende sólo pocas etapas, por ejemplo, dos etapas como se ilustra en la figura 5, puede que los tabiques no sean necesarios, pero si son deseables. Para módulos que comprenden un gran número de etapas, por ejemplo 10, que pueden típicamente ser encontradas para separaciones de aproximadamente 1/10 o menos, los tabiques se hacen más importantes progresivamente.

En el caso de la figura 1, en el que no hay tabiques el intercambiador de calor -22- y la porción estrechada del conducto -16- tienen preferiblemente un núcleo cilíndrico central coaxial (líneas de trazos) -112- que se extiende desde el eje -20.1- al compartimiento -32-, correspondiente al núcleo -112- de las figuras 8 y 9. Dicho núcleo tiende a evitar la mezcla de las corrientes que circulan por el conducto -16- con corrientes en posiciones diametralmente opuestas.

Los ejemplos con referencia a las figuras 1 a 7, han sido descritos con referencia a elementos -26- en los que la separación es de 1/5 y en los que las corrientes enriquecidas y las corrientes agotadas están a la misma presión. En los ca-



5 sos en que cada etapa -2- (figura 1A) tiene una corriente en-
riquecida -7- con diferente presión que la de su corriente
agotada, se prevé que las presiones que tengan la menor pre-
sión sean pasadas a través de un compresor adicional antes
de ser añadidas a otras corrientes para igualar la presión
10 de las corrientes, después de pasar a través del compresor -20
y del intercambiador de calor -22- comunes (figura 1). Así,
por ejemplo, se puede proporcionar un compresor adicional en
el conducto -40- de la figura 1 cuando las corrientes -50-
15 (figura 2) están a una presión inferior que la de las corrien-
tes -52- y -58-, o el compresor adicional se puede disponer
en la porción -16.2- del conducto -16- cuando dichas corrien-
tes -50- están a una presión más elevada que las corrientes
-52- y -58-. En el caso de las figuras 8 y 9, se ilustra en
15 -124- el compresor adicional para circunstancias similares
al caso en que las corrientes -50- están a menor presión que
las corrientes -52- y -58-.

Además, se apreciará que no es necesario emplear el
módulo -10- para contener un número entero de grupos de eta-
20 pas, o un grupo que comprenden un número entero de etapas.
Así, se prevé que el módulo se pueda emplear para contener
cualquier número de grupos o porciones del mismo. Cuando sea
necesario, se dispondrán las adecuadas conexiones de flujo.
Así, el método y el aparato no quedan limitados a las separa-
25 ciones concretas de, por ejemplo, $1/3$, $1/4$, ó $1/5$ y se puede
utilizar cualquier separación deseada menor de $1/20$ o inferior.

También se apreciará que las placas deflectoras no
tienen necesariamente que desviar la circulación desde un com-
partimiento determinado al adyacente o a cualquier otro com-



partimiento específico. En la práctica, las placas deflecto-
ras pueden desviar la circulación desde un compartimiento en
una cantidad arbitraria, siendo la desviación suficiente pa-
ra desviar la circulación al sector adyacente, teniendo en
5 cuenta que los sectores no tienen que corresponderse necesari-
amente con los compartimientos entre los tabiques -132-.
La cantidad de desviación por las placas deflectoras depende-
rá de hecho de consideraciones de equilibrio del flujo gascoso
máscico del módulo -10-, es decir, de las magnitudes de las
10 corrientes agotadas que circulen entre módulos.

La invención tiene una ventaja adicional debida al
hecho de que es posible la normalización de módulos. Además,
en la separación de isotópos, pueden ser necesarias la com-
presión (paso de la corriente a través de un compresor para
15 mover la corriente) e intercambio de calor (por ejemplo, en-
friamiento de la corriente después de la compresión) siempre
que la corriente ha pasado a través de elementos de separa-
ción isotópica. Otra ventaja de la invención consiste en que
cada módulo -10- tiene un sólo compresor -20- y un único in-
20 tercambiador de calor -22-, para la circulación interna, pres-
cindiendo del número de corrientes separadas de gas que se
desplazan hacia adelante o contracorriente a lo largo de la
disposición en cascada y pasan a través del módulo. Cuando
es necesario, cada módulo tiene también un compresor único
25 -124- para igualar las presiones entre las corrientes enrique-
cidas que entran en el módulo y las corrientes circulantes
internas. De este modo se evita el empleo de un gran número
de compresores y de intercambiadores de calor (por lo menos,
uno para cada etapa ilustrada en la figura 1A), y de esta



manera es posible emplear un número relativamente pequeño de
compresores e intercambiadores de calor idénticos. Cuando se
disponen tabiques, las únicas partes del circuito del módulo
donde las varias corrientes y corrientes derivadas estarán
5 en contacto entre sí será en la porción del circuito ocupada
por el compresor -20- y en la porción del circuito donde es-
tán situadas las placas deflectoras -140-. En el caso de las
figuras 8 y 9, también habrá contacto donde se halla situado
el compresor -124-, con respecto a las corrientes enriqueci-
10 das procedentes del módulo anterior. De esta manera, los ta-
biques sirven para reducir la mezcla de las corrientes y co-
rrientes derivadas adyacentes, a la vez que se conservan las
ventajas de tener un único compresor -20- y un único compre-
sor -124- donde se han previsto un único intercambiador de
15 calor -22- y un único separador -24- para cada módulo -10-.

Con el empleo del método y el módulo de acuerdo con
la invención para separaciones del orden del 1/20 en el en-
riquecimiento de hexafluoruro de uranio (UF_6) con respecto
al U^{235} , se espera que proporcione una reducción en el coste
20 de la instalación del orden de al menos un 20% y posiblemente
hasta de un 50% o más. La pérdida de la eficiencia debido a
la mezcla por difusión donde las corrientes y corrientes de-
rivadas gaseosas están en contacto se considera que es menor
de un 10% en comparación con las disposiciones en cascada con
25 convencionales, y el coste de los módulos adicionales para suplir
dicha pérdida será substancialmente compensado con creces
gracias a la economía conseguida con el empleo de los módulos
normalizados y relativamente grandes.



N O T A

=====

Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:

5 1.- Método para efectuar el tratamiento de un fluído, caracterizado por comprender las etapas de alimentar a un tramo de conducto (16,18) una corriente de fluído monofásico y que tiene una composición que varía de una manera conocida con respecto a una propiedad predeterminada de la misma en una sección de la corriente transversal a la dirección de movimiento de la corriente; mover la corriente a lo largo del tramo de conducto; y antes de que desaparezca la variación de la composición de la corriente, separar al menos algunas partes de la corriente que tienen diferentes composiciones entre sí mientras se hacen salir del conducto.

15 2.- Método, según la reivindicación 1, caracterizado porque cuando la corriente es alimentada al conducto, tiene una composición que varía desde un mínimo con respecto a la propiedad predeterminada hasta un máximo con respecto a dicha propiedad predeterminada.

20 3.- Método, según la reivindicación 2, caracterizado porque la variación de la composición es substancialmente continua.

25 4.- Método, según la reivindicación 2, caracterizado porque la variación de la composición es substancialmente gradual.

5.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4 inclusive, caracterizado porque el tramo de conducto es de sección anular, variando la composición de la co-



rriente en una dirección circunferencial desde dicho mínimo a dicho máximo, estando el mínimo y el máximo situados en posiciones diametralmente opuestas.

5 6.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende, antes de separar dichas partes de la corriente entre sí, efectuar en la corriente una o más etapas de proceso.

10 7.- Método, según la reivindicación 6, caracterizado porque comprende como una etapa de proceso, el cambiar la presión del fluido de la corriente.

15 8.- Método, según la reivindicación 7, caracterizado por realizar el movimiento del fluido a lo largo del conducto por medio de un impulsor o un propulsor de flujo axial (20), cuyo impulsor aumenta la presión del fluido de la corriente.

9.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8 inclusive, caracterizado porque comprende como una etapa de proceso, el cambiar la temperatura del fluido de la corriente.

20 10.- Método, según la reivindicación 9, caracterizado por cambiar la temperatura del fluido de la corriente por medio de un elemento intercambiador de calor (22) provisto de orificios que se extiende transversalmente al conducto.

25 11.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10 inclusive, caracterizado porque comprende como una etapa de proceso el extraer y añadir fluido a la corriente.

12.- Método, según la reivindicación 11, caracterizado porque el fluido extraído de la corriente por medio de un separador de isótopos (24) que altera la composición isotó-



pica de la corriente.

5 13.- Método, según las reivindicaciones 11 ó 12, caracterizado porque el fluido es extraído o añadido a la corriente por medio de conductos (34, 40) que salen del y que entran al conducto, respectivamente.

10 14.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque comprende la utilización de tabiques (132) que se extienden en la dirección del flujo a lo largo de parte del conducto, para separar partes de la corriente entre sí, con lo cual se evita la desaparición de la variación de la composición de la corriente.

15 15.- Método, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el conducto forma un circuito sin fin o forma parte del mismo, por el cual se mueve la corriente, circulando al menos parte de la corriente por el circuito más de una vez.

20 16.- Método, según la reivindicación 15, caracterizado porque el fluido de la corriente sigue una pluralidad de recorridos helicoidales a medida que circula por el circuito.

20 17.- Método, según la reivindicación 16, en cuanto la reivindicación 16 depende de la reivindicación 5, caracterizado porque se siguen dos recorridos helicoidales, que se extienden circunferencialmente desde el mínimo al máximo, pasando cada uno de los cuales más de una vez por el circuito.

25 18.- Método, según las reivindicaciones 16 ó 17, caracterizado porque comprende la etapa de desviar el flujo de al menos una parte de la corriente, aguas arriba y adyacente a la posición en la que el fluido es alimentado al tramo de conducto, para favorecer el flujo del fluido a lo largo



de dicha pluralidad de recorridos helicoidales.

5 19.- Método, según la reivindicación 18, caracterizado porque el circuito está definido por una caja cilíndrica interior (12) alojada en y extendida a lo largo de una caja exterior cilíndrica (14) en la que los extremos opuestos de la caja interior están abiertos en los extremos opuestos de la caja exterior, teniendo los recorridos helicoidales ejes que se extienden en direcciones circunferenciales opuestas con relación a las cajas desde el mínimo hasta el máximo.

10 20.- Aparato para efectuar el tratamiento de un fluido según el método de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho aparato (10) comprende: medios (12,14) que definen un conducto (16,18) que forma un circuito o forma parte del mismo; al menos una entrada (36) al circuito y al menos una salida (38) del circuito; medios (20) para producir 15 la circulación de una corriente de fluido monofásica a lo largo del circuito y para hacer circular al menos una parte de la corriente más de una vez por el circuito, cuya parte sigue un recorrido helicoidal por el circuito y a través del conducto. 20

21.- Aparato, según la reivindicación 20, caracterizado porque comprende medios deflectores (140) para desviar el fluido que circula a lo largo del circuito y hacer que dicha parte o partes sigan dicho o dichos recorridos.

25 22.- Aparato, según las reivindicaciones 20 ó 21, caracterizado porque comprende uno ó más tabiques (132) que se extienden a lo largo de parte del conducto en la dirección del flujo.

23.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones



ciones 20 a 22 inclusive, caracterizado porque los medios para producir dicha circulación consisten en un impulsor o propulsor de flujo axiales (20).

5 24.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 23 inclusive, caracterizado porque comprende un elemento intercambiador de calor (22) provisto de orificios que se extiende transversalmente al conducto para cambiar la temperatura de la corriente de fluido a medida que circula a lo largo del circuito.

10 25.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 24 inclusive, caracterizado porque el conducto es anular, habiéndose previsto una entrada principal (36) en un sector del conducto y una salida principal (38) en un sector diametralmente opuesto del conducto, para dividir el fluido
15 que entra en la entrada principal en dos partes que siguen diferentes recorridos helicoidales por el circuito hasta la salida principal.

 26.- Aparato, según la reivindicación 25, caracterizado porque el circuito está definido por una caja interior
20 cilíndrica (12) que se extiende por el interior de una caja exterior cilíndrica (14), estando los extremos opuestos de la caja interior abiertos en los extremos opuestos de la caja exterior.

 27.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 20 a 26 inclusive, caracterizado porque comprende un separador de isótopos (24) en el circuito para realizar una separación de isótopos en la corriente de fluido a medida que
25 circula por el circuito.

 28.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones



nes 20 a 27 inclusive, caracterizado porque está provisto de una pluralidad de entradas secundarias (42, 126) al circuito que están separadas entre sí, y una pluralidad de salidas secundarias (34, 16) del circuito separadas entre sí.

29.- Método y aparato correspondiente para efectuar el tratamiento de un fluido.

Esta memoria consta de sesenta y dos páginas escritas en una sóla cara.

BARCELONA,

P.A.

14 ABR. 1976

A large, stylized handwritten signature in dark ink, written over the typed date "14 ABR. 1976". The signature consists of several overlapping, sweeping strokes.

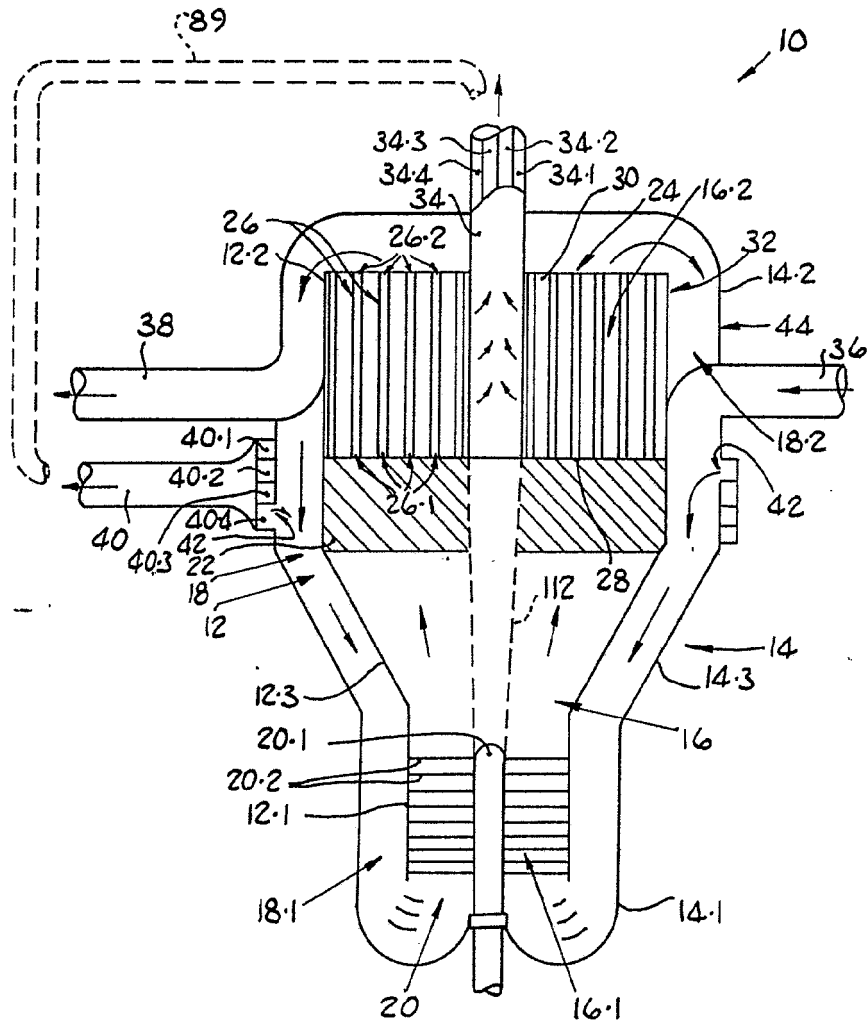


FIG. 1.

FOR AUTHORIZATION

JOAQUIN BOLIBAR
P. P.

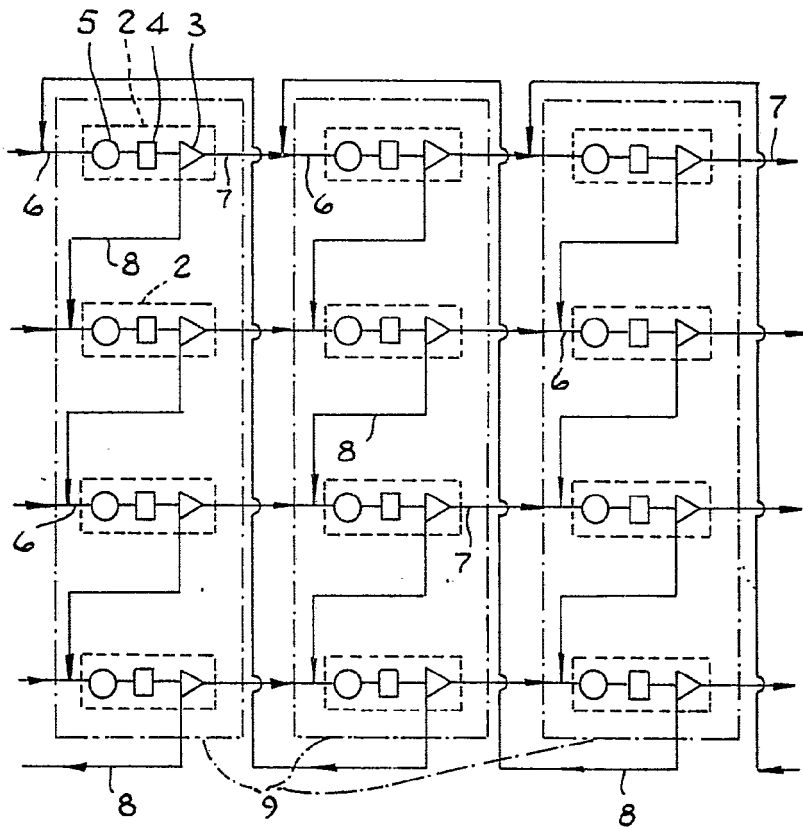


FIG. 1.(A)

POR AUTORIZACION:

JOAQUIN BOLIBAR
B.R.

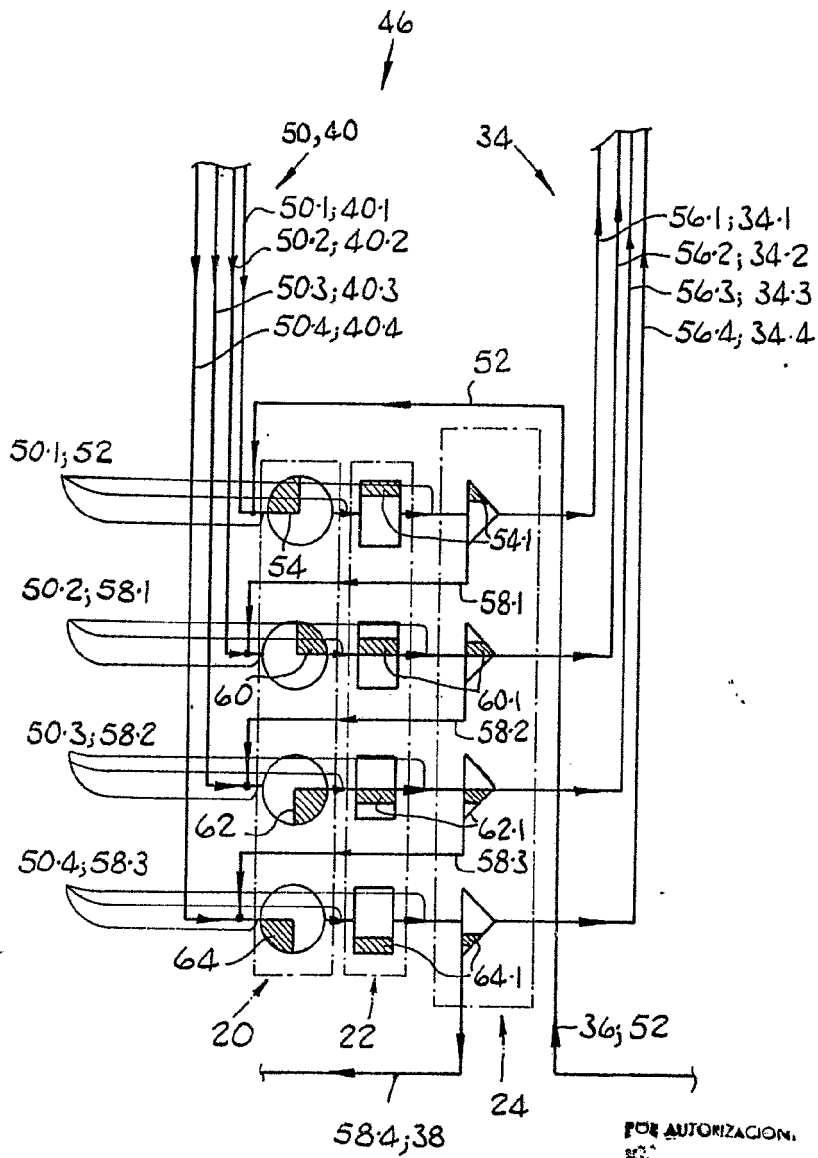


FIG. 2.

FOR AUTORIZACION.
207.

JOAQUIN BOLIBAR
P. P.

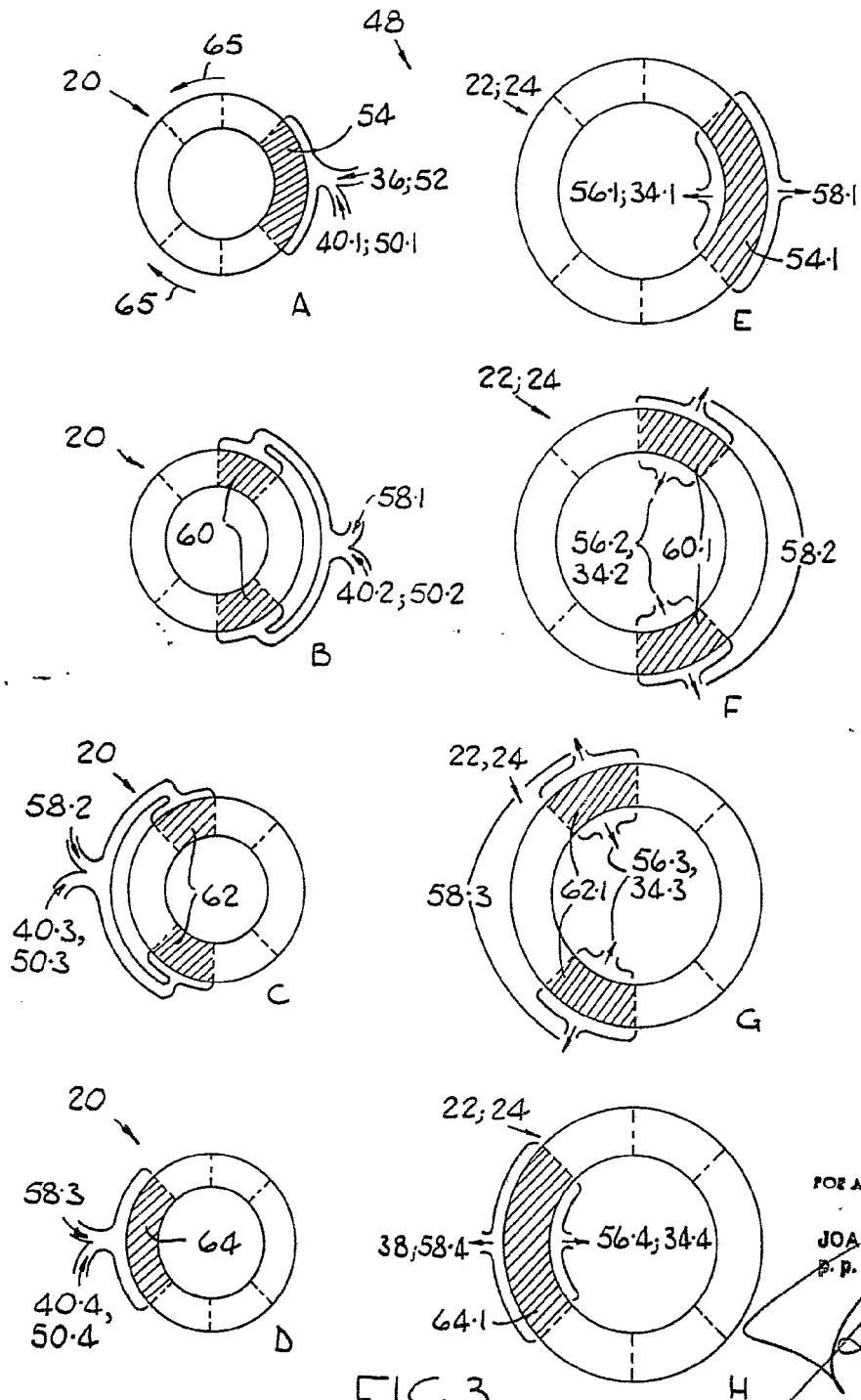


FIG. 3.

FOR AUTORIZACION

JOAQUIN BOLIBAR
P. P.

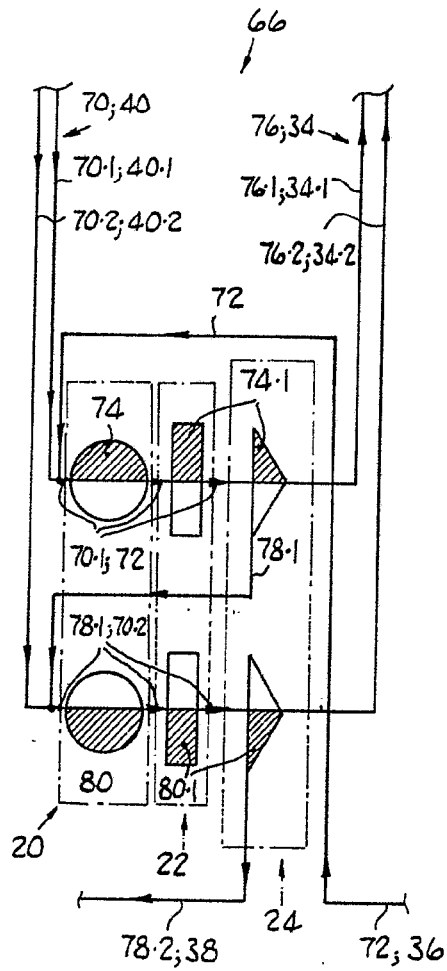


FIG. 4.

FOR AUTORIZACION:

JOAQUIN BOLIBAR
P. P.

14 APR 1978
82917

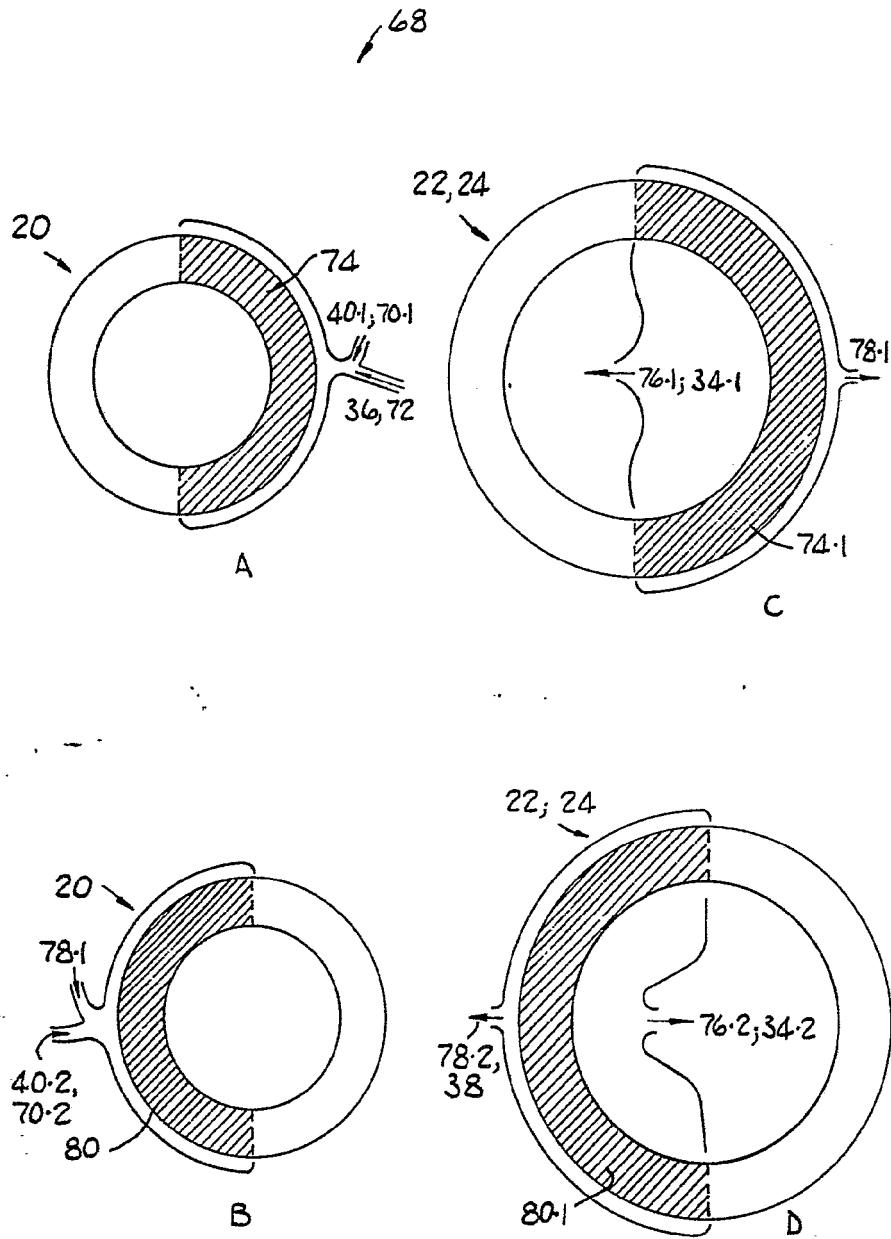


FIG. 5.

FOR AUTORIZACION:

JOAQUIN BOLIBAR
P. D.

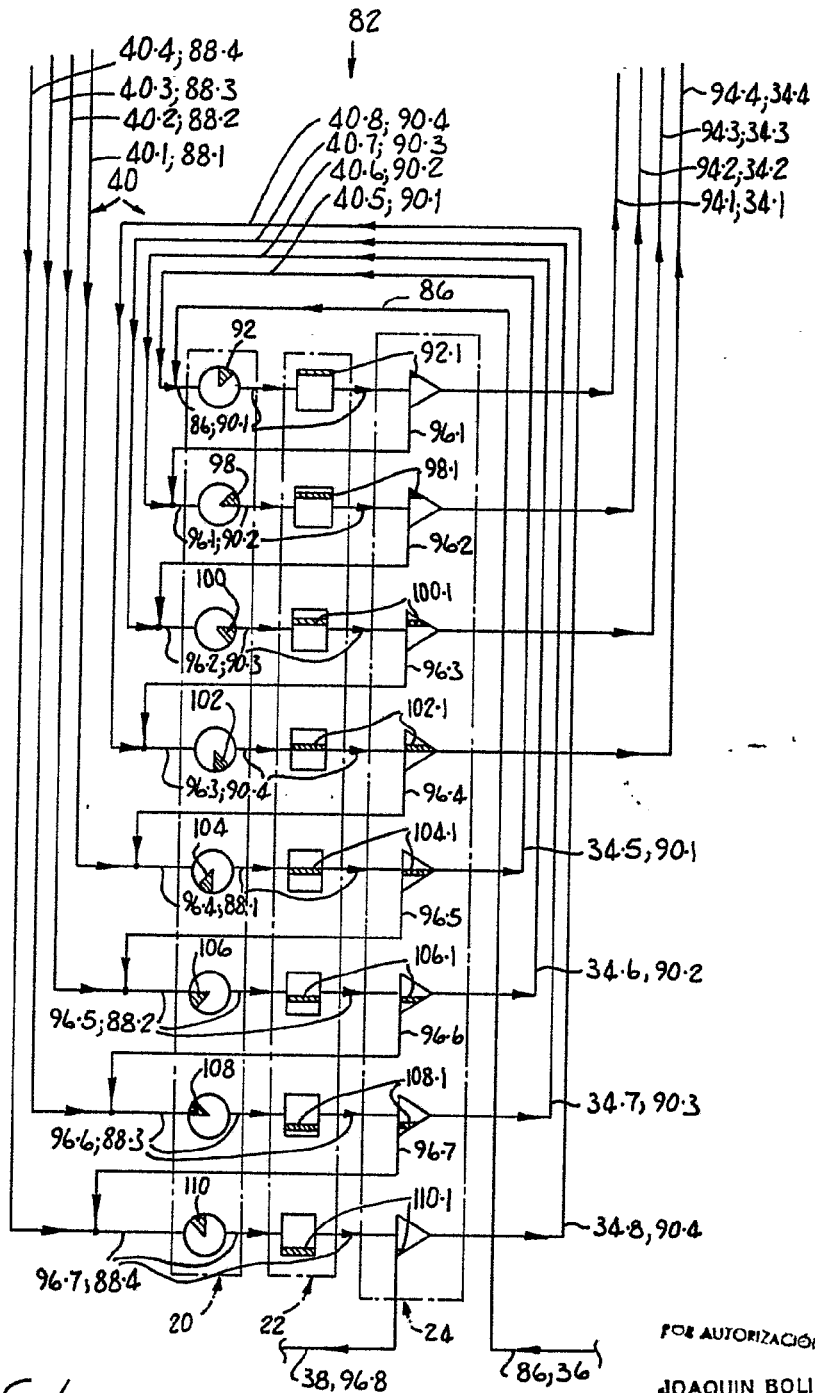


FIG. 6

FOR AUTORIZACION:

JOAQUIN BOLIBAR
P. D.



ATOMIC ENERGY BOARD

10 MOJAS MOLAR

8877

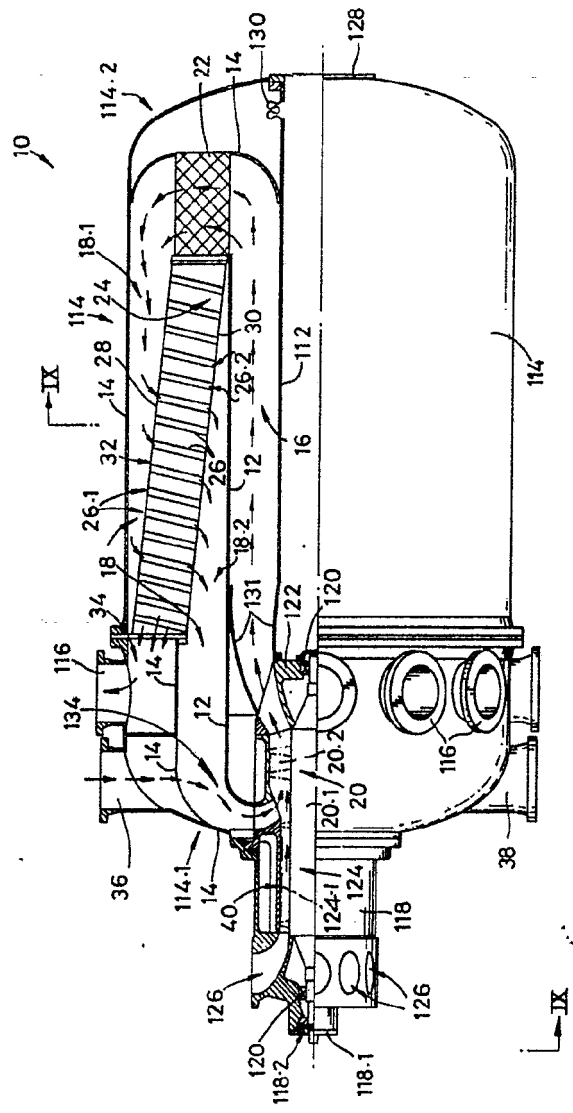


FIG. 8

FOR AUTORIZACION

JOAQUIN BOLIBAR
P. P.



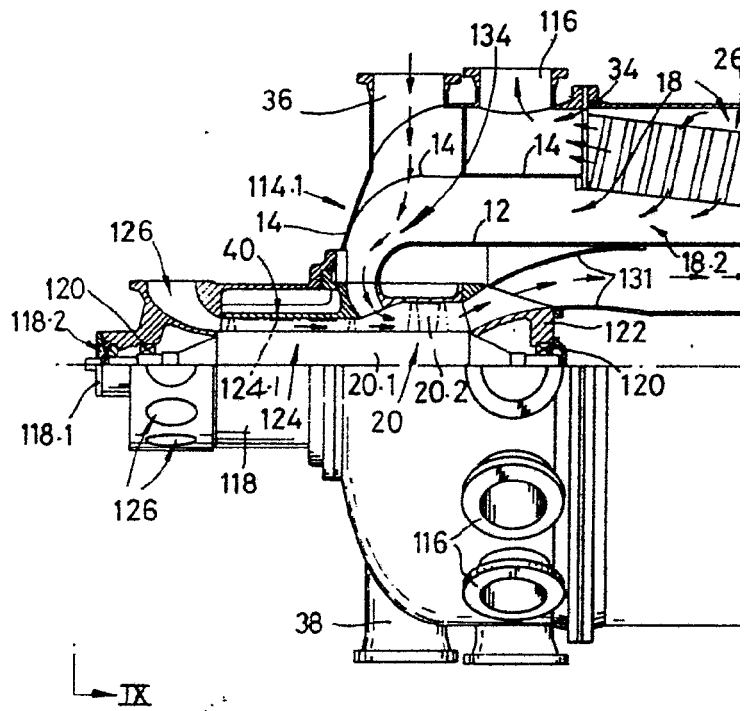


FIG. 8

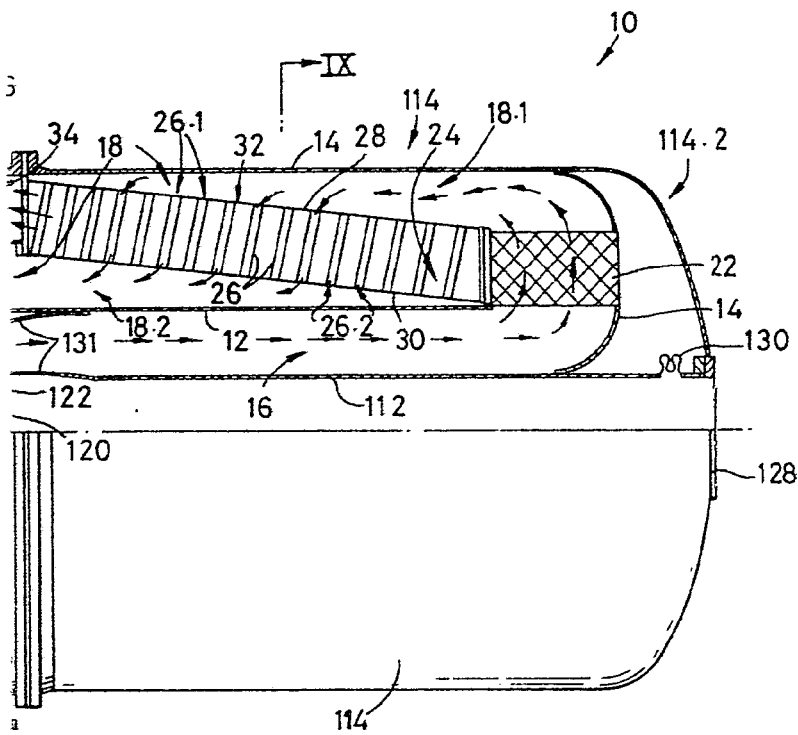


FIG. 8

POR AUTORIZACIÓN

JOAQUIN BOLIBAR
P.P.

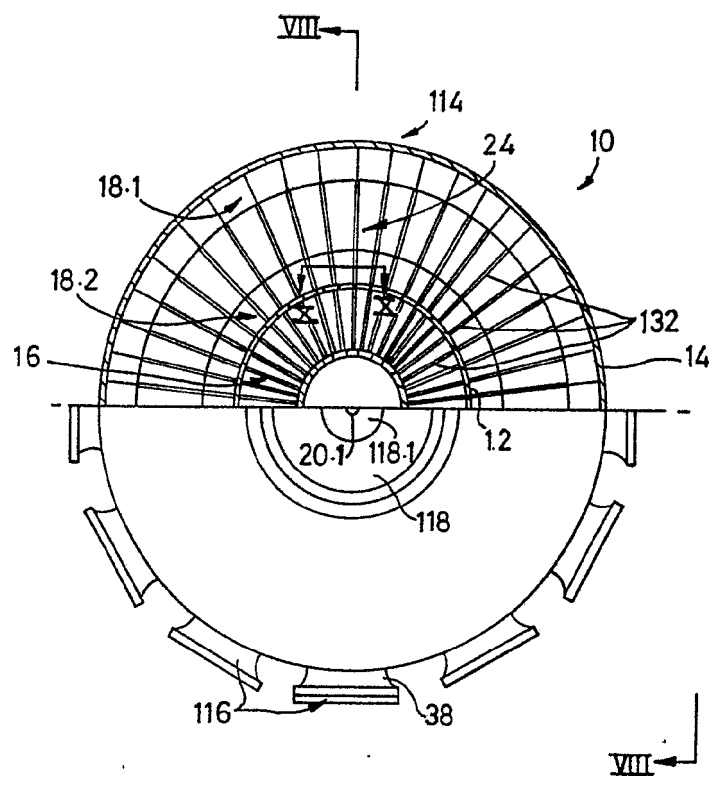


FIG. 9

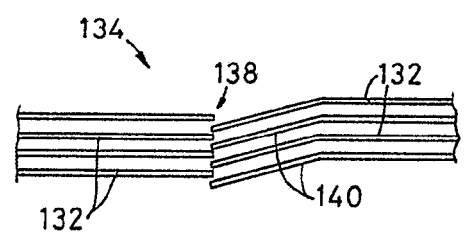


FIG. 10

FOR AUTORIZACION,
JOAQUIN BOLIBAR
P. P.