

415449

24 JUL 1973

P. - 54,348

We Case No. 43,551

Clase G21c
------------

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en Westinghouse Building, Gateway Center,  
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados  
Unidos de América

por: " UN SISTEMA DE REFRIGERACION DE EMERGENCIA PARA UN  
REACTOR NUCLEAR". (Clase Internacional G21c)

El invento está relacionado con los reactores nucleares y, más particularmente, con un sistema de refrigeración de emergencia instalado en el núcleo que se utiliza para expulsar el calor generado en el núcleo de un reactor en el caso de que se produzca una rotura importante en el sistema principal de refrigeración del reactor.

Un reactor nuclear consta generalmente de un recipiente o cuba de presión que rodea al núcleo del reactor. El núcleo contiene múltiples conjuntos combustibles, todos los cuales incluyen elementos combustibles fisionables que generan calor, mientras que un cierto número de ellos están provistos de barras de control desplazables en unos casquillos-guía intercalados entre los elementos combustibles. El grado de inserción de las barras de control en los conjuntos combustibles determina y controla la cantidad de calor generada por los elementos combustibles. Un refrigerante líquido que circula a través del núcleo del reactor a gran presión, absorbe el calor generado y el refrigerante así calentando se envía a un generador de vapor que produce el vapor necesario para mover una turbina de vapor.

En el caso improbable de que se produzca una pérdida de refrigerante líquido como consecuencia de la ruptura de una tubería de alimentación o de descarga de refrigerante, las barras de control montadas en el conjunto combustible se insertan automáticamente para detener de un modo sustancial el proceso de la fisión. Sin embargo, el calor residual existente en cada ele-

mento combustible o en cada barra sería de una magnitud suficiente para afectar adversamente o dañar gravemente al núcleo del reactor, a no ser que se tomaran las medidas oportunas para efectuar la extracción del calor de una manera segura.

5                   Reconociendo este problema potencial, los criterios generales de diseño establecidos por la Comisión de Energía Atómica para el diseño y funcionamiento de los reactores nucleares, requieren que se acople a cada reactor nuclear un sistema de refrigeración de emergencia para suministrar refrigerante al reactor en las  
10                   condiciones de una rotura importante en las tuberías de refrigeración principal del reactor y de la consiguiente pérdida de refrigerante a los componentes del reactor. Por tanto, todos los reactores actualmente en servicio contienen sistemas de refrigeración de emergencia, y en un diseño bien conocido, unos grandes acumuladores puestos a presión que contienen el necesario refrigerante  
15                   de emergencia, descargan automáticamente agua borada altamente concentrada en el sistema de refrigeración del reactor cuando la presión del sistema del reactor cae por debajo de cierta presión que indica una rotura importante en las tuberías. El agua de emergencia se inyecta en las tuberías de entrada de refrigerante cerca  
20                   de las boquillas de entrada al reactor, para asegurar la descarga directa en el núcleo del reactor que necesita un líquido refrigerante. Este sistema conocido proporciona todas las salvaguardas necesarias si la rotura importante ocurre en una tubería de salida.  
25                   Sin embargo, con este sistema pueden plantearse problemas si

la rotura tiene lugar en una de las tuberías de entrada.

Por tanto, el principal objeto del presente invento es proporcionar un sistema mejorado que suministre positivamente refrigerante al núcleo del reactor, independientemente de la situación de una rotura en el sistema de refrigerante del reactor.

Con este objeto a la vista, el presente invento se basa en un sistema de refrigeración de emergencia para un reactor nuclear que consta de un recipiente de presión que tiene una cabeza de cierre sujeta al mismo en una relación de hermeticidad y que incluye conductos de alimentación y descarga de refrigerante para hacer circular el refrigerante a través del núcleo en el recipiente, incluyendo dicho núcleo placas superior e inferior de núcleo que tienen múltiples conjuntos combustibles dispuestos entre ellas que generan calor cuando sufren un proceso de fisión, y tuberías de entrada de refrigerante de emergencia conectadas por un extremo al reactor y por el otro extremo a una fuente de refrigerante de emergencia a alta presión, caracterizado por que dichas tuberías de entrada están conectadas a medios distribuidores de refrigerante montados en el citado núcleo y que tienen al menos una salida practicada en ellos para pulverizar o vaciar el refrigerante de alta presión sobre dicho núcleo y contra los elementos combustibles contenidos en los mencionados conjuntos combustibles para extraer el calor de los elementos combustibles.

El invento resultará mas fácilmente comprensible a par-

tir de la siguiente descripción de una ejecución preferida de él que se muestra, solo a título de ejemplo, en los dibujos adjuntos en los que:

5 La figura 1 es una vista en alzado, parcialmente en corte, que ilustra la aplicación del invento a un reactor nuclear;

La figura 1A es una representación isométrica de un conjunto combustible utilizado en el reactor de la figura 1;

10 La figura 2 es una vista en planta que muestra parcialmente la superficie superior del reactor de la figura 1 con la tapa quitada;

La figura 3 es una vista tomada por las líneas III-III de la figura 2, que muestra una disposición para montar las tuberías de refrigerante en la placa de soporte superior;

15 La figura 4 es una vista tomada por las líneas IV-IV de la figura 2, ilustrando la disposición para introducir agua de refrigeración de emergencia en el reactor;

La figura 5 es un diseño de anillo de obturación adaptado para usarlo con la boquilla auxiliar ilustrada en la parte inferior de la figura 4;

20 La figura 6 es una vista tomada por las líneas VI-VI de la figura 2 que muestra la disposición de tuberías utilizada para transferir el refrigerante desde un colector al núcleo del reactor;

25 Las figuras 7A y 7B, cuando se consideran conjuntamente, muestran el diseño de un tubo vertical de descenso y además inclu-

yen la disposición para introducir un fluido refrigerante en un conjunto combustible localizado en el reactor;

La figura 8 es una vista tomada por las líneas VIII-VIII de la figura 7B, ilustrando una parte de la entrada y de la salida de refrigerante de emergencia.

La figura 9 es una vista tomada por las líneas IX-IX de la figura 7A;

La figura 10 es una vista tomada por las líneas X-X de la figura 7A, mostrando el diseño de una abrazadera para sujetar las tuberías de entrada de refrigerante a un tubo vertical de descenso; y

La figura 11 es una vista tomada por las líneas XI-XI de la figura 7A.

Refiriéndose ahora a los dibujos, en los que los números iguales de referencia designan piezas iguales o correspondientes en las diversas vistas, en la figura 1 se muestra un reactor nuclear de diseño convencional que generalmente consta de un recipiente o cuba de presión 22 y de una tapa o cabeza de cierre 24 sujeta al recipiente de presión por pernos no representados en la figura u otros medios de sujeción. Un cuerpo cilíndrico 26 del núcleo suspendido de las paredes del recipiente de presión mediante una brida 28 soporta el núcleo 29 del reactor. El núcleo está constituido por múltiples conjuntos combustibles 34 dispuestos entre una placa superior 30 del núcleo y una placa inferior del núcleo, no representada en la figura, en una forma convencional. Una

estructura 33 de vigas de gran altura que tiene unas pestañas 32 está montada por encima del cuerpo cilíndrico 26 del núcleo y se conecta a la placa superior 30 del núcleo mediante un cierto número de tubos o cilindros 35 con paredes resistentes. La estructura 33 sirve para el fin adicional de soportar lateralmente a los tubos guías 37 de las barras de control. Resultará evidente para los expertos en la técnica que la figura 1 solamente ilustra de una forma general los componentes de un reactor, y que se expone para mostrar cómo se incorpora al reactor la estructura del presente invento.

Se entenderá también que dentro del recipiente de presión van instalados alrededor de 200 conjuntos combustibles 34, aunque este número evidentemente puede variar dependiendo del tamaño del reactor. Como en las construcciones convencionales, cada conjunto combustible 34 consta de una multiplicidad de elementos combustibles 36, figura 1A, y de casquillos-guía 40 de barras de control soportadas en rejillas 41 espaciadas a lo largo de la longitud del conjunto combustible en una forma bien conocida. Las barras de control 42 son movibles verticalmente en los casquillos 40 para capturar neutrones durante la operación del reactor. Unos mecanismos de accionamiento de las barras de control, no representados en las figuras, montados sobre la cabeza 24 de cierre del reactor, accionan las barras de control movibles. Como algunos de los conjuntos combustibles no requieren barras de control, se incluyen sin embargo otros casquillos-guía

38 del mismo tamaño y configuración de los conjuntos combustibles que realmente no contienen barras de control. Los extremos de estos casquillos están bloqueados por tapones 44, figura 7B, para evitar una derivación auxiliar de flujo del refrigerante desde la parte baja a la parte alta del núcleo.

5 A fin de obtener los beneficios del calor generado durante el proceso de fisión en el reactor, se introduce refrigerante líquido a través de la entrada 46, figura 1, y fluye hacia abajo entre las superficies exteriores del cuerpo cilíndrico 26 del núcleo y las superficies interiores del recipiente de presión 22, y dentro de una cavidad situada en la parte baja del reactor. El líquido, a alta presión, pasa por unas aberturas provistas en la parte baja del cuerpo cilíndrico, luego hacia arriba a través de unas aberturas similares de la placa inferior del núcleo, y se pone en contacto con los elementos combustibles 36 en cada conjunto combustible. A partir de ese momento, el refrigerante absorbe el calor generado durante el proceso de fisión y aumenta de temperatura antes de fluir por la salida 48 a los generadores de vapor.

10  
15  
20  
25 Como se ha indicado anteriormente, cada reactor nuclear debe estar dotado de un sistema de refrigeración de emergencia además del sistema de refrigeración principal, para evitar que sufran daños los elementos combustibles en el caso de que se produzca una rotura importante en las tuberías de refrigeración principal del reactor. Tales requisitos son totalmente satisfe-

chos por el presente invento mediante la extracción de agua bo-  
rada de una fuente externa de emergencia, por ejemplo, acumula-  
dores puestos a presión, y suministrándola a través de un sis-  
tema independiente de tuberías directamente a la región del nú-  
cleo. Hablando en términos generales, después de entrar en el  
5 reactor el agua se distribuye a los casquillos-guía de las ba-  
rras de control en los conjuntos combustibles que no tienen ba-  
rras de control. Estos casquillos están provistos de pequeños  
orificios de salida a lo largo de su longitud, a través de los  
10 que se descarga el agua en la forma de un chorro rociado contra  
las barras de combustible que disipan calor. Mediante la concen-  
tración del chorro de agua a zonas específicamente definidas don-  
de se requiera refrigeración, es posible obtener una refrigera-  
ción casi uniforme en toda la región del núcleo, mientras que  
15 disminuye realmente la cantidad de flujo necesaria en los siste-  
mas anteriores. Debe señalarse que el agua de refrigeración se  
evapora gradualmente cuando entra en contacto con la vaina o fo-  
rro de la barra combustible, y sale por la rotura de la tubería  
en forma de vapor, que proporciona un alto rendimiento a la re-  
20 frigeración. Como ocurre en los reactores actualmente instalados,  
además del sistema de refrigeración de emergencia que se ha des-  
crito anteriormente, todavía hacen falta bombas de inyección de  
seguridad y bombas de extracción del calor residual. Estas bom-  
bas y los sistema en que se encuentran instaladas sirven para re-  
25 circular refrigerante a través del reactor durante períodos dila-

tados de tiempo, pero tales sistemas no constituyen parte de este invento.

Refiriéndose más específicamente al sistema de refrigeración de emergencia, las figuras 1 a 6 ilustran las disposiciones de estructura y tuberías utilizadas para suministrar el líquido de refrigeración de emergencia desde los acumuladores 58 y válvulas de retención 59 normalmente abiertas a la parte alta de un reactor antes de introducirlo en el núcleo del reactor con objeto de refrigerarlo. La disposición particular utilizada para iniciar el funcionamiento del sistema de seguridad y para descargar refrigerante de emergencia al reactor se describe en la patente norteamericana Nº 3.528.884, de Collier y otros, asignada al mismo cesionario de este invento. Las figuras 1 y 4 muestran una de las cuatro entradas 60 de refrigerante de emergencia unidas a las paredes laterales del recipiente de presión 22. Un acumulador sirve usualmente a cada entrada 60. Las entradas 60 deben situarse lo más cerca posible de la brida de cabeza del recipiente del reactor, y preferentemente a medio camino entre cada par de boquillas principales de entrada y de salida. El refrigerante de emergencia asciende por tubos verticales de subida 62 hasta la parte alta del reactor y se descarga en una tubería 64 colectora de forma de anillo montada en la estructura 33 de vigas de gran altura. Unas tuberías de derivación 66 se extienden hacia dentro para suministrar el refrigerante a unos tubos verticales de descenso, como se describirá con más detalle a continuación:

La figura 2 ilustra una multiplicidad de tuberías de diversos tamaños y emplazamientos, conectadas al colector principal 64. Para facilitar la instalación del sistema de tuberías, se recomienda que el colector 64 incluyendo las tuberías de derivación 66 y los adaptadores necesarios 126, figura 6, para las tuberías de alimentación individuales 116, se fabriquen completamente en un lugar separado y se instalen en la estructura 33 de vigas de gran altura formando una unidad. Como se muestra en la figura 3, el sistema de tuberías de colector está sujeto a la estructura 33 de vigas de gran altura mediante ménsulas 68, barras transversales 70 y pernos 72. Las pequeñas tuberías de alimentación individuales se cortan, conforman e instalan después que se ha afirmado en su posición al colector.

Como se ve en la figura 4, la boquilla de entrada 60 está preferentemente soldada a las paredes del recipiente de presión, y su extremo interior se acopla a una boquilla auxiliar 76 que se extienden a través de las paredes del cuerpo cilíndrico 26 del núcleo y soldada independientemente de dicho cuerpo cilíndrico. Para obtener una obturación satisfactoria entre las boquillas, las superficies de apoyo o contacto son cilíndricas alrededor de las líneas de centros del cuerpo cilíndrico y del recipiente de presión, respectivamente. Como el coeficiente de dilatación térmica del cuerpo cilíndrico de acero inoxidable es mayor en un 50% que el de la vasija de presión de acero al carbono, se proporciona un pequeño huelgo entre las superficies a

la temperatura ambiente, para permitir la inserción del cuerpo cilíndrico en la vasija sin interferencia. Cuando sube la temperatura, el huelgo disminuye, proporcionando así un ajuste hermético de forma que se obtiene a la temperatura de servicio.

5                    Con este **diseño**, las superficies de obturación se separarán cuando se introduzca agua de refrigeración de emergencia, y originarán una ligera pérdida de agua por fugas. Para evitar estas fugas, se utiliza la disposición de obturación de la figura 5. Como se ve en la figura, el diámetro interior de la boquilla auxiliar 76 está aumentada en 78 para alojar un anillo o pistón de obturación 80 que tiene un aro o anillo 92 dispuesto para desplazarse axialmente en la boquilla 76. Un muelle 84 obliga al saliente o prolongación 86 situada en el extremo del anillo de obturación a acoplarse con la boquilla de entrada 60. A  
10                    fin de asegurar unas condiciones óptimas de obturación, las superficies del saliente del anillo de obturación y de la boquilla de entrada se rectifican con muola abrasiva para de este modo reducir cualquier fuga más allá del anillo de obturación. El  
15                    anillo de retención 89 roscado en un extremo de la boquilla auxiliar 76 limita el movimiento hacia fuera del anillo de obturación 80. Para facilitar el montaje del cuerpo cilíndrico 26 del núcleo, con la boquilla instalada 76 de la figura 5, en el recipiente de presión, el lado superior de la boquilla de entrada 60 está dotado de una parte biselada 89, siendo tal la dis-  
20                    posición que cuando se baja el cuerpo cilíndrico a su posición,  
25

el extremo del saliente o prolongación 86 se desliza hacia abajo sobre el bisel 89 hasta la posición final representada en la figura 5. Con esta disposición, las superficies cooperantes de boquilla ayudan a asegurar una obturación no susceptible de fugas cuando las piezas se mueven en respuesta a cambios térmicos durante la operación del reactor. La superficie 87 limita el movimiento hacia dentro del anillo de obturación 80 durante el montaje y en condiciones de fallo del muelle, controlando de este modo el máximo caudal de derivación auxiliar.

Para transportar el refrigerante de emergencia desde la entrada 60 hasta el colector 64, el tubo vertical 62 de subida con fondo cerrado está soldado cerca de su base a la boquilla auxiliar 76, mientras que su extremo superior está conectado con secciones de tubo 92 del tubo vertical 62 de subida que termina en el colector 64. Un anillo de obturación 94, de diseño similar al anillo de obturación 80, está montado en el extremo superior del tubo vertical 62 de subida para facilitar también el montaje y para minimizar las fugas en la unión. Incluye un aro 96 de pistón que está obligado a acoplarse con la superficie inferior de la sección de tubo 92. El anillo de retención 100 limita el desplazamiento hacia fuera del anillo de obturación. La conveniencia del montaje se consigue soldando la boquilla auxiliar 76 al cuerpo cilíndrico 26 del núcleo, preferentemente después que se ha montado por completo

toda la unidad, que consta de la boquilla auxiliar 76, tubo vertical 62 de subida, anillo de obturación 94 y muelle 98. La sección de tubo 92 se extiende a través de la estructura 33 de vigas de gran altura y se fija a esta estructura mediante una brida 102 y pernos 104. Su extremo superior está soldado a un "T" 106 que forma una parte del colector 64.

Después del montaje inicial de las partes o después de una operación de recarga, el extremo inferior de la sección de tubo 92, que está cuidadosamente mecanizado, hace contacto con el anillo de obturación 94 y lo deslaza hacia abajo una corta distancia, para comprimir el muelle y así producir la necesaria fuerza de obturación. El anillo de obturación es suficientemente corto para permitir una pequeña cantidad de inclinación con objeto de obtener la alineación con las superficies de contacto de la sección de tubo 92 sin causar agarrotamiento dentro de la superficie cilíndrica del tubo vertical de subida.

Como es necesario que se mantenga la alineación entre las partes, la posición relativa de la estructura 33 de vigas de gran altura y del cuerpo cilíndrico 26 del núcleo se establece reteniendo las bridas de estas unidades entre la cabeza de cierre 24 y el recipiente de presión 22 del reactor. Las fuerzas de obturación necesarias en las bridas se producen por compresión de un robusto muelle Belleville 112 situado entre las bridas.

Refiriéndose a las figuras 1, 2 y particularmente a la 6, el agua refrigerante fluye desde el colector 64 a las tuberías de derivación o subcolectoras 66, y desde éstas pasa a través de una pluralidad de tubos 116 y 118 de pequeño diámetro que conectan respectivamente con múltiples tubos verticales 120 y 122 de descenso montados en la estructura 33 de vigas de gran altura. Los tubos verticales 120 de descenso sirven solamente para transportar el agua de refrigeración, mientras que cada tubo vertical 122 de descenso sirve también para la función adicional de soportar interiormente a un termopar 140 que mide la temperatura del refrigerante del reactor en su punto de salida desde conjuntos combustibles seleccionados durante la operación normal del reactor. Los tubos verticales de descenso están conectados a la estructura 33 de vigas de gran altura mediante herrajes Swagelok 124 o similares y adaptadores 126. En el diseño de reactor elegido para ilustrar el invento, se utilizan 84 tubos verticales de descenso, pero esta cantidad puede variar para adaptarse a diferentes diseños de reactores. Los tubos verticales de descenso conectan con los casquillos-guía de barras de control sin utilizar en cada conjunto combustible, como se describirá posteriormente.

El diseño de los tubos verticales de descenso y sus conexiones hidráulicas a los casquillos-guía 38 situados en cada conjunto combustible que no contiene barras de control, se

muestran en las figuras 7A a 11. Se entenderá que cierto número de conjuntos combustibles comprende cada reactor, consistiendo cada conjunto combustible en una pluralidad de elementos combustibles y casquillos-guía que contienen barras de control. Otros conjuntos combustibles contienen solamente casquillos-guía y elementos combustibles, como se ha indicado anteriormente. En las construcciones convencionales, unos casquillos-guía seleccionados reciben barras de control que controlan la operación del reactor; mientras que los demás casquillos-guía que quedan sin usar están cerrados por tapones en sus extremos superiores. Un conjunto combustible normal que no incluya barras de control, contiene alrededor de 20 casquillos-guía de los que solamente ocho, mostrados en las diagonales de la figura 8, se utilizan para el sistema de refrigeración de emergencia. Debe hacerse notar que podrían utilizarse otros números de casquillos. Cada conjunto combustible se sitúa con precisión respecto a la placa superior 30 de soporte del núcleo mediante un par de pasadores o espigas de alineación 130 que se unen por rosca a la boquilla superior.

Las figuras 6 y 7A ilustran la disposición para suministrar agua de emergencia desde el colector 64 a los casquillos-guía 38 de un solo conjunto combustible. Como se ha mencionado antes, el tubo vertical 122 de descenso no solo proporciona un camino para el flujo de agua de emergencia al reactor, sino que también proporciona acceso al reactor para un termopar 140. Debido a esto, la entrada del tubo vertical de descenso está modificada para alo-

jar al termopar. Como se ve en la parte superior de las figuras 7A y 10, un bloque 141 que tiene aberturas 142 recibe herrajes y adaptadores apropiados para los tubos de termopar 146. La abertura 144 recibe el tubo 118 de agua de emergencia. Un orificio radial 148 establece comunicación de agua entre el tubo 118 y el tubo vertical 122 de descenso. El bloque está unido al tubo vertical de descenso mediante las abrazaderas formadas por el bloque 141 y los pernos 152. En los casos en que los tubos verticales de descenso no contengan termopares, los tubos 116 de entrada de agua de emergencia se conectan directamente al tubo vertical 120 de descenso, como se ilustra en la figura 6.

Como los tubos verticales de descenso estarán sometidos a fuerzas de empuje ascendente relativamente intensas en ciertas condiciones de operación, la parte superior de cada tubo vertical de descenso está dotada de un saliente 154 de forma de brida que se apoya contra la parte baja 156 de la estructura 33 de vigas de gran altura. Los tubos verticales 120 y 122 de descenso están sujetos a la parte superior 162 de la estructura 33 de vigas de gran altura, que incluye un fuerte anillo 158 con pestaña y soldado a una red de nervios verticales reforzados 160, y las robustas placas 156 y 162. Donde el tubo vertical de descenso penetra en la estructura en un lugar reforzado con un nervio, una resistente sección tubular del tubo vertical de descenso se suelda a la estructura del nervio.

Debe observarse que cerca de la parte inferior de la

figura 7A, el tubo vertical de descenso adopta un mayor diámetro interior, y, como se ilustra en la figura 7B, unos espaciadores 166 que tienen practicadas aberturas de paso de agua sóportan al termopar 140 y tubo guía 143 en una relación de separación con las paredes interiores del tubo vertical de descenso.

5

Como se ilustra en las figuras 7B y 8, el extremo inferior del tubo vertical de descenso consta de un distribuidor 163 unido por soldadura a una base cruciforme de soporte 170. El distribuidor y cuatro brazos de la base 170 contienen conductos alineados 172 y 174 de alimentación de agua de emergencia que comunican con unos pasos 176 taladrados en los tapones 44 de los casquillos-guía, que normalmente tapan a los casquillos-guías. Los tapones de los cuatro casquillos-guía de las esquinas se unen por rosca a la base 170 de soporte, y por tanto sirven para soportarla, así como el armazón de tapón 130 en la placa inferior 30 del núcleo.

10

15

Cada uno de los ocho tapones de transmisión de agua es del diseño mostrado e incluye el paso 176 y un orificio radial 182 en el punto de diámetro reducido cerca del extremo del tapón, desde el que se descarga el agua de emergencia a los casquillos-guía. Los casquillos-guía llevan orificios radiales 193 espaciados a lo largo de su longitud, estando orientados dichos orificios en una dirección tal que pulvericen el refrigerante de emergencia radialmente hacia el núcleo según cierto número de alturas. Este agua fluye también al conjunto combustible a través del espa-

20

25

cio comprendido entre el tapón y las paredes interiores de los casquillos-guía cerca de la parte superior. Para lograr el grado deseado de refrigeración, cada uno de los ocho tubos de cada conjunto utilizados para fines de refrigeración de emergencia, tiene unos doce a quince orificios por tubo y unos 100 conjuntos combustibles conteniendo los elementos de refrigeración de emergencia, proporcionando así unos doce mil chorros a través de los cuales se pulveriza el agua hacia el núcleo del reactor.

Para facilitar la entrada de los tapones 44 en los casquillos-guía cuando se hace descender en el recipiente de presión a la parte superior del reactor, la punta inferior de cada tapón es cónica para corregir una ligera desalineación entre los tapones y los casquillos. El tapón es flexible y acomoda pequeños desplazamientos radiales sobre el cuerpo del tapón.

Los modernos reactores de agua a presión utilizan un gran número de termopares para medir la temperatura del agua refrigerante a la salida de conjuntos combustibles seleccionados. Los hilos de los termopares (de 3,2 mm de diámetro exterior) están soportados usualmente en tubos-guías de pequeño diámetro localizados en una posición directamente por encima de los conjuntos combustibles seleccionados. Debido a la gran velocidad y turbulencia del refrigerante en la parte superior del reactor durante la operación normal, deben soportarse cuidadosamente los tubos de guía, para evitar daños. La instalación de los tubos es una labor difícil que implica un gran esfuerzo y mucho tiempo. Para

superar este grave inconveniente en los diseños conocidos, el tubo guía que aloja al termopar se combina con los tubos verticales de descenso de la refrigeración de emergencia antes de la instalación, de forma que no se requiere un trabajo adicional de soportar los tubos de guía durante o después del proceso de instalación. El termopar 140 para el conjunto combustible representado en las figuras va encerrado en un tubo guía 143 de paredes resistentes. Como se ha indicado anteriormente, el tubo guía del termopar se mantiene en una relación de separación con el tubo vertical de descenso mediante los espaciadores 166 dotados de aberturas que se extienden radialmente, a través de las cuales fluye el agua de refrigeración de emergencia. El extremo inferior del tubo guía del termopar se suelda al distribuidor 169 antes de que el tubo vertical de descenso se deslice sobre el conjunto y se fije por soldadura. La punta del termopar 186 no está influenciada por la temperatura del agua que circula por los pasos 172, porque está situada en la cámara 188 de termopar.

Es importante que el termopar detecte con precisión la temperatura media del agua de refrigeración que está saliendo del conjunto combustible. Para lograr esto en los diseños más antiguos de reactores, se acostumbraba a montar paletas fijas de mezcla en los conjuntos combustibles o en la placa del núcleo directamente por encima de los conjuntos combustibles, a fin de conseguir la mezcla. Tales construcciones aumentaban considerablemente el coste del reactor. Esta desventaja se ha superado en el presente invento

proporcionando una copa o capuchón de mezcla 190 soldada a la cara inferior de la base de soporte 170. La copa de mezcla está dotada de cuatro cortas secciones de tubería 192 y de un orificio central a través del cual fluyen muestras de agua de refrigeración desde el centro y los cuatro cuadrantes del conjunto combustible en su trayectoria a las salidas 194 de descarga de agua. Hay que hacer notar que solo un pequeño porcentaje del total de agua de los conjuntos combustibles pasa por estos conductos. Como la estructura de entrada del refrigerante de emergencia está permanentemente instalada en el reactor, se utiliza por ello esta estructura para contener a los termopares que se emplean principalmente para vigilar la temperatura del refrigerante cuando el reactor está operando en condiciones normales.

En funcionamiento, con el sistema de refrigeración de emergencia instalado en el reactor y el reactor en operación, el sistema esencialmente se encuentra inactivo, pero listo para funcionar en el caso de que se produzca una rotura en las tuberías del sistema de refrigeración principal. Si ocurriese uno de estos casos, la presión del sistema de refrigeración principal cae por debajo de la presión de carga del acumulador, y las válvulas de retención 59 establecen una comunicación directa entre los acumuladores 58 de alimentación de agua de emergencia y el núcleo del reactor. A partir de ese momento, el agua fluye por la entrada 60 y tubo vertical de subida al colector 64 montado en la estructura 33 de vigas de gran altura. Al entrar en el colector, el agua de

emergencia fluye a las tuberías de derivación 66, y también directamente desde el colector a los tubos 116 y 118 que suministran el agua a múltiples tubos verticales 120 y 122 de descenso montados en la parte superior del reactor. Un tubo vertical 120 ó 122 de descenso está dispuesto para servir a un solo conjunto combustible en el reactor y se conecta en su extremo inferior a un distribuidor 168 que canaliza el agua a unos conductos taladrados en una base cruciforme 170 de soporte montada en la placa superior 30 del núcleo. Desde allí, el agua fluye hacia abajo a los tapones 44 situados en los casquillos-guías 38 y se descarga de los tapones a los casquillos-guía. Como las paredes de cada casquillo-guía tienen orificios espaciados a lo largo de su longitud, el agua, que está a una presión elevada, se pulveriza hacia el exterior en contacto directo con los elementos combustibles 36, generando así vapor para eliminar el calor del núcleo. Puesto que los casquillos-guía instalados en el núcleo se eligen específicamente para ayudar a asegurar la pulverización del agua de emergencia contra los elementos combustibles, se logra con ello una refrigeración uniforme de todos los elementos combustibles. El vapor generado mediante la anterior refrigeración sigue su camino desde el núcleo 29 pasando por la parte superior del reactor y por el fallo estructural que ha iniciado la emergencia.

A la vista de lo anterior, resultará evidente que son posibles muchas modificaciones y variaciones a la luz de las en-

señanzas descritas. Por tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones que se acompañan, el invento puede llevarse a la práctica de una manera distinta a la que específicamente se ha descrito.

5           La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América el 2 de Junio de 1972, bajo el número 259.327, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10

#### REIVINDICACIONES

15

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

20

1.- Un sistema de refrigeración de emergencia para un reactor nuclear, que consta de una cuba o recipiente de presión que tiene una cabeza de cierre asegurada a ella, en una relación de hermeticidad e incluyendo conductos de alimentación y descarga de refrigerante para circular el refrigerante a través de un núcleo contenido en el recipiente,

25

comprendiendo dicho núcleo placas superior e inferior del núcleo que tienen múltiples conjuntos combustibles dispuestos entre ellas que generan calor cuando sufren un proceso de fisión, y tuberías de entrada de refrigerante de emergencia conectadas por un extremo al reactor y por su otro extremo a una fuente de refrigerante de emergencia puesto a alta presión, caracterizado porque dichas tuberías de entrada están conectadas a unos medios distribuidores de refrigerante montados en el citado núcleo y que tienen como mínimo una salida practicada en él para pulverizar o rociar el refrigerante a alta presión en dicho núcleo y contra los elementos combustibles contenidos en los citados conjuntos combustibles para extraer el calor de los elementos combustibles.

2ª.- Un sistema de refrigeración según la reivindicación 1ª, caracterizado porque dichos medios distribuidores están montados en algunos de los citados conjuntos combustibles que no contengan barras de control.

3ª.- Un sistema de refrigeración según las reivindicaciones 1ª ó 2ª, caracterizado porque dichos medios distribuidores de refrigerante constan como mínimo de un tubo que tiene aberturas en sus paredes espaciadas a lo largo de su longitud para pulverizar refrigerante contra los elementos combustibles contenidos en dichos conjuntos combustibles.

4ª.- Un sistema de refrigeración según la reivindicación 3ª, caracterizado porque dichas aberturas están orienta-

das en una dirección para pulverizar el refrigerante entre elementos combustibles adyacentes a ellas con objeto de lograr una óptima distribución de refrigerante en dicho núcleo.

5 5a.- Un sistema de refrigeración según las reivindicaciones 3a ó 4a, caracterizado porque la salida para dicho refrigerante que circula a través del núcleo incluye un dispositivo de mezcla colocado de manera que reciba el refrigerante desde todos los cuadrantes del núcleo; y medios de termopar en la salida para detectar la temperatura del refrigerante que se está descargando del núcleo.

10 6a.- Un sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 3a a 5a, caracterizado porque la tubería de entrada del refrigerante de emergencia consta al menos de una boquilla de entrada que se extiende a través de la pared de la vasija de presión, y de un tubo vertical de subida conectado formando un ángulo con la boquilla y extendiéndose hacia arriba por el interior del recipiente de presión para unirse a un colector, proporcionando comunicación como mínimo con dos de dichos tubos.

20 7a.- Un sistema de refrigeración según la reivindicación 6a, caracterizado porque un obturador o junta mecánica esta colocada en las uniones efectuadas por tuberías unidas entre el tubo vertical de subida y la boquilla y en puntos practicados a lo largo de la longitud del tubo vertical de subida, comprendiendo cada una de dichas juntas un pistón en el tubo vertical de subida que tiene una superficie en contacto con labios pendien-

tes en la tubería situada inmediatamente por encima, y un muelle montado en el tubo vertical de subida que tiene un extremo apoyándose contra el pistón para obligar a éste a estar siempre en contacto con dichos labios.

5

8ª.- Un sistema de refrigeración según cualquiera de las reivindicaciones 3ª a 7ª, caracterizado porque las aberturas practicadas en dichos tubos están orientadas en una dirección adecuada para pulverizar el refrigerante radialmente, y formando ángulos respecto a la horizontal, contra dichos elementos combustibles.

10

9ª.- Un sistema de refrigeración de emergencia para un reactor nuclear.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

15

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

24 JUL 1973

Madrid,

P.A.

20

Alberto Lozano  
Perforador

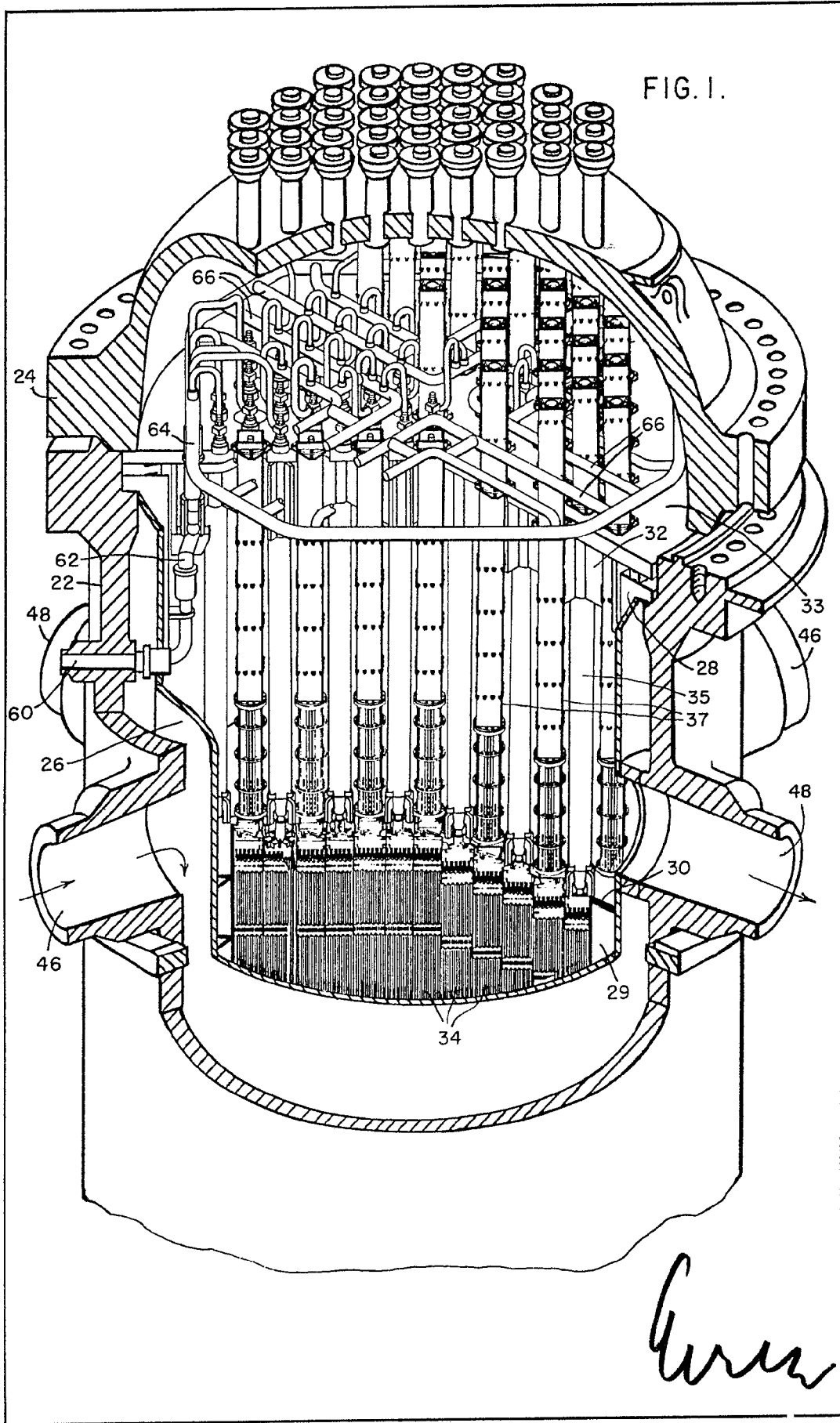
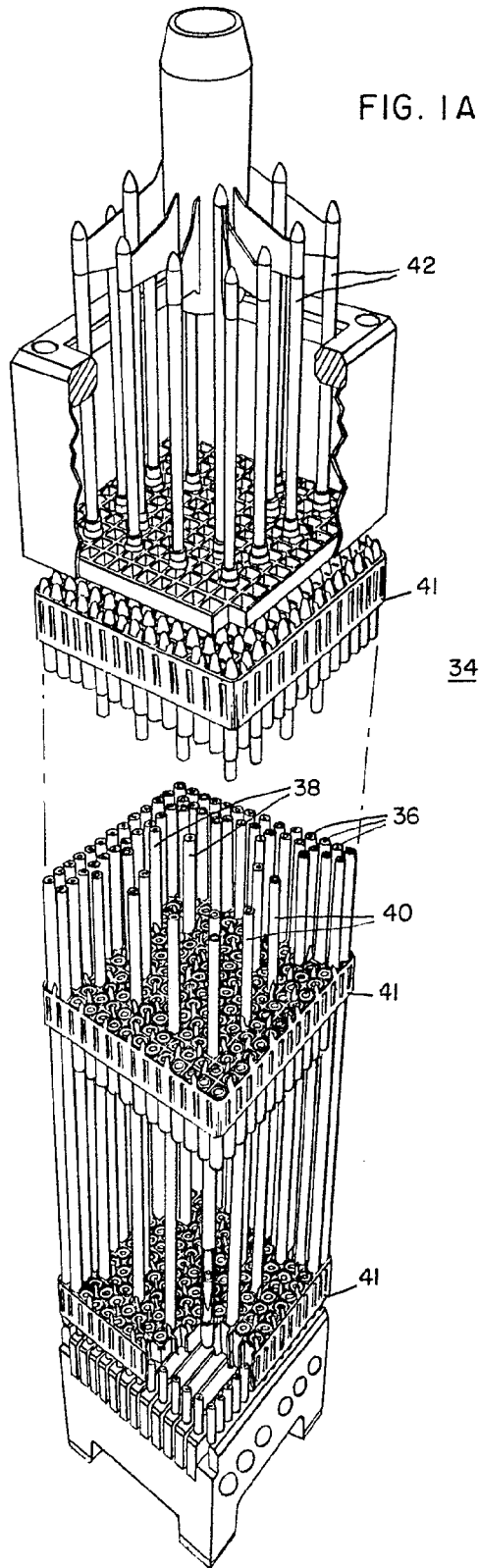


FIG. 1A.



*Quinn*

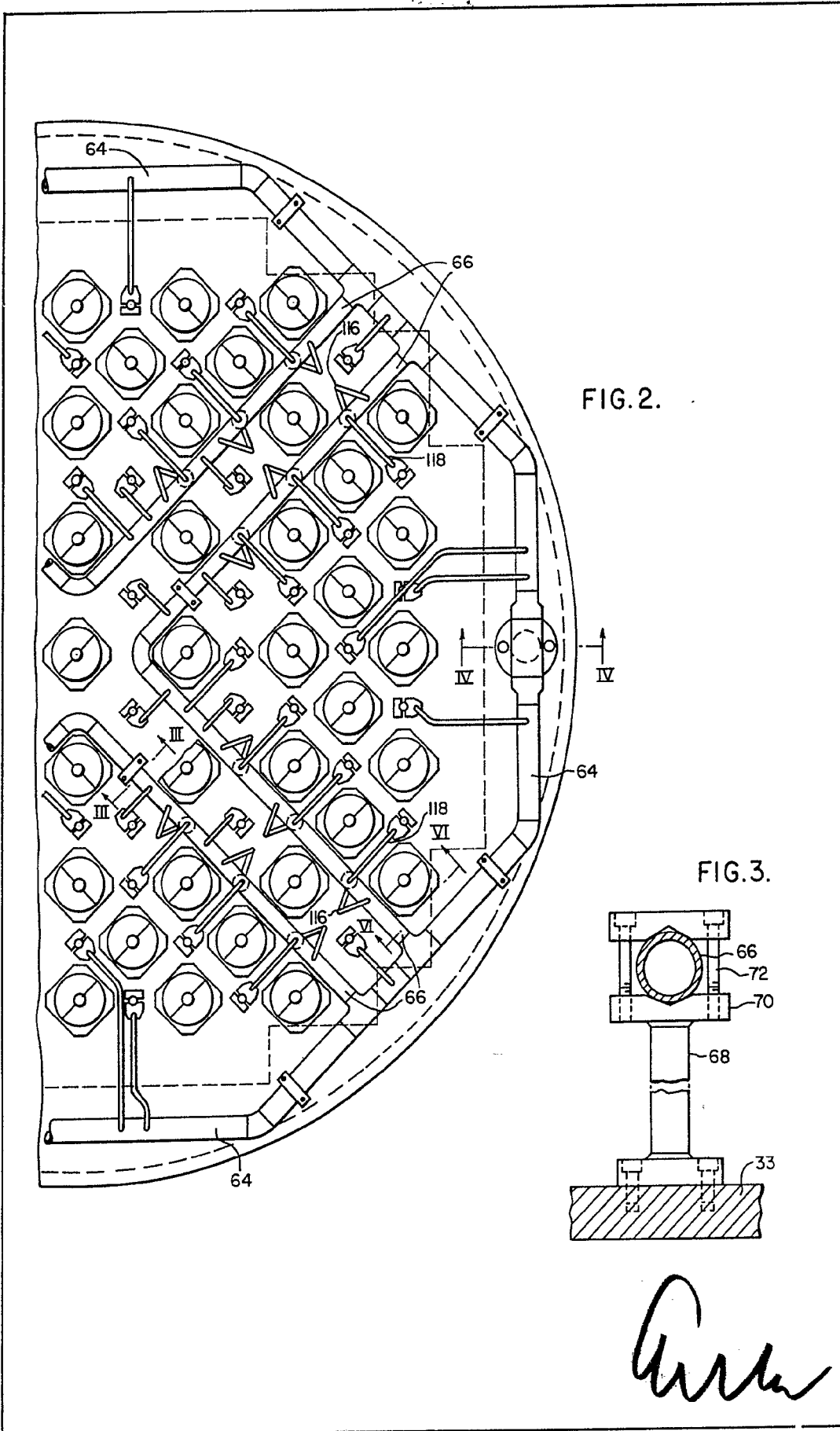


FIG. 2.

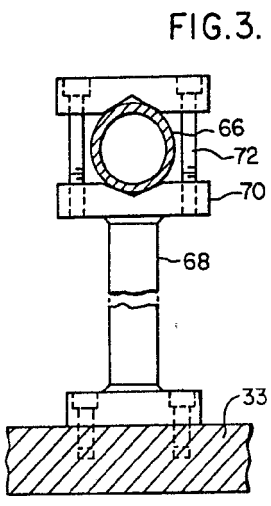


FIG. 3.

*Archer*

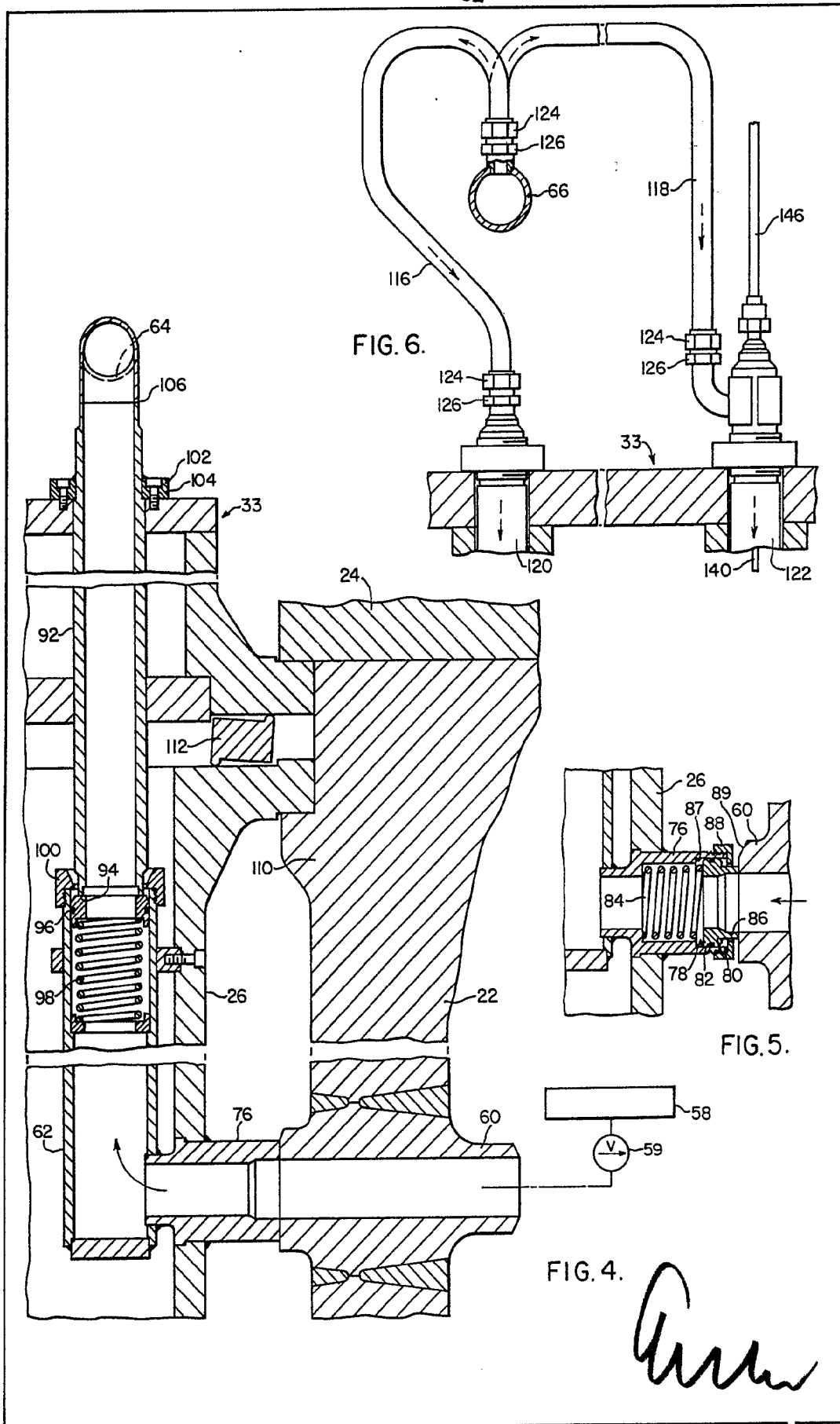


FIG. 6.

FIG. 5.

FIG. 4.

*Am*

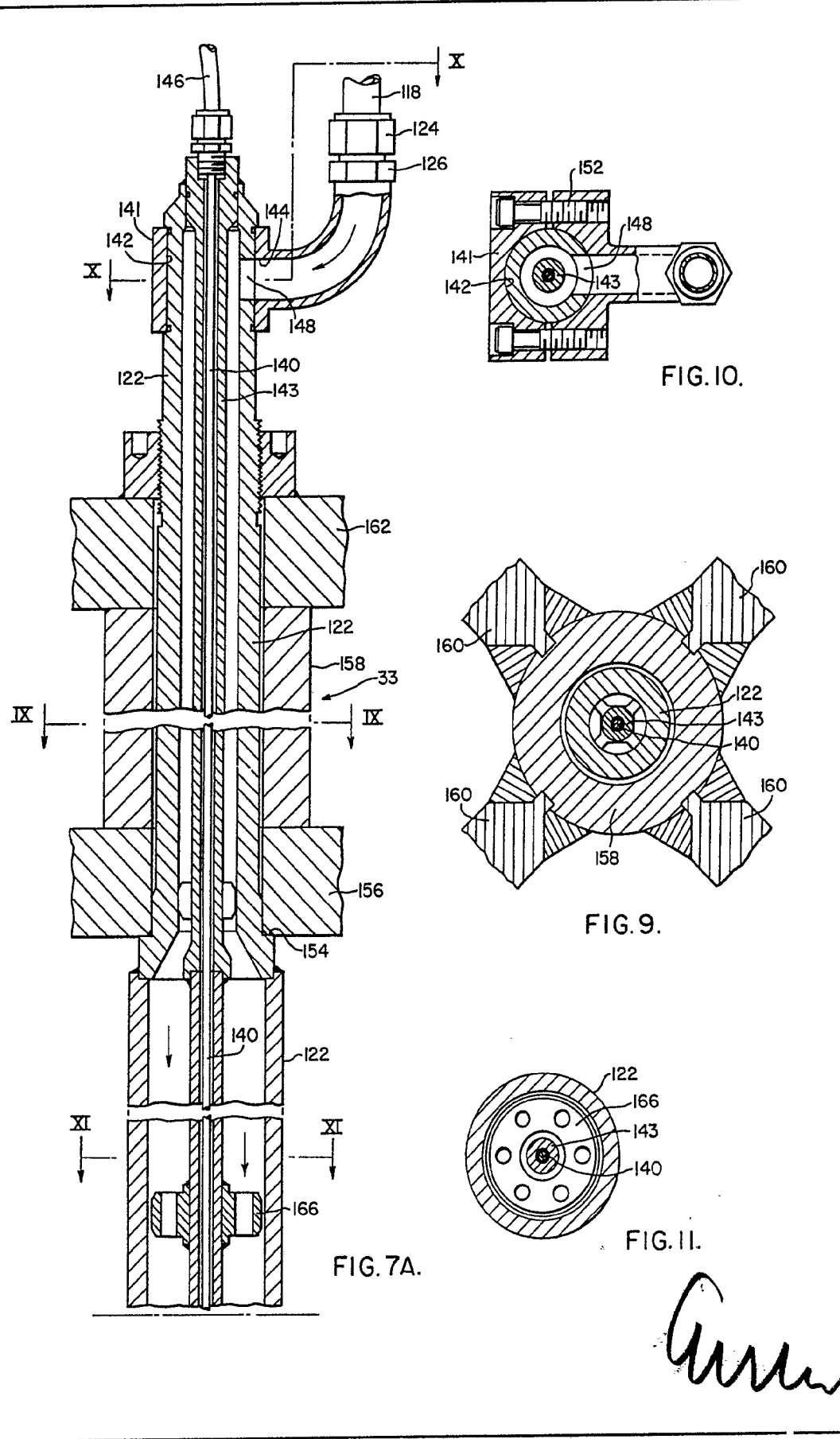


FIG. 10.

FIG. 9.

FIG. 11.

FIG. 7A.

*Am*

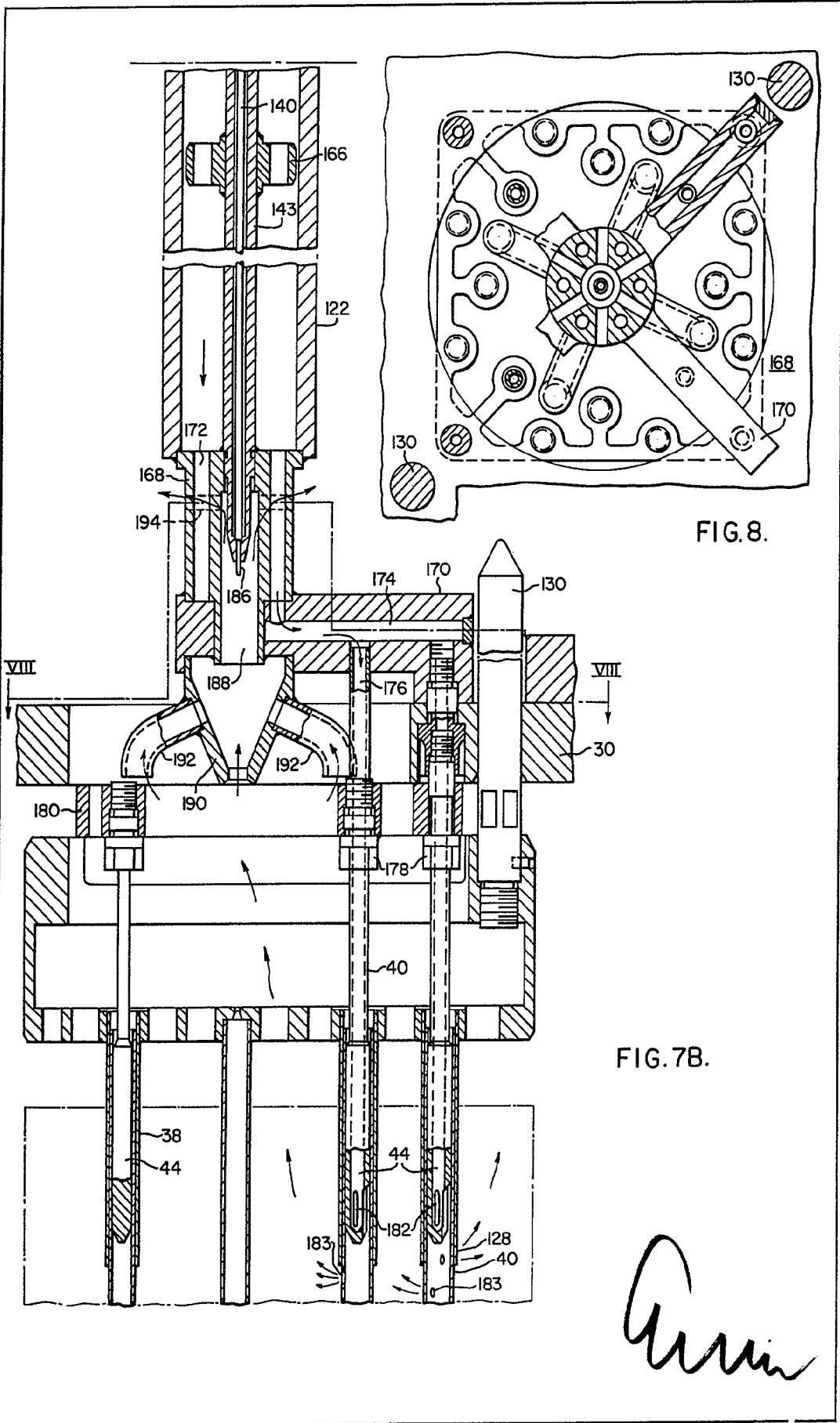


FIG. 8.

FIG. 7B.

*Arvin*