

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



⑩ ES	⑪ NUMERO 419.798	⑬ A1
	⑫ FECHA DE PRESENTACION 19.10.1973	

PATENTE DE INVENCION

⑤① PRIORIDADES: ⑤② NUMERO 361.208	⑤② FECHA 19.5.73	⑤③ PAIS ESTADOS UNIDOS
---	---------------------	---------------------------

④⑦ FECHA DE PUBLICIDAD	⑤① CLASIFICACION INTERNACIONAL G21C	⑤② PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

⑤④ TITULO DE LA INVENCION

UN EVAPORADOR PARA MATERIAL LICULFORME PARA FUNCIONAMIENTO DENTRO DE UN ESCUDO DE RADIACION DANDO ACCESO AL EVAPORADOR DESDE ARRIBA.

⑦① SOLICITANTE (S)

WHITING CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

15651 Lathrop Avenue, Harvey, Illinois- USA

⑦② INVENTOR (ES)

Sr. William E. Rushton

⑦③ TITULAR (ES)

WHITING CORPORATION

⑦④ REPRESENTANTE

D. Juan Botella Pradillo



Resumen de la Memoria expositiva.

Un sistema de evaporación para concentración radioactiva de desecho, comprende una cámara de evaporación, un recuperador térmico, y una bomba de circulación, que adopta una configuración vertical en disposición independiente, incluyéndose una pantalla de radiación, de manera que queda limitado el acceso al sistema, siendo éste a veces posible desde la parte superior. La cámara de vapor del recuperador térmico, está suspendida de una placa superior móvil, para permitir su desmontaje a efectos de reparación o sustitución, sin exponer a las radiaciones al personal encargado del mantenimiento. Una bomba de circulación de nuevo tipo, con un vástago vertical y una hélice sostenida por una placa superior que puede desmontarse desde la parte de arriba, permite también el entretenimiento o sustitución de la bomba sin exposición a las radiaciones ni necesidad de vaciar el sistema.

Fundamentos de la invención.

La presente invención hace referencia con carácter general, a instalaciones de evaporador y mas concretamente a evaporadores para el tratamiento de residuos líquidos radioactivos, en una central de energía nuclear.

Hasta hace relativamente poco, la necesidad de un sistema de evaporador en las plantas de energía nuclear, quedaba limitada a la vigilancia de la concentración del agua primaria, es decir, el agente líquido transmisor térmico entre la pila



atómica y los generadores de vapor de la instalación. Este líquido, que normalmente contiene sulfatos sódicos y ácido bórico, estaba suficientemente desprovisto de contaminadores favorecedores de formación de costras, y presentaba una concentración suficientemente uniforme, que podía evaporarse sin excesiva formación de incrustaciones, en una calandria convencional o evaporador vertical de tubo largo (LTV), en el que la circulación a través del recuperador térmico se obtenía mediante gradientes térmicos, en forma opuesta al bombeo o a otros sistemas mecánicos de circulación.

Se ha advertido últimamente en la explotación de plantas de energía nuclear, que los líquidos acumulados procedentes de los sistemas de drenaje de piso, y otras fuentes interiores en relación con el reactor, constituyen un riesgo potencial de radiación, por cuyo motivo deben manipularse y disponerse como si se tratase de material radioactivo de desecho, por lo general cerrando herméticamente los desechos en tambores o barriles de hormigón, que se hundan después en la tierra o en el mar. Debido al coste relativamente elevado del proceso de envasado, es altamente aconsejable que el líquido de desecho radioactivo pueda concentrarse antes de cerrarse herméticamente en los depósitos que habrán de enterrarse más tarde. A tal objeto, los desechos pueden tratarse primeramente en una o varias fases de evaporador, en las cuales se elimina una



amplia porción del líquido, en forma de vapor no radioactivo e inofensivo, o vapor de agua reteniendo el líquido concentrado para su ulterior evacuación.

5 Desgraciadamente, el líquido de desecho concentrado, que a diferencia del agua primaria puede contener sólidos en suspensión, tales como carbonatos y sulfatos de calcio, sodio y magnesio, en concentraciones variables e imprevisibles, muestra una tendencia a hervir, y a producir incrustaciones en el recuperador térmico y en los demás componentes de la calandria convencional y sistema de evaporador de flujo natural LTV, hasta el presente utilizados en el proceso de concentración del agua primaria. Ello puede, eventualmente, reducir la eficacia del evaporador, hasta tal punto que su utilidad en el proceso de concentración se vea seriamente afectada. Aún cuando es posible retirar algunas de las incrustaciones acumuladas sometiendo a ebullición el sistema de evaporador con un disolvente apropiado, eventualmente llega a hacerse necesario el aislar y desmontar el sistema para que las costras insolubles y tubos obturados puedan limpiarse por medios mecánicos. Como quiera que el líquido situado en el seno de los sistemas de evaporador es altamente radioactivo y los sistemas se instalan normalmente en bóvedas de hormigón para protegerlos, y no son fácilmente accesibles, los sistemas de desmontaje del tipo convencional para desincrus-

10

15

20

25

30



tación o reparación, representan una operación prolongada y costosa.

En tanto que los evaporadores de circulación forzada (FC), en los que una bomba u otros
5 elementos mecánicos de circulación se incorporan para hacer circular el líquido, superar el problema de las incrustaciones en gran medida manteniendo la circulación del líquido a un régimen controlado, con gradientes de temperatura cuida-
10 dosamente vigilados, dentro del recuperador térmico de forma que la ebullición se limita a la cámara de evaporación, el empleo de estos evaporadores para la concentración de líquidos radioac-
15 al uso que los mismos hacen de una bomba. Hasta el presente, tales bombas, que se disponían por debajo del nivel del líquido en el sistema y que por lo tanto exigían necesariamente un retén de eje resistente al paso del líquido bombeado, obli-
20 gaban a una atención frecuente que únicamente podía llevarse a cabo con grandes dificultades, debido a la protección radioactiva circundante y a los elevados niveles de radiación del líquido. Además, el empleo de una bomba, se consideraba in-
25 conveniente por exigir un aumento en las necesidades de volumen del sistema, y obligar a la provisión de las necesarias vías de acceso complementarias, incrementando así significativamente la necesidad de protección anti-radioactiva en torno
30 al evaporador.



En atención a lo que antecede, constituye
objeto general de la presente invención, el aportar un sistema de evaporador nuevo y perfeccionado para residuos líquidos radioactivos concentrados en una central de energía nuclear o análogo.
5

Constituye objeto más específico de la presente invención, el crear un sistema de evaporador para una central de energía nuclear o análogo que pueda ser desmontado con mayor facilidad, para proceder a la desincrustación o reparaciones.
10

Es un objeto aún más específico de la presente invención, el facilitar un sistema de evaporador nuevo y perfeccionado que pueda ser atendido sin necesidad de vaciarlo.
15

Otro objeto de la presente invención, es el de presentar un evaporador para una central de energía nuclear que reduzca a un mínimo el riesgo de incrustaciones y la necesidad de operaciones periódicas de mantenimiento.
20

Es otro objeto de la presente invención, el ofrecer un sistema de evaporador que pueda ser atendido desde un plano de acceso.

Otro objeto de la presente invención, es aportar un sistema de montaje y agrupación de bombas nuevo y perfeccionado para un sistema de evaporador.
25

Otro objeto de la presente invención, es ofrecer una bomba de circulación para un siste-
30



ma de evaporador del que resulte una mínima necesidad de mantenimiento periódico.

Constituye otro objeto de la presente invención, el crear una bomba de circulación para un sistema de evaporador, que pueda ser atendido desde un plano de acceso, sin necesidad de vaciar el sistema.

Resumen de la invención

Para conseguir los objetivos de esta invención, se propone un sistema de evaporador, en el que el tiempo de permanencia de los residuos radioactivos en los tubos del calentador así como la magnitud de calor traspasada al líquido durante su paso a través de los tubos, pueden controlarse, lo cual permite reducir a un mínimo la reducción de incrustaciones. Además, todos los componentes que normalmente exijan de una atención, han sido dispuestos de manera que puedan desmontarse convenientemente a través de una abertura de acceso practicada en el techo de la cámara de radiación, y la ordenación y configuración de los componentes que normalmente exijan de un mantenimiento, sean concebidos con vistas a reducir a un mínimo la necesidad de atención frecuente, especialmente en lo que respecta a la concepción y localización del complicado retén del eje de la bomba.

Como se explicará más adelante, el evaporador comprende una cámara de evaporación vertical que proporciona una cámara de vapor en cabeza sobre el nivel previsto en el líquido, previéndose



para funcionar a la presión atmosférica. Diferentes conductos conectan entre sí la cámara de evaporación con una cámara de bomba que sustenta en su cabezal móvil una transmisión de bomba, en la que se calan un eje de bomba y una hélice, extendiéndose el eje de bomba por encima del nivel del líquido en la cámara. La bomba obliga a pasar a los residuos líquidos radioactivos desde la cámara de bomba a través de un segundo conducto, hasta un recuperador térmico vertical, conforme a un caudal determinado, mientras que el recuperador térmico se comunica por medio de un tercer conducto con la cámara de evaporación, formando un circuito cerrado.

Los tubos del permutador térmico y la cámara de vapor que circunda los tubos, se afirman a un cabezal móvil, permitiendo de esta manera el desmontaje del haz de tubos y cámara de vapor, formando una sola pieza, desde la abertura de acceso practicada en el techo de la cámara. También se ha previsto un cabezal desmontable en la cámara de evaporador, para facilitar la separación de un dispositivo desnebulizador.

La hélice de bomba se dispone en un canal de sección transversal circular, que se adapta estrechamente en torno a los vértices de hélice, de manera tal, que durante el funcionamiento, la fuerza del líquido arrastrado por la hélice contribuye a centrar la misma, eliminando así la necesidad de un cojinete sumergido. Por ello, se hace posible,



desmontando la placa de montaje horizontal de la bomba o cabezal de la misma, el desmontar el motor, la caja de engranajes de la bomba, el eje de la misma, la hélice y el retén de eje formando todo una sola pieza a través de una abertura de acceso superior. Además, como quiera que el retén de eje no se vé obligado a resistir una presión hidrostática o una presión de valor significativo, es capaz de asegurar un funcionamiento continuado sin necesidad de entretenimiento o recambio.

Descripción de los planos

Las características de la presente invención, que se considera constituyen novedad, se exponen a continuación, con referencia a las reivindicaciones adjuntas. La invención, junto con los ulteriores objetivos y ventajas de la misma, será mejor interpretada por referencia a la descripción que sigue, considerada en relación con los planos que se acompañan, en cuyas diferentes figuras, los mismos números identifican siempre elementos iguales, y en las cuales:

La figura 1 es una vista lateral por elevación de un sistema de evaporador construído de acuerdo con la invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal del evaporador de la Figura 1.

La figura 3, es una vista en sección transversal del sistema de evaporador tomada a lo largo de las líneas 3-3 de la figura 2.



La figura 4, es una vista en elevación, parcialmente en sección transversal, del sistema de evaporador tomada a lo largo de las líneas 3-3 de la figura 2, pero parcialmente desplazada para explicar el desmontaje del evaporador con vista a su mantenimiento.

La figura 5, es una vista en sección transversal de una versión alternativa de la invención.

La figura 6, es una vista en sección transversal de otra versión alternativa de la invención.

Descripción de la realización adoptada.

En la versión de la invención que se presenta en las figura 1 y 2, el número de referencia 10, designa con caracter general a un sistema de evaporador destinado al tratamiento de desperdicios del líquido radioactivo, dentro del ámbito de una central de energía nuclear. A efectos de protección anti-radioactiva, el sistema de evaporador 10, se encuentra cerrado dentro de una bóveda 11, que de preferencia incluye una tapa superior 12, que se ha previsto pueda desmontarse mediante anillos elevadores 13 para acceso al sistema. En la práctica, las paredes de la bóveda se construyen de hormigón o de otro material protector adecuado, y pueden llegar a ser de hasta 3 pies de espesor, para ofrecer el grado de seguridad necesario.

Básicamente, el sistema de evaporador comprende tres unidades; una cámara cilíndrica de



evaporación 14, un permutador térmico 15, y una
bomba de circulación 16. Los tres dispositivos
se han colocado en una configuración vertical y
triangular independientemente para reducir a un mí-
5 nimo las necesidades de espacio y permitir que
los diferentes elementos puedan conectarse entre
sí mediante breves segmentos rectos de tubería.
Aún cuando son posible otras disposiciones, in-
cluyendo las que se presentan en las Figuras 5 y
10 6, y el empleo de cierres protectores independien-
tes para cada unidad, la disposición mostrada es
la que se adopta por razones de economía de cons-
trucción y eficacia de funcionamiento.

Volviendo ahora a la Figura 3, la cámara de
15 evaporación 14 se advierte que comprende un de-
pósito cilíndrico 17 en cuya porción inferior se
concentra el líquido 18, manteniéndose este lí-
quido de desecho normalmente a un nivel predeter-
minado 19, de forma que en una porción superior
20 del depósito se constituya una cámara de vapor
superior 20. Pueden preverse uno o mas orificios
de entrada 21, para la introducción del líquido
en el depósito, y adoptarse una sonda convencio-
nal de presión 22, en la porción superior, para
25 medir la presión del vapor en la cámara superior
comentada. El depósito cilíndrico 17, incluye, de
preferencia una sección abovedada de cubierta 23,
afirmada por su extremo superior mediante una se-
rie de pernos 24 y pasadores de guía 25, u otros
30 elementos apropiados de sujeción, dispuestos en



configuración convencional de círculo de pernos
o de bridas limitrofes de ambos elementos. La
tapa 23 comprende una sección vertical de tubo
de descarga de vapor 26, que parte de la misma,
5 y concluye en una brida de contacto superior 27
para acoplar a la tubería complementaria (no re-
presentada).

Para impedir que algún líquido potencial-
mente radioactivo situado en el interior de la
10 cámara superior de vapor 20, se fugue del siste-
ma, se ha previsto un separador de arrastre 28,
en la parte superior de la cámara de evaporación,
entre el tubo de descarga 26 y la cámara superior
de vapor 20. Este separador comprende una placa
15 de impacto 29, en la que se monta un cestillo des-
nebulizador 30 de fina malla de alambre, para re-
tener las partículas de líquido que pretendan sa-
lir del evaporador.

La porción superior de la cámara de evapo-
20 ración 14, se comunica con el permutador térmi-
co 15, por medio de una sección de tubo 31 que se
prolonga por el lateral de la cámara 14 y por
debajo del nivel nominal 19 del líquido 18. Es-
ta sección de tubo puede acoplarse mediante una
25 junta de expansión apropiada 32, a otra sección
de tubo 33 que se prolonga en el interior del per-
mutador térmico 15.

El recuperador térmico 15, básicamente es un
permutador térmico vertical de tubo largo (LTV),
30 con un cuerpo cilíndrico 34, dentro del cual se



5 dispone coaxialmente el cuerpo cilíndrico 35 de una cámara de vapor 36. El cuerpo cilíndrico 34 del permutador térmico, se encuentra cerrado en su extremo superior por una placa plana de cubierta 37, y en su extremo inferior por una sección terminal enteriza en forma de bóveda 38. La placa de cubierta 37, se afirma de preferencia al cuerpo 34 mediante una serie de pernos 39 y pasadores de guía 40, dispuestos en una configuración
10 convencional de círculo de pernos, en torno a la periferia de los bordes embridados adyacentes de los dos elementos.

Para conservar el vapor u otro agente de calentamiento introducido en la cámara de vapor 36,
15 se adapta un par de planchas de tubo de apertura múltiple 41 y 42, al cuerpo 35 de la cámara de vapor, por sus extremos superior e inferior, respectivamente. Estas planchas de tubo alojan una serie de tubos de vapor 43, que se extienden verticalmente, y pasan entre las aberturas de las planchas de tubo para facilitar la transmisión del calor de la cámara de vapor al líquido. El vapor se introduce en la cámara de vapor 36, a través de un conducto 44, que se extiende verticalmente a
20 través de la placa terminal 37 y la plancha de tubo 41. La condensación se retira de la cámara de vapor 36, por medio de otro conducto 45 que se prolonga desde un punto próximo a la parte inferior a la cámara de vapor 36, a través de la plancha de tubo 41 y de la placa terminal 37. Se ha previs-
25
30



to además un conducto adicional 46 desde una posición ligeramente mas elevada en la cámara de vapor 36 y a través de la plancha de tubo 41, y una placa terminal 37, para la evacuación de la cámara de vapor de los agentes no condensables, por ejemplo, el vapor no condensado y otros gases. Los tres conductos 44, 45 y 46, terminan con juntas embridadas de acoplamiento superior, para conectar a los conductos de entrada y salida (no representados)

10 Las placas tubulares 41 y 42, respectivamente, definen cámaras de salida y de entrada 47 y 48 en los extremos superior e inferior del permutador térmico 15. El líquido se introduce en la cámara inferior 48 mediante segmentos de tubo 49, y se retira de la cámara superior 47 mediante segmentos de tubo 31 y 33. Conviene incorporar un tubo de drenaje 50 al fondo de la porción terminal 38 del cuerpo del permutador térmico 34, para hacer posible que el líquido pueda salir del sistema hasta una sección de envasado inferior (no representado).

25 El segmento de tubo 49 se acopla por medio de una brida 51 a un segmento de tubo 52 que se extiende horizontal y después verticalmente para trasladar el líquido caldeado desde el permutador térmico 15 a la entrada 53 de la bomba de circulación 16. Esta bomba comprende una cubierta generalmente cilíndrica 54 acodada en uno de sus extremos para formar la entrada 53, correspondiendo sustancialmente en diámetro una porción cilíndrica de

30



prolongacion vertical de la misma, al del segmento
de tubo 52. Una seccion de estrangulacion 55 que
se estrecha hacia arriba y hacia el exterior, de
reducido diámetro, puede acoplarse a la entrada 53,
5 para conseguir una fluencia más uniforme del lí-
quido y obtener un caudal de salida del mismo me-
jor definido en función de la hélice que se des-
cribirá seguidamente. La circulación del líquido
dentro del sistema de evaporador, se consigue por
10 medio de una hélice 56 dispuesta dentro de la sec-
cion de reduccion 55. La hélice 56 se comunica con
un grupo demotor y engranaje de reduccion 57, mon-
tado en proximidad a la parte superior de lacubier-
ta 54, a través de un eje 58 que se prolonga ver-
15 ticalmente y hacia abajo desde el motor. No se
precisa de apoyo de cojinete en el extremo infe-
rior del eje, ya que durante el funcionamiento la
fuerza hidrodinámica radial generada entre la hé-
lice giratoria y las paredes interiores del elemen-
20 to de reduccion 55, puede hacerse cargo de la mi-
sion de centrado de la hélice. El cuerpo de bomba
54, se prolonga hacia arriba estrechándose en una
abertura u orificio de acceso superior 59, de diá-
metro reducido, por encima del nivel nominal 19 del
25 líquido 18 en el sistema. En la práctica, la al-
tura vertical del cuerpo de bomba por encima de
la hélice 56, deberá constituir una cámara de lí-
quido suficiente por encima de la misma, como pa-
ra impedir la cavitación o formación de remolinos
30 durante la rotación de la hélice. En la prácti-



ca, se necesita de una cámara de tres piés por encima de la hélice para obtener un funcionamiento apropiado.

5 El grupo de motor y bomba 57, se monta sobre una placa plana de cubierta 60, que a su vez se afirma al orificio de acceso 59 por medio de los pernos 61 y pasadores de guía 62, dispuestos en una configuración convencional de círculo de pernos en torno a la periferia de las bridas adyacentes de los dos elementos. Puede disponerse un par de anillos de elevación 63 a cada lado del grupo de motor y engranaje reductor 57 para facilitar el desmontaje del conjunto, a efectos de reparación y/o recambio. En este sentido, es importante advertir que el nivel del líquido en el alojamiento de bomba 54, es idéntico al registrado en el depósito de evaporación 17, formando una cámara de vapor superior 64 dentro del alojamiento, que permite que la placa de cubierta 60 pueda desmontarse sin drenar ni verter el líquido eliminándose así la necesidad de un retén de líquido entre el eje 58 y la placa superior 60. En su lugar, una sencilla obturación de brida 65, basta para impedir la salida del vapor no radioactivo a presión atmosférica, desprendido del líquido. Entre la cámara superior de vapor de la bomba de circulación 16 y la cámara de vapor superior del depósito 17, se ha dispuesto un conducto de desahogo de vapor 66, a efectos de aliviar la presión del vapor, que de otro modo podría progresar en el seno del alojamiento de bomba

10

15

20

25

30



54.

Se ha acoplado otro conducto 67 entre la parte inferior de la cámara 14 y el tubo 52, para permitir que el depósito de evaporación 14 pueda vaciarse totalmente a través del tubo de descarga 50, si
5 ello llegara a ser necesario. El alojamiento 54 de la bomba 16 se comunica con la cámara de evaporación 14 por debajo del valor nominal del líquido 19, a través de un segmento de tubo 68, un acoplamiento de brida 69 y un segmento de tubo 70.
10

Durante el funcionamiento, la cámara de evaporación 14 se llena por el tubo de entrada 21 hasta el nivel nominal 19, concentrándose para su evacuación una solución de residuos. Esta solución se hace circular a través de segmentos de tubos 68 y 70
15 hasta la bomba de circulación 16, donde se vé obligada a seguir hacia adelante por la acción de la hélice 56, pasando a través de segmentos de tubo 49 y 52, a la cámara de entrada 48 del permutador térmico 15. Desde allí, la solución fluye ascendiendo a través de tubos de vapor 43 hasta la
20 cámara de salida 47, de donde es conducida mediante segmentos de tubo 31 y 33 a nuevo a la cámara de evaporación 14.

A cada pasada a través de los tubos de vapor
25 43, la solución se caldea por la acción del vapor en la cámara de vapor 36, hasta que, eventualmente, llega a caldearse lo bastante como para disiparse o vaporizarse al penetrar en la cámara de
30 evaporación 14, obligando a que se constituya un



depósito superior de vapor por encima de la cámara superior de vapor 20. El vapor así formado, consiguientemente no radioactivo, se evacua a la atmósfera o a una fase inferior de condensador
5 (no representada) para su reconversión a estado líquido.

A medida que va funcionando el evaporador, el porcentaje de sólidos en la solución de desechos, o de líquido, se vá incrementando lentamente. La;
10 densidad del líquido puede regularse, y cuando éste alcanza una densidad establecida, puede extraerse una porción del mismo a través del tubo de descarga 50, mientras que al mismo tiempo, puede incorporarse líquido de desecho adicional no concentrado, a través de la entrada 21. La operación puede proseguirse hasta que el porcentaje de sólidos en el líquido, se reduzca lo suficiente como para justificar el que el posterior funcionamiento del sistema de evaporador aumente la densidad del líquido.
20 De esta manera, el funcionamiento del sistema de evaporador puede ser continuo o por cargas, según la importancia del caudal de entrada de líquido de desecho y las especiales exigencias de los demás elementos del sistema de evacuación. El
25 material descargado por la abertura 50, puede ser altamente radiactivo, y normalmente se transporta de manera inmediata a la sección de envasado protector, donde se introduce en depósitos de hormigón para su evacuación. La operación de envasado
30 puede ser totalmente convencional, por cuyo moti-



vo no es preciso describirla aquí.

En la práctica. el líquido circula a través del permutador térmico 15, por obra de la bomba de circulación 16, a un régimen tal, que la temperatura del líquido en la cámara 14 estabiliza el gradiente de temperatura de la solución que circula a través del permutador térmico 15, que normalmente es pequeño, y frecuentemente inferior a 3 grados. Además, la temperatura del vapor en el permutador térmico y el caudal de circulación de la solución se controlan con vistas a mantener la diferencia de temperatura entre el vapor y el líquido, dentro de unos márgenes determinados previamente por lo general entre 25°F y 40°F. Estas medidas pretenden conseguir el efecto de reducir a un mínimo la formación de incrustaciones dentro de los tubos del permutador térmico 43, prolongando de esta manera el período que debe transcurrir entre las operaciones de desmontaje y limpieza.

La ebullición del líquido dentro de los tubos de vapor, que es una de las causas más importantes que contribuyen a la formación de incrustaciones, queda reducida a un mínimo, situando la cámara de vapor sustancialmente por debajo del nivel del líquido, en la cámara de evaporación 14. Esta medida limita la ebullición a la cámara 14, en la que no es fácil que se produzcan incrustaciones y en la que el vapor generador puede eliminarse fácilmente. Además, el emplazamiento de



1973

la hélice 56 en la entrada de la bomba de circulación 16, junto con el empleo de elementos de circulación en forma de tubos anchos, normalmente de tres pies de diámetro, permiten circular
5 el líquido a régimen elevado, con un mínimo de turbulencia, condiciones que deben respetarse si se pretende reducir a un mínimo la formación de incrustaciones.

De acuerdo con la invención, el aparato evaporador anteriormente descrito, aún en el caso
10 denque se instale en una bóveda o en otra zona aislada, se presta perfectamente para el mantenimiento y para las operaciones de desincrustación. Concretamente, y haciendo referencia a la Figura
15 4, desmontando los pernos 24, 39 y 61, quedan accesibles al servicio las tres fases del evaporador. En el caso de la cámara de evaporación 14, después de desmontar los pernos 24 y el tubo de descarga 26 acoplado a la brida 27, puede levantarse la bóveda hemisférica, 23, dejando al
20 descubierto el cestillo desnebulizador 30. Este cestillo puede también desmontarse valiéndose de anillos elevadores colocados en el desviador 29 para limpiar o sustituir el desnebulizador o conseguir acceso a la superficie interior del depósito de evaporación 17.

En el caso del permutador térmico 15, después de desmontar los pernos 39 y los tubos acoplados a los conductos 44, 45 y 46, puede levantarse la cámara de vapor completa 36, mediante
30



los anillos de soporte de la placa de cubierta
37. Esto no solamente permite que la cámara de
vapor 36, cuyo único componente en el seno del
evaporador es el más expuesto a la escamación,
5 pueda transportarse a otro lugar para limpieza,
sino que también permite el acceso a todas las
superficies interiores de la cubierta del per-
mutador térmico 34, incluido el extremo del fon-
do 38 del alojamiento y tubo de drenaje 50, que
10 se encuentra muy expuesto a obturaciones.

Además, aflojando los pernos 61, el grupo
de motor y engranaje reductor 57, pueden desmon-
tarse mediante anillos elevadores 63, para con-
seguir el acceso a la hélice 56. Todo el motor,
15 caja de engranajes y hélice, pueden montarse co-
mo una sólo pieza para sustitución o reparacio-
nes. Al mismo tiempo, se consigue acceso al in-
terior del alojamiento de la bomba de circula-
ción, para el caso de que hubiese necesidad de
20 limpiar o de efectuar otras reparaciones.

En la figura 5 se presenta una realización
alternativa de la invención. En esta configura-
ción, un permutador térmico del tipo LTV 80, se
sitúa directamente por debajo de la cubierta ci-
líndrica 81 de una cámara de evaporación 82, de
25 forma que uno de los extremos del permutador tér-
mico se prolonga a través de la parte inferior
del alojamiento hasta el seno de la cámara. El
cuerpo cilíndrico 83 del permutador térmico, in-
30 cluye el cuerpo cilíndrico 84 de la cámara de va-



por 85, adaptándose al cuerpo por el otro extremo un par de planchas tubulares 86 y 87 de aperturas múltiples. El permutador térmico aparece abierto por su extremo superior, para establecer una comunicación con el interior de la cámara de evaporación, y se cierra por su parte inferior, dejando hueco exclusivamente para un sector vertical de tubo de admisión 88 en una sección entera de terminal en forma de bóveda. Se ha previsto un conducto 89 para la introducción de vapor en la cámara de vapor, y un par de conductos 90 y 91 para la eliminación de condensaciones y de no condensables. Estos conductos se prolongan hacia arriba a partir de una tapa 92 desmontable en forma de bóveda, terminando en bridas de acoplamiento superior para conectar a tuberías de comunicación. La sección de tapa en perfil de cúpula se afirma al alojamiento 81 por medio de una serie de pernos 93 y de pasadores de guía 94, pudiendo desmontarse por la parte de arriba, a cuyo efecto se ha previsto un par de anillos elevadores 95, a cada lado de la tapa. En proximidad a la parte superior de la cámara de evaporación, se ha situado una placa desviadora 96 y un sestillo desnebulizador 97, para impedir que los arrastres de líquido se fuguen de la cámara de evaporación.

Al igual que en la versión adoptada, la circulación se consigue mediante una bomba de circulación de propulsión eléctrica 98, que compren-



de un alojamiento generalmente cilíndrico 99, acodado en un extremo para formar una entrada 100, en la cual se dispone una hélice 101. La hélice está unida a un grupo de motor y engranaje reductor 102, calándose en disposición desmontable en la parte superior de la cubierta 99, sobre un eje 103 que se prolonga verticalmente hacia abajo desde el motor. La bomba de circulación 98 recibe el líquido de la cámara 82, através de un sector de tubo 104, siendo el funcionamiento del sistema en todos los demás aspectos sustancialmente idéntico al que corresponde a la versión adoptada anteriormente descrita. Un sector de tubo de descarga de vapor 106, se ha instalado en la tapa 92 para purgar el vapor no radioactivo generador durante el funcionamiento del sistema.

Para desmontar el permutador térmico con vistas a su limpieza o entretenimiento, la operación se limita a desacoplar los tres conductos 89-91, soltar la placa de tapa 92 sacando los fiadores de tornillo 93 de su periferia, y levantar el grupo completo, que se compone de tapa y de permutador térmico, fuera del cuerpo de la cámara de evaporación 81. Esta concepción presenta además la ventaja de que necesita menos espacio, toda vez que el permutador térmico y el evaporador, ocupan el mismo espacio de planta. Esto representa una ventaja importante además porque reduce la magnitud de protección anti-radiactiva necesaria, sin afectar adversamente por ello a la accesibi-



lidad del sistema para la limpieza y mantenimien-
to.

Otra realización alternativa del sistema de
evaporación de residuos de la invención, es el que
5 se muestra en la Figura 6. En este caso, la bomba
de circulación y el permutador térmico, se contie-
nen conjuntamente dentro del alojamiento de la cá-
mara de evaporación, para conseguir una disposi-
ción todavía mas reducida del sistema. Concreta-
10 mente, se ha previsto una bomba de circulación que
incluye un motor 110, una hélice 111 y un eje ver-
tical de soporte 112 para la hélice. El motor vá
montado sobre una placa de tapa en forma de cúpu-
la 113, afirmándose en disposición desmontable al
15 cuerpo 116 de la cámara de evaporación 117, por me-
dio de una serie de pernos 114 y pasadores de guía
115. La hélice 111, obliga al líquido a correr ha-
cia abajo a través de un conducto de intercomuni-
cación 118, dirigiéndose al extremo inferior del
20 permutador térmico, que puede ser de construcción
idéntica a la del mostrado en la Figura 5. El ex-
tremo superior del permutador térmico, está abier-
to hacia la cámara de evaporación 117, de forma
que el líquido puede comunicar libremente con el
25 interior de la cámara. Se ha previsto una sec-
ción vertical de tubo de descarga 119, para la con-
ducción desde el sistema del vapor no radiactivo.
Un conducto de entrada de vapor 120 y dos conduc-
tos de salida 121 y 122, se han incorporado al permu-
30 tador térmico del sistema 123. Estos ascienden a



través de la placa de cubierta 113 y terminan en
bridas encaradas hacia la parte de arriba para aco-
plar a tubos de comunicación.

Para conseguir acceso a la bomba de circula-
5 ción y al permutador térmico, únicamente es nece-
sario desmontar la placa de cubierta 113, aflojan-
do los pernos 114 situados en su periferia. La
placa de cubierta se levanta a continuación del
alojamiento 116, valiéndose de los anillos elevadores
10 124 previsto al efecto. Una vez desmontado este gru-
po completo, que comprende la hélice 111 y su mo-
tor y caja de engranajes 110 asociados, y la por-
ción de cámara de vapor 125 del permutador térmi-
co 123, puede emplazarse fácilmente para su oportu-
15 tuna atención y reparación.

Al igual que en el sistema anteriormente des-
crito, la hélice 111 obliga a circular al líquido
desde la cámara de evaporación, a través del per-
mutador térmico, para volver nuevamente a la cáma-
20 ra de evaporación. A medida que el líquido va va-
lentándose en sus pasadas progresivas a través del
permutador térmico, llega eventualmente a alcanzar
su punto de disipación, con lo cual se forma vapor
dentro de la cámara de evaporación. A medida que
25 el vapor de agua no radiactivo e inofensivo es sa-
cado al exterior a través de la abertura de des-
carga 125, va aumentando la concentración del lí-
quido, hasta que llega a alcanzarse un punto en
que puede extraerse una cantidad del mismo. Esto
30 puede realizarse valiéndose de la abertura de dre-



baje 126, dispuesta en la parte inferior del conducto 118. Como en los ejemplos anteriores, puede dispnnerse de un grifo de purga 98 por debajo del permutador térmico, a tal efecto.

5 Se advertirá que en cada una de las versiones descritas, pueden desmontarse las tres fases del evaporador sin necesidad de vaciar el líquido de los sistemas. Esto reviste gran importancia, al poder prescindirse normalmente de los depósitos de almacenamiento necesarios para el líquido, que puede ser altamente radioactivo y exigir precauciones de almacenaje especiales. Además, no se necesitan juntas para líquidos en los sistemas de bombas de circulación, evitando de esta
10 manera las posibles necesidades de mantenimiento y eliminando una posible fuente de contaminación. Solamente hace falta una sencilla obturación de
15 brida tipo vapor, entre el eje de la hélice y la placa superior, al encontrarse ambos elementos
20 por encima del nivel del líquido.

 De esta manera se ha mostrado y descrito un nuevo sistema de evaporador que ofrece un mínimo de formación de incrustaciones y un máximo de accesibilidad. Todas las operaciones de desmontaje y mantenimiento, pueden realizarse por la parte
25 de arriba, lo cual permite el empleo de una bóveda de hormigón sin más que una simple puerta superior de acceso, para proteger el sistema de evaporador. Además, la concepción exclusiva de
30 circulación forzada del sistema unido al emplaza-

miento exclusivo de las diferentes aberturas de acceso y conductos de comunicación, dan como resultado - una máxima eficacia con una mínima formación de incrustaciones durante el funcionamiento.

5 Aún cuando se ha mostrado y descrito una versión concreta de la invención, es evidente a aquéllos versados en la materia, que pueden introducirse cambios y modificaciones, sin apartarse de la invención en su más amplio aspecto, por cuyo motivo la finalidad de
10 las reivindicaciones adjuntas, es el amparar todas aquellas alteraciones y modificaciones en cuanto guarden relación con el auténtico espíritu y finalidad de la invención.

REIVINDICACIONES

1.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, comprendiendo dicho evaporador una cámara de evaporación, primeras y segundas aberturas, un intercambiador vertical de calor incluyendo una cabina de vapor para calentar dicho material licuiforme, una primera cubierta montada removiblemente sobre dicha primera apertura, la cabina de vapor estando suspendida desde dicha primera cubierta y siendo removible a través de dicha primera apertura, una bomba de circulación incluyendo un motor, una hélice y un vástago que dependen de dicho motor para apoyar dicha hélice, una segunda cubierta montada removiblemente sobre dicha segunda apertura, estando el motor montado en dicha segunda cubierta, y siendo removibles dicha hélice y vástago a través de dicha segunda apertura, y un puerto de escape de vapor en dicha cámara de evaporación, estando construido el evaporador de tal forma que, en el uso, tiene un nivel máximo y mínimo de operación para material licuiforme, estando dispuestas dichas primera y segunda aperturas y el puerto de escape de vapor sobre dicho nivel máximo y estando la hélice y la cabina de vapor dispuestas debajo de dicho nivel mínimo.

2.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, según la reivindicación 1 en el que dicho vástago está provisto con un cierre dispuesto encima de dicho nivel máximo de operación.

ración.

3.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, según la reivindicación 2 en el que dicho cierre de vástago es un cierre de vapor de baja presión.

4.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que dicha segunda apertura está en una segunda cámara y dicha hélice está montada en dicha segunda cámara, y dicha segunda cubierta está fijada removiblemente a dicha segunda cámara y se extiende en un plano generalmente horizontal.

5.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en el que dicha primera apertura está en una tercera cámara y dicha cabina de vapor está montada en dicha tercera cámara y dicha primera cubierta está fija removiblemente a dicha tercera cámara y se extiende en un plano generalmente horizontal.

6.- Un evaporador para material licuiforme para funcionamiento dentro de un escudo de radiación dando acceso al evaporador desde arriba, según las reivindicaciones 4 y 5 en el que dicha cámara de evaporación, dicha primera cámara y dicha segunda cámara están dispuestas en una configuración triangular vertical espaciadas aparte con eje paralelo.

7.- UN EVAPORADOR PARA MATERIAL LICUIFORME PARA
FUNCIONAMIENTO DENTRO DE UN ESCUDO DE RADIACION DANDO
ACCESO AL EVAPORADOR DESDE ARRIBA.

5 Todo conforme se describe en la Memoria que an-
tecede, se ilustra como ejemplo de ejecución en los
planos unidos a ella y se reivindica en NOTA.

Esta Memoria consta de treinta hojas foliadas y
escritas a máquina por una sola cara y planos que la
acompañan.

Madrid, 19 de Octubre de 1.973

WHITING CORPORATION

P. A.





FIG 1

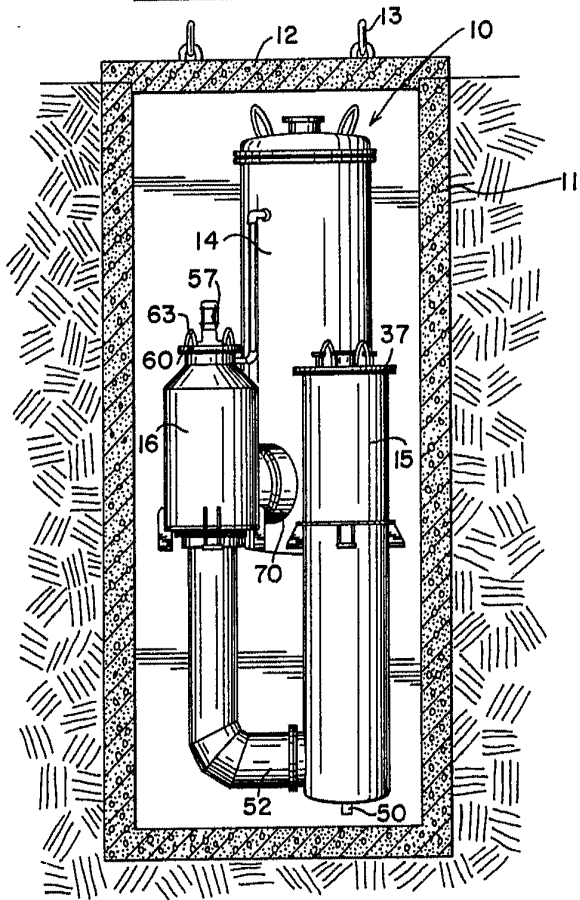
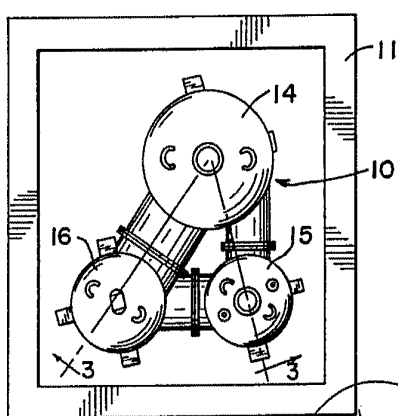


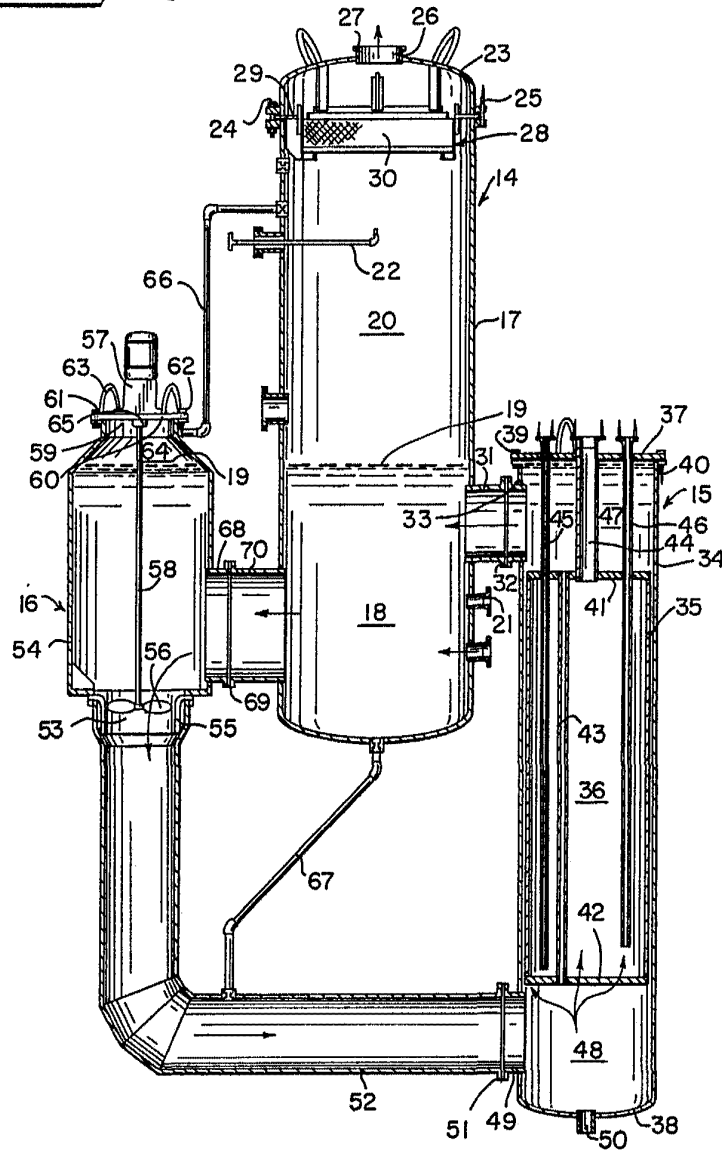
FIG 2



ESCALA VARIABLE
Madrid
E 249 OCT. 1973



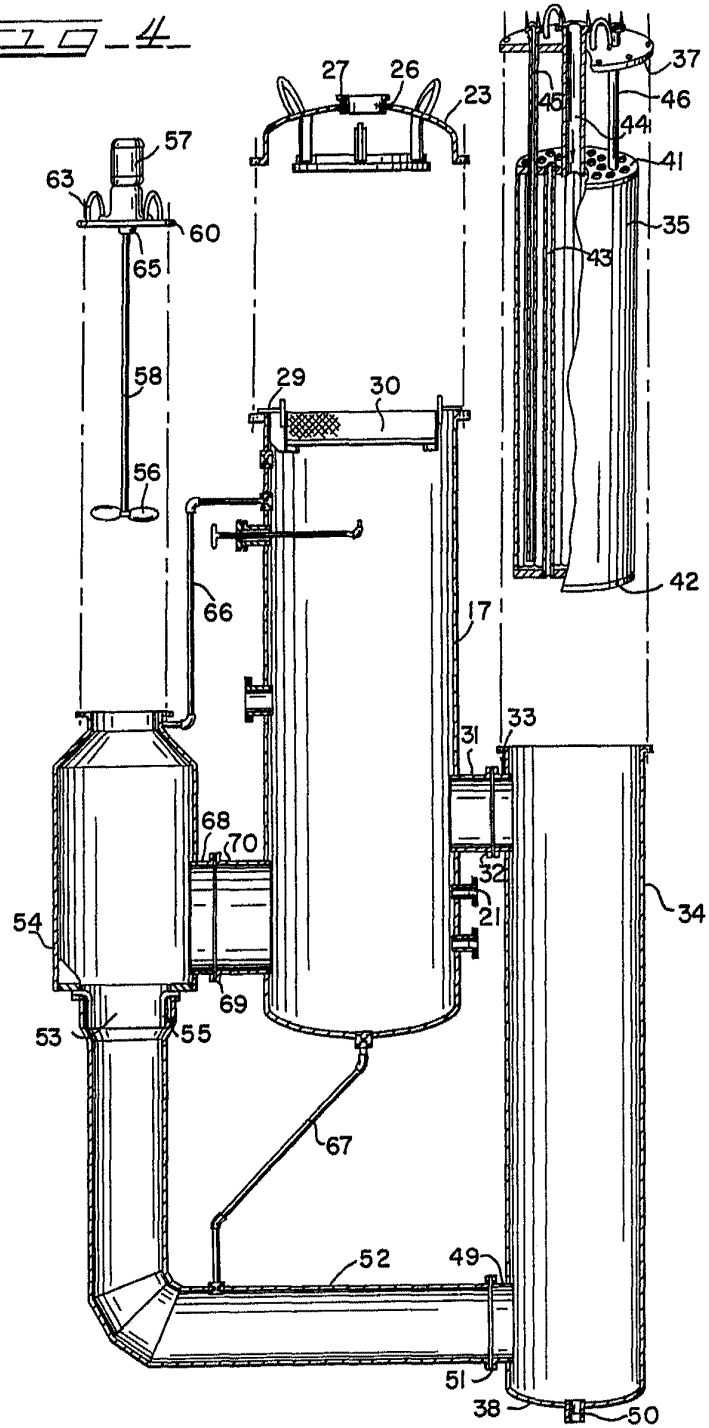
FIG. 3



ESCALA VARIABLE
Madrid
OCT. 1973
P. 4



FIG. 4



ESCALA VARIABLE
Madrid 19 OCT. 1973
L. H.



FIG. 5

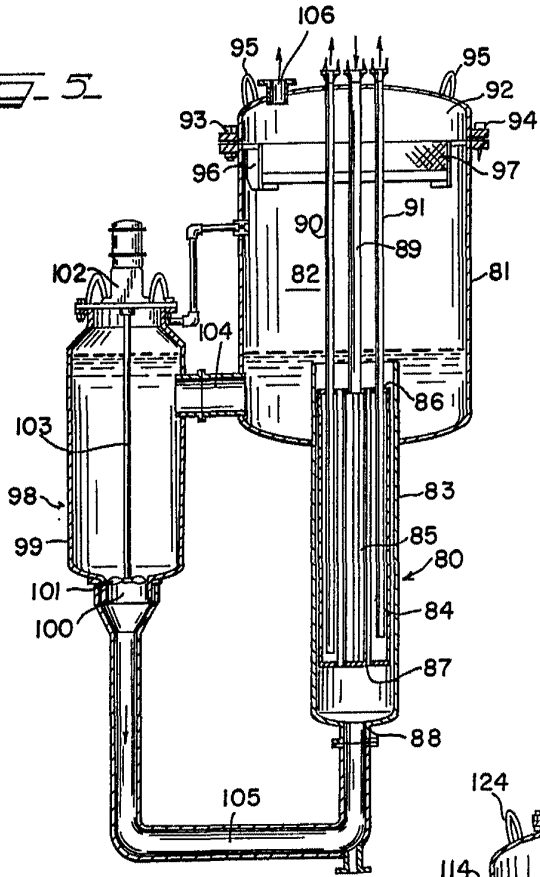
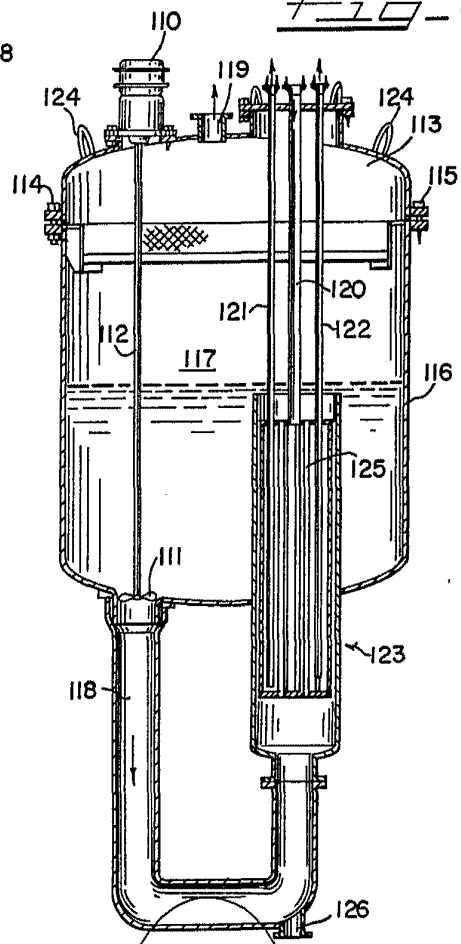


FIG. 6



ESCALA VARIABLE
Madrid 9 OCT. 1973