



PATENTE DE INVENCION

B. 1374.3

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE G-21
SUBCLASE F

304195

G 21 F *ovvvo*

Memoria Descriptiva

sobre:

"Perfeccionamientos en dispositivos evapora-
dores sub-críticos de tratamiento de solu-
ciones radiactivas"

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

Solicitante COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, resi-
dente en: 29 rue de la Federación, Paris XV^e, -(Seine),
Francia.

==.==.==.==.==.==.==.==.==.==

Este invento tiene por objeto un evaporador para el tratamiento de soluciones radioactivas, aplica-
ble especialmente a la concentración de soluciones de plutonio.

5. A menudo es necesario concentrar solu-



ciones radioactivas para obtener una solución residual concentrada, asi como un destilado poco contaminado. El problema principal planteado por la concentración de dichas soluciones, está constituido por el riesgo de "criticidad" que, hasta ahora, ha limitado estrechamente el volumen máximo de solución susceptible de tratarse de una sola vez.

5.

10. Este invento tiene por objeto un aparato relativamente sencillo que permite una concentración rápida de soluciones radioactivas tratando un caudal y un volumen elevados de soluciones, y ello sin peligro de criticidad.

15. Con este objeto, el evaporador de acuerdo con este invento comprende un recipiente destinado a estar ocupado parcialmente por la solución a concentrar, por lo menos un termo - sifón dotado de una rama inferior unida a la base del recipiente, que desemboca tangencialmente a éste, una tubulura de evacuación del disolvente vaporizado, unida a la parte alta del recinto, un depósito de alimentación de solución a concentrar, y un depósito de salida de la solución concentrada.

20. El recipiente destinado a estar ocupado por la solución a concentrar tiene una forma cilíndrica plana separada en dos partes en el sentido de la altura, por una placa de palastro inoxidable perforada, que sostiene una capa de anillos de Rasching, por ejemplo de vidrio a base de boro; el recipiente se acopla al termo-sifón por una tubulura anular cuya parte

25.

30.



interna, por lo menos, contiene un material que - absorbe los neutrones. Eventualmente, parte externa puede ser de una substancia que absorba los neutrones.

5. De acuerdo con un tipo de construcción especial, las ramas de caldeo tienen una sección - recta lobulada, ventajosamente trilobulada, cada uno de cuyos lóbulos está ocupado por medios de caldeo dispuestos prácticamente según el eje del lóbulo y cuyas otras ramas tienen una sección recta aplastada.

10. La denominación "termo-sifón" utilizada en esta Memoria, ha de tomarse en un sentido especial y en el que la circulación del líquido, provocada por caldeo de éste, se debe esencialmente a un fenómeno de ebullición por película "trepadora". En este último caso, cuando el aparato no funciona, el nivel del líquido en reposo puede ocupar solamente el fondo del recipiente plano o incluso hallarse a un nivel inferior a la rama superior de retorno al recipiente. Es solo durante el funcionamiento, cuando un volúmen del líquido aumenta a causa de la ebullición, cuando el recipiente se halla parcialmente lleno por el líquido.

20. Este invento consiste también en otras disposiciones ventajosamente utilizables en conexión con las anteriores, pero que pueden usarse independientemente. Todas estas disposiciones aparecerán mejor durante la lectura de la descripción siguiente de dos modos de aplicación de este inven-
- 25.
- 30.



to facilitados a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a los dibujos adjuntos, en los que:

5. la fig. 1 es una vista esquemática, en corte parcial, de un primer tipo de construcción de un evaporador de acuerdo con este invento.
10. La figura 2 es una vista esquemática, en alzado, parcialmente en corte, de un segundo modo de construcción de un evaporador de acuerdo con este invento y
15. la fig. 3 es una vista esquemática en corte, por la línea II-II de la fig. 2, de una parte del dispositivo de la fig. 2, representada a mayor escala.
20. El primer tipo de construcción representado en la fig. 1, muestra el aparato constituido por un recipiente 2 destinado a estar ocupado parcialmente por la solución a evaporar. El recipiente 2 está provisto, en su parte inferior, de una tubulera vertical 4, y en su parte superior, de una tubulera 6 de evacuación del vapor; uno de los circuitos de caldeo 14 comprende una rama inferior 16 unida a la tubulera 4, una rama ascendente de caldeo 20, y una rama superior 22 de retorno al recipiente 2, que desemboca tangencialmente a éste, y prácticamente a su altura media. La rama de caldeo 20, está constituida por un conducto, de diámetro superior al de las ramas 16 y 22, en el que está montada una envoltura de caldeo 28, por ejemplo de sílice, en la que se disponen resistencias eléctricas.
- 25.
- 30.



- cas de caldeo, de potencia conveniente, alimentadas por conductores tales como 30. Entre la envoltura 28 y la pared de la rama 20, existe un hueco radial en el que circula la solución a concentrar;
5. el caldeo establece la circulación del líquido - por efecto de película trepadora (o ascendente) la rama de caldeo 20 se halla recorrida por una mezcla de líquido y de vapor. A continuación de la tubulura de salida 6 se encuentre un cambiador técnico 42 que desempeña el papel de condensador y -
10. tiene una salida 44 de vaciado de la fase líquida.

El recipiente 2 está constituido por una parte cilíndrica 50, coroneada por una parte en forma de casquete esférico 52, todo ello de acero inoxidable. Ligeramente por debajo de la parte superior del cilindro 50, y aproximadamente a la -

15. altura del nivel general 54 de la solución, se dispone una plancha 56 de acero inoxidable perforado, que sostiene una capa de anillos de Raschig de vidrio, representada esquemáticamente en 58, y que

20. tiene por objeto evitar el arrastre de gotas de líquido en la fase de vapor, así como todo riesgo de criticidad en el caso excepcional de que el nivel del líquido ascendiera en el recipiente. La

25. parte superior 52 de este último, está provista, además de la tubulura 6 de otras dos tubuluras, una, 60, cuya misión se indicará a continuación, y la - otra, 62, dotada de una llave 64 que permite la - descontaminación.

30. La tubulura de salida 6 está acoplada



- por un codo 66, a un ciclón 68, de tipo conocido, que tiene por misión detener por la acción de la fuerza centrífuga, las gotitas de líquido que hayan podido arrastrarse eventualmente por
5. la fase de vapor. Esto permite, merced a un factor muy bueno de descontaminación del vapor, la obtención de un destilado lo más exento posible de materias radioactivas, y especialmente de plutonio. La parte inferior del ciclón 68, está
10. unida, por un tubo adecuado 70, a la tubulura 72 de conducción de los líquidos afluentes hacia el circuito de caldeo. La parte superior del ciclón 68, se une al condensador 42, de un tipo conocido llamado "de serpentín" en el que un doble serpentín de acero inoxidable se alimenta por un cierto
15. caudal de agua de refrigeración que entra por 74 y sale por 76.

- La entrada y la salida de la solución se realizan por medio de dos vasijas análogas 78 y
20. 80, cada una de ellas constituida por un cilindro de vidrio comprimido entre dos platos metálicos, el superior de los cuales sostiene ondas de seguridad 82, 84 y 86, 88 de niveles alto y bajo, en las dos vasijas; las partes superiores de éstas dos
25. están unidas por los tubos flexibles 90 y 92 que se reúnen para pasar a un refrigerador 94 y desembocar en la tubulura 60 del recipiente 2, estableciendo así una relación de presión entre las dos
30. vasijas y el recipiente, para evitar variaciones bruscas de nivel que podrían deberse a la descompo-



- sición en gas carbónico de ciertos elementos orgánicos de la solución. La parte inferior de la vasija de alimentación 78 comprende dos tubos, uno, 96, de bombeo, de la solución almacenada en la cuba 98 por medio de la bomba 100, y el otro 102 de alimentación, de solución de la tubulura 72. La vasija de salida 80, comprende análogamente dos tubos que funcionan en forma de rebosadero, uno, 104, que une la parte inferior de la vasija 80 con la tubulura 72, y el otro, 106 cuyo extremo superior 108 fija el nivel general 54 del líquido, y cuyo extremo inferior termina en un refrigerador 108 y en la salida del concentrado 110. Estas vasijas 78 y 80, son regulables, en altura, y permiten, por una parte, observar el nivel general del líquido y, por otra parte, regular este nivel en función de la densidad del concentrado.

- En una construcción preferida de este invento, destinada a la concentración de las aguas madres oxálicas, y que se describirán a continuación a título de ejemplo, con referencia a la figura 1, el recipiente 2 está constituido por un cilindro 50 de acero inoxidable de 225 mm de diámetro y de 40 mm de altura, que ofrece, para el líquido, una superficie de evaporación de 398 cm². A 35 mm del fondo del separador, se encuentra una lámina de acero inoxidable de 3mm de espesor, perforada con orificios de 8mm de diámetro. Esta lámina sostiene una capa 58 de un espesor de 60 mm, o superior, de anillos de Raschig de 10 x 10 mm, de vidrio, con 12,90% de



B₂O₃, o sea, 4% de boro.

5. El condensador 42 está recorrido por dos serpentines de acero inoxidable de 13 m de longitud total que tienen una superficie de cambio de 4150 cm² y es susceptible de proporcionar 10500 kilocalorías/hora merced a un caudal de agua de 525 l/hora; la temperatura del agua de entrada por 74, es de 20°C, y la temperatura a la salida, por 76, es de 40°C.
10. Las vasijas 78 y 80 están constituidas cada una, por un tubo de vidrio de 75 mm de diámetro y de 125 mm de altura sujetos entre dos platos metálicos que sostienen las sondas de seguridad, las tomas de presión y las entradas y salidas de líquido.
15. El haz de caldeo está construido completamente de acero inoxidable; contiene 3 tubos tales como 20, paralelos entre sí y soldados por sus extremos en dos colectores planos 112 y 114, que ofrecen 20 mm de espesor al paso del líquido. Los termo-buzos tales como 28, están situados a una distancia de, por lo menos, 40 cm del recipiente, son de cuarzo y están centrados por medio de seis carteles no representadas, soldadas en la base inferior de cada tubo, tal como 20. Juntas de teflón, que tampoco se representan, se sitúan en la parte superior de los tubos 20 entre éstos y los termo-buzos 28; la distancia entre la pared de los termo-buzos y la de los tubos es de 10 mm de paso del líquido. Los tres termo-buzos tienen
- 20.
- 25.
- 30.



una potencia unitaria de 4 kW sometidos a una tensión máxima de 220 voltios; sus tres resistencias están empalmadas en estrella en el secundario de un transformador trifásico de salidas múltiples.

- 5. Cada termo-buzo comprende en su propio circuito un disyuntor ligado con las sondas de seguridad montadas en vasijas de alimentación y de salida 78 y 80, y un amperímetro de alarma provoca la detención total de la instalación cuando una resistencia se halla fuera de servicio.

Puede hacerse variar la potencia de caldeo, manipulando la tensión en los bordes de las resistencias de caldeo, merced al transformador trifásico de una potencia de 30 kWA. Un voltímetro manualmente conmutable permite saber la tensión en los bordes de cada resistencia.

- 15. Salvo las pérdidas caloríficas, que desde luego son reducidas y del orden del 3%, por estar calorificado el aparato, el volumen de líquido destilado es proporcional a la potencia eléctrica suministrada a las resistencias. El cuadro siguiente indica el volumen horario destilado, en función de la potencia eléctrica absorbida.

	<u>Potencia en KW</u>	<u>Volúmen destilado en l/h</u>
25.	12	15,5
	11	14,3
	10	13,0
	9	11,7
	8	10,4
30.	7	9,1



6	7,8
5	6,5
4	5,2

5. Se han realizado muchas mediciones de rendimiento térmico global, y los resultados oscilan entre 93 y 97%.

En un aparato tal como el que acaba de describirse, la cantidad total o el líquido contenido es de 4.4 litros.

10. Las sondas 82 y 84 de la vasija 78, tienen por objeto corregir las variaciones eventuales de gasto o caudal de la bomba dosificadora 100. Si este caudal disminuye, el nivel desciende en la vasija 78, la sonda 84 se descubre, lo cual provoca la detención del caldeo y la iluminación de una lámpara de alarma. Si el caudal de la bomba 100 aumenta, por el contrario, el nivel del líquido asciende en la vasija y llega a la sonda 82 provocando así la detención de la instalación y el encendido de una señal de alarma.

15. Un sistema análogo de seguridad funciona en la vasija 80, merced, a las sondas 86 y 88, en el caso de cristalizaciones en el concentrado. Además, si se produce una cristalización en el mismo recipiente evaporador, el líquido deja de circular y se interrumpe la evaporización, y seguridades constituidas, por ejemplo por termómetros de contacto situados en la salida del agua de refrigeración del condensador 42 y en los tubos 14 del haz de caldeo, provocan el paro total de la instalación y el disparo de una señal de alarma.

20. La fig. 2 representa una segunda cons-

25.

30.



- trucción de un evaporador de acuerdo con este invento, destinado a colocarse en una célula caliente separada por una división estanca A, en dos departamentos B y C, el primero de los cuales contiene
5. el verdadero evaporador y los órganos destinados a retener las gotitas líquidas arrastradas por el disolvente vaporizado, y a devolverlas al evaporador. El departamento C, contiene los órganos adjun-
10. tos, tales como el condensador de recuperación del disolvente, y órganos de admisión de la solución a concentrar y de vaciado de la solución, después de concentrada.

- El evaporador comprende un recipiente 202, de dos piezas acopladas, de forma prácticamente cilíndrica y de altura reducida con respecto a
15. su diámetro. En funcionamiento, el afluente en fase líquida a concentrar, ocupa el fondo de este recipiente, en una altura que ha de permanecer suficientemente reducida para evitar los peligros de criticidad. Por encima del afluente, el recipiente 202
20. contiene anillos de Raschig en el taladro 236, destinados a retener las gotitas de solución que pueden ser arrastradas por el disolvente vaporizado.

- El recipiente 202 está provisto, en su
25. parte inferior, de una tubulura vertical anular 204, de débil espesor con respecto a su diámetro, y en su parte superior, de una tubulura 206 de evacuación del disolvente en fase de vapor. El extremo de la tubulura vertical 204 está provisto de un conducto
30. 212 de llenado del recipiente con afluente a concen-



5. trar, y de retorno a la solución, de las gotitas arrastradas por el vapor. Este conducto está dotado de un órgano, no representado, análogo a la vasija de alimentación 78 de la fig. 1, que permite regular el nivel del líquido en el recipiente 202.

10. Al recipiente 202, están asociados dos circuitos de caldeo 214 y 214'; este número no está desde luego limitado. Los circuitos son similares y por tanto solo se describirá el primero, que comprende una rama inferior 216 (figs. 2 y 3) y tiene un tronco común y dos derivaciones 218, dos ramas ascendentes de caldeo 220 y una rama superior 222 que comprende también dos derivaciones de retorno 15. 224 que vuelven al recipiente 202 por un tronco común. Cada rama 220 está asociada a una derivación 218 y a una derivación 224.

20. La recuperación de la solución ya concentrada, se realiza por un conducto 226 unido a una vasija de salida, no representada, análoga a la vasija 80 de la fig. 1, provista de medios de aspiración.

25. Las ramas de caldeo 220 del evaporador de acuerdo con este invento, están constituidas por conductos que tienen una sección recta lobulada. En cada lóbulo se monta un termo-buzo 228, por ejemplo de sílice, dotado de resistencias eléctricas de caldeo de potencia conveniente, alimentadas por conductores 230. Entre el termo-buzo 228 y 30. la pared de la rama 220, queda un juego o separación



radial por donde circula la solución a concentrar. Cuando el termo-buzo 228 se alimenta, se establece una circulación de líquido, por efecto de película ascendente, en el sentido indicado por las flechas f. Esta circulación puede acelerarse disponiendo una bomba, pero esta complicación del sistema no es corrientemente deseable.

5. El empleo de una sección lobulada y no cilíndrica, permite un volumen mas reducido para un mismo perímetro de caldeo, disposición -
10. ventajosa desde el punto de vista de la criticidad.

Las ramas inferiores y superiores -
216 y 222 tienen una sección recta rectangular aplas-
15. tada, o sea, de altura reducida con respecto a su anchura, disposición que tiene por objeto alejar - los peligros de criticidad.

Los circuitos 214 y 214' representados
(fig. 2) desembocan ambos tangencialmente en el re-
20. cipiente 202, en zonas diametralmente opuestas y en direcciones contrarias.

Para perfeccionar la separación de las
fases líquida y vapor, separación iniciada por los
anillos de Raschig de la sección 236, la tubulura de
25. evacuación 206 desemboca en un separador ciclónico 234 que puede ser de tipo clásico. El disolvente vaporizado sigue el movimiento indicado por las flechas de trazos (fig. 2) y el caudal realiza un movimiento en torbellino en el separador, que tiene
30. un efecto de separación de vesículas; la fase va-

19 SEP



- por, liberadas de las gotitas líquidas que pudiera contener todavía, abandona el separador por un con ducto 237 que atraviesa la separación A y desemboca en un condensador 242. Las gotitas retenidas en el
5. ciclón retornan al conducto 212 por una canaliza- ción 238 provista de un órgano de guarda hidraú- lico 240 (flechas F'). El condensador 242 está - constituido por un cambiador térmico de tipo clá- sico, recorrido por una circulación de agua de re- frigeración. El disolvente condensado se retira por
10. la tubulura de vaciado 244 provista de una llave 246.

- Las presiones en las vasijas de llega- da y de salida (no representadas) y en el recipien- te 202 se equilibran por un conducto 248 (fig, 2), análogo al conducto 90-92 de la fig. 1.
- 15.

- Para evitar interacciones enutrónicas entre los distintos órganos que constituyen el eva- porador, algunas paredes situadas frente a estos - diversos órganos del evaporador de acuerdo con este invento, se revisten de un material de elevada sec- ción de captura neutrónica. Es posible por ejemplo utilizar láminas de cadmio aplicados contra las pa- redes.
- 20.

- Las disposiciones que acaban de des- cribirse permiten realizar fácilmente la subcriti- cidad por una parte, de cada órgano, y por otra - parte, del conjunto del evaporador, con un volúmen reducido. A título de ejemplo pueden examinarse los valores numéricos siguientes que corresponde a un -
- 25.
- 30.

19 SEP 1964

- 15 -

aparato para tratar de modo continuo, soluciones de plutonio con un caudal de evaporación del orden de 60 l/h.

- Las características del aparato son tales que cada órgano de ajuste por lo menos a una de las condiciones siguientes, en cuanto a la solución con contiene:
- 5. - volumen inferior a 4 litros;
 - 10. - diámetro inferior a 120 mm (contenido cilíndrico);
 - espesor de líquido, inferior a 40 mm.
- El recipiente 202 está constituido - por una vasija cilíndrica de 450 mm de diámetro, cuyo fondo se halla ocupado en funcionamiento, por la solución, en una altura de 35 mm como máximo, y cuya parte alta está ocupada por anillos de Raschig en la sección, hasta una altura de 60 mm aproximadamente.
- 15.
- Cada circuito de caldeo comprende dos
- 20. ramas de calefacción, de sección recta trilobulada provistas, cada una de ellas de 3 termo-buzos de 4 KW. Las ramas inferiores y superiores 216 y 222 tienen una altura de 20 mm y una longitud de 140 mm, mientras que la tubulura 204 tiene un diámetro exterior de 160 mm y un espesor de 20 mm.
- 25.
- Cada órgano se ajusta por lo menos a una de las condiciones de sub-criticidad. Para evitar una interacción neutrónica apreciable entre los distintos órganos, basta una distancia entre ellos
- 30. de 400 mm, ampliamente excedida en el aparato des-



5. crito. La presencia de los revestimientos absorbentes (cadmio y politeno) reduce también la interacción. En efecto, la forma del conjunto, permite disponer bloques de politeno o de un material del mismo tipo entre estos mismos órganos para participar en la absorción de los neutrones y en la de las radiaciones gamma inducidas en el cadmio por los neutrones. En las fig. 2 y 3 se representan esquemáticamente en líneas de trazos, estos bloques, en 250, 252 y 254.

10. Es evidente que este invento no se limita a los tipos de construcción representados y descritos a título de ejemplo y debe tenerse presente que el alcance de del mismo comprende todos los dispositivos equivalentes.

N O T A

15. Descrita suficientemente la naturaleza del invento así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento se refiere a una Solicitud de Patente presentada en Francia nºs: P.V. 948.082 de fecha 19 de Septiembre de 1.963 y P.V. 962.029 de fecha 30 de enero de 1.964, acogiéndose, por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que solicita Patente de Invención por 20 años en España:



"PERFECCIONAMIENTOS EN DISPOSITIVOS EVAPORADORES SUBCRITICOS DE TRATAMIENTO DE SOLUCIONES RADIATIVAS", caracterizándose por lo siguiente:

- 1.- Perfeccionamientos en dispositivos evaporadores sub-críticos de tratamiento de soluciones radiactivas, que comprenden un recipiente destinado a ser parcialmente lleno por la solución a concentrar, al menos un termo-sifón que comprende una rama inferior unida a la base del recipiente, una rama de caldeo y otra rama superior de retorno al recipiente que desemboca tangencialmente a éste, y una tubuladura de evacuación del disolvente vaporizado unida a la parte alta del recinto, caracterizados porque se dotan estos dispositivos de una vasija de alimentación en solución a concentrar y de otra de salida de la solución concentrada, que cooperan para mantener el nivel de la solución a concentrar en el recipiente a una altura sub-crítica, y porque la rama de caldeo o cada una de ellas, presenta una sección lobulada, ventajosamente trilobulada, estando ocupado cada uno de los lóbulos por un termo-buzo de caldeo o calefacción eléctrica dispuesto sensiblemente según el eje del lóbulo.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el recipiente se enlaza a la rama inferior del o de cada termosifón por una abertura tubular anular.
- 25.

- 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la pared interna de la abertura anular se reviste de un material absorbente de neutrones.
- 30.

304195



4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la abertura de evacuación del disolvente vaporizado, se conecta sucesivamente con un separador ciclón cuya parte inferior se une a la rama inferior del termosifón y con un condensador de disolvente.

5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque unos bloques de material absorbente de neutrones y la radiación gamma se interpone entre el recipiente de las ramas de caldeo y/o las aberturas tubulares.

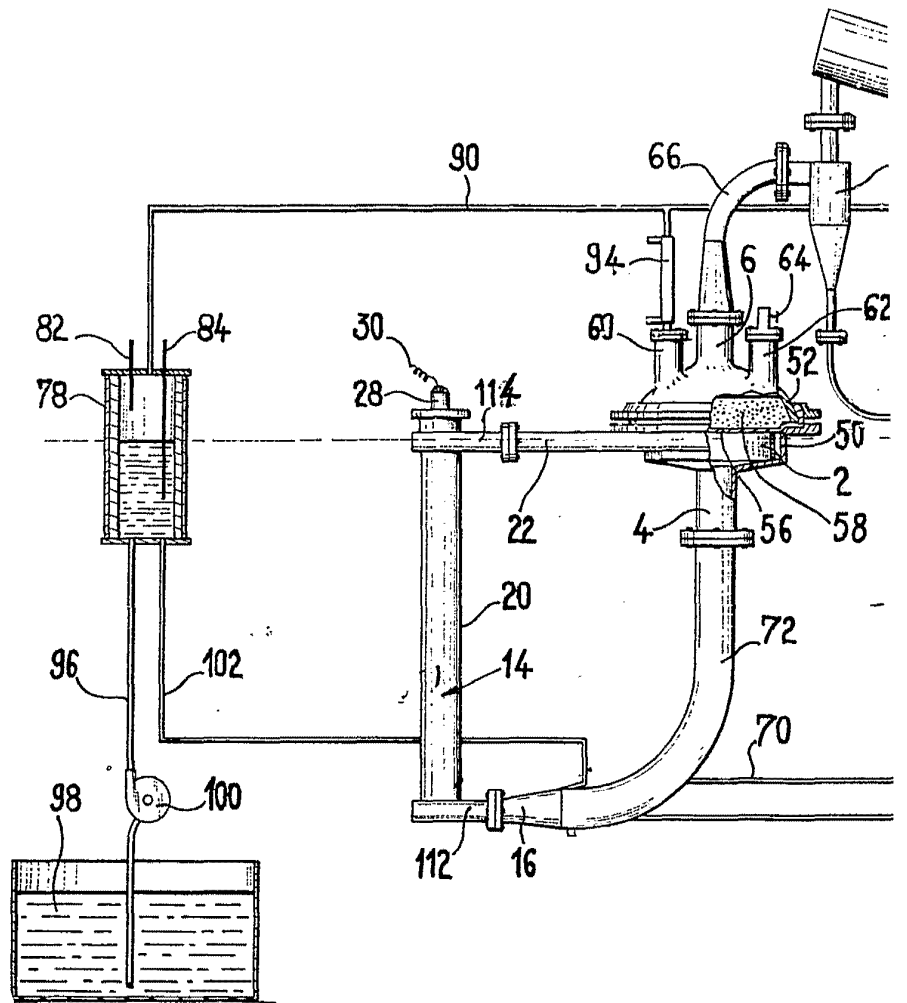
6.- Perfeccionamientos en dispositivos evaporadores sub-críticos de tratamiento de soluciones radiactivas, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrada en los adjuntos dibujos.

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

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

19 SEP 1954



ESCALA VARIABLE

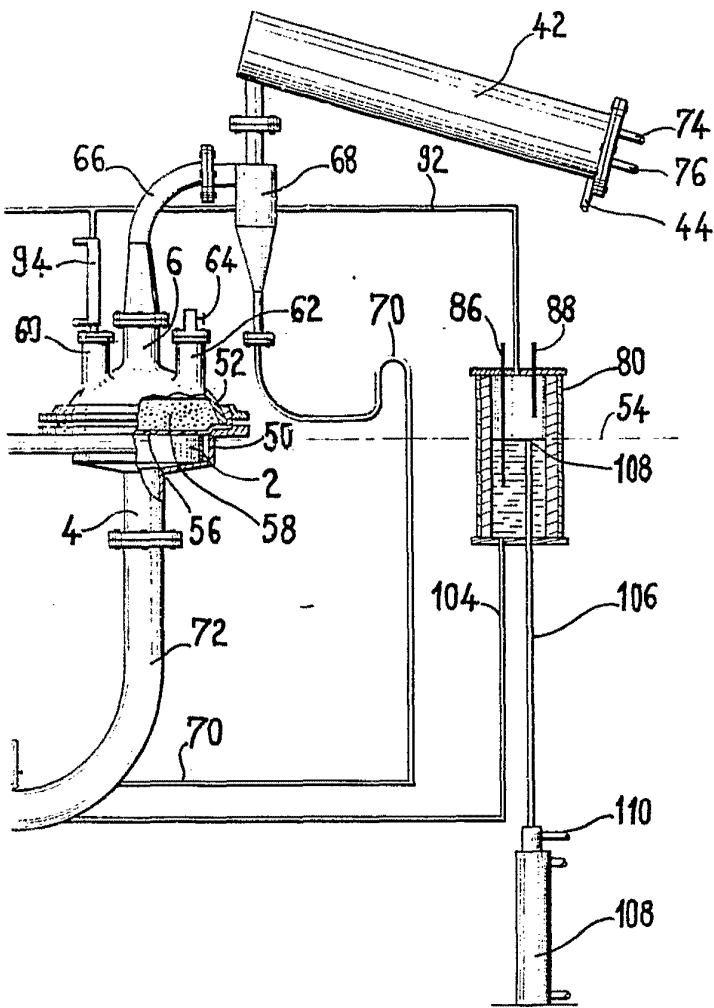


FIG.1



1964



19 SEP 1964

Madrid, 19 SEP 1964

A. GOMEZ ACEBO Y MODER

ESCALA VARIABLE

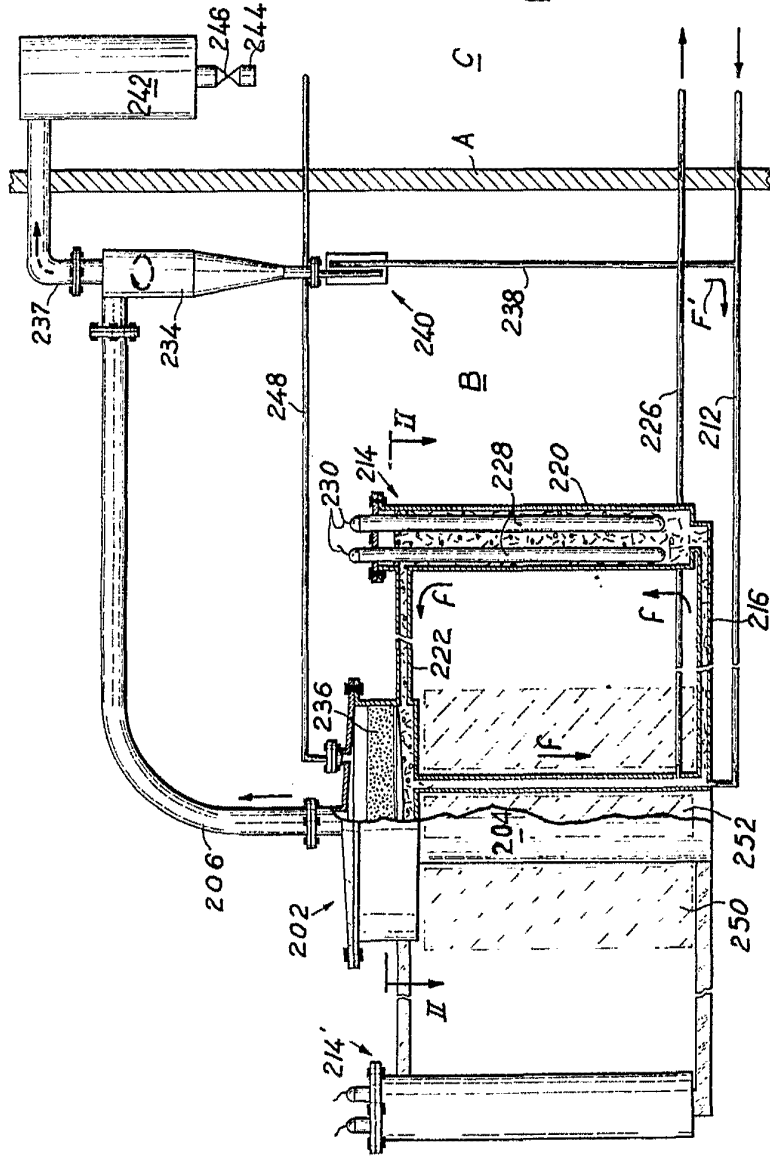


FIG. 2

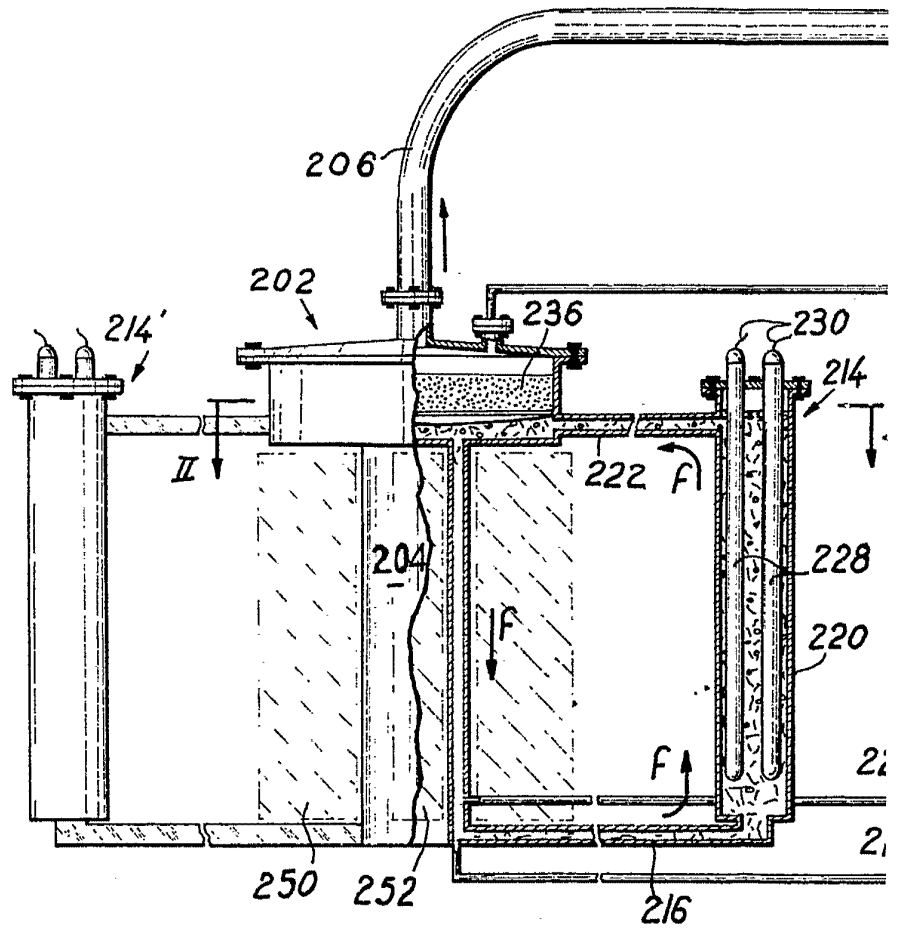
19 SEP 1964



19 SEP 1964

Madrid,

A. GOMEZ ACEBO Y MORAY



ESCALA VARIABLE

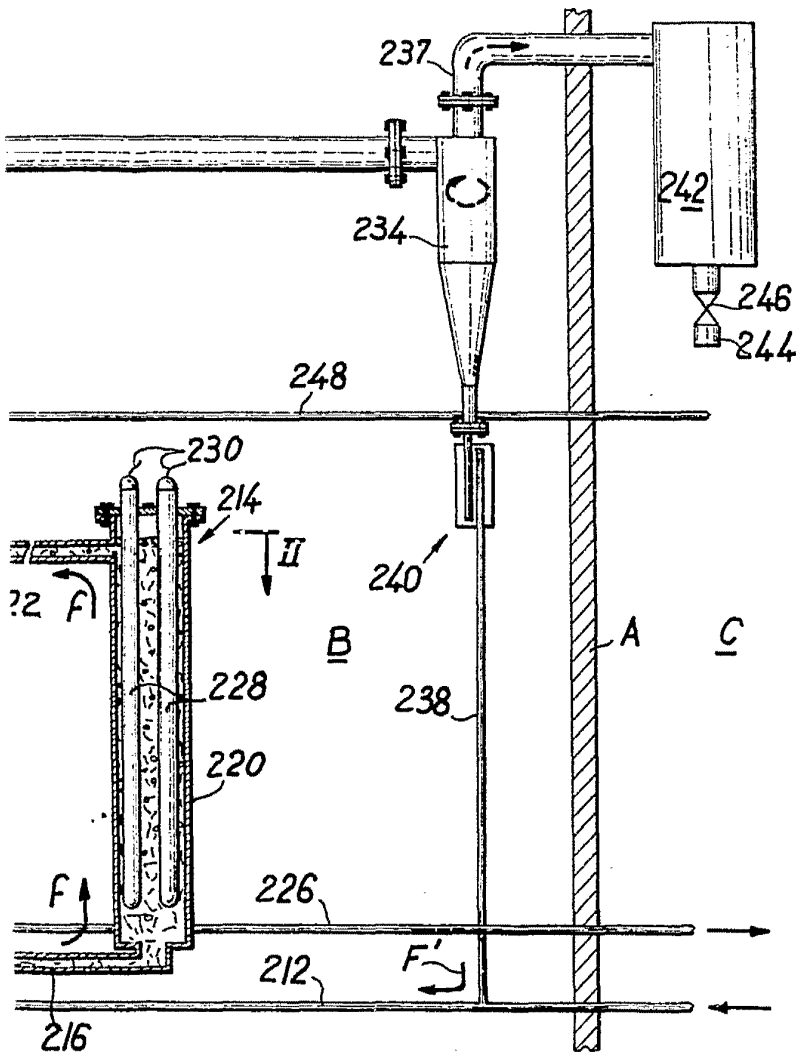


FIG. 2

19 SEP 1964
 19 SEP 1964

19 SEP 1964
 19 SEP 1964

Madrid, 19 SEP 1964
 J. GOMEZ ACEBO Y MORAN

9 SEP 1964

ESCALA VARIABLE

9 SEP 1964

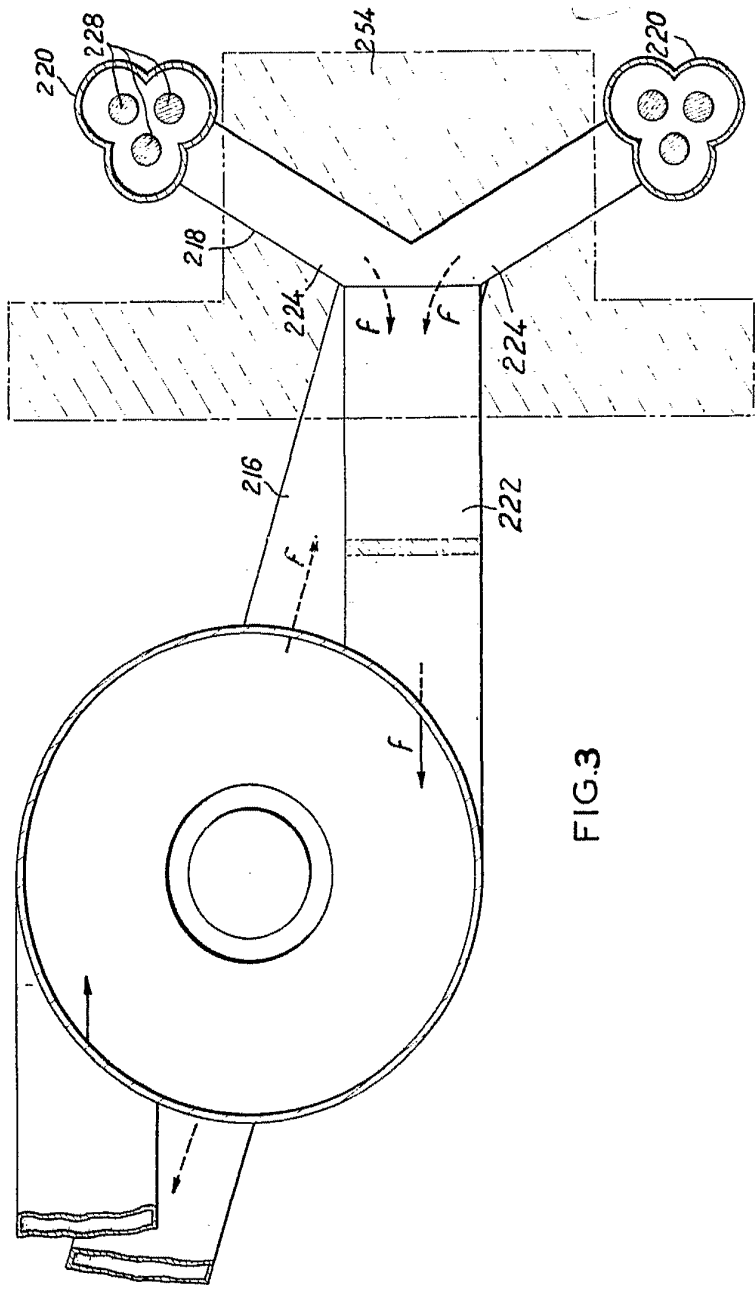


FIG 3

Madrid, 10 SEP 1964

A. SOMER GARCIA Y MODESTO

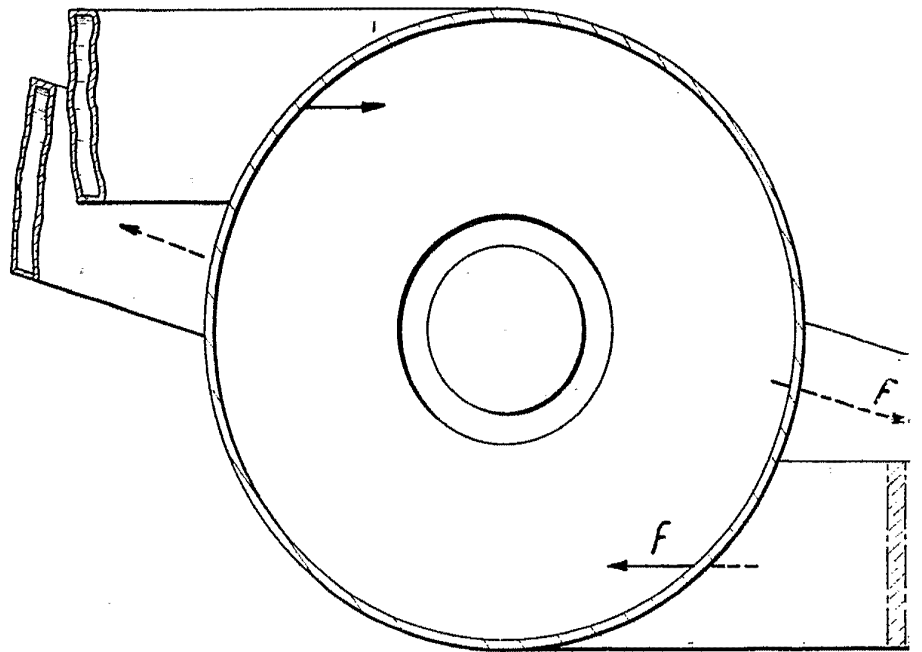
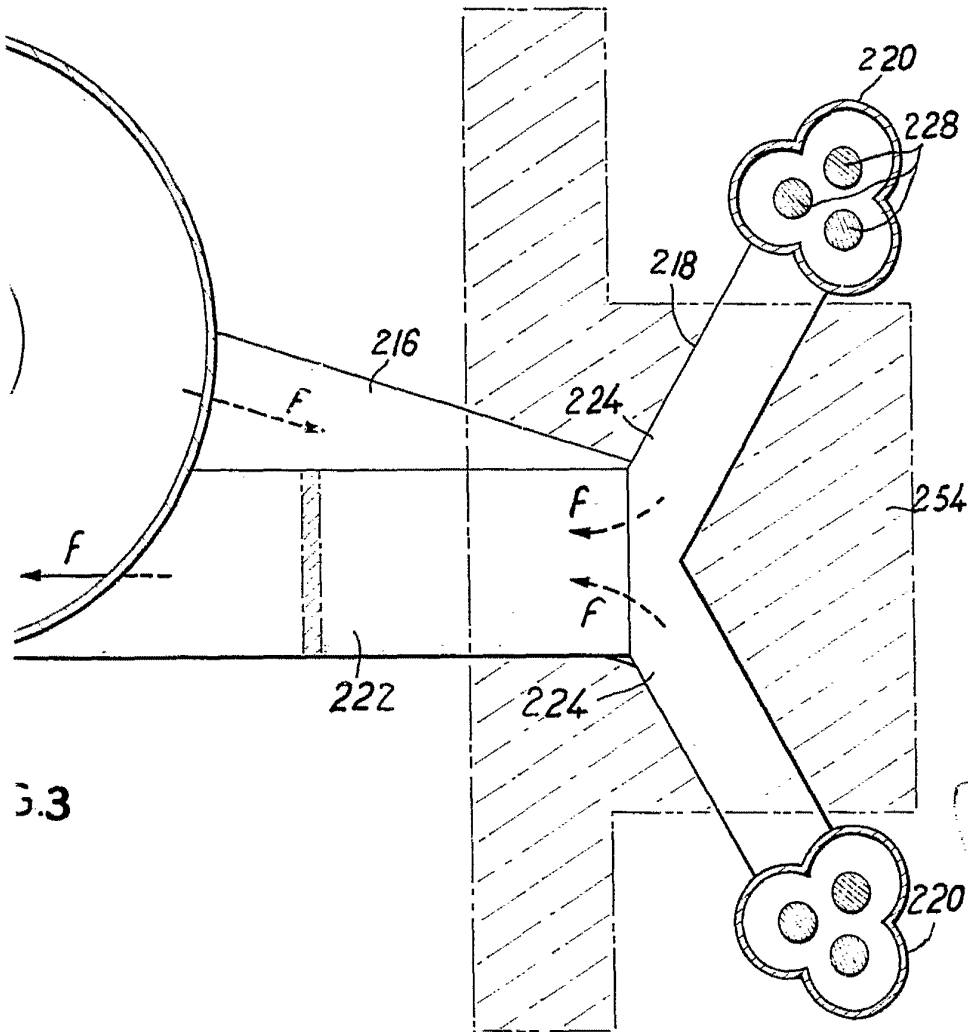


FIG.3

ESCALA VARIABLE



3.3

Madrid, 19 SEP 1964

J. GOMEZ ACESO Y MODESTO