

AÑO 1959

Expediente núm. 247972



REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

PATENTE DE INVENCION

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se acompaña a la solicitud de

una **PATENTE DE INVENCION** por **VEINTE** años, en España

a favor de

LOUIS DENIS, de nacionalidad
francesa domiciliado en 48, Rue Michel-Ange, Paris,
~~calle de~~ Francia. ~~XXXXX~~

por:

« UN PROCEDIMIENTO Y UN DISPOSITIVO PARA ASEGURAR LA SE-
GURIDAD DE LOS REACTORES ATOMICOS ».

Nº 13536

Agente Sr. ELZABURU

- 9 ABR 1959

247972



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de LOUIS DENIS, de nacionalidad francesa, residente en
48, Rue Michel-Ange, París, Francia, por:

"UN PROCEDIMIENTO Y UN DISPOSITIVO PARA GARANTIZAR LA SEGURIDAD
DE LOS REACTORES ATOMICOS".-

Numerosos reactores atómicos o pilas atómicas se refrige-
ran por medio del gas carbónico.

En estos reactores el cuerpo fisible está contenido en
vainas estancas colocadas en canales, estando recorridos estos
5 por un flujo de gas carbónico destinado a refrigerar los elemen-
tos de combustible y a transferir las calorías a cambiadores
que forman parte de una máquina térmica.

El gas carbónico puede ser sustituido naturalmente por
cualquier otro fluido susceptible de servir, en las condiciones
10 impuestas por los reactores atómicos de vehículos a las calorías;



247972

siendo sin embargo el gas carbónico el más generalmente utilizado se designará en adelante por simplificación el fluido vehículo de calorías con la denominación de gas carbónico, pero ha de entenderse bien que la presente invención no está limitada al caso en que se utiliza este gas, sino que se extiende por el contrario a los casos en que se utilice otro fluido susceptible de las mismas condiciones de empleo.

Pueden sobrevenir incidentes de diversas naturalezas que comprometan la buena marcha del reactor, pudiendo entrañar su inmovilización más o menos prolongada o su destrucción.

Estos incidentes pueden tener graves consecuencias para la seguridad de las personas empleadas en la planta atómica, o que vivan en su proximidad.

Entre estos incidentes se pueden citar:

1.- Fisuras en una vaina o la rotura de ésta por cualquier razón que sea, que entraña el ensuciamiento del gas, pudiendo acarrear este ensuciamiento, si rebasa un cierto umbral, peligros y alteraciones en la marcha del reactor;

2.- Un aumento anormal de la temperatura, ya sea local, ya sea general, pudiendo escapar este aumento al control del sistema regulador o de seguridad.

De este incidente resultan, si se limita a un pequeño aumento de temperatura, transformaciones aceleradas del combustible y riesgos de fisuras de vainas.

Si el aumento de temperatura es importante, se puede producir roturas más o menos generalizadas de las vainas, que provoquen un intenso ensuciamiento del gas.

El calentamiento puede ser tal que provoque fusiones de los metales que forman las vainas, con fenómenos de combustión.

De esto resulta una destrucción total o parcial de la pila.



247972

3.- Fugas más o menos importantes del gas comprimido, ya sea en las juntas de los tubos, ya sea en las guarniciones de estanqueidad de las válvulas o de las máquinas giratorias (sobrepresores).

5 Hay que señalar que el incidente 1 aislado no es grave, y el incidente 3, si las fugas son pequeñas, no es igualmente grave. Sin embargo la combinación de los incidentes 1 y 3 puede ser catastrófica y entrañar la parada prolongada de la pila y peligros para las personas.

10 El incidente 2 puede conducir a la destrucción total de la pila.

La presente invención tiene por objeto un procedimiento y dispositivos de protección del reactor y por vía de consecuencia de protección de las personas.

15 La presente invención está basada sobre las propiedades termodinámicas del gas carbónico.

Se sabe que el gas carbónico a presión se licua a temperaturas relativamente moderadas que varían de aproximadamente -20 grados a -50 grados para las presiones en uso en los reactores atómicos.

20 Según la invención se prevé en derivación del circuito del gas carbónico (u otro fluido que sirva de vehículo a las calorías desprendidas por la pila) un aparato refrigerador unido a dicho circuito por un conducto de llegada y un conducto de salida del CO^2 estando provistos ventajosamente estos conductos de válvulas que permiten derivar parcial o totalmente el CO^2 a través de este aparato refrigerador, teniendo este último uno o varios elementos refrigerantes unidos de modo conveniente a una fuente de fluido frigorífero.

30 De preferencia la fuente de fluido frigorífero está cons-

247972



tituida por un recipiente calorifugado que contiene un fluido
frigorifero susceptible de ser llevado y conservado a una tem-
peratura, por ejemplo del orden de -50 grados, estando unido
a su vez el recipiente a una máquina frigorífica susceptible
5 de dar al fluido frigorifero, el agua, salmueras, mezclas
eutécticas de líquidos o aun gases, especialmente el gas car-
bónico mismo. Este último puede ser almacenado en forma de
nieve carbónica a -60 grados a presión conveniente.

Según una forma de realización, el circuito entre la fuen-
10 te de fluido frigorifero y el refrigerador está constituido por
un conducto de llegada y un conducto de retorno y tiene una bom-
ba y válvulas que permiten aislar el refrigerador de dicha fuen-
te, y utilizar entonces el refrigerador como un cambiador de ca-
lorías auxiliares alimentándolo de agua, aire u otro fluido po-
15 co costoso.

Según una variante el refrigerador puede estar constituí-
do totalmente o en parte por el cambiador de calorías principal
del reactor atómico, pudiendo ser puesto en comunicación este
cambiador mediante un juego de válvulas convenientes, ya sea con
20 la máquina térmica unida al reactor térmico con circulación de
fluido conveniente, ya sea con la fuente de fluido frigorígeno,
ya sea todavía con una fuente de agua o de aire a poca tempera-
tura.

X
25 Según otra particularidad de la invención, el refrigera-
dor está unido ventajosamente a sistemas susceptibles de conte-
ner cada una una cantidad de CO^2 condensado igual a la contenida
en el circuito del reactor atómico; una de ellas podrá ser apta
para servir de depósito de almacenamiento a una cantidad de CO^2
neutro, destinado a sustituir a la masa de CO^2 en servicio del
30 circuito del reactor atómico o a una parte de ésta, en el caso



247972

en que dicha masa se hubiera ensuciado, y después de condensación y almacenamiento de dicha masa en uno de los otros recipientes para operaciones de limpieza.

El circuito del reactor atómico podrá estar dividido en un cierto número de tramos y cada uno de estos tramos podrá ser susceptible de unirse individualmente al aparato refrigerador de manera que permita la condensación de la masa de CO_2 sola contenida en dicho tramo interesado.

En una forma particular de realización el aparato refrigerador constituye un acumulador de frío y contiene a este efecto una cierta masa sólida o líquida susceptible de ser puesta a temperatura muy baja. Esta masa, en una primera forma de realización, es sólida y está dividida en elementos tales como bolas, anillos del género Raschig, ladrillos u otros elementos convenientes; en otra forma de realización, la masa es líquida o plástica: gas licuado, hielo hídrico, aceite mineral, glicerina, brea o similares o está constituida por una mezcla sólida más o menos finamente dividida con un líquido o una materia plástica.

La invención persigue todavía un modo de realización y de instalación del aparato refrigerador y acumulador de frío que permite utilizarlo a la vez:

- para el vaciado del gas del circuito de un reactor atómico refrigerado por un gas condensable y congelable;

- para contener este gas así congelado en un recinto que puede ser mantenido a una presión inferior a la presión atmosférica;

- para depurar este gas por una destilación con sublimación, permaneciendo la presión inferior a la presión atmosférica.

Este acumulador ofrece así un medio perfeccionado de protección de las pilas refrigeradas por gas; facilita el aislamien-



247972

to y la separación de productos de fisión y permite recuperar el gas y volverlo a poner en circuito.

A este efecto, el acumulador está constituido por un recinto que contiene una masa, de preferencia metálica finamente dividida y que es puesta en vacío o en depresión después de la caída en frío; este recinto está unido a cada una de las partes de circuito del reactor por tubos aislados por obturadores.

Estas características y ventajas, así como otras igualmente, aparecerán de acuerdo con la descripción siguiente de diferentes modos de realización de la invención representados esquemáticamente a título de ejemplos en el dibujo anejo, en el cual:

La figura 1 es un esquema de un reactor atómico corriente;

La figura 2 es un esquema del mismo reactor unido a un dispositivo refrigerador conforme a la invención;

La figura 3 es un esquema en corte longitudinal de una variante del dispositivo refrigerador;

La figura 4 es un corte transversal correspondiente a la figura 3;

La figura 5 es un esquema en corte longitudinal de otra variante del dispositivo refrigerador;

La figura 6 es una variante de la disposición de conjunto de un reactor y de un refrigerador conforme a la invención;

La figura 7 es una vista en alzado de una forma de realización del refrigerador-acumulador.

Las figuras 8 y 9 son esquemas de funcionamiento que corresponden a la figura 7;

La figura 10 es una vista en alzado de otra forma de realización;

247972

9 ABR 1959



La figura 11 es una vista en alzado de otra forma de realización;

La figura 12 es una vista en alzado de otra forma de realización;

5 La figura 13 es una vista en alzado de otra forma de realización de un acumulador;

La figura 14 es un corte transversal correspondiente según I-I;

10 La figura 15 es una vista en perspectiva de una bobina que constituye una masa de refrigeración;

La figura 16 es un corte en alzado de la bobina de la figura 15;

La figura 17 es una vista de un detalle de realización de la figura 13;

15 La figura 18 es un esquema de una instalación de reactor atómico que tiene un circuito y una instalación de refrigeración conforme a la invención.

20 En un reactor clásico tal como se represente esquemáticamente en la figura 1, los elementos de combustible 1 encerrados en vainas apropiadas, se colocan en canales 2 practicados en el grafito 3. Un sobrepresor 4 hace circular el fluido, gas carbónico o gas similar, a través de los canales 2, luego en un cambiador 5 que proporciona las calorías necesarias para la marcha de una máquina térmica 6.

25 La masa del gas carbónico contenido en los canales, el sobrepresor, el cambiador y las vainas 7, 8, 9, que los unen, y más generalmente en todos los espacios abiertos al gas, es importante, y del orden de varias toneladas o decenas de toneladas.

30 La presente invención, de la que se representa un ejemplo de realización en la figura 2, consiste en utilizar un refrigera-



247972

dor de CO², 10, que tiene en su base una cisterna 11 y unido a cisternas 12, 13, 14,... etc., teniendo este refrigerador elementos refrigerantes 15 de forma y de superficie apropiadas, que permiten licuar el CO² a la presión de marcha y a medida que la
5 presión disminuye por la licuación misma, hasta la obtención de una presión interior que podría ser por ejemplo próxima a la presión atmosférica.

Estos elementos refrigerantes son alimentados de fluido frigorífero por un circuito que tiene una bomba 16 que aspira en
10 la base de un recipiente 17 por medio de un tubo 18, asegurando un tubo 19 el retorno del fluido al recipiente.

El volumen del recipiente 17 se establece teniendo en cuenta la cantidad de fluido frigorífero necesaria para obtener la refrigeración deseada.

15 El recipiente está aislado de tal manera que se mantenga con permanencia a la temperatura conveniente una cantidad conveniente de fluido frigorífero, desempeñando el recipiente la misión de un depósito de frío, siendo las frigorías así tenidas en depósito suficientes para combatir los diversos incidentes señalados.
20

Válvulas 20 y 21 permiten varias combinaciones y en particular hacer pasar todo o parte del flujo en circulación por el refrigerador, estando la soplante a un régimen cualquiera o incluso parada, desempeñando el refrigerador la misión de pared
25 fría y de condensador.

Para mantener las frigorías en reserva, se utiliza una máquina frigorífica de poca potencia 22, debiendo permitir ésta la caída en frío, que puede ser de muy larga duración (varias semanas) y el mantenimiento de la temperatura pese a las pérdidas caloríficas.
30



247972

Como se ha dicho, el fluido frigorífero podrá ser agua, salmueras, mezclas eutécticas, gases e incluso el gas carbónico en forma solidificada y cualesquiera otros compuestos químicos convenientes.

5 Para poner el fluido contenido en el recipiente 17 a la temperatura conveniente, se podrá utilizar una circulación aneja, por ejemplo en un serpentín 22' de un fluido auxiliar que permita alcanzar un grado elevado de frío y procedente de la máquina 22.

10 En una variante, el depósito de frío 17 y el refrigerador 10 están confundidos en un solo aparato del tipo de caldera tubular 31, conteniendo ésta un haz de tubo 32 recorrido por el fluido frigorífero que puede estar ya sea en estado líquido, ya sea en forma de una mezcla sólida líquida, este fluido es puesto
15 en frío por una circulación en el serpentín 22' del fluido auxiliar procedente de la máquina 22. Con esta forma de realización, la superficie fría se puede prever suficientemente grande para que el efecto de esta pared fría provoque una condensación rápida e intensa de CO^2 , encontrándose acumulado el frío no sólo en
20 el fluido frigorífero, sino en la masa misma del cambiador (figuras 3 y 4). En la caldera desembocan directamente los tubos provistos de las válvulas 20 y 21 y los tubos que llevan a los depósitos 12, 13, 14.

 Sería posible igualmente utilizar el cambiador de calor 5
25 como refrigerador sólo o unido al refrigerador 10, a este efecto, podrá estar aislado de la máquina térmica 6 por medio de válvulas 23, 24, y unido al circuito del fluido frigorífero por conductos 25, 25 mandados por válvulas 29, 30. Podrán preverse válvulas 18' y 19' en las canalizaciones 18 y 19 para permitir la
30 utilización del cambiador sólo como refrigerador.

247972



En este caso, la cantidad de fluido frigorífero a pre-
ver en reserva ha de ser suficiente para refrigerar el cambia-
dor mismo.

Para evitar un gasto de frigorías demasiado elevado, se
5 utilizará ventajosamente para el comienzo de la refrigeración,
agua fría de la red general o aire atmosférico para llevar el
CO² a las proximidades de 50 grados, estando cortados entonces
los elementos refrigeradores 10 y/o 5 si hay lugar a ello, de
la fuente de fluido frigorífero 17 por medio de las válvulas
10 18', 19', ó 29, 30, puestos en comunicación luego con la lle-
gada de agua o de aire, siendo expulsados el agua o el aire
después de utilización. Será igualmente ventajoso prever medios
que permitan derivar el cambiador de calor 5, por ejemplo por
medio de un conducto 27 mandado por una válvula 28, durante la
15 acción del refrigerador 10, automáticamente o no para evitar te-
ner que refrigerar también el cambiador durante las operaciones
de la refrigeración del CO².

La figura 5 representa un acumulador de frío 33 en el cual
se puede conservar el fluido si se desea en estado sólido, por
20 ejemplo la nieve carbónica; con este objeto, la máquina frigorí-
fica 22 destinada a la caída en frío envía sus frigorías por un
líquido a baja temperatura a un haz especial, estando colocado
cada tubo 34 de este haz en el interior de los tubos 35 del haz
del acumulador. El fluido se elegirá de tal manera que no aumen-
te de volumen al solidificarse, para evitar que los tubos estén
25 sometidos a esfuerzos internos. Se podrán utilizar sin embargo
fluidos cuyo volumen aumente por la solidificación, dando a los
tubos formas elipsoidales o similares, que permitan el aumento de
volumen del fluido sin tensión exagerada en los tubos.

30 Finalmente, el refrigerador 10 puede estar unido a tramos



247972

del circuito, por ejemplo a las diferentes vainas 7, 8, 9, aislados entre sí por válvulas de manera que sólo condensen el CO^2 contenido en un tramo particular del circuito o en una máquina particular (figura 6).

5 Estos tramos estarán constituidos esencialmente por el reactor, el cambiador (o los cambiadores), la soplante. Siendo por ejemplo el reactor la fuente de contaminación, éste estará aislado por válvulas 36, 37 y unido por tubos 38, 39 provistos de válvulas 38', 39', al refrigerador 10. Se actuará lo mismo
10 con los tramos que tienen los otros elementos de la pila. Cada circuito tendrá una soplante auxiliar 40, como se representa en la figura 6 (por simplificación esta disposición se ha representado aplicada solamente al reactor 8).

15 Los diversos sistemas de refrigeración descritos más arriba se pueden asociar a otros medios: tales como la expansión del CO^2 comprimido y previamente refrigerado por agua, aire o fluido, en una cámara donde se formará nieve carbónica, a la presión atmosférica, o a una presión menor o mayor, pero suficientemente inferior a la del CO^2 del circuito de la pila, conduciendo tal
20 medio a una separación de CO^2 sucio, y a su aislamiento en buenas condiciones de rapidez y de seguridad. Se podría así separar el CO^2 del reactor expandiendo por el circuito 41 que puede aislarse mediante la válvula 42, en una cámara de expansión 43 (figura 6), estando esta cámara en vacío antes de la operación.

25 Según otra variante representada en la figura 7, el aparato refrigerador está constituido por un recinto cerrado 51, que contiene una masa 52 susceptible de ser puesta a muy baja temperatura, estando constituida esta masa de elementos sólidos convenientes, por ejemplo metálicos, o materiales, tubos, anillos del
30 género Raschig o ladrillos del tipo de los acumuladores de calor

247972



Cowper o cualquier otra forma conveniente, que favorecen los cambios térmicos, tanto en la caída en frío como en la restitución de las frigorías acumuladas, pudiendo estar unido el circuito 59 que contiene el gas carbónico de la pila por las
5 válvulas 57-58 con este aparato.

La caída en frío del aparato 51 se realizará a título de ejemplo por un gas no condensable muy frío que circula en un circuito auxiliar 53, siendo refrigerado este gas por una máquina frigorífica a baja temperatura 54. Para el mantenimiento del frío
10 se podrá utilizar este mismo gas con una circulación reducida o intermitente. Se podrá también desde el final de la caída en frío poner el recinto en vacío con ayuda de una bomba 55 haciéndose el mantenimiento del frío por un refrigerador tubular 56 recorrido por un fluido frío producido por una máquina 56'.

15 En el momento de la apertura de las válvulas 57, 58 que ponen el recinto en comunicación con el gas carbónico del circuito, el CO^2 se licua rápidamente y es extraído en esta forma por el tubo 60, luego se congela sobre los elementos 52. Si se desea, la licuación de CO^2 sólido se consigue por el recalentamiento del
20 recinto, aislado del circuito por un medio cualquiera, pudiéndose hacer la extracción final del CO^2 que queda en el circuito y el recinto por un acumulador auxiliar de igual tipo, pero de capacidad menor y de temperatura más baja, siendo recalentado el acumulador 51 para facilitar el paso del CO^2 al acumulador auxiliar.

25 Según que las soplantes estén paradas o no, el acumulador descrito más arriba actuará como licuador-congelador o como refrigerador del CO^2 .

En el primer caso, las válvulas 57 y 58 están en la posición de la figura 8, y las soplantes paradas. Todo el gas del
30 circuito es aspirado en el acumulador donde se licua y luego se con-

247972



gela. En el segundo caso, las válvulas 57 y 58 están en la posición de la figura 9, permaneciendo las soplantes en marcha. El CO^2 atraviesa el acumulador y se refrigera, dependiendo la diferencia de las temperaturas de la difusión de las frigorías de la masa fría hacia el gas, siendo esta difusión más o menos rápida según las formas y las dimensiones de los elementos que constituyen la masa fría.

Elementos delgados, por ejemplo anillos Raschig, restituyen rápidamente sus frigorías; elementos macizos como los de los Cowper restituirán lentamente sus frigorías.

Se puede realizar el acumulador así para que las operaciones de almacenamiento de CO^2 (por licuación y congelación), por una parte, y las operaciones de refrigeración, por otra parte, se hagan con la rapidez deseada en los diversos casos que se presenten en explotación, y habida cuenta de las exigencias particulares en cada tipo de reactor.

En otra variante representada en la figura 10, el acumulador está constituido por un cambiador tubular por ejemplo, o de placas, estando metido este cambiador en una masa que es la reserva del frío. El haz tubular 68 está constituido por tubos 69 unidos a colectores secundarios 70 y 71 y principales 72 y 73.

La masa fría 74 puede ser simplemente un gas licuado o agua en forma de hielo con o sin adición de compuestos químicos que permita evitar los cambios de pesos específicos del agua pura; esta masa puede estar formada de sólidos pulverulentos o de líquidos que tengan todavía una cierta plasticidad a temperatura muy baja (aceites minerales, glicerina, etc....), o aún materias tales como brea, que se pueden licuar por calentamiento para introducir las y retirarlas de la cuba 75 o de las mezclas apropiadas de estas materias.

247972



Se pueden utilizar también compuestos líquidos que tengan una temperatura de solidificación muy baja de tal manera que las frigorías sean restituidas no sólo por el recalentamiento de la masa fría, sino también por su licuación tales como los di y tricloretileno, etc...

La cuba 75 está cuidadosamente aislada por un aislamiento 75¹, haciéndose la caída en frío y del mantenimiento del frío por medio de un cambiador 76 recorrido por el fluido frío producido por una máquina frigorífica 77.

El acumulador así constituido será utilizado en las condiciones descritas más arriba (separador de CO² del circuito, y refrigerador), estando unidos los colectores principales 70 y 71 al circuito por uniones provistas de válvulas apropiadas como los aparatos de las variantes anteriores, recorriendo el CO² los tubos y refrigerándose, licuándose y congelándose en el interior de los tubos.

En una variante representada en la figura 11, los colectores secundarios 78 y 79 están unidos, los colectores pares a un colector principal 80 y los colectores impares a un colector principal 81; los tubos elementales 82 son en forma de U, estando unida cada rama alternativamente a un colector secundario par y a un colector secundario impar.

La base de los tubos está unida por medio de tubos 83 al colector de extracción 84, el cual alimenta cubas de almacenamiento de CO² líquido 85, 86, 87, etc.

En esta variante, el acumulador puede utilizarse como refrigerador del CO² en circuito, estando en marcha la soplante, o como licuador-congelador del CO² del circuito.

En todos los casos se conseguirá una separación del CO² en primer lugar por licuación, siendo extraído el CO² líquido, y

247972



luego eventualmente por congelación, pudiéndose hacer estas dos operaciones en dos acumuladores diferentes o en el mismo aparato. En este caso de aparatos diferentes, éstos serán mantenidos a temperaturas diferentes.

5 El CO^2 congelado será extraído en forma líquida por calentamiento en el acumulador aislado estando cerradas las válvulas.

El CO^2 que permanece en el circuito así como en él o los acumuladores puede separarse luego por otro acumulador auxiliar.

10 Finalmente, los gases residuales llamados no condensables, y que permanecen en el circuito, tales como el nitrógeno o los gases raros del aire serán separados en ciertos casos y especialmente si ha habido ensuciamiento y activación de estos gases, por un acumulador de frío especial a temperatura muy baja, próxima
15 al cero absoluto, pudiendo ser la masa fría de este acumulador helio líquido. Este acumulador se aísla cuidadosamente para reducir al mínimo la evaporación del líquido.

El cambiador-acumulador, puede adoptar naturalmente numerosas formas de realización distintas de las descritas aquí sin
20 salir del marco de la invención; podrá especialmente adoptar formas que se aproximen a los haces tubulares de las calderas de vapor, eventualmente con varios cuerpos, estando la masa fría en el exterior de los tubos y circulando el CO^2 en el interior de los tubos. La figura 12 muestra tal forma de realización en que el
25 CO^2 pasa de un cuerpo superior 90 a un cuerpo inferior 91 pasando por un haz tubular 92, estando metido el conjunto en una masa acumuladora de frigorías 93 puesta en frío por un dispositivo apropiado 94 tal como los que se han descrito anteriormente.

En la forma de realización representada en la figura 13,
30 el acumulador está constituido por un recinto 101 de forma cual-



247972

quiera, esférico o de pared plana o cilíndrica; este recinto está convenientemente reforzado por medio de riostras 102 para resistir a la puesta en vacío del recinto. Descansa por medio de soportes 103 sobre un macizo 104.

5 Las masas 105 que absorben las frigorías en el interior del recinto 101 están colocadas sobre una plataforma 106. Están constituidas por ejemplo por productos metalúrgicos tales como chapas perforadas, onduladas, desplegadas, rejillas, o aún hilos en bobinas, o bolas encerradas en recipientes de celosía o cha-
10 pa perforada, etc. ... se ha representado en las figuras 15 y 16 un modo particular de realización de las masas frías según el cual estas masas están constituidas por bobinas de metal desplegadas o de enrejado o de chapas lisas u onduladas, perforadas o no 107 cuyas espiras se mantienen convenientemente espaciadas por ejem-
15 plo por medio de bolas. Estos diferentes modos de realización pueden además combinarse entre sí. La bobina de metal desplegado 107 por ejemplo, está enrollada alrededor de un cilindro de metal perforado, que tiene extremos tubulares 108 y 109 que permiten el encaje de las bobinas y su apilamiento, en el acumulador
20 por capas 107a, 107b, 107c... que tienen cada una un número de bobinas definido por los radios de las diversas bobinas que constituyen una capa. De preferencia, se prevén zunchos 110, 11, para reforzar las bobinas, y chapas 112, 113, perforadas o no o enrejados, dispuestos sobre las caras de las bobinas.

25 se realizan así masas frías finamente divididas que ofrecen una superficie muy grande favorable a un cambio térmico potente y a una gran velocidad de separación del gas.

Se disponen alrededor de las masas y sobre la pared interna del recinto hojas de metal brillante 114 que constituyen una
30 barrera contra las pérdidas por radiación.

247972



Esta barrera se puede constituir igualmente de manera que resista la presión y permita establecer y mantener el vacío entre este recinto 114 y el recinto 101.

Además, la plataforma 106 está montada sobre soportes 5 115 interrumpidos, estando separadas las caras 116, 117 por bolas pulidas 118 (figura 17) o cualquier otro sistema que permita contactos puntuales entre las caras 116, 117; se disminuyen así al máximo las pérdidas por radiación y por conductibilidad.

Finalmente, el recinto 101 está aislado interiormente 10 (y/o exteriormente) por un aislador 119 elegido desde el punto de vista de la compacidad para evitar los choques térmicos sobre el recinto 101, así como para reducir las pérdidas.

El recinto está provisto de uno o de varios agujeros de carga 120 para ofrecer un paso al personal encargado del montaje 15 de las masas y a las masas mismas.

Según una de las características importantes de la invención se prevén igualmente medios para poner el recinto en vacío o en depresión después de la caída en frío para evitar las pérdidas por convección.

20 Por la puesta en vacío, la utilización de barreras brillantes, de soportes aislantes, se ponen las masas frías en las mejores condiciones para reducir las pérdidas de frigorías por convección, radiación, conductividad.

El acumulador así descrito permite realizar las tres operaciones 25 esenciales: vaciado rápido del gas del circuito de las pilas, compartimentación del gas y de los productos de fisión bajo depresión con relación a la atmósfera, y depuración del gas por sublimación.

A este efecto se dispone el acumulador en una instalación 30 que tiene una combinación de máquinas auxiliares apropiada para



247972

conseguir este triple resultado, instalación representada esquemáticamente en la figura 18 del dibujo anejo.

El acumulador 123 está unido a cada parte del circuito de refrigeración del reactor 124 por un tubo 125 dividido en tantas ramificaciones 126, 127, 128 como partes de circuito 129, 130, 131, susceptibles de ser aisladas por válvulas obturadoras. En el ejemplo elegido y representado, las partes 129 y 131 corresponden a elementos de circuito que tienen entre otros, una soplante 132 (o 133) y un cambiador 134 (o 135), la parte 130 corresponde al reactor propiamente dicho.

Válvulas 136, 137, 138, 139 permiten aislar estas partes; válvulas 140, 141, 142 permiten unir cada parte al acumulador 123.

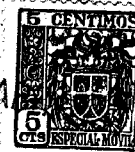
Si existen cambiadores auxiliares, las ramificaciones se harán de preferencia por el lado del gas frío, como para los cambiadores principales, y luego se utilizará el poder refrigerador de estos cambiadores.

El colector 125 está unido al acumulador por un mano-reductor 143 y un ciclón separador 144 que permite, cuando el gas está a una temperatura bastante baja, separar la nieve carbónica sólida formada después del mano-reductor.

El acumulador está equipado con una instalación de caída en frío que comprende entre otras cosas una botella 145 que contiene nitrógeno o cualquier otro fluido conveniente, líquido o comprimido; permite llenar la capacidad del recinto previamente puesta en vacío haciendo eventualmente varios llenados para purgar el recinto del aire o de la humedad.

La puesta en vacío se efectúa en estas operaciones previas por una bomba de vacío 146 provista de una derivación 147, aspirando la bomba de vacío en el acumulador y expulsando el gas a la atmósfera por una chimenea 148 o a la botella 145 si se trata

247972



de nitrógeno o de helio que se puede recuperar.

La instalación de puesta en frío propiamente dicha está formada por una instalación frigorífica 149 que alimenta el recinto de gas frío tal como el nitrógeno, uniendo así válvulas 150 y 151 el recinto a la instalación 149. El gas frío puede igualmente ser enviado a un circuito cerrado refrigerador 152 colocado en el recinto y que puede ser aislado por válvulas 153 y 154.

El acumulador está equipado además de un sistema de recalentamiento que tiene por ejemplo un recalentador 155 y una bomba de circulación 156, pudiendo estar colocado el recalentador en el mismo recinto y estar constituido por resistencias eléctricas por ejemplo.

El acumulador está unido además a un compresor 157 unido a la instalación de almacenamiento líquido o gaseoso de la pila, teniendo ésta recipientes 158, 159, 160.

Finalmente, el acumulador está unido al circuito de lavado y de descontaminación previsto para otros aparatos tales como los cambiadores.

El funcionamiento de la instalación es el siguiente:

El acumulador se pone en vacío por medio de la bomba 146, y luego se llena de nitrógeno por medio de la botella 145. En este momento se hace actuar la instalación frigorífica, circulando el gas en el recinto mismo por las válvulas 150 y 151.

La caída en frío se realiza cuando las masas están a la temperatura conveniente. En este momento la instalación frigorífica, se une al circuito tubular 152 y se procede a una nueva puesta en vacío de la instalación gracias a la bomba de vacío 146, siendo expulsado el nitrógeno por la chimenea 148 o recuperado en la botella 145. El mantenimiento del frío se realiza por el



247972

refrigerador tubular 152, no exigiendo la potencia en juego más que una marcha reducida de la instalación frigorífica 149.

5 El acumulador está entonces dispuesto para el vaciado rápido del CO^2 del circuito o de una parte del circuito de la pila, siendo su temperatura del orden de -120 grados a -160 grados y su presión de algunos cm/mercurio o menos.

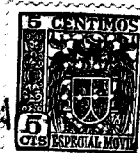
10 Cuando es necesario, el vaciado rápido del CO^2 existentes en el circuito del reactor se consigue abriendo la o las válvulas de la o de las partes de circuito interesadas 140, 141, 142 y abriendo luego la válvula 143 del mano-reductor de manera que el CO^2 a presión en el circuito se expande, se transforma parcialmente en nieve carbónica separada del gas por el ciclón, llega luego al acumulador 123 donde el CO^2 se congela y se deposita sobre las masas frías 105 de manera regular, no pudiendo congelar cada una de las masas más que un grosor casi constante de gas dada la distribución regular de las frigorías en las masas frías.

15 El mano-reductor se podrá poner fuera de servicio con parada de la alimentación cuando la presión del circuito de la pila haya alcanzado precisamente la presión atmosférica, si se desea evitar todo cambio gaseoso en los dos sentidos entre la atmósfera y el circuito.

20 A causa de la posible variación ulterior de esta presión (por variación de temperatura del gas contenido en el circuito, por ejemplo), esta presión se regulará ya sea por acción del mano-reductor (para vaciar la pila) ya sea por introducción de CO^2 de los depósitos (para volver a hinchar la pila).

25 Evitando toda sobrepresión de CO^2 en el circuito del reactor, se evitan fugas de CO^2 más o menos ensuciado al exterior, lo que constituye el objeto perseguido por el vaciado y, evitando

247972



una depresión de CO^2 se evitan entradas de aire atmosférico más o menos húmedo en el circuito, lo que sería una causa de inconvenientes más o menos graves.

5 Al final del vaciado, la mayor parte del CO^2 se encuentra contenida en el acumulador en forma sólida, y con depresión relativa con relación a la atmósfera. Se llega así a contener el CO^2 ensuciado o no con todas sus impurezas, sus gases activos o tóxicos, su polvo, sus aerosoles, etc. ..., en un recinto con depresión, lo que es uno de los objetos esenciales buscado en las
10 instalaciones de seguridad de los reactores, objeto que permite alcanzar el acumulador conforme a la presente invención.

El estado del CO^2 después de su vaciado y su puesta en el depósito 123 permite proceder luego, en el momento deseado, a su depuración, por sublimación. Se utilizará a este efecto un recalentamiento, ya sea por el circuito de recalentamiento constituido
15 por el recalentador 155 y la bomba 156, ya sea por el recalentador eléctrico interno, ya sea por las máquinas frigoríficas que trabajan a su vez sobre el circuito cerrado 152 como bomba de calor.

20 Durante el recalentamiento se procederá a un bombeo del gas sublimado gracias al compresor 157, actuando este para mantener el CO^2 en el acumulador con depresión con relación a la atmósfera. El CO^2 comprimido se refrigerará o recalentará luego para permitir su introducción en los depósitos de almacenamiento
25 158, 159, 160 que equipan el reactor, sublimándose el CO^2 sólido a medida del recalentamiento y del bombeo dejando sobre la masa 105 todas las impurezas sólidas o líquidas a la temperatura de sublimación.

Al principio del bombeo o reanudación, el gas formado es
30 susceptible de ser mezclado con las impurezas gaseosas, en par-



247972

5 ticular los productos de fisión gaseosos; los primeros gases bombeados podrían aislarse, si se juzga útil, para una separación ulterior de los productos de fisión gaseosos, por lo menos para su puesta en depósito, hasta que habiendo decrecido su actividad se puedan expulsar por la chimenea o tratar por un procedimiento conveniente.

10 Igualmente, después de haber sublimado la mayor parte del CO^2 , se podrá descontaminar el acumulador por lavados, por la instalación de lavado prevista, o incluso esperar que haya decrecido la actividad de los productos de fisión sólidos o líquidos.

15 El acumulador permite, pues, el depósito de productos activos en depresión con relación a la atmósfera, y permite la puesta en práctica de procedimientos de descontaminación variados, después de un tiempo conveniente. En los lugares convenientes se colocarán filtros o depuradores para realizar esta depuración por sublimación, en particular antes del almacenamiento del CO^2 depurado; se colocarán filtros para polvo y aerosoles.

20 Las diferentes misiones desempeñadas por el mismo aparato objeto de la invención constituyen una novedad específica porque las instalaciones previstas hasta ahora empleaban aparatos separados, múltiples, complejos, imperfectos. En efecto, el vaciado se hacía hasta ahora por una instalación de filtración con pequeño gasto, era largo (10 a 40 horas), empleaba máquinas giratorias (sobrepresores), los productos de fisión gaseosos no se detenían, 25 provocaba el riesgo de obstrucción si existían muchos productos de fisión sólidos o aerosoles, o riesgo de incendio en caso de productos pirofóricos. La instalación propuesta permite un vaciado muy rápido del orden de algunos minutos o decenas de minutos.

30 Igualmente, las instalaciones actuales para contener las fugas son imperfectas, por ejemplo están constituidas por esfe-

247972



ras de precio muy elevado, cuya existencia complica las implan-
taciones del reactor mismo, debiendo estar todo el circuito ins-
crito en la esfera. En caso de fuga de gas contaminado, se con-
tamina el interior de toda la esfera, así como todos los aparatos
5 que contiene. La pila se encuentra inmovilizada entonces por
un largo tiempo para operaciones onerosas, delicadas, si no peli-
grosas.

La instalación propuesta permite limitar las fugas a una
duración muy breve, por consiguiente a un gasto muy reducido,
10 puesto que el vaciado es rápido, cayendo la presión rápidamente.

Igualmente, las depuraciones que se efectúan actualmente,
mientras el fluido está en estado líquido, son imperfectas, la
sublimación, sobre todo lenta y controlada, como permite el pre-
sente dispositivo, es muy preferible porque no incluye las posi-
15 bilidades de arrastre de las impurezas por vehículos de líquido
como ocurre en la destilación.

Las operaciones de vaciado y de puesta en depósito son
además enteramente estáticas, es decir sin elementos motores de
arrastre, poniéndose en marcha todas estas operaciones por la so-
20 la apertura de una válvula que puede ser mandada, ya sea manual-
mente in situ, ya sea a distancia, ya sea todavía por una insta-
lación automática sencilla (ausencia de corriente, de presión)
puesta en marcha por factores de marcha anormal (gran actividad
del gas, presión demasiado fuerte del gas, actividad anormal del
25 aire de ciertos locales), ya sea todavía por percepción de vibra-
ciones anormalmente elevadas (temblor de tierra o explosión, o vi-
braciones de máquinas, tales como soplantes o turboalternadores).

Se puede igualmente poner en marcha este vaciado en el mo-
mento en que se tenga conocimiento de un riesgo cualquiera; inun-
30 daciones, incendio, amenaza de guerra o de subversiones, siendo

247972



susceptible cualquier accidente en un reactor hinchado, en todas estas circunstancias, de entrañar graves consecuencias para el personal y para la región.

5 Se ve inmediatamente la misión que puede desempeñar esta instalación para la protección y la seguridad en la explotación de una pila atómica.

1) Si hay rotura de vaina y ensuciamiento importante del gas tales que las fugas inevitables no puedan ser ya descontaminadas por los medios previstos, es preciso en general parar la pila, y proceder a operaciones que conduzcan prácticamente a perder todo el gas carbónico. La parada es entonces larga.

Con la instalación según la invención, se puede parar la pila el tiempo justamente suficiente para condensar todo el gas carbónico ensuciado y almacenarlo.

15 No resta ya por descontaminar o evacuar más que la pequeña fracción del gas que queda en el conducto, siendo esta fracción tanto menor cuanto más elevada es la presión de marcha y menor la presión después de condensación. Será del orden del 1 al 4% aproximadamente.

20 2) Si hay elevación de temperatura anormal, la instalación puede servir en primer lugar para luchar contra esta elevación de temperatura, lo que bastará en la mayoría de los casos, para alejar todo peligro. Bastará hacer circular todo o parte del CO^2 en el refrigerador, lo que refrigera el gas antes del sobrepresor.

25 Si el peligro persiste, se utiliza la instalación como en el caso anterior para condensar el CO^2 teniendo la ventaja este almacenamiento del CO^2 de evitar que si hay destrucción de la pila, no se extienda el CO^2 en la atmósfera.

30 Además, este almacenamiento permite la recuperación ulterior de cantidad importante de CO^2 después de su descontaminación.



247972

3) Si hay fuga, con o sin agravación por la aparición del incidente 1), la instalación puede servir para almacenar el CO^2 estableciendo en todo el recinto una presión próxima o exactamente igual a la presión atmosférica, lo que permite ciertas maniobras o reparaciones.

4) De todas formas, incluso en marcha normal, la instalación puede servir para la regulación de la temperatura y de la presión de CO^2 por efecto de pared fría.

5) Igualmente, la instalación puede desempeñar la misión de almacenamiento del CO^2 ensuciado o del CO^2 neutro, dispuesto para ser utilizado en el circuito de gas.

Esta solicitud, que corresponde a las presentadas en Francia, con fecha 25 de Marzo de 1958, bajo el número 761.591; 29 de Julio de 1958, bajo el número PV 771.515 y 11 de Febrero de 1959, bajo el número PV 786.442, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

NOTA

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

12. - Procedimiento para garantizar la seguridad de los reactores atómicos, especialmente los refrigerados por el gas carbónico o gas análogo, caracterizado porque se prevé sobre el circuito del gas carbónico u otro fluido condensable que sirve de vehículo a las calorías liberadas por la pila, un aparato refrigerador unido a dicho circuito por un conducto de llegada y un conducto de salida del CO^2 , estando provistos estos conductos de válvulas que permiten derivar parcial o totalmente el CO^2 a

9 AB



247972

través de este aparato refrigerador, teniendo este último uno o varios elementos refrigeradores que pueden estar asociados de manera conveniente a una fuente de fluido frigorífero.

22. - Dispositivo para el procedimiento según 1, constituido por un aparato refrigerador dispuesto sobre el circuito del gas carbónico o gas análogo, estando unido este aparato refrigerador a dicho circuito por un conducto de llegada y un conducto de salida del CO², estando provistos estos conductos de válvulas que permiten derivar parcial o totalmente el CO² a través de este aparato refrigerador, teniendo este último uno o varios elementos refrigeradores que pueden estar unidos de modo conveniente a una fuente de fluido frigorífero.

32. - Dispositivo según el punto 2, caracterizado porque la fuente de fluido frigorífero está constituida por un recipiente calorifugado que contiene un fluido frigorífero susceptible de ser puesto y conservado a una temperatura, por ejemplo del orden de menos 50 grados estando este recipiente a su vez unido a una máquina frigorífica susceptible de dar al fluido frigorífero la temperatura requerida.

42. - Dispositivo según los puntos 2 y 3, caracterizado porque el circuito entre la fuente de fluido frigorífero y el refrigerador, constituido por un conducto de llegada y un conducto de retorno, tiene una bomba y válvulas que permiten aislar el refrigerador de dicha fuente, y utilizar entonces el refrigerador como un cambiador de calorías auxiliar alimentándolo de agua, aire u otro fluido poco costoso.

52. - Dispositivo según los puntos 2 a 4, caracterizado porque el refrigerador está constituido parcial o totalmente por el cambiador de calorías principal del reactor atómico, pudiendo ser puesto en comunicación este cambiador por medio de un juego

247972



de válvulas convenientes ya sea con la máquina térmica unida al reactor térmico con circulación de fluido conveniente, ya sea con la fuente de fluido frigorífero, ya sea aún con una fuente de agua o de aire a poca temperatura.

5 62. - Dispositivo según los puntos 2 a 5, caracterizado porque el refrigerador está unido a cisternas susceptibles de contener cada una una cantidad de CO^2 condensado igual a la contenida en el circuito del reactor atómico; una de ellas podrá ser apta para servir de depósito de almacenamiento a una canti-
10 dad de CO^2 neutro, destinado a sustituir a la masa de CO^2 en servicio en el circuito del reactor atómico o a una parte de éste, en el caso en que dicha masa hubiera sido contaminada, y después de condensación y almacenamiento de dicha masa en uno de los otros recipientes para operaciones de descontaminación.

15 72. - Dispositivo según los puntos 2 a 6, caracterizado porque el circuito del reactor atómico está dividido en un cierto número de tramos y cada uno de los tramos es susceptible de estar unido individualmente al aparato refrigerador de manera que permita la condensación de la masa de CO^2 contenido en dicho tra-
20 mo interesado solamente.

 82. - Dispositivo según los puntos 2 a 7, caracterizado porque al refrigerador está unida una cámara de expansión puesta a una presión suficientemente pequeña para permitir la expansión del gas carbónico contaminado, y su transformación en nie-
25 ve carbónica.

 92. - Dispositivo según los puntos 2 a 8, caracterizado porque el aparato refrigerador que tiene una masa susceptible de ser puesta a temperatura muy baja, constituye un acumulador de frío.

30 102. - Dispositivo según los puntos 2 a 9, caracterizado



247972

porque el refrigerador tiene una red de tubos que contienen nieve carbónica, estando atravesado cada tubo de este primer haz longitudinalmente por un tubo de una segunda red en el cual circula el fluido frigorífero.

5 112. - Dispositivo según 9, en el cual la masa es un gas licuado.

122. - Dispositivo según 9, en el cual la masa está constituida por una materia todavía plástica a baja temperatura, tal como la brea unida o no a líquidos apropiados.

10 132. - Dispositivo según 9, en el cual la masa está constituida por una materia líquida a temperatura ordinaria, agua, glicerina, aceite mineral, di o tricloretileno, etc., o sus mezclas.

15 142. - Dispositivo según 9, en el cual la masa está constituida por elementos sólidos divididos, tales como bolas, tubos, anillos Raschig, o ladrillos del tipo utilizado para los Cowper.

152. - Dispositivo según 9, en el cual la masa está constituida por una mezcla de materias sólidas en estado pulverulento, con líquidos o plásticos.

20 162. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque está constituido por un recinto cerrado unido con el conducto de CO^2 de la pila por una válvula de entrada y una válvula de salida, para poner en contacto directo el CO^2 con la masa de elementos sólidos divididos.

25 172. - Dispositivo según 9, en el cual el recinto está rodeado por un circuito refrigerador unido a una máquina frigorífica.

30 182. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque está constituido por un haz tubular de forma apropiada cuyo volumen interior está unido al conducto de CO^2 por una válvula de en-

247972



trada y una válvula de salida, estando la masa acumuladora de frío en el exterior del haz tubular.

192. - Dispositivo según 9, que tiene un recinto que contiene un cambiador en el cual circula un fluido procedente de una máquina frigorífica.

202. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque está constituido por un recinto cerrado que contiene masas metálicas finamente divididas, estando unido este recinto a una instalación frigorífica para la refrigeración y además a una instalación de puesta en vacío y de reserva de gas inerte para poner el recinto a una presión pequeña y para permitir su llenado con un gas inerte y su mantenimiento a una presión inferior a la presión atmosférica.

212. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque las masas contenidas en el recinto del acumulador de frío según 20 están constituidas por elementos formados de chapas delgadas enrolladas alrededor de un cilindro central y cuyas espiras se mantienen convenientemente separadas unas de otras.

222. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque los elementos según 21 son apilables unos sobre otros, encajándose los extremos de los cilindros centrales unos en otros.

232. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque la instalación de puesta en frío según 20 comprende dos canalizaciones, una que hace circular el fluido frigorífero directamente en el recinto, otra que envía este fluido a un circuito cerrado refrigerador dispuesto en el interior del recinto.

242. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque la instalación de puesta en vacío según 20 coopera con un depósito de gas inerte a presión, para vaciar el aire contenido en el recinto y sustituirlo por el gas inerte manteniéndolo a

247972



una presión inferior a la presión atmosférica.

252. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado por-
que un circuito une el recinto con las diferentes partes de un
reactor atómico susceptible de ser aisladas, teniendo este cir-
5 cuito un manoreductor y eventualmente un aparato ciclón.

262. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado por-
que el vaciado de todo o parte del reactor se efectúa de mane-
ra estática, por la simple apertura de una válvula.

272. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado por-
10 que el gas del circuito de refrigeración, así como los produc-
tos de fisión y las impurezas que contienen, con conservados en
el recinto con depresión con relación a la atmósfera.

282. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado por-
que los productos de fisión gaseosos son extraídos por bombeo.

15 292. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado por-
que se prevé una instalación de recalentamiento del recinto pa-
ra sublimar el gas condensado en forma de nieve carbónica, y
una instalación de bombeo para enviar este gas hacia recipientes
de almacenamiento.

20 302. - Dispositivo según el punto 9, caracterizado porque
se prevé una instalación de lavado y de descontaminación que per-
mite lavar y descontaminar las masas contenidas en el recinto.

312. - Un procedimiento y un dispositivo para garantizar
la seguridad de los reactores atómicos.

25 Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, re-
presentado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se
han especificado.

247972⁹ 4



Esta Memoria consta de treinta y una hojas escritas
a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

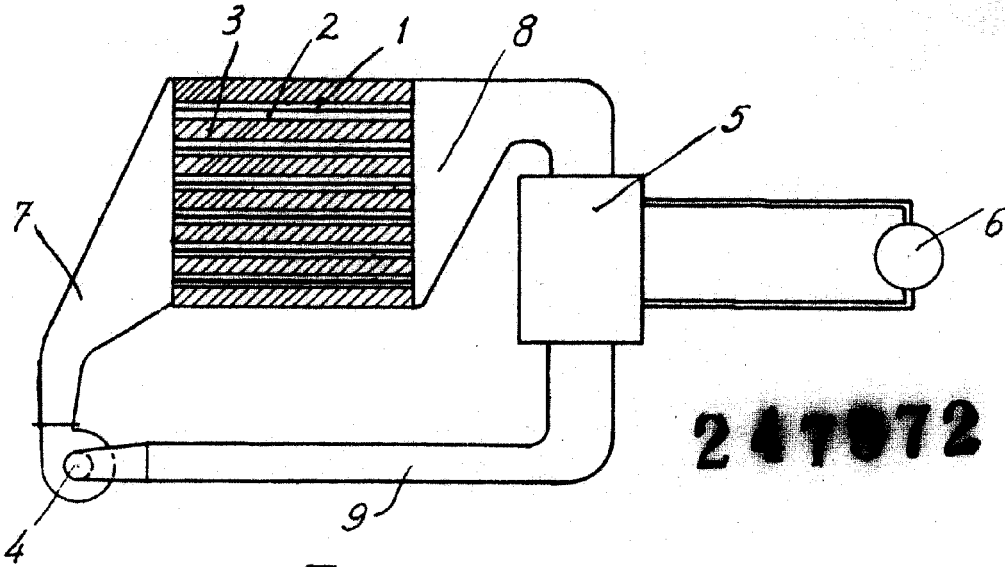
9 ABR 1959

F.A.

111098

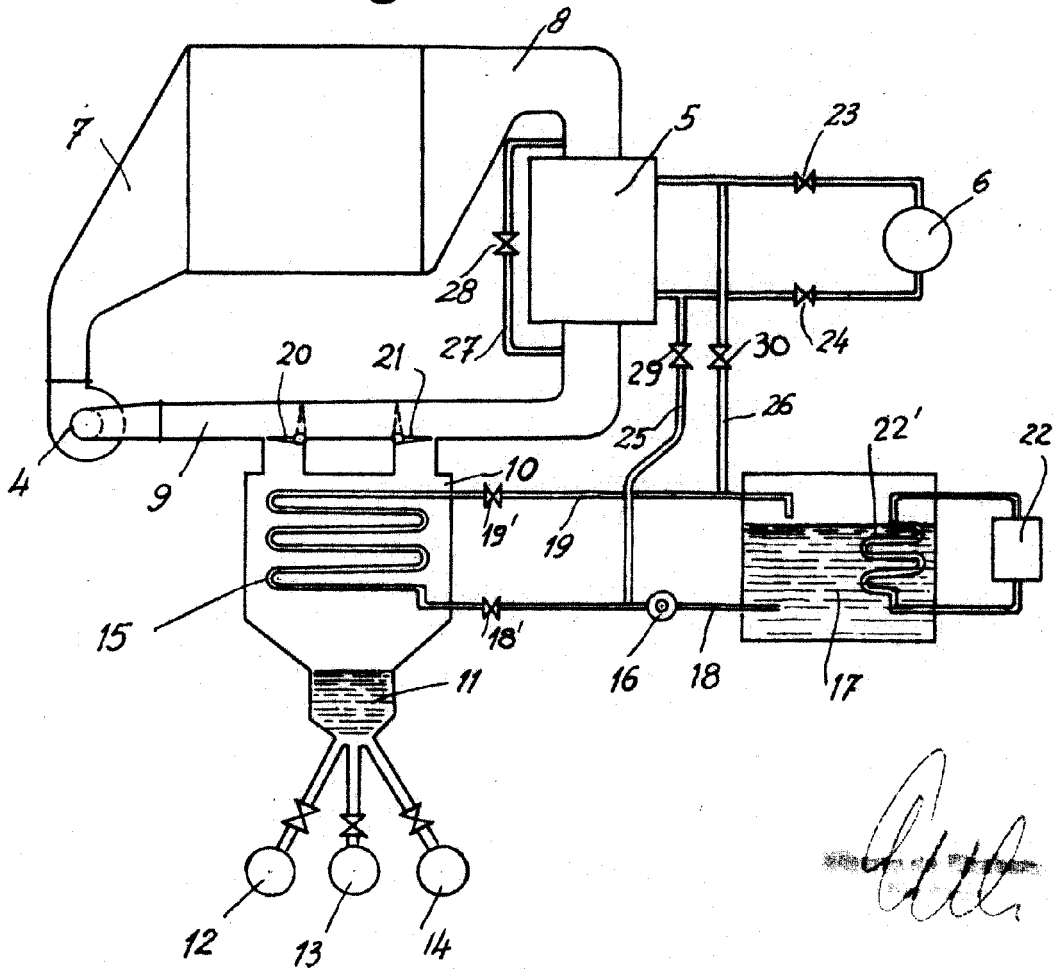


Fig. 1



247072

Fig. 2



P.19.50



Fig.3

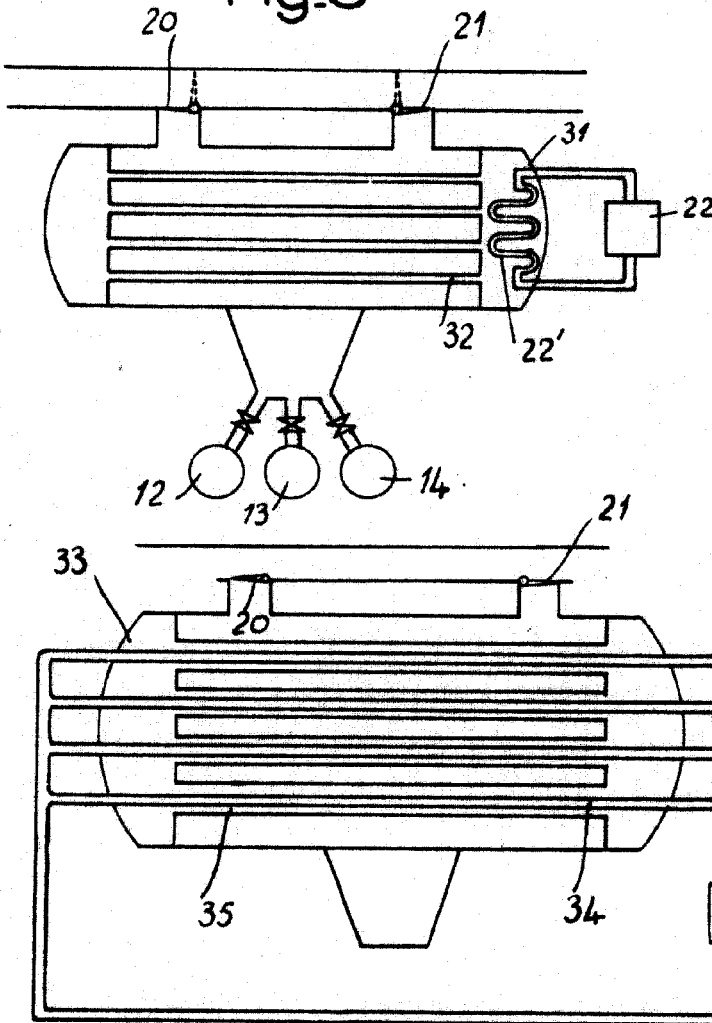
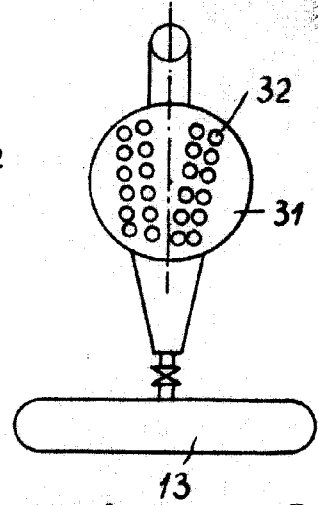


Fig.4



247972

Fig.5



Fig.6

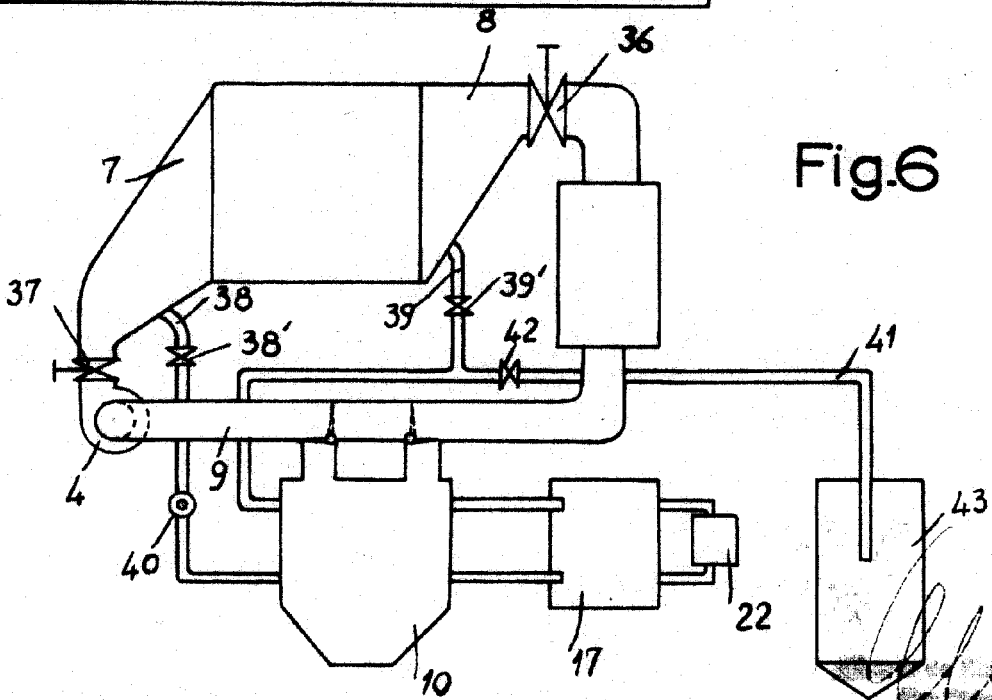




Fig. 7

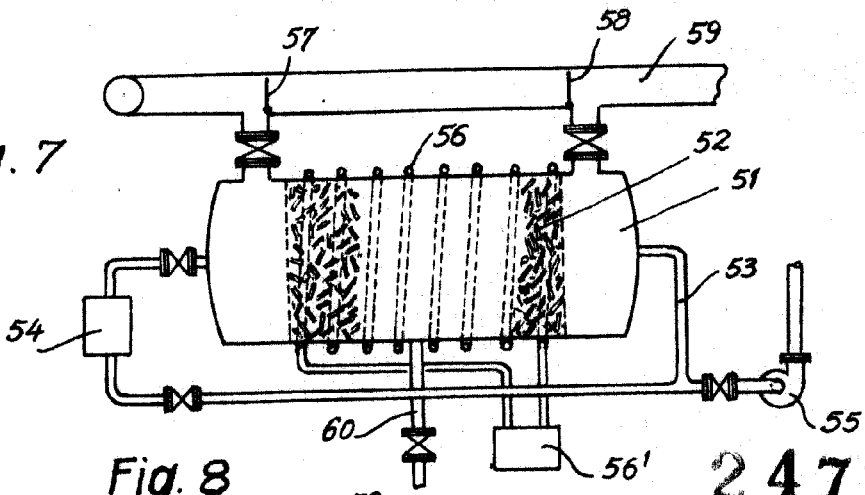
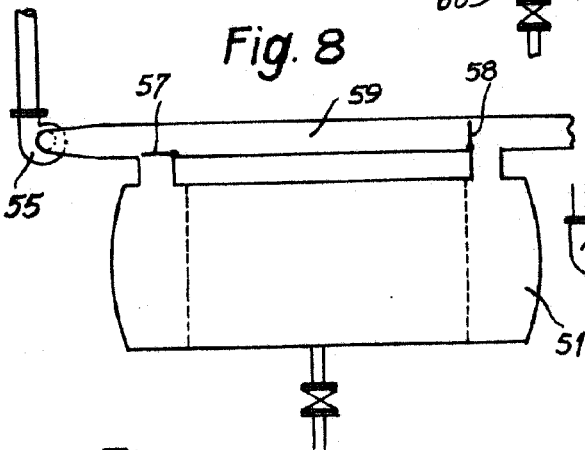


Fig. 8



247972

Fig. 9

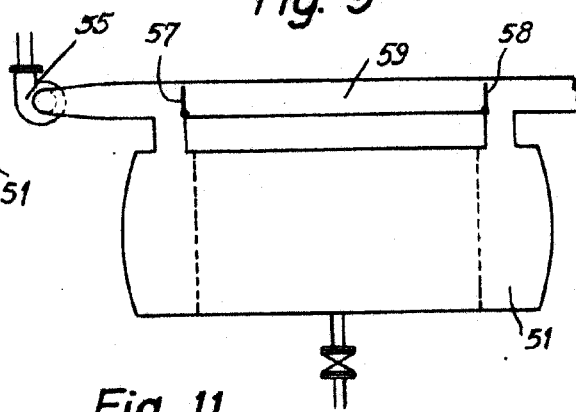


Fig. 10

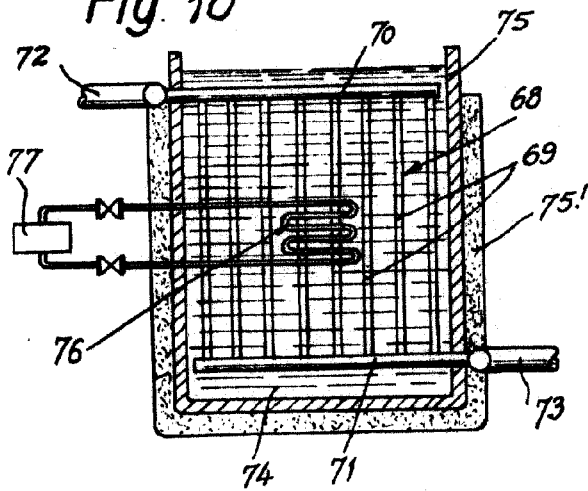


Fig. 11

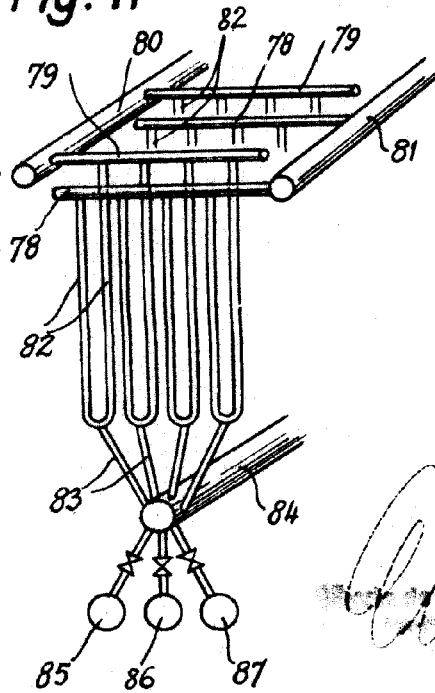
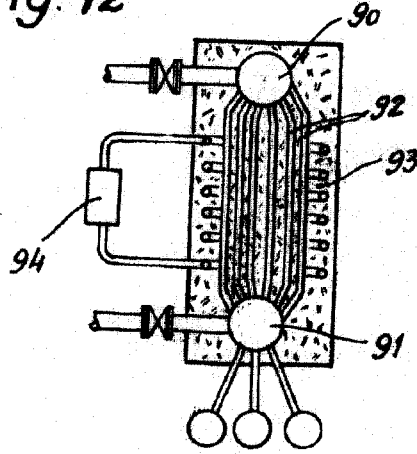




Fig. 12



247972

Fig. 13

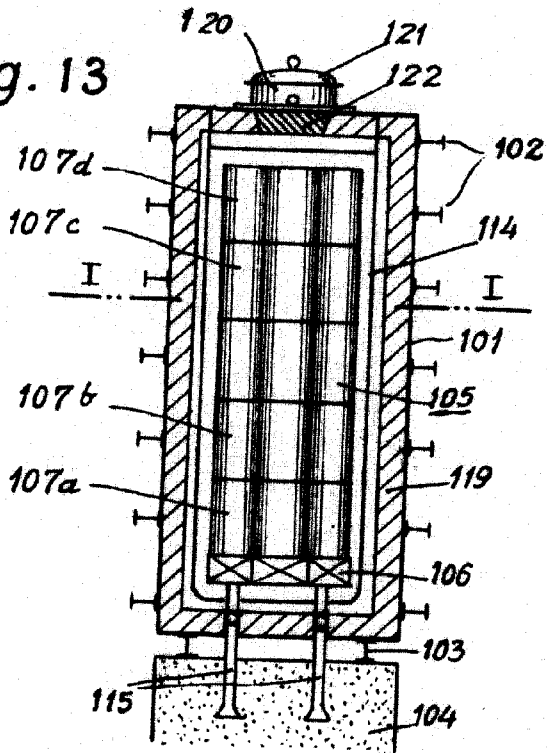
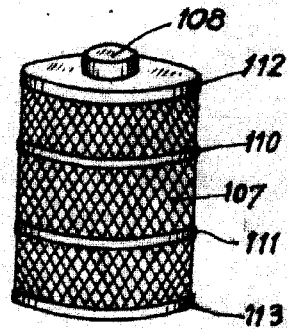


Fig. 15



Handwritten signature or mark.



249872

Fig. 17

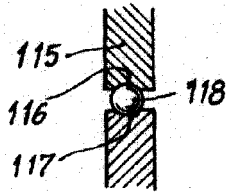


Fig. 14

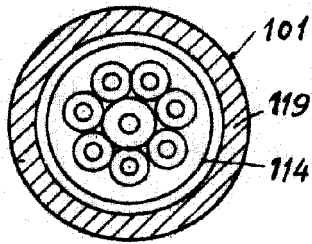


Fig. 16

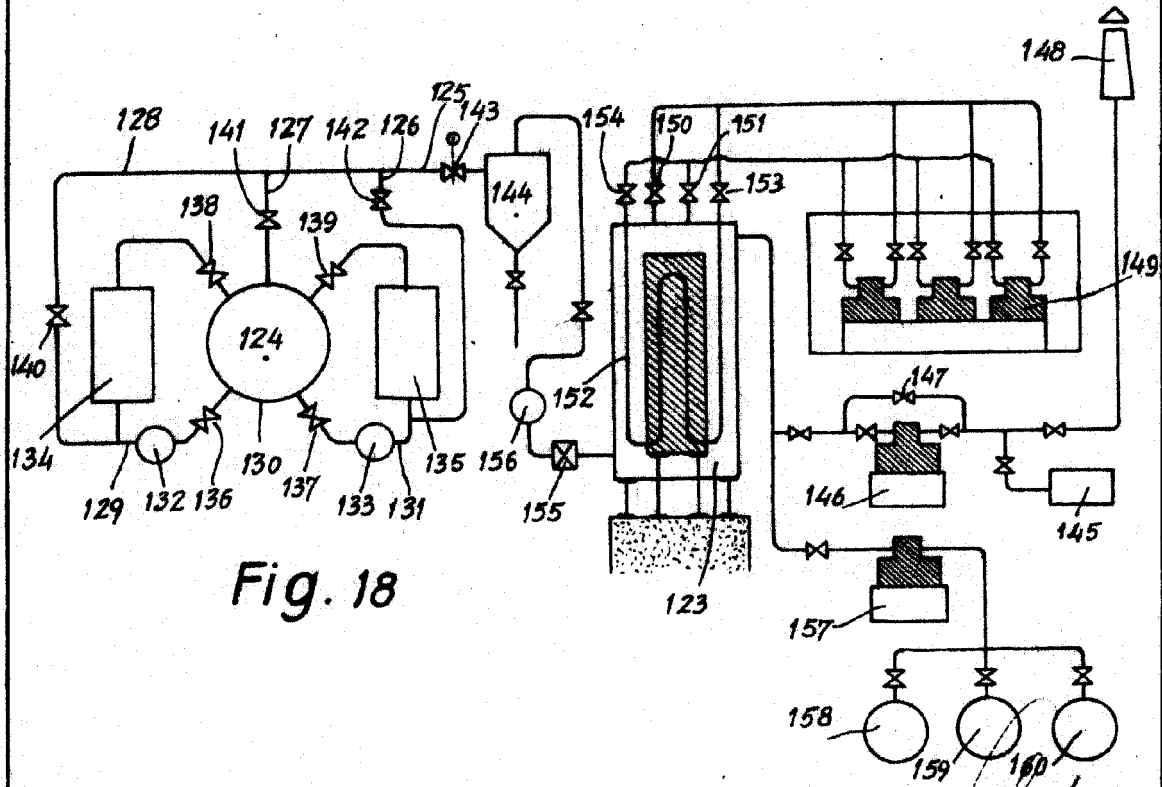
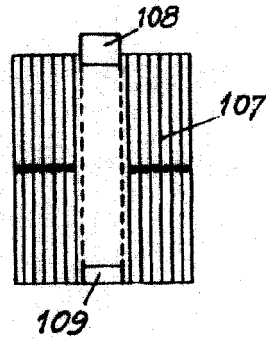


Fig. 18

Handwritten signature or initials.