

254.698



254698

MEMORIA DESCRIPTIVA.

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : »PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS  
»REACTORES NUCLEARES DE VAPOR RECALENTADO,  
»MODERADOS POR LIQUIDO».

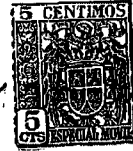
=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHEMECTADY (New-York),  
1, River-Road.

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.

(P. 1.587, A-R).  
(Docket 24D-255).



254698

La presente invención se refiere a un reactor recalentador de vapor moderado por líquido.

Durante mucho tiempo, el vapor ha sido el fluido principal de trabajo de las máquinas motrices, por ejemplo las turbinas de vapor, y como las eficiencias termodinámicas de las mismas aumentan al aumentar la temperatura de admisión del fluido de trabajo, el recalentamiento de vapor lleva practicándose durante mucho tiempo en los sistemas de instalaciones productoras de energía que queman combustibles fósil. Además de un aumento de eficiencia, el recalentamiento proporciona una reducción de la condensación dentro de la máquina motriz y, por tanto, una disminución de los problemas de erosión. También resulta considerablemente simplificada la construcción de las máquinas motrices.

El recalentamiento de vapor en un reactor nuclear presenta problemas distintos de los que plantea el recalentamiento de vapor procedente de la combustión de combustible fósil. Las tensiones térmicas del equipo pueden ser excepcionalmente elevadas debido a las grandísimas diferencias de temperatura que existen a distancias muy cortas. El proyecto de los equipos resulta extraordinariamente complicado debido a las medidas necesarias para renovar el combustible del reactor y para impedir los problemas de funcionamiento característicos del arranque y de la parada de un reactor nuclear.

Un objeto de la presente invención es el de crear un reactor nuclear perfeccionado moderado por un líquido compatible con el

254698



refrigerante en fase gaseosa y que elimina esencialmente las graves solicitaciones térmicas que antes actuaban en las estructuras de sustentación del núcleo de tales reactores.

Según la presente invención, se prevé un reactor nuclear perfeccionado que comprende un recipiente de reactor, una placa ma-

- 30.- triz transversal que soporta el núcleo, una pluralidad de tubos de tratamiento que contienen el combustible nuclear, medios para contener una capa de líquido moderador de neutrones alrededor de dichos tubos para formar un conjunto nuclear de reacción en cadena, y medios para hacer pasar por él un refrigerante en fase gaseosa compatible con -introducido a- la misma temperatura que el moderador, en el cual los tubos de tratamiento establecen con la placa matriz un cierre hermético al fluido sólo en sus extremos inferiores. La estructura del recipiente y de la placa matriz es
- 40.- adecuada para ser mantenida en contacto con todas las superficies interiores descubiertas con cuando menos un fluido de temperatura uniforme, eliminando con ello esencialmente las solicitaciones térmicas. La invención comprende también una estructura perfeccionada de tubos aislados de tratamiento, que contienen el combustible nuclear, que proporciona coeficientes de transmisión térmica localmente aumentados, para reducir las excesivas temperaturas superficiales de los elementos de combustible.

En los dibujos:

- 50.- La figura 1, es una vista en sección transversal vertical del reactor nuclear recalentador de vapor moderado por líquido, que constituye una de las formas de realización de la presente invención.

- 55.- La figura 2, es una vista en sección transversal vertical, que muestra el detalle de una estructura de tubo de tratamiento que contiene el combustible, según la presente invención.



La figura 3, es una vista en planta de una parte de núcleo de reactor que contiene tubos de tratamiento que contienen combustible según las figuras 1 y 2.

La figura 4, es una vista en sección transversal vertical de otras forma de realización del reactor nuclear recalentador de vapor, moderado por líquido, según la presente invención.

La descripción de las figuras 1 y 2 se hace en términos de ejemplo específico del reactor nuclear recalentador de vapor, moderado por líquido, de la presente invención, que usa agua como moderador y vapor de agua como fluido refrigerante.

En la figura 1, el recipiente 10 de presión del reactor está provisto de la cabeza amovible 12 unida mediante bridas 14 y 16 a la entrada 18 de vapor refrigerante para vapor de agua saturado.

El recipiente de presión tiene un espesor de pared de 5.25 pulgadas, un diámetro de 9.5 pies y una altura de 30 pies. El recipiente 20 interior o del núcleo está montado mediante soportes 22 de manera esencialmente coaxial dentro del recipiente de presión 10, dejando abierta la región 24 de entrada de refrigerante entre las paredes adyacentes de los recipientes. El recipiente de núcleo es un recipiente cilíndrico provisto en su extremo inferior de una placa matriz 26.

El recipiente 20 del núcleo está provisto en su extremo superior de una cabeza amovible 28, provista de un aislamiento interior 30. La cabeza 28 está unida en 32 al borde superior del recipiente 20 del núcleo. También está previsto un aislamiento 34 alrededor de la superficie interior de la parte superior del recipiente de núcleo 20 hasta un nivel próximo al extremo superior del núcleo. El recipiente 20 del núcleo está provisto, además, de cuando menos una salida 36 de refrigerante por la cual el vapor recalentado sale atravesando la pared del recipiente de presión

254698

13



10.

Hacia arriba de la placa matriz 26, se extiende una pluralidad de tubos paralelos de tratamiento, que contienen el combustible y de extremos abiertos, y de tubos de tratamiento 90.- que contienen un veneno de control, dispuestos en un sistema triangular, aun cuando pueden usarse sistemas cuadrados o de otra forma. Cada uno de los tubos 38 contiene un elemento de combustible 42 descrito más detalladamente con relación a la figura 2. El tubo 40 contiene el elemento 44 desplazable de veneno de control, representado aquí en forma de varilla maciza 95.- alargada provista en su extremo superior de guías 46. Este elemento de control atraviesa una entrada 48 del fondo del recipiente 10 del reactor desde un mecanismo de accionamiento del elemento de control. Los tubos 38 y 40 están todos abiertos en 100.- sus extremos superiores e inferiores, para permitir a través de ellos el paso de vapor de agua refrigerante en la dirección indicada por las flechas. El vapor pasa por los tubos 38 de tratamiento que contienen el combustible, enfria los elementos de combustible 42 y se recalienta a consecuencia de ello. Una pequeña 105.- parte, por ejemplo el 5%, del vapor de agua pasa por los tubos 40 que contienen el veneno de control para enfriar el elemento de control y disipar el calor que se origina en el mismo.

Un recorrido de paso helicoidal para el vapor es creado por la hélice 50 en el espacio inmediatamente adyacente a la superficie de cada elemento de combustible 42. Se prefiere el recorrido de paso helicoidal del vapor, aun cuando pueden usarse un 110.- paso directo y otras variantes. Una importante característica de la invención concierne la variación del ángulo de la hélice con la distancia a lo largo de un determinado elemento de combustible, así como la variación del ángulo de la hélice con la 115.-



posición radial del elemento de combustible en el núcleo del reactor. El ángulo de la hélice es el ángulo entre una línea tangente de la hélice en un punto determinado y una línea paralela al eje de la hélice que pasa por el mismo punto. A lo largo de 120.- la longitud activa de cada elemento de combustible 42, el ángulo de la hélice aumenta primero con la distancia de la entrada y disminuye luego con la distancia hacia el extremo de salida. Así, tiene un mayor número de vueltas por unidad de longitud axial en aquellas regiones del elemento de combustible donde las tempera- 1 25.- turas de superficie del combustible tienden a ser más elevadas. Midiendo la longitud activa axial del elemento de combustible, definida como L, en una línea recta a lo largo del elemento de combustible desde el extremo de entrada del refrigerante, el ángulo de la hélice está previsto de modo que alcanza un máximo 130.- preferiblemente entre aproximadamente 0.6L y 0.9L para crear coeficientes de transmisión térmica relativamente más elevados en esta región, reduciendo así esencialmente las superficies máximas de temperatura del combustible.

El ángulo de la hélice depende también de la posición ra- 135.- dial del particular tubo del núcleo de tratamiento que contiene el combustible. Los ángulos de la hélice son generalmente inferiores en los tubos más próximos al eje longitudinal o línea central del núcleo, en comparación con los de puntos correspondientes de los tubos en la periferia del núcleo o cerca de ella.

140.- Las guías 52 de los tubos de tratamiento permeables al fluido, provistas de aberturas de paso del fluido no representadas, están previstas en uno o más niveles intermedios del núcleo entre la placa matriz 26 y la parte superior de los tubos de tratamiento, para impedir los movimientos laterales de los tubos en esta re- 145.- gión central.



- En la figura 1, el refrigerante de vapor de agua saturado a 549° F. y 1025 libras por pulgada cuadrada, absolutas, entra por 18 y llena la región de entrada 24 de refrigerante, más o menos anular, que existe entre el recipiente de núcleo 20 y el recipiente de presión 10. Todas las superficies descubiertas del
- 150.- recipiente de presión 10. Todas las superficies descubiertas del recipiente de núcleo 20, la placa de matriz 26 y el recipiente de presión 10 están así en contacto con un fluido de temperatura esencialmente uniforme, y concretamente con el vapor de agua refrigerante de entrada a su temperatura de saturación.
- 155.- El vapor de agua saturado pasa desde la parte inferior del recipiente 20 de núcleo, a lo largo de los recorridos helicoidales de cada uno de los tubos de tratamiento 38 que contienen el combustible, y es descargado en estado recalentado, por ejemplo a 850° F., en la cámara de salida 62. La presión del vapor sa-
- 160.- turado en la zona de entrada de refrigerante 24 es de unas 1025 l.p.c.a., mientras que la presión del vapor recalentado en la cámara 62 es de unas 975 l.p.c.a. Esta diferencia de presión actúa hacia dentro y aplica forzosamente la cabeza 28 sobre la junta 32, reduciendo al *mínimum* o eliminando la fuga de vapor
- 165.- saturado desde la zona de entrada 24 a la cámara 62.
- Una capa de agua 64 moderadora, cuyo nivel superior se encuentra en 66, es mantenida alrededor de los tubos 38 y 40 y forma un conjunto que reacciona en cadena nuclear. Está prevista una entrada y salida 68 de moderador, controlada por la válvula 70.
- 170.- Un dispositivo 72 de control del nivel del moderador explora el nivel del moderador y acciona la válvula 70 para mantener el nivel deseado del moderador, compensando la evaporación del moderador provocada por el calor absorbido por el moderador desde la cámara superior 62 de vapor recalentado, por el calentamiento por
- 175.- rayos gamma del moderador, por las pérdidas de calor de los tubos



de tratamiento y similares. El moderador líquido es mantenido así, por el equilibrio de esta absorción de calor y evaporación, esencialmente a la temperatura de saturación, reduciendo grandemente las sollicitaciones térmicas de la placa matriz 26.

- 180.- Con referencia a la figura 2, el tubo de tratamiento 38 está abierto en ambos extremos y montado con cierre hermético al fluido solo en su extremo inferior en la placa matriz 26. El tubo de tratamiento 38 está constituido por una parte cilíndrica inferior 80, una sección inferior 82 de soporte de combustible, que se va estrechando hacia abajo, una parte intermedia 84 cilíndrica, una sección superior 86 de transición y una parte 88 a modo de cuello. La parte inferior cilíndrica 88 está ajustada en la abertura 90 de la placa matriz y soldada en 92. El único punto donde el tubo 38 está montado con cierre hermético al fluido es en 92, donde está soldado o de otro modo ajustado herméticamente a la placa.
- 185.-
- 190.- Un surco periférico 94 está previsto en la pared de la abertura 90 para permitir que la sección inferior cilíndrica 80 del tubo de tratamiento pueda ser introducida en la placa matriz. Esto puede ser necesario para permitir la separación de una unión tubo-placa matriz que presenta fugas.
- 195.-

- Dispuesto coaxilmente dentro del tubo de tratamiento 38, hay un tubo de aislamiento 100 unido con cierre hermético al fluido sólo en su extremo superior 102 al correspondiente extremo del tubo 38, estando provisto de una sección de transición 104. La relación coaxil entre el tubo de aislamiento 100 y el tubo de tratamiento 38 es mantenida mediante una pluralidad de salientes 106 dirigidos hacia fuera, distribuidos más o menos uniformemente en la superficie del tubo de aislamiento y que llegan a tocar la superficie interior del tubo de tratamiento 38. Con ello, resulta un anillo exterior de aislamiento 110 abierto en su extremo in-
- 200.-
- 205.-

254698

1376



ferior entre el tubo de tratamiento 38 y el tubo de aislamiento 100, que durante el funcionamiento se encuentra lleno de una capa estática de vapor de agua como medio de aislamiento.

- El recorrido de paso helicoidal del vapor de agua refrigerante es inducido por una depresión o ranura 112 helicoidal, que sobresale hacia dentro, en la pared del tubo de aislamiento 100. El elemento de combustible 42 se desliza coaxialmente en el tubo de aislamiento 100, siendo sostenido en él por elementos 114 que descansan sobre la sección de soporte 82 de tubo de tratamiento. Resulta así el anillo interior 116. El saliente 112 o salientes helicoidales, si se desean varios recorridos, llegan a tocar el elemento de combustible, cuyos movimientos laterales impiden, y definen el recorrido de paso helicoidal del vapor por el anillo 116. El vapor saturado entra por la abertura 90, sube alrededor del extremo inferior del elemento de combustible 42, mantiene en el anillo exterior 110 la capa aislante de vapor estático, pasa en un recorrido helicoidal de ángulo de hélice no uniforme, por ejemplo desde un ángulo de entrada de 40° hasta un máximo de 70° a 0.75L, a través del anillo interior 116 en relación de intercambio directo de calor con el elemento de combustible 42, y se descarga luego hacia fuera por el extremo superior abierto del tubo de tratamiento.

- El elemento de combustible 42 está provisto de una sección 113 maciza de protección, provista de elementos de apoyo 114, una sección 115 alargada y hueca de combustible activo o revestida, que contiene bolitas de combustible 117, una parte superior maciza de protección 122 provista de extensiones 124 y de una empuñadura de manejo 126.

- Con referencia a la figura 3, se muestra en ella una vista



254698

en planta de una parte de la parte superior del núcleo de reactor representado en la figura 1, indicándose un tubo 40 que contiene veneno de control y tres tubos adyacentes 38 que contienen combustible. Las partes superiores ensanchadas 88 a modo de collar están representadas extendiéndose a contacto directo mutuo para impedir todo movimiento lateral de los extremos superiores de los tubos de tratamiento y para mantener el deseado sistema de núcleo o separación entre los elementos de combustible.

En la figura 4 se muestra otra forma de realización del reactor según la presente invención. Esta realización difiere de la representada en la figura 1 en que no contiene el recipiente exterior de presión y el recipiente interior del núcleo. Sin embargo, comprende las mismas características esenciales de estructura que reducen al mínimo las sollicitaciones térmicas en la placa matriz y en el recipiente de presión.

Está previsto un solo recipiente 156 con cabeza amovible 12' montada mediante bridas 14' y 16'. En el fondo del recipiente, están previstos en 48' medios para la introducción de un elemento 44' de control del reactor, - Cerca del fondo del recipiente está prevista una placa matriz transversal 26' que sostiene el núcleo del reactor, constituido por una pluralidad de tubos paralelos 38', espaciados y de extremos abiertos, que contienen el combustible. No se muestran aquí los tubos que contienen el veneno de control, aunque se emplean de la manera indicada en la figura 1.

La capa de moderador 64', constituido por agua líquida, rodea los tubos 38' y tiene un nivel superior de líquido 66' que viene a encontrarse exactamente debajo de los extremos superiores de los tubos 38'. En esta variante, los tubos de tratamiento no están provistos de las partes ensanchadas o collares en sus



extremos superiores, sino que son mantenidos en posiciones paralelas fijas mediante guías de tubo 158' permeables al fluido. Estas guías pueden permitir el movimiento vertical de los tubos de tratamiento ocasionado por la expansión y la contracción térmica, conservando al propio tiempo el sistema y la separación de los elementos de combustibles. Los tubos de tratamiento están cerrados de manera hermética al fluido sólo en sus extremos inferiores, donde se unen a la placa matriz 26'.

En el extremo superior del recipiente 156 está prevista una envoltura 157 que tiene el extremo inferior abierto y cerrada en su extremo superior por una cabeza superior amovible 159 que descansa sobre una junta 32' y forma la camisa 161. La envoltura 157 y la cabeza 159 están provistas en sus superficies interiores de la capa aislante 30' que se extiende hacia abajo hasta un punto adyacente al nivel del líquido 66' y suficientemente gruesa para impedir una transmisión de calor indebidamente grande con caídas de temperatura iguales al grado de recalentamiento de la corriente de refrigerante.

Una entrada 18' de refrigerante constituido por vapor saturado se abre en el recipiente 156 en un punto inferior a la placa matriz 26', el vapor sube por los tubos 38' donde se recalienta, se recoge en la cámara de vapor recalentado 62' y sale de ella por la salida de vapor recalentado 36'.

Las sollicitaciones térmicas del recipiente de reactor 156 son mínimas, ya que éste está en contacto con fluidos a la temperatura de saturación en toda su superficie interior descubierta. Estos fluidos comprenden el agua líquida que constituye el moderador a su temperatura de saturación en la parte central del recipiente, el vapor saturado que entra en esa región debajo de la placa matriz 26 y el vapor saturado en toda el área encima del

254698

136



nivel del moderador. Una pequeña corriente de vapor refrigerante saturado que entra es introducida en la camisa de vapor 161 entre las cabezas 12' y 159 por la tubería 163 a una velocidad controlada por la válvula 165, para mantener el área superior

300.- del recipiente del reactor a la temperatura del vapor saturado. Esta corriente de vapor puede penetrar en la cámara 62' por la junta 32', o bien puede pasar por una abertura separada 167 prevista con este objeto, o puede salir del recipiente 156 por medios de salida clásicos no representados, por el lado opuesto

305.- de la camisa 161. El recipiente de reactor 156 es mantenido así en condiciones isotérmicas.

La combinación del reactor de la invención con un reactor de agua hirviente hace posible un sistema cuya eficacia térmica total es del 33% aproximadamente, mientras que la eficiencia

310.- térmica de un reactor de agua hirviente directamente acoplado a una turbina de carga de 185 MW(e) es tan sólo del 28% aproximadamente.

El combustible nuclear adecuado para el uso comprende los isótopos fértiles de uranio, plutonio o torio y cualesquiera

315.- otros que sean fácilmente disponibles, así como los isótopos fisiónables  $U^{233}$ ,  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ . Los combustibles fértiles y fisiónables pueden ser empleados en forma elemental, como metales, o

como mezclas de metales tales como las aleaciones, o como compuestos químicos como por ejemplo los óxidos, carburos, nitruros,

320.- siliciuros, boruros, (si tienen que usarse venenos combustibles), y similares.

El procedimiento y el aparato de la presente invención puede también utilizar otros líquidos moderadores de neutrones u otros refrigerantes en fase gaseosa siempre que sean compatibles el

325.- líquido y el vapor. Por ejemplo, los moderadores líquidos orgáni-



- cos, como el difenilo, el óxido de difenilo, los terfenilos isó-  
meros y otros compuestos hidrocarbonados son moderadores de neu-  
trones eficientes y pueden ser empleados en sustitución del mode-  
rador líquido de agua descrito en la presente invención. El vapor  
330.- de agua es compatible con tales líquidos orgánicos y puede por  
tanto ser usado como refrigerador de reactor y fluido de trabajo.  
Algunos moderadores orgánicos pueden evaporarse en el reactor  
de recalentamiento, pero los vapores mixtos resultantes se con-  
densaran en el condensador de la turbina donde los líquidos no  
335.- susceptibles de mezcla que se forman pueden ser separados y de-  
vuelto a puntos adecuados del sistema. Los hidrocarburos satu-  
rados de bajo punto de ebullición, normalmente gaseoso o fácil-  
mente evaporables, térmicamente estables, como el metano, etano,  
propano y las parafinas normales e isómeras de alto peso molecu-  
340.- lar, que tienen hasta unos 8 átomos de carbono por molécula, son  
también compatibles con los distintos líquidos moderadores or-  
gánicos, así como con el agua, y pueden ser usados como fluidos  
refrigerantes y de trabajo en el procedimiento y aparato de la  
presente invención, en lugar de vapor de agua.
- 345.- Describa suficientemente la naturaleza del invento y el  
modo de llevarlo a la práctica, se hace constar que las disposi-  
ciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificacio-  
nes de detalle, sin que por ello se altere la esencia del invento.

N O T A.-

- 350.- Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para  
que sean objeto de esta Patente de Invención en España por veinte  
años son los siguientes:
- 1.º.- Perfeccionamientos introducidos en los reactores nuclea-

254698



- res de vapor recalentado, moderados por líquido que comprenden
- 355.- un recipiente de reactor, una placa matriz dispuesta transversalmente cerca del extremo inferior de dicho recipiente, una pluralidad de tubos de transmisión paralelos que contienen el combustible nuclear, separados uno de otro y abiertos en ambos extremos para permitir el paso de refrigeración, medios para contener
- 360.- una capa de moderador de neutrones líquido encima de dicha placa y alrededor de los mencionados tubos que contienen el combustible para formar un conjunto que reacciona en cadena nuclear, y medios para hacer pasar hacia arriba por dichos tubos de tratamiento, para que se recaliente un refrigerante en fase gaseosa,
- 365.- caracterizados por el hecho de que los tubos de tratamiento están provistos de un soporte que establece un cierre hermético al fluido sólo en sus extremos inferiores, en dicha placa matriz, estando constituido por agua el moderador líquido y por vapor de agua el refrigerador en fase gaseosa.
- 370.- 2º.- Perfeccionamientos, según el punto 1º, caracterizados por el hecho de que las superficies descubiertas de la placa matriz y de los medios que contienen el moderador, así como esencialmente la entera superficie interior descubierta de dicho recipiente de reactor, están en contacto con cuando menos un
- 375.- fluido que tiene una superficie esencialmente uniforme.
- 3º.- Perfeccionamientos según puntos anteriores, caracterizados por el hecho de que los tubos de tratamiento están ensanchados en sus extremos superiores y, en dicho punto, sobresalen hasta ponerse en contacto mutuo, para impedir todo movimiento
- 380.- lateral de dichos tubos, con el objeto de mantener la deseada separación de los elementos de combustible.
- 4º.- Perfeccionamientos según puntos 1º y 2º, caracterizados por el hecho de que la capa de agua es mantenida esencial-



385.- mente a la temperatura de saturación por calor recibido de los tubos de tratamiento y por calor originado por la radiación nuclear y perdido por la evaporación de agua en mezcla con vapor recalentado.

5<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos introducidos en los reactores nucleares de vapor recalentado, moderados por líquido, según los puntos 390.- 1<sup>a</sup> á 4<sup>a</sup>, provistos de una estructura de tubos de tratamiento que contiene combustible nuclear útil para ser usada en los reactores de dichos puntos y que comprende un tubo alargado abierto en ambos extremos y un elemento alargado de combustible nuclear dispuesto coaxilmente dentro de dicho tubo de tratamiento, caracterizados por el hecho de haber un tubo de aislamiento dispuesto coaxilmente dentro -y sujeto por un extremo al extremo correspondiente- de dicho tubo de tratamiento, estando adaptados mutuamente dicho elemento de combustible y dicho tubo de aislamiento para crear un canal de paso variable, con lo que se evitan las 395.- 400.- excesivas temperaturas de superficie del elemento de combustible.

6<sup>a</sup>.- Perfeccionamientos según el punto 5<sup>a</sup>, caracterizados por el hecho de que el tubo de aislamiento está provisto de una ranura helicoidal que sobresale hacia dentro y que se extiende hasta tocar la superficie exterior de dichos elementos de combustible, de modo que forma un recorrido helicoidal de paso de refrigerante, variando el ángulo de la hélice en la dirección de paso del refrigerante. 405.-

7<sup>a</sup>.- "PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN LOS REACTORES NUCLEARES DE VAPOR RECALENTADO, MODERADOS POR LIQUIDO", todo tal y conforme se describe en la presente memoria, la cual consta de 410.- 412 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjunto dibujos.

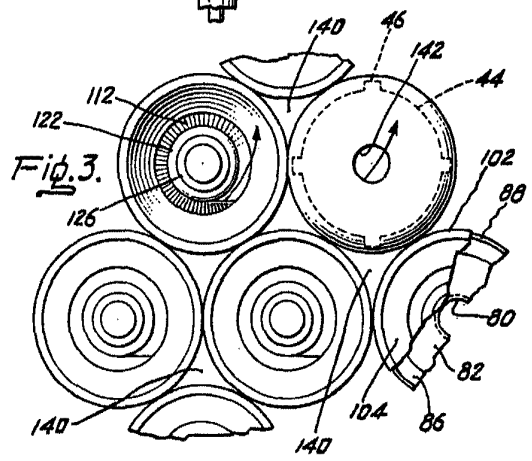
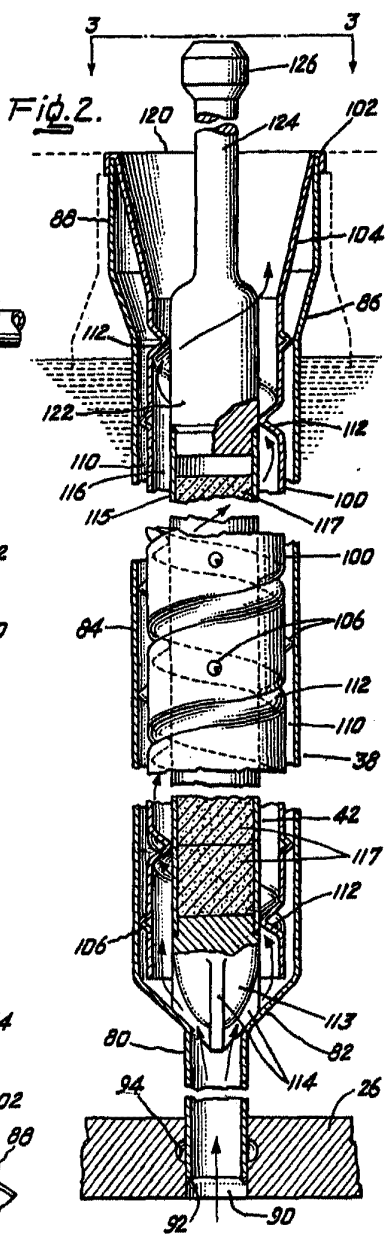
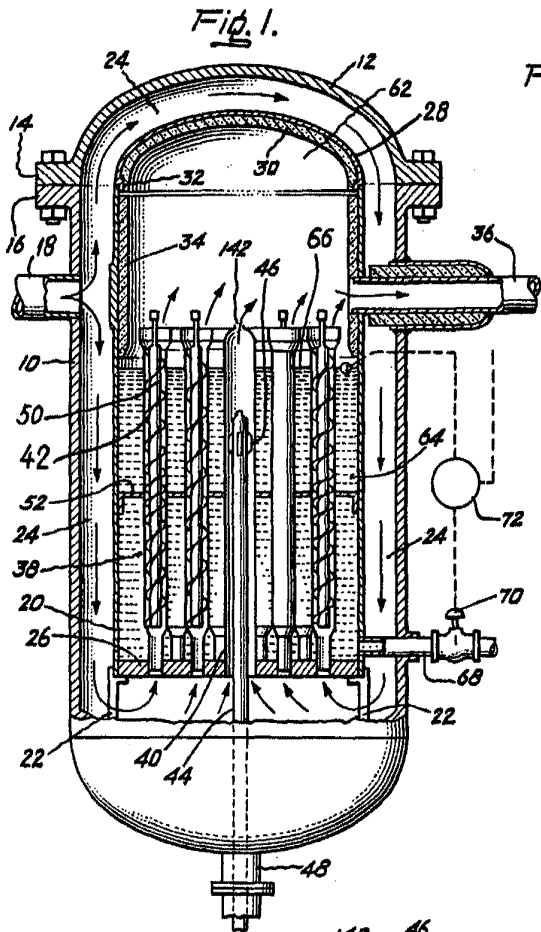
Madrid, 31 de Diciembre de 1.959.  
GENERAL ELECTRIC COMPANY,

254698

ESCALA VARIABLE



959



Madrid, 31 D.C. 1959

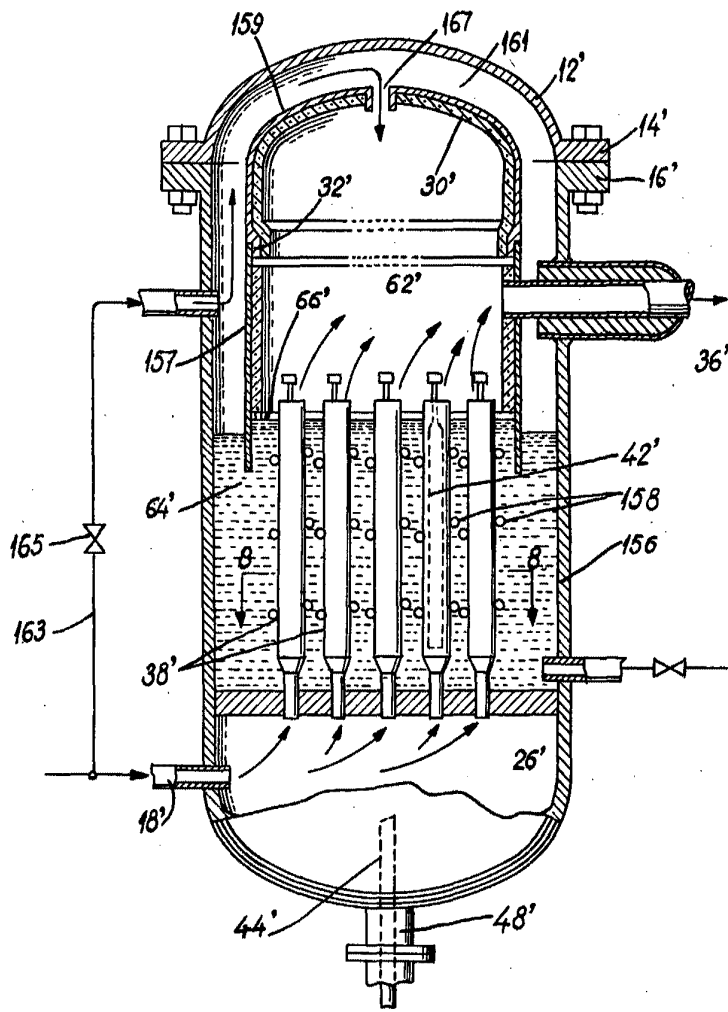
*[Handwritten signature]*

254698

ESCALA VARIABLE



Fig. 4



Madrid, 31 D.C. 1959

P.A.