

325050



-2

325050

MEMORIA DESCRIPTIVA

PATENTE DE INVENCION.

P A I S : ESPANA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN APARATO REACTOR NUCLEAR GENERADOR DE
"CALOR Y UN DISPOSITIVO DE BOMBA DE CHORRO
"O EYECTOR PARA EL MISMO".

=====

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

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

Nacionalidad : ESTADOUNIDENSE.



325050

Este invento se refiere a un sistema de bombeo mejorado que usa bombas de chorro o eyectores en un recipiente de presión para hacer circular un fluido de enfriamiento a través de un núcleo de reactor dentro del recipiente. Usualmente, el fluido de enfriamiento es agua, que es convertida en vapor para desarrollar fuerza.

Una bomba de chorro o eyector usual incluye un cuerpo con tres regiones distintas, a saber, una sección de entrada o de aspiración, una garganta o cámara de mezcla de superficie sustancialmente uniforme de la sección transversal en toda su longitud, y un difusor que aumenta en superficie de sección transversal en la dirección del flujo. Una tobera está situada en la sección de entrada para convertir una corriente de alta presión de fluido de accionamiento en un chorro de gran velocidad y baja presión de fluido de accionamiento que fluye coaxialmente a través de la sección de entrada y dentro de la cámara de mezcla. El chorro de gran velocidad está a una presión mucho menor que el fluido que circunda a la tobera en las proximidades de la sección de entrada, de modo que es aspirado fluido a la entrada de la bomba por el chorro. Un alojamiento convergente en la sección de entrada, y que rodea la tobera, dirige el fluido movido o flujo de aspiración a dentro de la cámara de mezcla. Dentro de la cámara de mezcla, el chorro de gran velocidad de fluido de accionamiento se ensancha gradualmente a medida que tiene lugar un proceso de arrastre

- 3 325050



y de mezcla con el fluido movido o corriente de aspiración. La mezcla transfiere un momento desde la corriente de accionamiento del chorro a la corriente de succión movida, de modo que la presión sube en la corriente combinada. En teoría, 30%.- la cámara de mezcla termina después de que se consigue un perfil de velocidad uniforme y esto ocurre usualmente poco después de que la corriente de chorro de accionamiento que se ensancha toca las paredes de la cámara de mezcla. Desde la cámara de mezcla de superficie relativamente pequeña de sección transversal, los fluidos de accionamiento y movido, combinados, entran en el difusor de sección transversal creciente en la dirección del flujo, aumentando todavía la presión de descarga de la bomba a medida que se reduce la velocidad de los fluidos combinados para extraer la cantidad óptima de energía desde la corriente. 35%.- 40%.-

Como la bomba de chorro o eyector carece de piezas móviles, es muy adecuada para la circulación forzada de refrigerante, por ejemplo, de agua, en un reactor nuclear de agua en ebullición, donde se requiere un funcionamiento prolongado y exento de perturbaciones a causa de la gran radioactividad, que hace que las reparaciones o sustituciones de las bombas resulten difíciles y costosas. 45%.-

Desgraciadamente, las bombas de chorro o eyectores no son eficaces de por sí y su eficacia disminuye más si no existe una precisa alineación de la tobera con la entrada de la bomba. Como las bombas de chorro, o eyectores, en un reactor nuclear, se montan normalmente en condiciones ambiente o relativamente frías y luego son hechas funcionar a temperaturas relativamente altas y elevados caudales, las sollicitaciones mecánicas y térmicas resultantes hacen que resulte difícil una 50%.- 55%.-



precisa alineación en condiciones de trabajo.

Las bombas de chorro o eyectores se han usado antes en los reactores nucleares (por ejemplo, véanse las Patentes americanas Nos. 2.861.033 y 3.087.881), pero su diseño y disposición no han sido eficaces y no han tenido como consecuencia su conservación, reparación o sustitución fáciles.

Este invento crea una disposición mejorada de bomba de chorro o eyector que incrementa la eficacia del bombeo y asegura una buena alineación entre la tobera y la entrada de la bomba sobre una amplia gama de temperaturas de funcionamiento. Además, la disposición de la bomba de este invento es tal que la tobera y la entrada de la bomba, que son los elementos expuestos al máximo desgaste, pueden desmontarse y cambiarse fácil y rápidamente, por ejemplo, durante la reposición normal del combustible, lo que reduce al mínimo los tiempos de parada y los peligros de las radiaciones para el personal de conservación.

En función de aparato generador del calor, el invento incluye un núcleo de reacción nuclear en cadena que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida a través de los cuales pasa, para ser calentado, un refrigerante líquido, tal como agua. De ordinario, el núcleo está compuesto por un haz de células o pilas de combustible con canales para el paso de fluido por ellos. Un cuerpo de bomba de chorro o eyector tiene su descarga conectada para que se abra en la entrada del núcleo. El cuerpo de la bomba se extiende desde su extremo de descarga hacia la salida del núcleo y termina en una entrada de bomba. Una tobera está montada para dirigir un chorro de fluido de accionamiento a la entrada de la bomba. Un distribuidor está conectado a la to



90.- bera y espaciado de ella en dirección hacia la entrada del núcleo, y se disponen medios para entregar fluido al distribuidor y a la tobera bajo presión. Con preferencia, el fluido de accionamiento es recogido en un lugar espaciado de la entrada de la bomba de chorro o eyector y es desplazado hacia la salida de la bomba de modo que haya un paso general del fluido hacia la entrada de la bomba.

95.- De ordinario, el núcleo del reactor nuclear en cadena, el cuerpo de la bomba de chorro o eyector, la tobera y el distribuidor, están montados en un recipiente de presión que contiene una reserva de agua que se convierte en vapor, extrayendo calor del núcleo del reactor. La entrada al núcleo está usualmente por debajo de la salida del núcleo, y el cuerpo de la bomba de chorro o eyector está normalmente vertical y erecto. Con esta disposición, el difusor queda espaciado por debajo de la entrada de la bomba de chorro o eyector y de la tobera. El recipiente de presión puede ser abierto por su parte superior de modo que se llegue fácilmente a la entrada de la bomba de chorro y a la tobera para su recambio cuando sea necesario. Con preferencia, la tobera y la entrada de la bomba de chorro están unidas de manera soltable al cuerpo de la bomba, de modo que estos dos elementos, que están expuestos al máximo desgaste, puedan ser alcanzados y reemplazados fácilmente. Como el difusor está situado por debajo de la entrada y de la tobera de la bomba de chorro, no tiene que sacarse al cambiar la tobera o la entrada de la bomba de chorro. Además, el difusor no está expuesto a un desgaste excesivo, y puede constituir una pieza permanente de la estructura interna del recipiente de presión.

115.- Con preferencia, el distribuidor está conectado por un



120.- tubo vertical o de alimentación a la tobera, y el tubo de alimentación en cuestión tiene aproximadamente la misma longitud efectiva que el cuerpo de la bomba de chorro para reducir al mínimo los problemas de expansión cuando se calienta y se enfría el reactor. Con preferencia, el distribuidor y el cuerpo de la bomba de chorro están unidos al recipiente de presión en posiciones adyacentes para reducir al mínimo los problemas de expansión por el calor.

125.- En la realización actualmnete preferida del invento, una pluralidad de cuerpos de bomba de chorro y de toberas respectivas están montados en el recipiente de presión en un anillo de bajada formado entre el exterior del núcleo y el interior del recipiente de presión.

130.- Un par de distribuidores sustancialmente horizontales y semi-anulares están montados en el recipiente justamente debajo de la salida de cada bomba de chorro. Un tubo de alimentación independiente se extiende hacia arriba desde los distribuidores entre pares separados de bombas de chorro, y cada tubo de alimentación lleva un herraje en su extremo su
135.- perior que dirige el flujo del fluído a través de una vuelta de 180° y a dentro de dos toberas separadas, montada cada una sobre una respectiva entrada de bomba de modo que dos bonbas de chorro sean alimentadas con fluído de accionamiento por cada tubo de alimentación.

140.- Cada par de toberas está asegurado de modo separable al extremo superior de sus respectivos tubos de alimentación. Cada tobera lleva un par de alas que se extienden hacia fuera que se apoyan contra el borde superior de la entrada de la respectiva bomba de chorro servida por la tobera. Cada
145 cuerpo de bomba de chorro está hecho de un material que se

- 7 325050

- 2



150.- dilata ligeramente más deprisa al aumentar la temperatura que el material usado para los tubos de alimentación. Las alas de cada tobera ajustan íntimamente con la entrada del cuerpo de la bomba de chorro en lo que respecta a dimensiones laterales, pero hacen un ajuste ligeramente holgado en dirección axial, de modo que, cuando el reactor y el agua son llevados a temperatura de trabajo, el cuerpo de la bomba de chorro se expande ligeramente más que el tubo de alimentación para que las alas de la tobera ajusten firmemente sobre el borde superior de cada entrada de bomba de chorro y mantengan una buena alineación entre las toberas y las entradas de las bombas de chorro. En un reactor típico de agua hirviente operado a 70 kg/cm², la temperatura sube desde la ambiente, por ejemplo, 22°C a unos 288°C.

160.- Con preferencia, la parte superior del cuerpo de la bomba de chorro realiza un ajuste por deslizamiento con la parte inferior de modo que la parte superior pueda sacarse y reemplazarse haciéndola correr simplemente fuera de posición, evitando de esta modo tener que romper o realizar conexiones roscadas a una distancia considerable debajo del agua y junto a un núcleo de reactor radioactivo.

165.-

Con preferencia, el herraje de la tobera que conecta un tubo de alimentación a un par de toberas tiene un codo de 180° que está dividido longitudinalmente por una paleta curva para reducir la pérdida de presión al intervenir la dirección del fluido que pasa desde el tubo de alimentación hacia la tobera.

170.-

Estos y otros aspectos del invento se comprenderán mejor por la siguiente descripción detallada y por los dibujos, en los cuales:

175.-



La Fig. 1 es un alzado en sección esquemático de una bomba de chorro montada en un reactor nuclear de acuerdo con este invento;

180.- Las Figs. 2A y 2B son alzados fragmentarios en sección, detallados, parcialmente arrancados, de los componentes principales de las partes superior e inferior, respectivamente, del reactor mostrado en la Fig. 1;

la Fig. 3 es una vista ampliada, parcialmente arrancada, tomada dentro de la zona de la línea 3-3 de la Fig. 2B;

185.- la Fig. 4 es una vista a escala ampliada, parcialmente arrancada, tomada dentro de la zona de la línea 4-4 de la Fig. 2B; y

la Fig. 5 es una vista fragmentaria, parcialmente arrancada, tomada dentro de la zona de la línea 5-5 de la Fig. 2B.

190.- Con referencia a las Figs. 1, 2A y 2B, un recipiente de presión vertical cilíndrico 10 tiene unas patas 11 que se extienden hacia abajo y que descansan en un basamento 12. El extremo inferior del recipiente está cerrado por una cabeza inferior abombada 13 y el extremo superior del recipiente es-

195.- tá cerrado por una cabeza superior abombada 14 asegurada al extremo superior del recipiente por tuercas 15 y pernos 16 unidos a bridas 17 respectivas, que se extienden hacia afuera del recipiente y de la cabeza superior. Un tubo de comunicación con la atmósfera 18 en la cabeza superior está normalmente cerrado por una válvula 19. La cabeza superior está ce-

200.- rrada por juntas 20 con el extremo superior del recipiente para hacer un cierre estanco a la presión. Unos panales 22 de secado del vapor de agua, que pueden ser del tipo usual, están montados en el extremo superior del recipiente y se mues-

205.- tran sólo esquemáticamente porque no constituyen parte del



presente invento.

Unos separadores 24 de vapor, que pueden también ser del tipo usual, están montados en el recipiente justamente debajo de los paneles secadores del vapor, y se muestra só 210.- lo esquemáticamente porque tampoco constituyen parte del presente invento.

El agua es mantenida en el recipiente a un nivel aproximadamente a mitad de camino hacia arriba de los separadores de vapor, como se ha indicado por la línea horizontal 215.- de trazos 25.

Un tubo 26 de vapor separado se extiende hacia abajo desde cada separador de vapor y está cerrado por una tapa 27 de impulsión del vapor de una cubierta cilíndrica 28 dispuesta coaxialmente dentro del recipiente de presión para 220.- dejar un espacio vertical o anillo de bajada 29 entre la cubierta y la pared del recipiente. El agua de alimentación es suministrado al depósito a través de cuatro toberas de riego con agua de alimentación, 30 (habiéndose mostrado só lo una) situadas a intervalos iguales en un plano horizontal 225.- por debajo del nivel normal del agua en el depósito. Un conjunto de combustible 32 del núcleo del reactor está compuesto por una pluralidad de conjuntos de combustible verticales alargados, 33. Los conjuntos de combustible están dispuestos en grupos de cuatro, descansando el extremo inferior de cada conjunto de combustible de cada grupo sobre un 230.- tubo vertical respectivo de guía de la varilla o barra de control, 34, cerrado en su extremo superior por medio de una placa de rejilla horizontal inferior 35 montada a través de la parte inferior de la cubierta. Cada tubo de guía 235.- 34 se extiende hacia abajo por debajo de la placa de reji-



lla inferior, y una barra de control separada 38 está montada en cada tubo de guía de barra de control para correr longitudinalmente hacia arriba y hacia abajo entre los cuatro conjuntos de combustible adyacentes, verticales y alargados, 33, que descansan sobre el tubo de guía. Los canales verticales de paso 42 (véase la Fig. 4) se extienden a través de cada conjunto vertical de combustible y desembocan en el extremo inferior y en el superior de cada conjunto de combustible. La extremidad inferior de cada canal de combustible está cerrada en una abertura respectiva de entrada de agua, 44, de una pieza moldeada 55 de tubo de guía, de modo que pueda subir el agua a través de los conjuntos de combustible, donde el agua se convierte en vapor, y pasar después como mezcla de vapor y agua hacia fuera por los tubos de vapor y los separadores de vapor de agua.

El agua separada del vapor en los separadores es devuelta al anillo de bajada. El vapor pasa por los paneles secadores y sale del recipiente a través de una salida 46 para atravesar una turbina usual 47 (Fig. 1) y el condensador 48. La turbina mueve un generador eléctrico 49 para desarrollar fuerza a partir del calor generado en el reactor. El vapor condensado es devuelto desde el condensador a las toberas de riego del agua de alimentación por una bomba usual 50.

Las barras de control son metidas y sacadas respecto a la región del núcleo del reactor por pistones 51 de movimiento de dichas barras, cada uno de los cuales se extiende a través de un respectivo manguito de accionamiento de la barra de control, 52, que pasa de modo estanco a través del fondo del recipiente. Los pistones de movimiento de las barras de control son operados por un equipo usual que no se



muestra porque no forma parte del invento.

270.- El extremo inferior de la cubierta está soldado al extremo superior de un faldón cilíndrico 53 de soporte de la cubierta, cuyo extremo inferior está soldado a un anillo 54 formado de una pieza con la cabeza inferior del recipiente. Una cámara impelente 55 de entrada del núcleo está formada dentro del faldón 53 de soporte de la cubierta y entre el enrejado del fondo 34 y la cabeza inferior 13 del recipiente.

275.- Una pluralidad de bombas de chorro o eyectores verticales 58 están montadas en el anillo de bajada entre la cubierta y el recipiente. Las bombas de chorro son idénticas, de modo que sólo describiremos una en detalle. Cada bomba de chorro incluye un cuerto hueco vertical alargado 59 que incluye una entrada de aspiración 60 en su extremo superior. Como se muestra en las Figs. 1, 2B, 3 y 5, la entrada de aspiración converge hacia abajo en una gargante cilíndrica recta o cámara de mezcla 62, que se confunde o une en su extremo inferior con un difusor 63 que diverge hacia fuera. La entrada de aspiración, la gargante y la parte superior del difusor están soldadas entre sí para formar una unidad enteriza. La extremidad inferior de esta unidad ajusta a deslizamiento dentro de un herraje circular 64 asegurado a la parte superior de la porción inferior del difusor. La extremidad superior 65 del herraje 64 se estrecha hacia fuera para facilitar la inserción del extremo inferior de la junta deslizante dentro de ella.

285.- Un anillo O 66, que puede ser opcional, realiza cierre estanco entre el extremo inferior de la parte superior del difusor y una cubierta anular 67 que se extiende hacia dentro en la parte intermedia del herraje 64.

290.-

295.-



300.- Con referencia a las Figs. 2B y 3, un anillo espaciador exterior horizontal 68 está soldado a la parte superior de la garganta y ajusta a deslizamiento en una abertura vertical 69 del entrepaño anular 70 que se extiende hacia fuera soldado al exterior de la cubierta. Así, la entrada de aspiración, la garganta y la parte superior del difusor de cada bomba pueden sacarse levantando simplemente este conjunto de elementos desde el herraje 64. Un nuevo conjunto de esas partes se monta fácilmente en su sitio guiándolo a través de su respectiva abertura del entrepaño.

310.- El extremo inferior del difusor ajusta dentro de una conexión de codo 71 que está soldada a una abertura de entrada 72 del faldón de la cubierta, de modo que el agua descargada de la bomba es forzada a través del faldón, dentro de la cámara impelente de entrada del núcleo, más allá de los tubos de guía de las barras de control, y hasta los canales de los conjuntos de combustible.

315.- Una tobera separada de bomba de chorro, 73, está asegurada en la entrada de aspiración de cada bomba de chorro para dirigir un chorro de fluido de impulsión de gran velocidad o agua dentro de la entrada de aspiración. El diámetro interior de la tobera se reduce en 74 de modo que la velocidad del agua aumenta, con correspondiente disminución de la presión. Esta reducción de presión hace que el fluido accionado o agua sea aspirado desde el anillo de bajada dentro de la entrada de aspiración de la bomba, donde se mezcla con el chorro de gran velocidad en la garganta o sección de mezcla. Los fluidos de impulsión e impulsado son mezclados sustancialmente por completo para el momento que llegan al extremo superior del difusor, y comienzan a reducir su velocidad y au-

325050



mentar su presión a medida que salen del difusor y entran en el faldón de la cubierta.

- 330.- Con preferencia, las toberas de bombas de chorro están formadas por pares, mostrados mejor en la Fig. 5. Cada tobera de un par se extiende hacia fuera y hacia abajo desde una pieza moldeada especial 76 que hace ajuste estanco sobre el extremo superior de un tubo vertical o de alimentación 78 soldado en su extremo inferior al lado superior de un distribuidor hueco arqueado o múltiple 80. Aunque sólo se ha mostrado un distribuidor en los dibujos, los tubos de alimentación de las bombas son servidos de preferencia por un par de múltiples de distribución arqueados huecos idénticos en tamaño y forma. Cada múltiple se extiende en un arco de unos 150° y es alimentado con agua a presión desde una bomba usual de recirculación independiente 81 a través de una entrada 82.
- 340.- Como se muestra mejor en la Fig. 2B, el múltiple distribuidor está asegurado al recipiente en la entrada 82 muy junto al lugar en que está asegurado el faldón de la cubierta al recipiente. Esto da como resultado que los tubos de alimentación y los cuerpos de las bombas de chorro, que están asegurados al faldón de la cubierta, tengan en esencia la misma longitud efectiva para reducir al mínimo los problemas de la expansión y la contracción térmicas cuando el equipo es calentado y enfriado. Cada distribuidor está soportado a lo largo de él por unas patas 83 que amortiguan las vibraciones y las dilataciones térmicas, aseguradas en sus extremos opuestos por espigas de pivotamiento 84 a los distribuidores y al interior del depósito.
- 350.- Volviendo a las toberas, la pieza moldeada especial a la cual están aseguradas incluye una cúpula de codo circular
- 355.-



- 85 que queda encima de un cuello circular 86 que tiene un resalto anular escalonado hacia dentro 87, que hace un ajuste estanco a la presión con un resalto anular 88 escalonado hacia fuera del extremo superior del tubo de alimentación.
- 360.- Dos canales de paso separados 90 de forma de U se extienden en direcciones opuestas desde el cuello 86 y terminan cada uno en una tobera respectiva. Cada canal de paso 90 está dividido longitudinalmente por una paleta 92 de forma de U dispuesta concéntricamente en un canal de paso respectivo y formada de una pieza con la 76 para reducir la pérdida de presión en el sentido de 180° de cambio del líquido al pasar del tubo de alimentación a la tobera.

- La pieza moldeada 76 es mantenida en la posición mostrada en la Fig. 2 por un perno vertical invertido 94 con cabeza 96 de forma de T en su extremo inferior, que realiza un ajuste de bloqueo en un rebajo horizontal inferior 98 de una membrana transversal 100 formada de una pieza a través del extremo superior del tubo de alimentación.
- 370.-

- Un rebajo superior o de entrada horizontal 102 en la membrana y situado por encima y transversalmente del rebajo inferior 98 permite a la cabeza en T 96 del perno 94 quedar situada en el rebajo inferior 98 y ser vuelta a la posición bloqueada mostrada en la Fig. 2B para impedir su retirada. Una tuerca 104 está roscada sobre el perno 94 contra el extremo superior de un corte de retención 106 que se abre hacia abajo que confina a un anillo de compresión 108 contra la parte superior de la pieza moldeada especial 76. El muelle impide a la tuerca 104 que se suelte por las vibraciones. Un anillo de retención 110 sobre el perno, por encima de la tuerca, impide a ésta que sea retirada por completo
- 375.-
- 380.-
- 385.-



390.- del perno. El extremo superior del perno está estrechado y provisto de una ranura 112 para recibir una herramienta (no mostrada) que permite que el cuerpo 94 del perno sea girado por control a distancia y que la cabeza 96 se suelte del rebajo 98 cuando las piezas moldeadas y las toberas hayan de retirarse y cambiarse.

395.- Cada tobera tiene tres aletas 114 que se extienden hacia abajo y hacia fuera, espaciadas a intervalos de 120°, con muescas 115 que se abren hacia abajo en sus extremos inferiores para ajustar íntimamente en torno de la entrada de aspiración de la bomba, y para ajustar holgadamente a temperatura ambiente en dirección axial contra el borde superior de la entrada de aspiración cuando la pieza moldeada especial está apretadamente atornillada contra el extremo superior del tubo de alimentación.

400.- El cuerpo de la bomba está hecho de un material, por ejemplo, acero inoxidable, que tiene un coeficiente térmico de expansión ligeramente mayor que el del tubo de alimentación, que está hecho de un material tal como Inconel. Las bombas se montan a la temperatura ambiente, y cuando se calientan a sus temperaturas normales de trabajo, sus cuerpos se dilatan longitudinalmente un poco más que lo hacen los tubos de alimentación, haciendo que la entrada de aspiración de cada bomba ajuste apretadamente dentro de las muescas de las aletas de las toberas. Esto asegura una alineación precisa de las toberas en todas las condiciones de trabajo, de modo que la eficacia de la bomba no disminuye debido a las vibraciones o a los ciclos térmicos.

410.- Es suministrada agua desde el anillo de bajada a cada una de las bombas de recirculación a través de una salida

415.-

325050



respectiva 116 situada por debajo de las toberas de las bombas y justo encima de los múltiples de distribución. Solamente se muestra una salida de bomba de recirculación, aunque normalmente se usan dos, habiendo una para cada bomba de 420.- recirculación que, a su vez, suministra agua a un múltiple de distribución respectivo.

Aproximadamente un tercio del agua que pasa por el núcleo del reactor es hecha circular exteriormente al recipiente a través de las bombas de recirculación y devuelta a las 425.- toberas de las bombas de chorro. Los dos tercios restantes del agua que pasa por el núcleo es forzada a través de las bombas de chorro, sin tener que salir del recipiente de presión. Esto mejora la economía térmica y supone menos peligro que cuando toda el agua forzada a circular a través del 430.- núcleo es tomada al exterior del recipiente a través de una bomba de circulación y de-vuelta a continuación.

La posición de las salidas de recirculación de las bombas por debajo de las toberas de las bombas de chorro crea un flujo en general descendente en el anillo de bajada y mejora 435.- la eficacia operativa de las bombas de chorro. Además, la posición de los distribuidores por debajo de las salidas de recirculación los coloca fuera del flujo de fluido y mejora todavía la eficacia del bombeo.

En funcionamiento, las bombas de recirculación son conectadas de modo que activen las bombas de chorro que impulsan agua hacia dentro del faldón de la cubierta y hacia arriba a través del núcleo del reactor que, de hecho, tiene un canal con una entrada en su extremo inferior y una salida en su extremo superior para el paso de refrigerante fluido a su 440.- través. Las barras de control son ajustadas para dar la re- 445.-



querida velocidad de escisión en el núcleo del reactor y el agua que atraviesa el núcleo del reactor es vaporizada para formar una mezcla de vapor y agua que es separada en los separadores de vapor. El agua es devuelta al anillo de bajada. El vapor pasa por los paneles secadores para su uso en la producción de energía mecánica y es luego condensado y devuelto al anillo de bajada.

El agua que atraviesa el núcleo del reactor baja hasta más allá de las toberas de las bombas de chorro y por la salida de las bombas de recirculación a las bombas de recirculación, donde su presión es aumentada y el agua es devuelta a los múltiples de distribución. El agua a gran presión pasa por los tubos de alimentación y forma chorros como corriente impulsora desde las toberas a las entradas de aspiración de las bombas de chorro. El agua es aspirada en la entrada de las bombas de chorro como fluido impulsado y es forzada a presión dentro del faldón de la cubierta y hacia arriba por el núcleo del reactor.

El funcionamiento continúa hasta que las bombas necesitan reparación. Por ejemplo, el caudal de líquido a través de las toberas y de las secciones de garganta de las bombas es relativamente alto, de modo que estas secciones tienden a desgastarse las primeras y se sustituyen fácilmente cuando se repone el combustible del reactor.

Con el diseño de la construcción de este invento, es cuestión bastante sencilla cambiar las toberas y las gargantas a distancia, con facilidad y seguridad. La marcha del núcleo del reactor se reduce por debajo del valor crítico y la presión es expulsada del recipiente. La cabeza superior del recipiente es retirada y un útil adecuado (no mostrado)



es descendido en el agua para soldar la tuerca 104 de cada una de las piezas moldeadas de las toberas de las bombas de chorro. Cuando las tuercas están suficientemente aflojadas, se inserta un útil especial en la ramura 112 del cuerpo 94
480.- del perno y se hace girar para sacar el perno del rebajo 98 de la membrana del tubo de alimentación. La pieza moldeada y cada par de toberas unidas a ella están ahora libres para ser levantadas respecto del tubo de alimentación. La parte superior de cada bomba que requiera sustitución es levantada
485.- mediante un útil recuperador adecuado (no mostrado) para deslizar la parte superior del difusor hacia fuera de su junta de deslizamiento de modo que la entrada de aspiración, la garganta y la parte superior del difusor de una bomba pueden recambiarse invirtiendo el procedimiento antes descrito. Después de hacer las sustituciones necesarias, el equipo es hecho funcionar como hemos descrito antes.
490.-

Las ventajas de la bomba y del conjunto de este invento son:

1. Puede usarse un múltiple de distribución relativamente grande sin perturbar el paso de fluido dentro del recipiente, sin perturbar la sustitución de las piezas de las bombas de chorro y sin tener que quitarlo para tal sustitución. De hecho, el múltiple distribuidor puede constituir una pieza permanente del recipiente.
495.-

2. Sólo se necesitan dos penetraciones de entrada y de salida en el recipiente de presión para la circulación forzada del agua y este número puede reducirse, si se desea, usando sólo un distribuidor en lugar de dos.
500.-

3. Las toberas de chorro y las partes superiores de los cuerpos de las bombas de chorro son fácilmente recambiables.
505.-



4. Las toberas están soportadas fuera de la entrada de aspiración de las bombas de chorro para asegurar la alineación exacta en estado caliente o frío.
- 510.- 5. El anillo de bajada encima de las toberas y de las bombas está libre de obstrucciones, lo cual, no sólo facilita las reparaciones y recambios, sino que proporciona un espacio hacia arriba virtualmente ilimitado para la expansión para la instalación de bombas perfeccionadas cuando estén disponibles.
- 515.- 6. Los problemas de la expansión térmica se reducen al mínimo disminuyendo a un mínimo la distancia entre el punto en que la cubierta del núcleo y el múltiple de distribución están unidos al recipiente.
- 520.- 7. La posición de la entrada de la bomba de chorro está relativamente alta con respecto al núcleo del reactor y proporciona un factor de seguridad adicional en el caso de rotura de la tubería de agua exterior. La rotura de la tubería de agua que alimenta fluido impulsor a las toberas de las bombas de chorro daría como resultado un flujo inverso de agua debido a la presión en el recipiente del reactor, forzando de este modo al agua desde el recipiente por la tubería rota, vaciando parcialmente el recipiente. Sin embargo, el nivel del agua en el recipiente de presión sólo podría descender hasta el nivel de la entrada de las bombas de
- 525.- chorro, manteniendo con ello al núcleo del reactor completo o casi completamente cubierto con agua. Luego, el recipiente varía su presión aliviada al descargar vapor por la tubería de entrada de agua que se rompió. El agua restante dentro del recipiente se convertiría instantáneamente en vapor,
- 530.- que saldría por la tubería rota.
- 535.-



Análogamente, una rotura de la tubería de aspiración del fluido impulsor, es decir, la tubería entre la salida del recipiente y la entrada de la bomba de recirculación del fluido impulsor, vaciaría rápidamente el agua contenida en el anillo de bajada entre la pared del recipiente y la cubierta del núcleo, así como el agua de dentro de la cubierta hasta un nivel correspondiente a las entradas de las bombas de chorro. Todo el núcleo, o la mayor parte de él, quedaría cubierto con agua hasta que escapara convertida en vapor.

Lo anterior no sería posible si las entradas de las bombas de chorro estuvieran situadas en un punto relativamente bajo con respecto al núcleo, porque la rotura de cualquiera de los tipos descritos vaciaría rápidamente el núcleo. La disposición de este invento, por consiguiente, da como resultado el mantenimiento del núcleo sustancialmente inundado con agua para disipar el calor residual de diversas clases generado en el núcleo después de una parada de emergencia y proporciona enfriamiento hasta que puedan ponerse en acción medios de refrigeración de emergencia (no mostrados) y pulverizaciones de agua sobre el núcleo.

N O T A.

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:

1º.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un núcleo de reacción nuclear en cadena que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida a través del cual pasa un refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bom



- 565.- ba de chorro o de eyector que tiene una descarga que desemboca dentro de la entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de la bomba de chorro hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de la bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido de impulsión dentro de la entrada de la bomba de chorro, un distribuidor conectado a la tobera y espaciado de ella en una dirección hacia la entrada del núcleo, y medios para suministrar fluido al distribuidor y a la tobera a presión.
- 570.-
- 2º.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que
- 575.- comprende un recipiente de presión destinado a contener una masa de refrigerante fluido, un núcleo de reacción en cadena nuclear dentro del recipiente y que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa el refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o eyector que
- 580.- tiene una descarga que desemboca dentro de la entrada del núcleo extendiéndose el cuerpo de la bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba de chorro, un distribuidor espaciado de la tobera en dirección hacia la entrada del núcleo,
- 585.- un tubo de alimentación conectado entre el distribuidor y la tobera, y medios para entregar fluido al distribuidor y a la tobera a presión.
- 3º.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que
- 590.- comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una entrada y una salida por las cuales fluye un refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro que tiene una descarga que desemboca en la entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de la bomba hacia la salida del núcleo



595'.- yterminando en una entrada de bomba, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba, un distribuidor espaciado de la tobera en dirección hacia la entrada del núcleo, un tubo de alimentación conectado al distribuidor y a la tobera, teniendo aproximadamente la misma longitud el tubo de alimentación y el cuerpo de la bomba de chorro, y medios para suministrar fluido al distribuidor y a la tobera a presión.

4^a.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un recipiente a presión destinado a contener una
605'.- masa de refrigerante fluido, un núcleo de reacción en cadena nuclear dispuesto en el recipiente y que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa un refrigerante flúido a calentar, una cámara impelente asegurada en torno a la entrada del núcleo, medios que aseguran la cámara impelente al recipiente, un cuerpo de bomba de chorro o eyector que
610'.- tiene una descarga que desemboca dentro de la cámara impelente, extendiéndose el cuerpo de la bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de la bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba de chorro, un distribuidor conectado a la tobera y espaciado de la tobera en dirección hacia la entrada del núcleo, medios que aseguran el distribuidor al recipiente en un punto situado muy junto al lugar en que la cámara impelente está asegurada al recipiente, y me-
615'.- dios para suministrar fluido al distribuidor y a la tobera a presión.

5^a.- Un aparato de reactor nuclear generador de calor que comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa un



- 625.- refrigerante flúido a calentar, una pluralidad de cuerpos de bomba de chorro o eyector dispuestos en una fila y teniendo cada cuerpo una descarga que se abre a la entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de la bomba de chorro, una tobera separada montada para dirigir un chorro de flúido impulsor dentro de una respectiva entrada de bomba de chorro, un distribuidor alargado espaciado de las toberas en dirección hacia la entrada del núcleo, una pluralidad de tubos de alimentación conectados al distribuidor, extendiéndose cada tubo de alimentación entre un par respectivo de cuerpos de bomba y estando conectado a las toberas que dirigen chorros de flúido impulsor dentro de la entrada de dicho par de cuerpos de bomba, y medios para suministrar a presión flúido al distribuidor y a la tobera.
- 630.-
- 635.-
- 640.- 62.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un recipiente de presión destinado a contener una masa de flúido refrigerante, un núcleo de reacción en cadena nuclear dispuesto dentro del recipiente y que tiene una entrada y una salida por las cuales pasa el refrigerante flúido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o eyector que tiene una descarga que se abre a la entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de la bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de flúido impulsor dentro de la entrada de la bomba de chorro, medios que definen una salida de recirculación del refrigerante flúido en un depósito espaciado de la entrada de la bomba de chorro hacia la salida de la misma, y medios para hacer circular flúido desde la salida de recirculación en el recipiente a la tobera a presión.
- 645.-
- 650.-



- 655.- 7^a.- Un aparato reactor nuclear generador de calor, que comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa un refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o de eyector que tiene una descarga que se abre a la
- 660.- entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba de chorro, aletas de retención montadas sobre la tobera para aplicarse a la entrada de la bomba y mantener la alineación de la tobera durante el funcionamiento del reactor, un distribuidor conectado a la tobera y espaciado de ella en dirección hacia la entrada del núcleo, y medios para suministrar a presión fluido al distribuidor y a la tobera.
- 665.-
- 670.- 8^a.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa un refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o de eyector que tiene una descarga que se abre a la
- 675.- entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de la bomba hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de la bomba de chorro, una tobera montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba de chorro, un distribuidor espaciado de la tobera en dirección hacia la entrada del núcleo, un tubo de alimentación alargado conectado en un extremo al distribuidor y en su otro extremo a la tobera, formando el tubo de alimentación un codo de unos 180° antes de llegar a la tobera, y una paleta curva dispuesta en el codo de 180° para reducir las pérdidas de
- 680.-



685).- carga en el distribuidor, y medios para suministrar fluido a presión al distribuidor, al tubo de alimentación y a la tobera.

9).- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una entrada y una salida a través de las cuales pasa un refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o de eyector que tiene una descarga que se abre en la entrada del núcleo, extendiéndose el cuerpo de la bomba de chorro hacia la salida del núcleo y terminando en una entrada de la bomba de chorro, una tobera dispuesta para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba, un distribuidor espaciado de la tobera en dirección hacia la entrada del núcleo, un tubo de alimentación que se extiende desde el distribuidor a la tobera, y medios para asegurar de modo separable la tobera al tubo de alimentación, y medios para suministrar fluido a presión al distribuidor, al tubo de alimentación y a la tobera.

10).- Un aparato reactor nuclear generador de calor, que comprende un núcleo de reacción en cadena nuclear que tiene una pluralidad de canales de fluido cada uno de ellos con una entrada y una salida a través de las cuales pasa un refrigerante fluido a calentar, una cámara impelente en torno de las entradas de los canales de combustible, una pluralidad de cuerpos de bomba de chorro cada uno de ellos con una descarga que se abre a la cámara impelente en torno de la entrada de canal de combustible, extendiéndose cada cuerpo de bomba hacia la salida del canal de combustible y terminando en una entrada de bomba, una tobera separada montada para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de



715'.- una bomba respectiva, un distribuidor conectado a las toberas, y medios para suministrar flúido a presión al distribuidor y a la tobera.

720'.- 11º.- Un dispositivo de bomba de chorro o eyector que comprende: un recipiente de presión para contener un flúido a bombear, un cuerpo alargado de bomba de chorro dispuesto en el recipiente y que tiene una entrada y una salida, un tubo de alimentación alargado dispuesto en el recipiente a lo largo del cuerpo de la bomba y que se extiende más allá de la entrada de la bomba, y una tobera conectada al extremo del tubo de alimentación que se extiende más allá de la entrada de la bomba, estando la tobera dispuesta para dirigir un chorro de flúido impulsor dentro de la entrada de la bomba.

730'.- 12º.- Un dispositivo de bomba de chorro o eyector que comprende un recipiente de presión para contener un flúido a bombear, un cuerpo de bomba alargado dispuesto en el recipiente y que tiene una entrada y una salida, un tubo de alimentación alargado dispuesto en el recipiente a lo largo del cuerpo de la bomba de chorro y extendiéndose más allá de la entrada de la bomba, una tobera conectada al extremo del tubo de alimentación, estando la tobera dispuesta para dirigir un chorro de flúido impulsor dentro de la entrada de la bomba, y aletas sobre la tobera que se aplican de modo separable a la entrada de la bomba para restringir el movimiento relativo entre la tobera y la entrada de la bomba.

740'.- 13º.- Un dispositivo de bomba de chorro que comprende un recipiente de presión para contener un flúido a bombear, un cuerpo de bomba alargado dispuesto en el recipien



- 745'.- te y que tiene una entrada y una salida, un tubo de alimentación alargado dispuesto en el recipiente a lo largo del cuerpo de la bomba y extendiéndose más allá de la entrada de la bomba, una tobera, medios que conectan de modo separable la tobera al extremo del tubo de alimentación que se extiende más allá de la entrada de la bomba, estando dispuesta la tobera para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba'.

- 14'.- Un dispositivo de bomba de chorro o eyector que comprende un recipiente de presión para contener un fluido a bombear, un cuerpo de bomba alargado dispuesto en el recipiente y que tiene una entrada y una salida, un tubo de alimentación alargado dispuesto en el recipiente a lo largo del cuerpo de la bomba y que se extiende más allá de la entrada de la bomba, una tobera conectada al extremo del tubo de alimentación extendiéndose más allá de la entrada de la bomba, estando la tobera dispuesta para dirigir un chorro de fluido impulsor dentro de la entrada de la bomba, y medios que conectan el cuerpo de bomba y el tubo de alimentación al recipiente aproximadamente en el mismo lugar en que son en esencia de longitud efectiva igual'.

- 15'.- Un aparato reactor nuclear generador de calor que comprende un recipiente de presión destinado a contener una masa de refrigerante fluido, un núcleo de reacción en cadena nuclear dispuesto en el recipiente para dejar un espacio vertical entre el núcleo y el recipiente, teniendo el núcleo una entrada y una salida a través de las cuales puede circular el refrigerante fluido a calentar, un cuerpo de bomba de chorro o de eyector dispuesto en el espacio que hay entre el núcleo y el recipiente, teniendo el cuerpo de bom

325050⁻²



- 775'.- ba una descarga y una entrada que se abre hacia arriba, me
dios que conectan la descarga de la bomba con la entrada
del núcleo, una tobera de chorro montada en el recipiente
para dirigir una corriente de fluido impulsor dentro de la
entrada de la bomba, un distribuidor montado en el espacio
780'.- entre el núcleo y el recipiente y por debajo de la entra-
da de la bomba, medios que definen una salida de fluido im
pulsor en el recipiente entre la entrada de la bomba y el
distribuidor, medios para bombear fluido desde la salida de
fluido impulsor al distribuidor, y medios para suministrar
785'.- fluido a presión desde el distribuidor a la tobera para im
pulsar fluido del recipiente a través del núcleo.

162'.- "UN APARATO REACTOR NUCLEAR GENERADOR DE CALOR
Y UN DISPOSITIVO DE BOMBA DE CHORRO O EYECTOR PARA EL MIS-
MO", todo tal y conforme se describe en la presente memoria,
790'.- la cual consta de 791 líneas y a título de ejemplo se repre-
senta en los adjuntos dibujos'.

Madrid, - 2 ABR 1966



ESCALA VARIABLE.

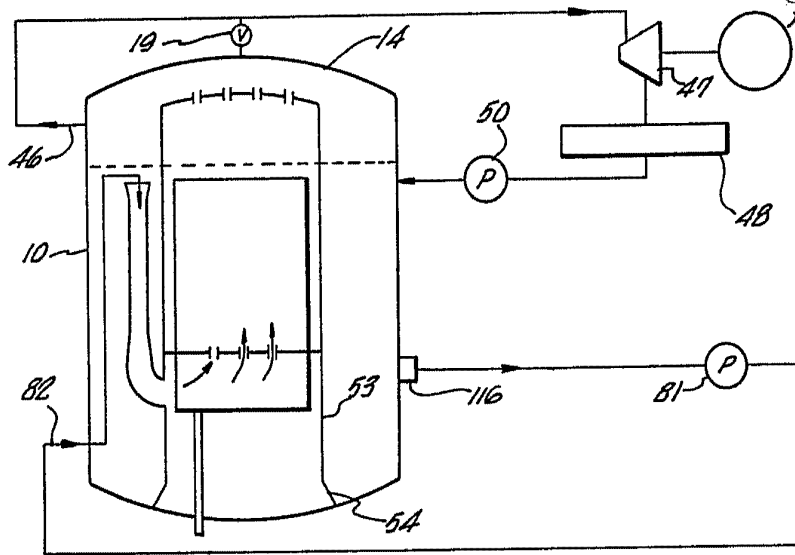


FIG. 1.

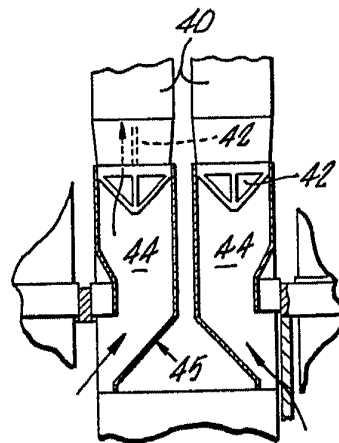
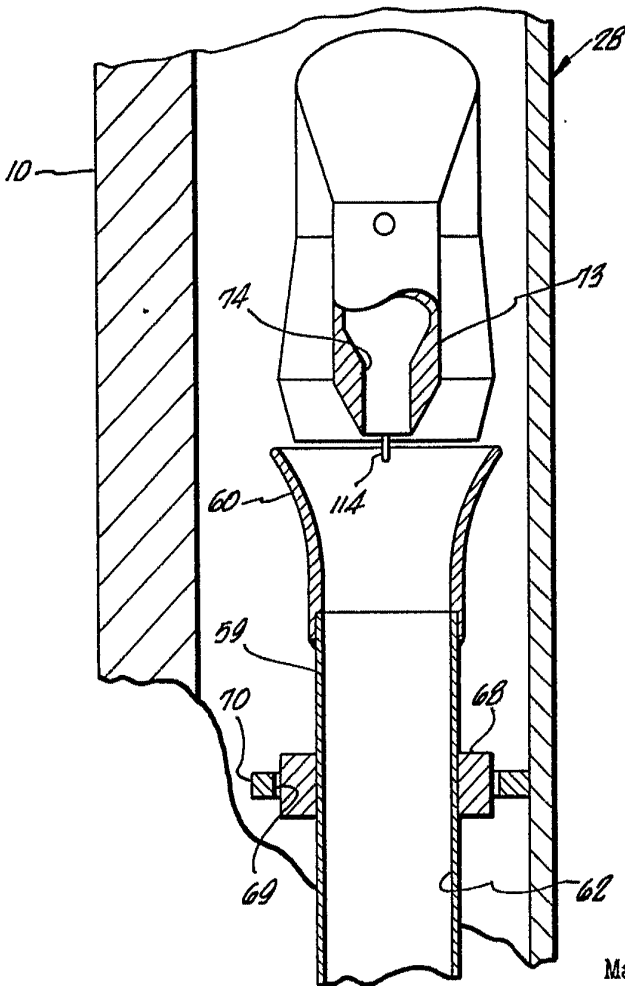


FIG. 4.

FIG. 3.

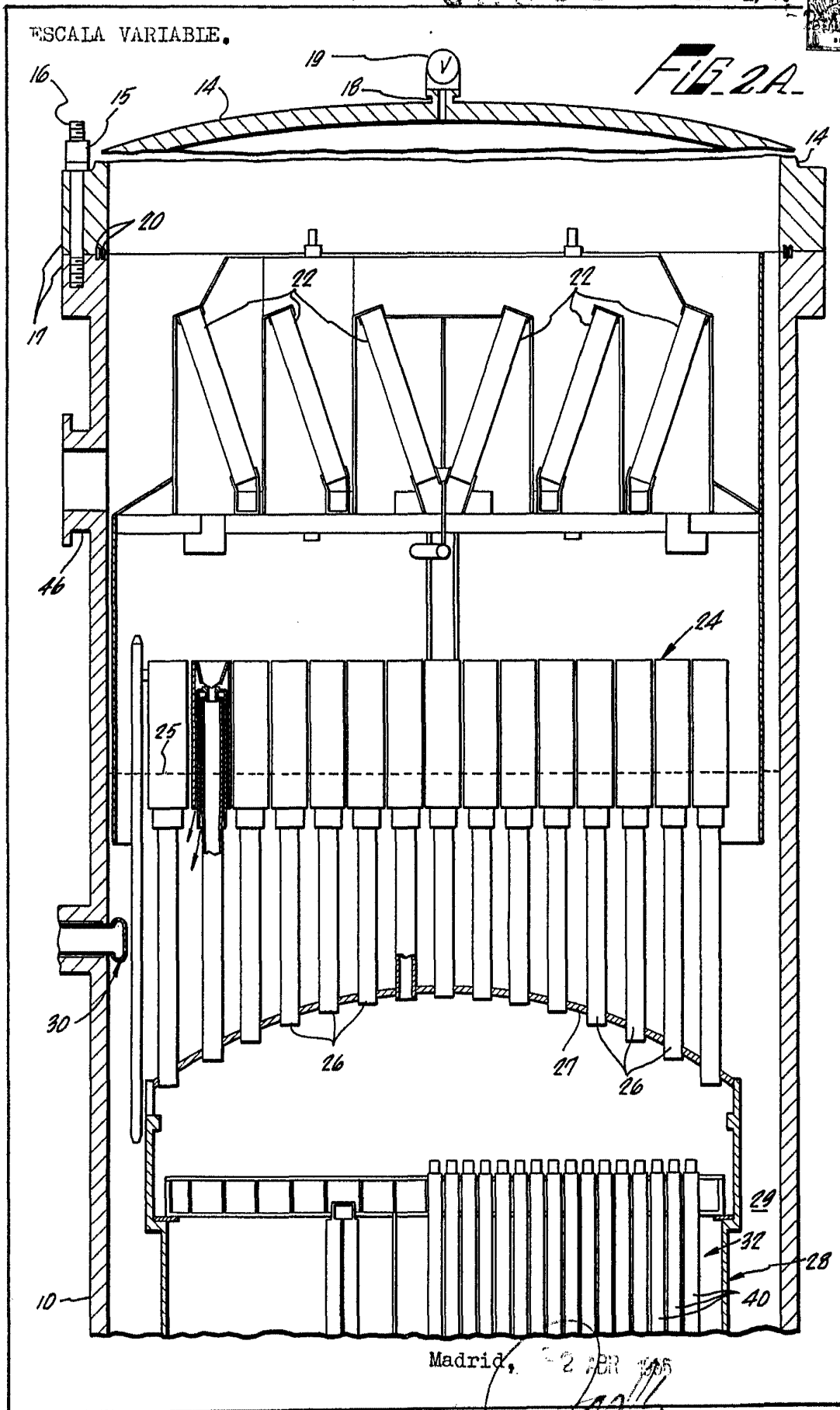
Madrid, - 9 ABR. 1939

[Handwritten signature]



ESCALA VARIABLE.

FIG. 2A.



Madrid, 2 FEB 1905

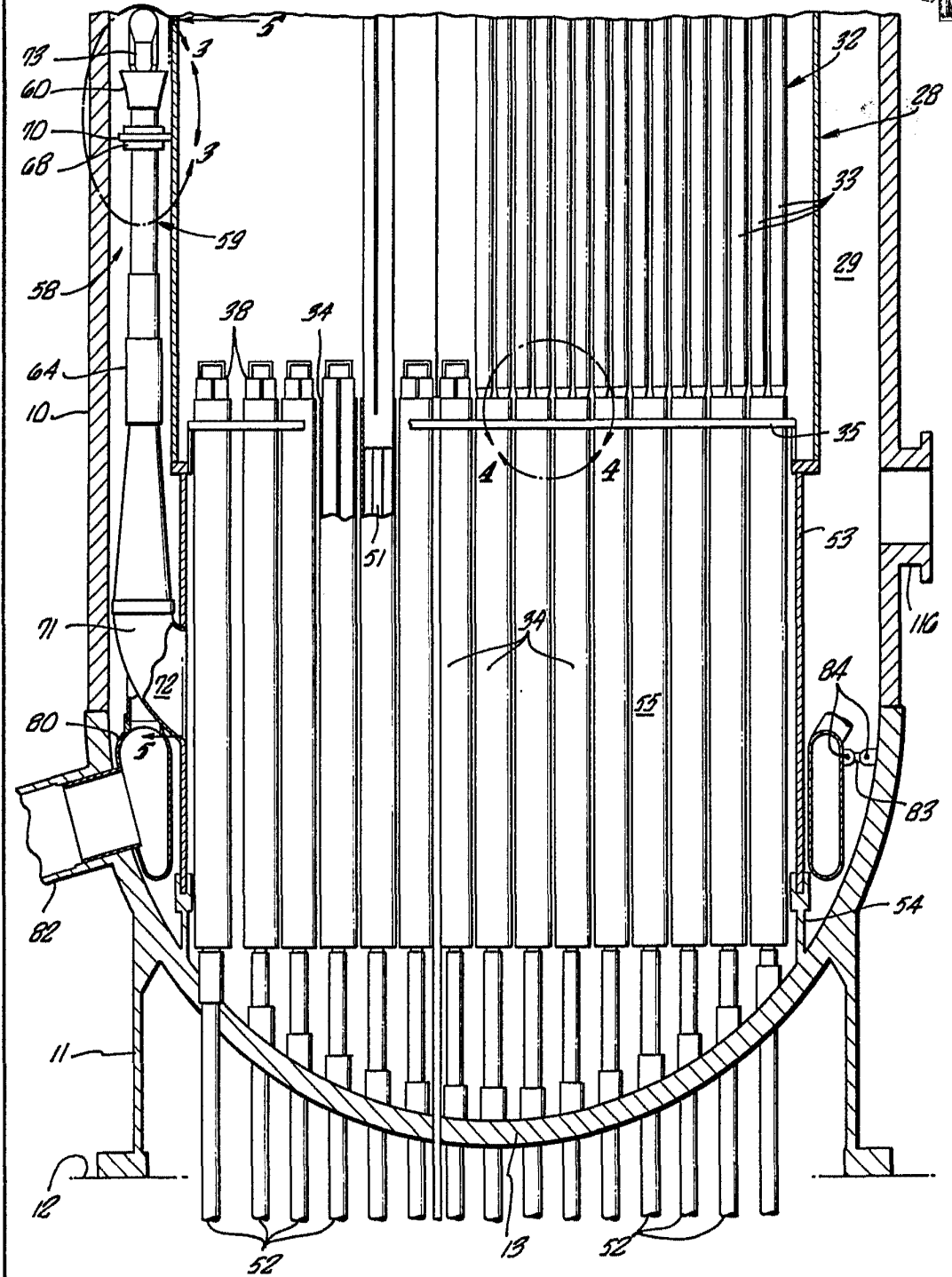
325050

GENERAL ELECTRIC COMPANY.

HOJA 3/4.



ESCALA VARIABLE.



Madrid, - 2 ABR. 1966

FIG. 28

Handwritten signature or initials



ESCALA VARIABLE.

325050

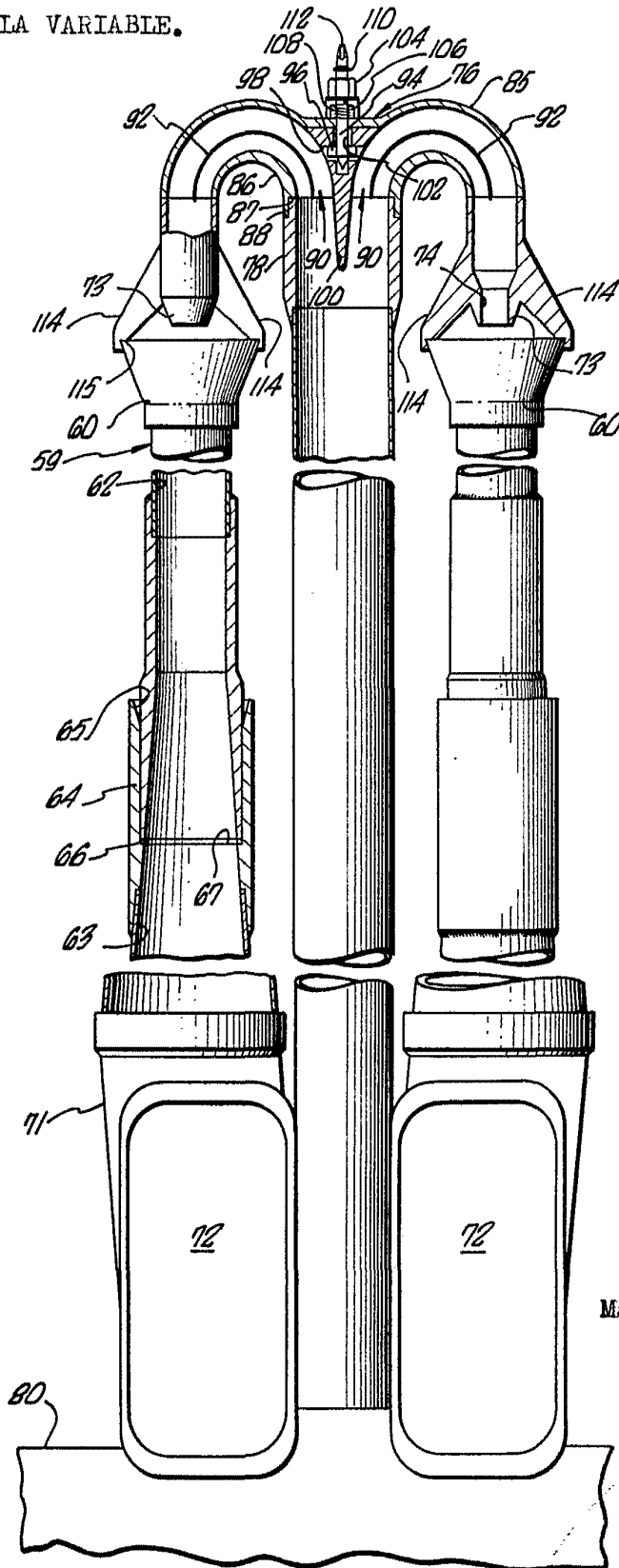


FIG. 5.

Madrid, 2 ABR. 1966