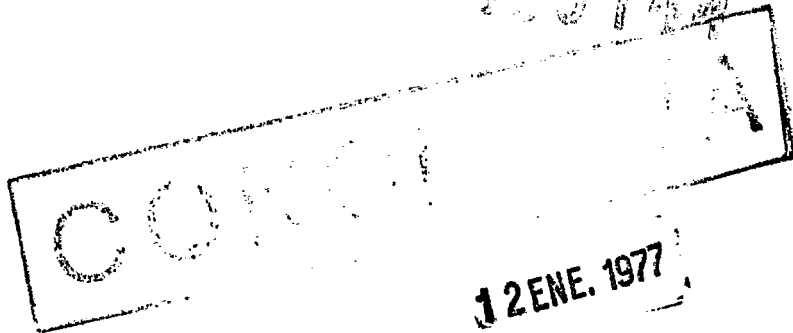


Int. Cl.:

G21C

40142



PATENTE DE INVENCION

que por veinte años, para España, se solicita a favor de la Firma COMBUSTION ENGINEERING, INC. entidad Estadounidense, residente en WINDSOR, CONNECTICUT (ESTADOS UNIDOS), Prospect Hill Road 1000, -- por: "MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN DETECTOR PARA LOS ELEMENTOS COMBUSTIBLES AVERIADOS EN REACTORES NUCLEARES."

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere al campo de la detección de los elementos combustibles averiados que se encuentran -- dentro de un reactor nuclear que tiene su refrigeración por medio de un líquido.--

5 En los reactores nucleares con refrigeración por agua, -- los cuales corresponden al estado actual de la técnica, el calor -- es producido por el proceso de la fisión que tiene lugar dentro -- del material fisionable que puede estar constituido por uranio o, -- bién por plutonio fisionables. El proceso de la fisión, sin embargo --
10 no genera solamente el calor sino al mismo tiempo isótopos radiac -- tivos, que son potencialmente perjudiciales y cuyo escape hacia el -- medio ambiente ha de ser impedido. Para tal finalidad, los elementos -- combustibles están revestidos con un material que retiene los pro -- ductos de la fisión.--

15 En los reactores con refrigeración por agua, el calor -- que es generado por el proceso de la fisión, que tiene lugar den--

**POOR
QUALITY**

tro del material combustible, es traspasado hacia el agua de refrigeración que circula alrededor de los elementos combustibles. Si se avería el revestimiento de uno o bien de varios de estos elementos combustibles, los productos de la fisión ya no tienen más impedimento para escaparse hacia dentro del líquido refrigerante, por lo que, se produce la contaminación del mismo. Ello constituye un hecho sumamente indeseable, ya que en tal caso, la radiactividad sería capaz de escaparse a la atmósfera de neutralización del reactor, o a través de unas fugas del líquido refrigerante o bien a través de la superficie de la fuente de recarga cuando el reactor está abierto, a efectos de ser recargado con los elementos combustibles. Por tal motivo, existe la necesidad de proporcionar un equipo así como unos métodos, que facilitan la detección de aquél respectivo conjunto de elementos combustibles, el cual contenga un elemento combustible -- que esté averiado, de modo que aquél conjunto de elementos combustibles, el cual falla o bien la clavija en el caso de tratarse de unos conjuntos de tipo desmontable pueda ser reemplazado por un elemento combustible nuevo.--

Ya han sido desarrollados tanto método como asimismo -- equipos, por los que se puede llevar a cabo una detección de la -- existencia de un elemento combustible averiado. Véase para ello -- las Patentes Estadounidenses n.ºs. 2.998.519, 3.073.767, así como -- 3.234.101, las cuales representan algunos de los aparatos y las técnicas que se habían empleado con anterioridad. Los sistemas que en, estas memorias de patente se han descrito, sin embargo, no permiten, una fácil localización del respectivo conjunto del elementos combustibles que está fallando dentro de uno de los modernos reactores nucleares con su refrigeración por agua.--

El método que actualmente está siendo aplicado en el ramo de los reactores de energía nuclear es aquél método que comúnmente se llama "filtraje" en seco" (Dry sipping). Según este método, de la filtraje en seco", el líquido refrigerante del reactor está, siendo constantemente controlado por si hubiera un indicio de que uno de los elementos combustibles esté averiado. Una vez que se haya producido el fallo, el líquido refrigerante aumenta su radiactivi-

55 vidad. Este aumento de la radiactividad es descubierto, produciendo
se una alarma con el objeto de avisar al operario del reactor so-
bre la existencia de un fallo en los elementos combustibles. Si se,
estima necesario efectuar la reparación de inmediato, el reactor --
tiene que ser puesto fuera de servicio, se desmonta el cabezal del
recipiente de presión del reactor, con el fin de retirar los compo-
nentes internos del recipiente, que se encuentran por encima del al-
ma del reactor. A continuación se desmonta del alma reactor cual- -
60 quier conjunto de elementos combustibles, que sea sospechoso de fa-
llar, con el objeto de ser colocado dentro de un recipiente cerrado.
En este recipiente se introduce ahora gas a presión, con el fin de,
expulsar a la fuerza el agua del recipiente para exponer así las -
varillas combustibles. De este modo, las varillas combustibles ya no
65 disfrutan más de la refrigeración que había sido proporcionada por
el agua, y las mismas comienzan ahora a calentarse como consecuen-
cia de su radiactividad residual. Este aumento del calor calienta -
los productos gaseosos de la fisión, los cuales han sido generados,
dentro del revestimiento, y el mismo calor tiende ahora a expulsar,
70 los productos gaseosos de la fisión a través de cualquier defecto,
que exista en el revestimiento. Seguidamente se reduce la presión -
del gas dentro del recipiente cerrado, permitiéndose que el agua en-
tre de nuevo en el recipiente por lo que es provocado la expulsión
del gas del mismo. El gas expulsado de esta manera es luego sometido
75 a un muestreo por si acusara la presencia de productos de la fisión.

El método de las técnicas empleadas hasta la presente, el
cual está descrito más arriba, es caro y a su vez emplea mucho tien-
po, dado que cada conjunto a comprobar debe ser retirado de forma -
separada del alma del reactor. Este procedimiento no solamente mo-
80 lesta innecesariamente el funcionamiento del alma, sino que exige -
al mismo tiempo el tan engorroso trabajo de colocar cada uno de -
los conjuntos de elementos combustibles dentro de un recipiente ce-
rrado, el uno tras del otro. Este proceso es bastante prolongado, y -
el mismo requiere el empleo de una máquina para efectuar la recar-
85 ga. No es posible realizar la recarga simultánea del reactor dado
que la máquina de la recarga es empleada en el llamado sistema de,

la "filtraje en seco". La envoltura de la máquina de recarga se --
contamina, por lo que queda reducida la posibilidad de detectar --
los correspondientes elementos combustibles averiados, al no ser --
90 que se lleve a efecto un proceso de descontaminación, que desde --
luego precisa mucho tiempo. El resultado final es que el tiempo de
parada o de bajo rendimiento del reactor durante la recarga es ex
tendido con la correspondiente pérdida en el rendimiento general,
del reactor para el trabajo. Por lo tanto se ha descubierto que se
95 ría lo ideal aplicar un método sencillo así como un respectivo --
aparato que puedan comprébar cada uno de los conjuntos por si tu-
vieran incorporado un elemento combustible averiado, mientras que,
el mismo conjunto permanece dentro del alma reactor. Un tal método
y su respectivo aparato podrían ser de igual forma aplicados para
100 la detección de los elementos combustibles averiados que se ex- -
cuentran incorporados en los conjuntos de elementos combustibles,
que a su vez ya están almacenados en la fosa de almacenamiento pa-
ra los conjuntos de elementos combustibles ya empleados.-

Por tal motivo, la presente invención resuelve el proble-
105 ma de una fácil y rápida detección de los elementos combustibles,
nucleares que están averiados, sin la necesidad de separar el ele-
mento combustible del alma nuclear para proceder a la comprobación
de una forma individual. La presente invención realiza este traba-
jo de la siguiente manera: Se ha previsto una campana de tipo des
110 montable para la acumulación del gas, la cual ha sido adaptada pa-
ra cubrir la parte superior de un conjunto de elementos combusti-
bles de modo que los gases, que salen de la parte superior de un -
tal conjunto, pueden ser acumulados con el objeto de ser controla-
dos por si contuvieran productos radiactivos de la fisión. En esta
115 campana va conectado un dispositivo para el suministro del gas, el
cual a su vez está adaptado para suministrar un gas de extracción
adecuado hacia el fondo del conjunto de elementos combustibles --
sospechoso de estar averiado. Este dispositivo para el abasteciamen-
to del gas puede consistir de un mango que tiene un tamaño tal pa-
120 ra poder pasar por cualquiera de los tubos de guía para las vari-

illas de control, los cuales se extienden en el sentido longitudinal desde la parte superior del conjunto de elementos combustibles hasta el fondo del mismo conjunto. De una forma alternativa existe también la posibilidad de que el dispositivo para el suministro del gas pueda consistir de un tubo conductor de gas con un adaptador que sirve para conectar este tubo a la parte superior del tubo de guía para las varillas de control, por lo que el tubo de guía de las varillas de control es utilizado como el conducto para el suministro del gas en el abastecimiento del fondo del sospechoso conjunto de elementos combustibles con gas.-

Durante el funcionamiento del aparato de control, el gas, de extracción es suministrado hacia el fondo del conjunto de elementos combustibles. A continuación, este gas pasa hacia arriba y por todo el conjunto de elementos combustibles, por lo que el mismo gas lleva arrastrando algunos de los productos gaseosos de la fisión, los cuales están comprendidos en el referido líquido refrigerante. El gas de extracción así como el gas que arrastra las sustancias, son acumulados seguidamente dentro de la referida campana cuando los mismos salen de la parte superior del conjunto de elementos combustibles. El gas se pasa luego a un aparato de detección a fin de efectuar la medición de la radiatividad que contiene. Cualquier medición que refleje una actividad más alta que la actividad media del líquido refrigerante en circulación, indica la existencia de uno o bien varios elementos combustibles averiados dentro del respectivo conjunto de elementos.

Los planos adjuntos representan unas preferidas formas de construcción para el objeto de la presente invención. En estos planos indican:

La figura 1 Una representación esquematizada que indica el preferido de ejecución para el presente invento.

La figura 2 una representación esquematizada que refleja un segundo tipo de ejecución para la presente invención, mientras que la figura 3 refleja la representación esquematizada que indica la manera en que el primer tipo de ejecución de la presente invención es empleado en la detección de la existencia de un elemento combus

ble averiado dentro de un conjunto de estos elementos combustibles.

160 En el plano adjunto indica la referencia 10 de una manera general un conjunto de los elementos combustibles de tipo normal, el cual se compone de unas varillas combustibles 14, que están, 165 revestidas y que se extienden en el sentido longitudinal, dispuestas en unas filas que se mantienen juntas por medio de unos dispositivos distanciadores 24. El tipo normal del conjunto de elementos combustibles 10 posee, por lo general, unos conductos, que se extienden de -- forma longitudinal dentro del mismo y que han sido previstos para 170 la introducción así como para la separación de las varillas de -- control que absorbe los neutrones. Estos conductos están constituidos muchas veces por unos tubos de guía 18 previstos para las varillas de control, tal como esta ha sido indicado más arriba.

175 Los referidos dispositivos distanciadores 24 mantienen -- los elementos combustibles 14 dentro de una matrix que va provista de unos canales longitudinales 16. En el trabajo normal de un reactor nuclear, el líquido refrigerante es forzado desde el fondo del conjunto de elementos combustibles 10 hacia la parte superior del mismo conjunto, a través de los citados canales, por lo que los elementos combustibles 14 reciben una refrigeración. Otro trayecto que 180 el líquido refrigerante puede tomar, es a través de los tubos de -- guía 18 previstos para las varillas de control. De una manera correspondiente se han previsto en este caso unos orificios 26 en la parte inferior de los referidos tubos de guía 18 para las varillas, de control, con la finalidad de permitir la entrada del líquido refrigerante a los tubos.-

185 La referencia 12 representa, de una forma general, un aparato previsto para la detección de las averías en el revestimiento de los elementos combustibles dispuestos en un haz de elementos -- combustibles irradiados, sin la necesidad de separar los mismos del alma del reactor. Este aparato comprende tanto un dispositivo 28 para la acumulación de gas, como asimismo un dispositivo 30 para el suministro de gas. El dispositivo para la acumulación del gas consiste de una forma general, en una campana, que ha sido adaptada para ce--

190 rrar por encima del extremo superior del conjunto de los elementos
combustibles 10. Por medio de este dispositivo de acumulación, cual-
quier gas que salga de la parte superior del conjunto de elementos
combustibles es acumulado por la referida campana 28. El dispositi-
vo 30, previsto para el suministro del gas, por regla general es - -
195 constituido por un tubo de gas, el cual va conectado a la campana -
28 y que ha sido adaptado para unirse con los referidos tubos de -
guía 18, previstos para las varillas de control, o bien para entrar,
en los mismos tubos, de modo que el gas podrá ser suministrado a la
inmediata cercanía del fondo del conjunto de los elementos combus-
200 tibles. El gas, que de este modo es suministrado por el dispositivo,
de abastecimiento 30, podrá pasar libremente, a través de los orifi-
cios 26, que han sido previstos, desde el fondo del tubo de guía 18
de las varillas de control hacia la parte interior del conjunto 10
de los elementos combustibles.-

205 De acuerdo con el tipo de ejecución que ha sido represen-
tado por la Figura 1, el dispositivo 30 para el suministro de gas -
ha sido alargado mediante un manguito 31 o bien por medio de una -
determinada cantidad de manguitos 31, que han sido adaptados para -
poder entrar en uno o bien en varios de los tubos de guía 18 pre-
210 vistos para las varillas de control. De esta manera, el gas podrá -
ser bombeado a través de los tubos 30 por un manguito alargado 31,
y desde ahí hacia abajo, a la parte inferior del conjunto 10 de los
elementos combustibles. Según una segunda forma de ejecución, que ha
sido representada por la Figura 2, el dispositivo 30 para el sumi-
215 nistro del gas termina en un acoplamiento 50, que ha sido adaptado,
para ser unido con la parte superior del tubo de guía 18 de las va-
rillas de control, unión ésta que se efectúa a prueba de fugas. El -
referido acoplamiento 50 es de un tipo de acople rápido, poseyendo,
el mismo la gran ventaja de poder ser acoplado y separado mediante
220 control remoto. Tales acoplamiento 50 son ya conocidos, y los mismos
han sido desarrollados a la perfección para los trabajos correspon-
dientes en la industria petrolífera.-

Durante el funcionamiento del objeto de la presente in-
vención, a través del dispositivo de suministro 30 para el gas, se -

225 suministra un gas de extracción, tal como podrá ser, por ejemplo, el
nitrógeno, por medio de un tubo de conexión 36 y desde una fuente,
correspondiente 38. El gas es forzado hacia la parte inferior del
conjunto de los elementos combustibles sospechoso de estar averia
do, donde se permite que el gas se introduzca en el líquido de re-
230 frigeración. Desde esta posición baja, el gas pasa hacia arriba a -
través del líquido refrigerante así como por medio de los conduc-
tos 16, pasando el gas asimismo alrededor de los elementos combus-
tibles 14 y hacia la parte superior del conjunto 10 de los elemen
tos combustibles. En su paso por el conjunto 10 de los elementos -
235 combustibles, el gas entra en estrecho contacto con los mismos ele
mentos combustibles 14. Durante su circulación, el gas arrastra los
gases de los productos disueltos de la fisión y el mismo ayuda --
dentro del mecanismo que genera los gases de los productos de la,
fisión a despedir éstos, que se han producido por cualquier defec-
240 to en un elemento combustible 14. Cuando el gas, que ha subido a --
través del sospechoso conjunto de los elementos combustibles, lle-
ga a la parte superior de este conjunto, el mismo gas sale de ahí,
y es acumulado por la referida campana 28. En la parte superior de,
esta campana 28 se ha dispuesto un tubo de salida 32 para el gas,
el cual permite que tanto el gas de extracción como asimismo el -
245 gas que arrastra los productos gaseosos de la fisión, sean bombea-
dos, a través del tubo 34 y por medio de la bomba 40, hacia arriba.
El conjunto de tubo 34 y bomba 40 conduce estos gases así como --
cualquier líquido refrigerante, que con estos gases podía haber si
250 do aspirado, a una cámara 42 prevista para la separación de gases,
en donde el líquido y los productos radiactivos no-gaseosos pueden
ser separados de los gases. A continuación se pasan los gases a --
una segunda cámara 44, por medio de un tubo 43. En la parte exterior
de la cámara 44 se ha previsto un detector de radiación 46, que ha
255 sido conectado a un contador de rayos gama, o bien a un espectróme
tro para rayos gama 48. El referido detector 46 determina la canti
dad de la radiación, que es emitida por los gases de la fisión, los
cuales se encuentran dentro de la cámara 44, pasando este detector

260 las señales detectadas al contador de rayos gama o bien al espectrómetro para rayos gama 48, que a su vez realiza a continuación un análisis de la altura de las pulsaciones gama. De este modo, los gases que son emanados por un solo conjunto de los elementos combustibles, son acumulados y analizados para realizar una determinación sobre la existencia de un elemento combustible averiado dentro de
265 este respectivo conjunto de elementos combustibles. Este procedimiento así como el respectivo aparato tienen la gran ventaja de que los gases puedan ser transportados a la zona de un fondo bajo, por lo que queda facilitada la medición de un aumento en la sensibilidad. Como añadidura, los gases son separados de otras radiactividades --
270 dentro del líquido refrigerante en circulación, las cuales pudieran estar presentes en este refrigerante por el hecho de trabajar el reactor con un elemento combustible averiado. Estos agentes radiactivos residuales, si existen, podrían reducir la sensibilidad para las señales del sistema de detección, al igual que en todos los dispositivos para la detección de los elementos combustibles averiados
275 los cuales se han llegado a conocer hasta la fecha y que utilizan el agua como medio de transporte para el traslado de los productos de la fisión.-

REIVINDICACIONES

280 1.- Mejoras introducidas en un detector para los elementos combustibles averiados en reactores nucleares; con un alma dotada de refrigeración por medio de un líquido y que se compone de unos conjuntos de elementos combustibles que se encuentran dispuestos en el sentido vertical, consistiendo los referidos conjuntos de elementos combustibles --, revestidos y dispuestos de una forma vertical
285 en una fila con un determinado espaciado con unos canales de refrigeración entre los mismos, teniendo los referidos conjuntos de elementos combustibles, de una forma adicional, unos conductos longitudinales previstos para la introducción así como para la separación de los elementos de absorción de neutrones, aparato de detección para los elementos combustibles averiados, el cual está caracterizado por:

290 a) Un dispositivo que ha sido adaptado para cubrir la parte supe--

rior de uno de los referidos conjuntos de elementos combustibles,-
295 previsto para la acumulación del gas que sale de la referida parte superior del citado conjunto de elementos combustibles.-

b) Un dispositivo que va colocado sobre el referido dispositivo pa
ra la acumulación del gas, el cual ha sido previsto para efectuar -
el suministro de gas a la inmediata cercanía del fondo del referi-
do conjunto de elementos combustibles; este gas es capaz de arras--
300 trar los productos gaseosos de la fisión, los cuales se encuentran dentro del referido líquido de refrigeración.-

2ª.- Mejoras; según reivindicación 1ª, caracterizadas por el hecho,
de que el referido dispositivo para el suministro de gas comprende
305 un sanguito longitudinal, que ha sido adaptado para ser introducido en uno de los mencionados conductos longitudinales del referido -- conjunto de los elementos combustibles.-

3ª.- Mejoras; según reivindicación 1ª, caracterizadas por el hecho,
de que los referidos conductos longitudinales previstos a través -
de los mencionados conjuntos de elementos combustibles comprenden,
310 unos tubos de guía previstos para los referidos elementos de absorción de neutrones, y de que el mencionado dispositivo para el suministro de gas incluye un dispositivo que ha sido adaptado para unir se por lo menos con uno de los mencionados tubos de guía, por lo que
315 queda asegurado que el gas pueda ser forzado a través de los citados tubos de guía hacia la inmediata proximidad del fondo del referido conjunto de los elementos combustibles.-

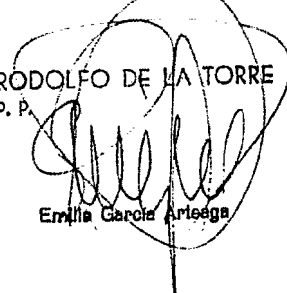
4ª.- Mejoras; según reivindicación 1ª, el cual comprende además: -
a) Unos dispositivos para efectuar la medición de la actividad de,
320 los citados productos gaseosos de la fisión, los cuales han sido -- acumulados por el dispositivo para la acumulación de gases, así como
b) Unos dispositivos que van conectados con el referido dispositivo para la acumulación de gas y que han sido previstos para efectuar, la conducción del citado gas, que contiene los productos gaseosos -
325 de la fisión, al mencionado dispositivo para la medición de la actividad.-

5ª.- " MEJORAS INTRODUCIDAS EN UN DETECTOR PARA LOS ELEMENTOS COM-
BUSTIBLES AVERIADOS EN REACTORES NUCLEARES."

Consta la presente memoria descriptiva de once hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara a las que se les acompaña tres planos para su mejor comprensión.-

Madrid, 17 SEP. 1974

RODOLFO DE LA TORRE
P. P.


Emilio García Arceaga

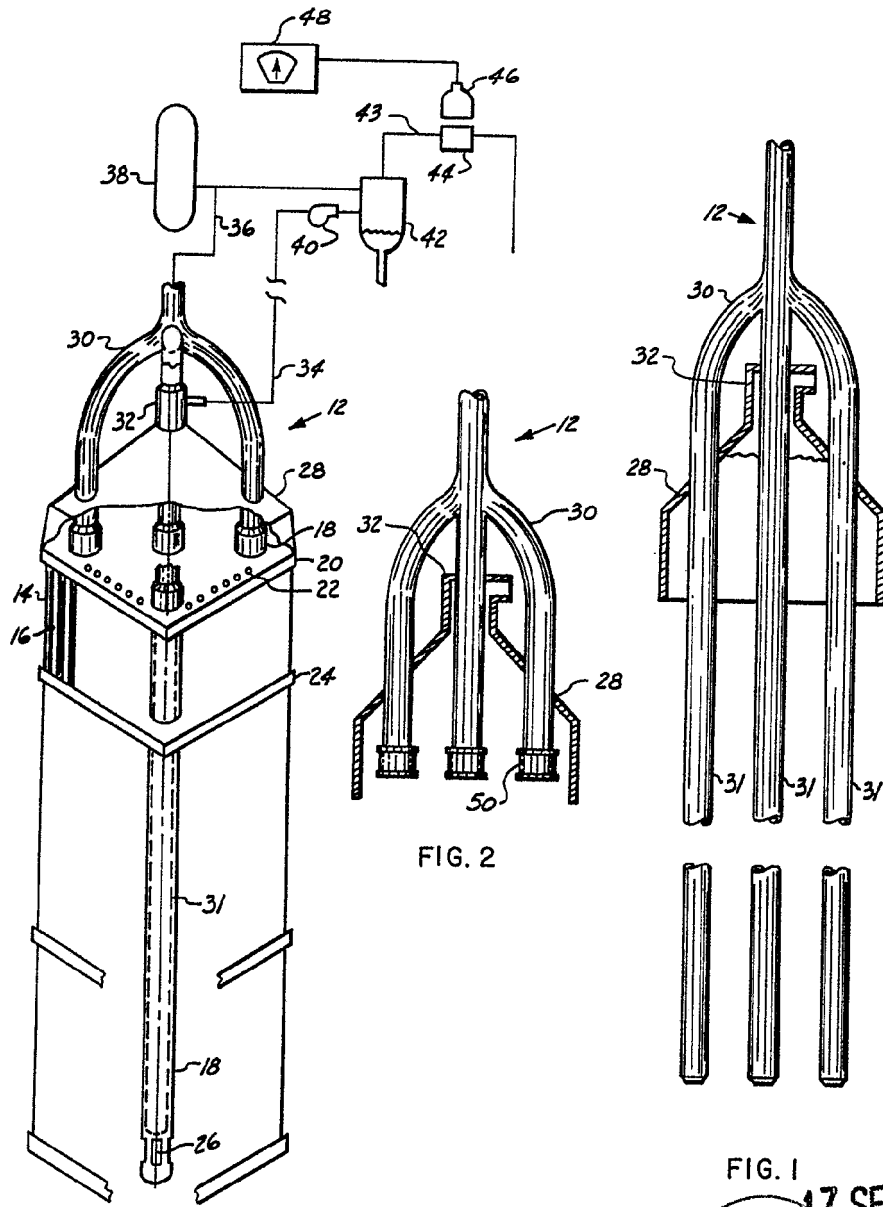


FIG. 3

FIG. 2

FIG. 1

17 SEP. 1974

RODOLFO DE LA TORRE
P. R.

[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE