

425437

Int. Cl.:	G21C

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de una

PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

RESIDENCIA: WESTINGHOUSE BUILDING, GATEWAY CENTER,

PITTSBURGH, PENNSYLVANIA 15222 ESTADOS UNIDOS.-

ENUNCIADO: UNA INSTALACION DE PROTECCION PARA UNA

CENTRAL NUCLEAR.-

Prioridad: Patente estadounidense n.º 352.371 del 18.4.73

1 Esta invención se refiere a reactores nucleares y más
especialmente a un sistema de protección para evitar las ex-
cursiones de potencia del reactor.

5 En las centrales nucleares de diseño convencional, se
hace circular un refrigerante primario mediante bombas a tra-
vés del reactor y de un generador de vapor externo en un cir-
cuito cerrado. El generador de vapor comprende un cambiador
de calor con elementos que transmiten el calor desde el re-
frigerante del reactor a un líquido que circula en un circui-
10 to secundario separado y distinto. El circuito secundario com-
prende el generador de vapor, una turbina, un condensador y
una bomba, siendo la disposición tal que, cuando el refrige-
rante del reactor es circulado a través del generador de va-
por y por lo tanto se encuentra en intercambio calorífico con
15 el líquido en el circuito secundario, se transmite calor al
líquido secundario que forma vapor a alta presión para accio-
nar la turbina.

20 Durante la operación del reactor, es esencial que no
se genere ninguna cantidad significativa de potencia en el
reactor después de una gran rotura en los circuitos primario o
secundario o bajo otras circunstancias anormales en las que
el refrigerante primario experimenta un rápido cambio de tem-
peratura que requiere la inyección de un absorbente de neu-
trones en el reactor. Para ilustrar, si se produjera una ro-
25 tura en los conductos de vapor del circuito secundario, unos
elementos sensores de la temperatura y del flujo en el circui-
to primario accionarían unos componentes que realizarían la
inserción automática de las barras de control del reactor en
el núcleo del reactor para parar el proceso de fisión. La tem-
30 peratura del refrigerante del reactor entonces comienza rápi-

1 damente a descender hasta un nivel más bajo porque todavía es
transmitido calor al líquido secundario en el generador de
vapor. Sin embargo, para asegurarse de que no tendrá lugar
una excursión de potencia en el reactor, es conveniente in-
5 troducir en el núcleo del reactor una reactividad negativa
adicional. En el pasado, estaba conectado a la entrada de las
bombas de inyección de seguridad de alta presión un tanque
conteniendo un absorbente químico de neutrones en forma de
ácido bórico concentrado. Al iniciarse una señal que indica
10 un comportamiento anormal del reactor, las bombas actúan para
inyectar rápidamente ácido bórico en el núcleo del reactor im-
pidiendo o invirtiendo con ello las excursiones de potencia
en el reactor.

15 Un importante inconveniente resultante del uso de este
tipo de sistema es que el tiempo de retardo entre el arranque
de las bombas y la inyección de ácido bórico es suficientemen-
te grande para que, bajo algunas circunstancias, el reactor
pueda continuar generando calor y no se consiga una rápida y
completa parada del reactor. Este tipo de sistema de inyección
20 requiere además un complicado equipo de control de naturale-
za compleja para poner el sistema en funcionamiento, que no
solamente complica el proceso de introducción de ácido bórico
en el núcleo sino que también contribuye a aumentar los cos-
tes de la central nuclear. Asimismo, se requieren grandes bom-
25 bas a alta presión para inyectar el ácido bórico en el reactor.

Otro inconveniente es el resultado de la necesidad de
aislar completamente los tanques de ácido bórico del sistema
principal de refrigerante del reactor cuando los tanques se
encuentran en un estado de reserva. Si se produjera una fuga
30 en las válvulas que aíslan los tanques de ácido bórico, es

1 posible que se desarrollara una caída de presión a través
del tanque, el ácido bórico podría ser desviado lentamente
al circuito de refrigerante primario y la existencia de áci-
do bórico en aquél afectaría entonces adversamente al funcio-
5 namiento del reactor.

Por lo tanto, el objeto principal de esta invención
es proporcionar un sistema sencillo y relativamente econó-
mico para inyectar un líquido absorbente de neutrones en el
núcleo de un reactor con un retraso de tiempo mínimo después
de la puesta en marcha del sistema.
10

Con este objetivo a la vista, esta invención reside
en una instalación de protección para una central nuclear
que comprende una vasija de reactor con múltiples circuitos
de refrigerante primario, llevando cada circuito un generador
de vapor y una bomba para hacer circular el refrigerante des-
de la vasija del reactor a través del generador de vapor,
comprendiendo dicha instalación de protección: por lo menos
un tanque de almacenamiento conteniendo un absorbente de neu-
trones y conectado a dicha vasija del reactor, caracterizado
porque el tanque tiene una entrada conectada al lado de des-
carga de por lo menos una de dichas bombas del circuito de
refrigerante primario y una salida conectada al lado de
succión de por lo menos una de las restantes bombas del cir-
cuito primario y caracterizado también por disponer válvulas
de aislamiento en lados opuestos de dichos tanques para ais-
lar normalmente dicho tanque de los circuitos de refrigeran-
te primario y se proveen medios para abrir las válvulas al
recibir una señal de estado de emergencia.
20
25

La invención será más fácilmente evidente mediante la
siguiente descripción de una realización preferida de la mis-
30

1 ma mostrada, a título de ejemplo solamente, en los dibujos
que acompañan a esta memoria, en los cuales:

5 La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema
de protección de rotura de vapor que ilustra la disposición
de un tanque absorbente de neutrones y de las bombas con
respecto a un reactor nuclear;

La Figura 2 es una vista alzada, parcialmente en sec-
ción, que ilustra el diseño de un tanque absorbente de neu-
trones;

10 La figura 3 es una vista en planta del tanque de la fi-
gura 2 y

la Figura 4 es una vista ampliada de una tobera situada
en el fondo del tanque.

15 Refiriéndonos ahora a los dibujos, donde los caracteres
de referencia iguales se refieren a partes iguales o corres-
pondientes en todas las figuras, en la Figura 1 se muestra
un reactor nuclear 10 constituido por una vasija de reac-
tor 12 con un núcleo de reactor convencional 14 en su inte-
rior para generar calor. Tres circuitos separados e idénti-
cos A, B y C, cada uno de ellos con una entrada de refrige-
rante 16, una salida 18 y una bomba 20, hacen circular el re-
frigerante desde el reactor al generador de calor 22 situado
20 en cada circuito. Para utilizar el calor así comunicado al
refrigerante en cada circuito, cada generador de vapor 22
transmite el calor procedente del refrigerante del reactor
a un líquido secundario que se encuentra en un circuito que
comprende unos conductos de abastecimiento de vapor 23, una
turbina 24, un condensador 26 y una bomba de alimentación 28
25 conectada a los generadores de vapor. La turbina está acopla-
da a un generador eléctrico que proporciona energía a un sis-
30

1 tema eléctrico.

5 Cuando se rompe un conducto de abastecimiento de vapor
23 que interconecta los generadores de vapor y la turbina en
el circuito secundario, unos dispositivos apropiados sensi-
5 bles a la temperatura y/o a la presión y unos dispositivos
sensibles al caudal actúan produciendo la inserción de las
barras de control en el núcleo del reactor para detener esen-
cialmente el proceso de fisión. No obstante, debido al coe-
ficiente negativo de temperatura en el núcleo, puede retor-
10 nar a potencia incluso después de la inserción de las barras
de control.

15 Como muestra la Figura 1, está conectado un conducto
30 al lado de descarga de la bomba 20 en un circuito para
suministrar refrigerante primario a una pareja de válvulas
conectadas en paralelo 32 con sus salidas conectadas a un
tanque de boro 35, preferiblemente a través de las bombas
del tanque 34. Un conducto de derivación 36 asegura el su-
ministro al tanque de boro 35 en el caso de que las bombas
34 no actúen. Unas válvulas de comprobación 38 impiden el
20 flujo invertido desde el tanque 35 al sistema de refrigeran-
te del reactor.

25 El tanque 35 contiene un líquido absorbente de neutro-
nes tal como ácido bórico o pentaborato potásico. En el ejem-
plo elegido para ilustrar la invención, el líquido absorbente
de neutrones está constituido por una solución de ácido
bórico al 12 % en agua, que se mantiene a una temperatura
mínima de 160°F (71°C) para impedir que el boro precipite de
la solución a niveles de temperatura más bajos. El indicador
40 muestra el nivel de ácido bórico en su interior.

30 Cuando las válvulas 32 están abiertas, la bomba 20 de

1 refrigerante primario del reactor en el circuito C aplica re-
frigerante bajo presión al fondo del tanque de inyección de
5 boro 35, de manera que el absorbente de neutrones es descar-
gado del tanque a través de una pareja de válvulas 42 parale-
las conectadas, accionadas a motor, a los conductos 44, 46 y
48 que conducen a los otros dos circuitos A y B en el reac-
tor. Cada uno de estos circuitos contiene también unas válvu-
las de comprobación conectadas en paralelo 50 para evitar
el flujo inverso al interior del sistema.

10 Un tanque de compensación 52 de ácido bórico está co-
nectado a través del tanque 35 para mantener el tanque lleno
y preparado para su uso. Es esencial que el ácido bórico
contenido en el tanque 35 no tenga fugas o rezume de otro mo-
do en el circuito del refrigerante primario del reactor ya que
15 el ácido bórico sirve como absorbente de neutrones para el
reactor. Si las válvulas 32 y 38 en un lado del tanque 35 y
las válvulas 42 y 50 en el otro lado tuvieran fugas, resulta
evidente que la caída de presión así establecida a través del
tanque 35 haría que el ácido bórico contenido gradualmente
20 rezumara al circuito de refrigerante primario. Para resolver
este posible inconveniente, se conecta un conducto derivado
igualador de presiones 54 a través del tanque en la forma in-
dicada, de manera que la presión sobre lados opuestos del
tanque sea igual y el flujo a través del tanque no se pro-
duzca. El conducto 54 es apropiadamente pequeño en compara-
25 ción con el conducto del caudal principal a través del tan-
que 35, de manera que solamente una pequeña cantidad del cau-
dal de la bomba 20 evite al tanque 35 cuando el sis-
tema está en funcionamiento.

30 En operación, si se produce una rotura en cualquiera

1 de los conductos 23 de abastecimiento de vapor en el circui-
to del generador de vapor-turbina, unos dispositivos apropia-
dos sensibles a la temperatura, situados en ese sistema, de-
5 tectan la existencia de la ruptura y energizan un equipo de
control y unos relés de válvula apropiados que abren las
válvulas 32 y 38, 42 y 50. Los sistemas de detección y eléc-
trico que realizan estas funciones son esencialmente iguales
a los actualmente utilizados en los sistemas de protección
contra roturas de vapor y, por lo tanto, no serán descritos
10 con detalle en esta memoria. Cuando la válvula se abre, se
establece una comunicación directa entre el tanque de ácido
bórico 35 y las ramas frías A y B de los circuitos primarios
del reactor-generador de vapor. La bomba de refrigerante del
reactor 20, o las bombas 34 si se utilizan, bombean enton-
15 ces el refrigerante primario desde el circuito C al tanque
de ácido bórico 35 para con ello obligar al ácido bórico a
pasar desde el tanque 35 al sistema de tuberías para su des-
carga directa en las dos ramas frías restantes A y B conec-
tadas a las entradas del reactor. Si se desea, también puede
20 utilizarse la rama C. La cantidad de ácido bórico en el tan-
que 35 se selecciona para que proporcione la cantidad deseada
de reactividad negativa al reactor, garantizando con ello
una parada completa del reactor y por lo tanto interrumpien-
do la generación de calor en el mismo.

25 Los beneficios derivados del funcionamiento del sistema
antes descrito son fundamentalmente el resultado de la sen-
cillez del sistema y utilizando la presión del refrigerante
del reactor, es necesaria una diferencia de presiones rela-
tivamente pequeña para inyectar la solución absorbente de
30 neutrones en el reactor. Las válvulas de ambos lados del tan-

1 que 35 se abren simplemente al recibir una señal de inyec-
ción de seguridad de los dispositivos sensibles a la tempe-
ratura o al caudal situados en los circuitos de generador de
5 vapor-turbina o de los dispositivos de temperatura situados
en el circuito primario. No es necesaria ninguna otra acción
de control ni equipo de control para conseguir un funciona-
miento apropiado del sistema.

Adecuadamente, el tanque de ácido bórico está situado
10 junto a los circuitos de refrigerante primario del reactor
para reducir el tiempo de retardo entre la iniciación de la
operación de los motores o relés de las válvulas y el tiempo
real de inyección del ácido bórico en el reactor.

15 Como ilustran las Figuras 2, 3 y 4, el tanque 35 dis-
pone de una entrada 60, una salida 62 y una multiplicidad de
soportes del tanque 64, soldados o de otra forma fijados a
la superficie externa del tanque. Para tener acceso al tanque
para su limpieza y otros fines, está soldada a las paredes
del tanque una galería de circulación 66 de 18" (45 cm). La
20 entrada 60 está provista de una tobera 68, Figura 5, que lle-
va unas perforaciones 70 distribuidas alrededor de su super-
ficie cilíndrica y en la pared terminal de la tobera. El lí-
quido introducido en el tanque fluye a través de las perfora-
ciones 70 hacia afuera y es distribuido para forzar más uni-
formemente al absorbente de neutrones hacia la salida 62 y al
25 sistema de refrigerante primario del reactor. Para contribuir
a garantizar una distribución todavía mejor, puede soldarse
una placa perforada 72 a las paredes del tanque. Esta placa
va también equipada de agujeros múltiples 74 para una distri-
bución uniforme del líquido. Los calentadores eléctricos 76
30

1 están provistos en el tanque para mantener la solución a una temperatura suficientemente alta para evitar la precipitación del boro.

5 Se sobreentiende que para efectuar la operación del sistema, se recibe una señal de boratación de emergencia de unos elementos sensibles a la presión o a la temperatura convencionalmente situados en el sistema, que efectúa la energización de los dispositivos destinados a abrir las válvulas 32 y 42 y poner en marcha los motores de las bombas auxiliares 34, si así se desea.

10 Inmediatamente, el contenido del tanque 35 es vaciado al lado de succión de las bombas de circulación 20 que llevan la solución de boro altamente concentrada a la vasija del reactor.

15 En resumen, la Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes:

REIVINDICACIONES

20 1. Una instalación de protección para una central nuclear que comprende una vasija de reactor con múltiples circuitos de refrigerante primario, disponiendo cada circuito de un generador de vapor y una bomba para hacer circular el refrigerante desde la vasija del reactor a través del generador de vapor, cuya instalación de protección comprende: por lo menos un tanque de almacenamiento conteniendo un absorbente de neutrones y conectado a dicha vasija del reactor, caracterizado porque el tanque lleva una entrada conectada al lado de descarga de por lo menos una de dichas bombas del circuito de refrigerante primario y una salida conectada al lado de succión de por lo menos una de las bombas del circuito primario restantes y por estar dispuestas unas válvulas de

25

30

1 aislamiento en lados opuestos de dichos tanques para aislar
normalmente dicho tanque de los circuitos de refrigerante
primario y se proveen medios para abrir las válvulas al reci-
bir una señal de estado de emergencia.

5 2. Una instalación según la Reivindicación 1, carac-
terizada por unos conductos igualadores de sección trans-
versal relativamente pequeña, que conectan la entrada y la
salida de dicho tanque para evitar cualquier caída de pre-
sión a través del tanque.

10 3. Una instalación según las Reivindicaciones 1 ó 2,
caracterizada por unos medios de calefacción en el interior
del tanque para mantener la solución de absorbente de neu-
trones a una temperatura previamente determinada.

15 4. Una instalación según las Reivindicaciones 1, 2 ó
3, caracterizada porque dichos tanques de almacenamiento es-
tán dispuestos en estrecha proximidad a la vasija del reac-
tor nuclear.

20 5. Una instalación según cualquiera de las Reivindica-
ciones 1 a 4, caracterizada porque dicho tanque de almace-
namiento contiene unos medios de distribución del refrigeran-
te dispuestos a su entrada para producir una distribución
uniforme del líquido que entra en el tanque.

25 6. Una instalación según la Reivindicación 5, carac-
terizada porque dichos medios de distribución de refrigeran-
te comprenden una placa perforada montada en dicho tanque
hacia el interior de dicha entrada.

30 7. Se reivindica por último como objeto sobre el que
ha de recaer la patente de invención que se solicita: UNA
INSTALACION DE PROTECCION PARA UNA CENTRAL NUCLEAR.

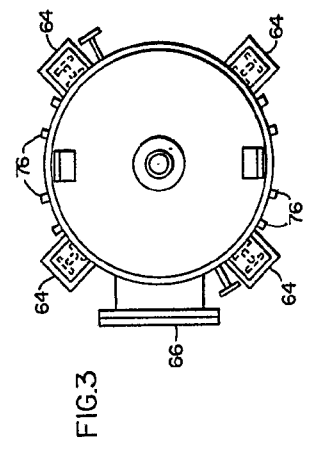
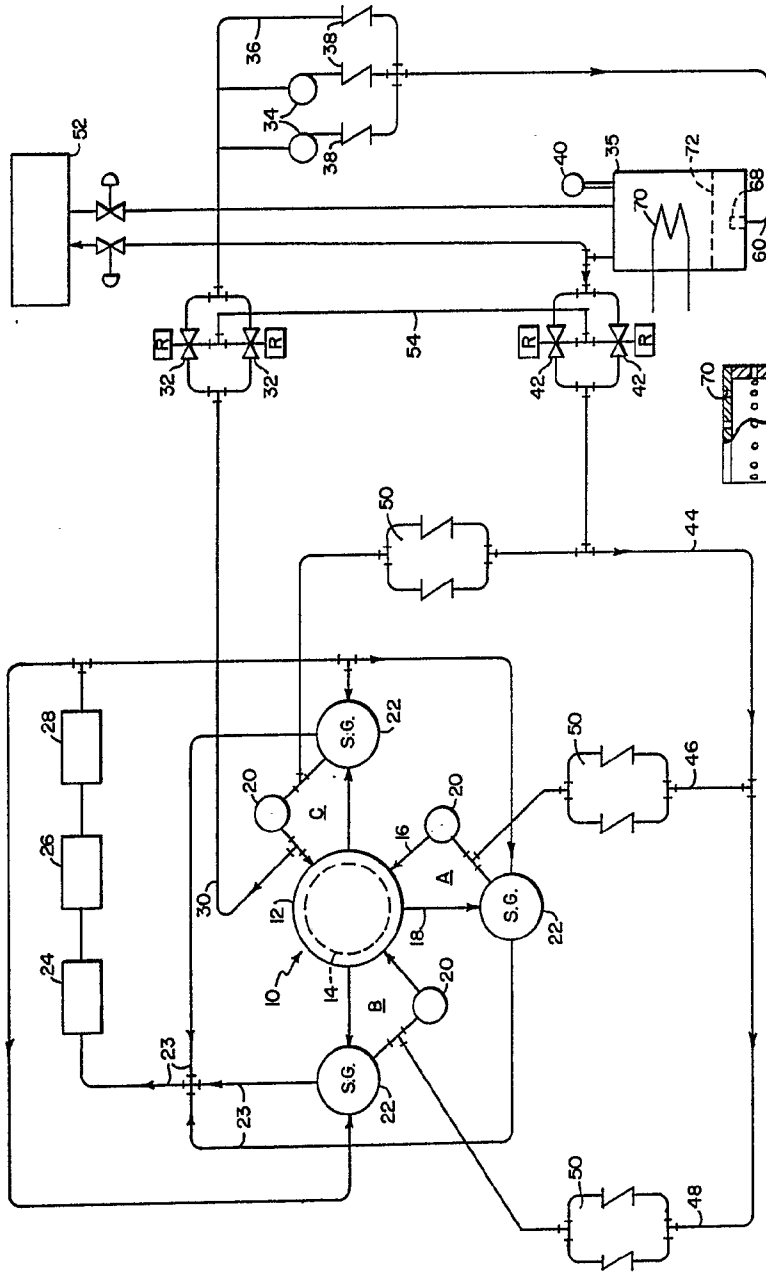


FIG. 3

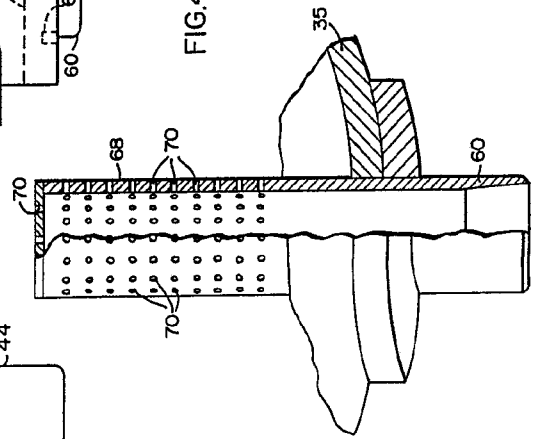


FIG. 4

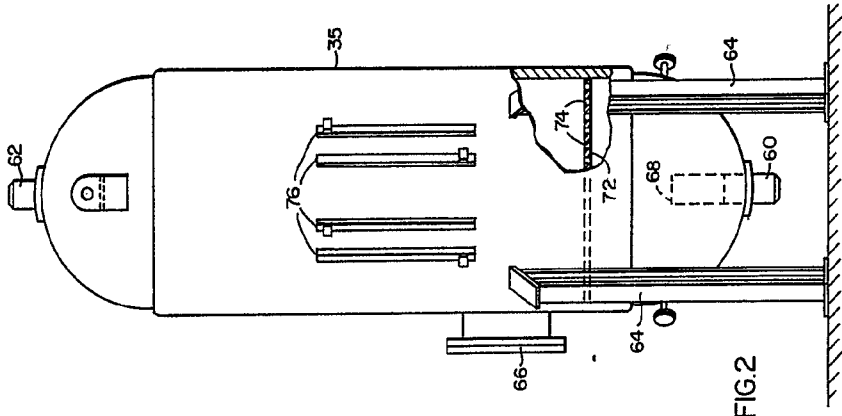


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
 Madrid, 17 Abril 1.974
 BERNARDO UNGHERIA
 P.P.

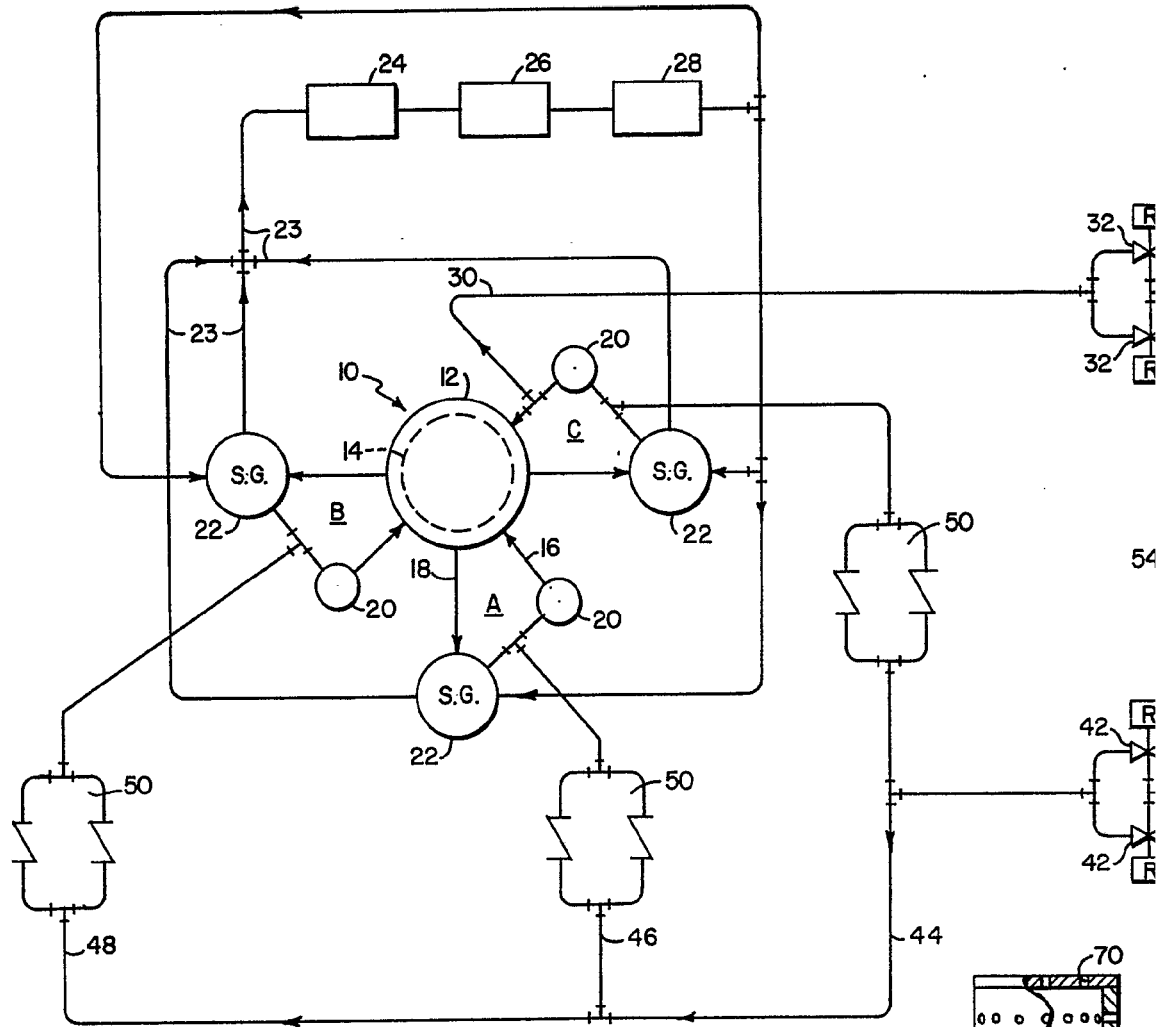
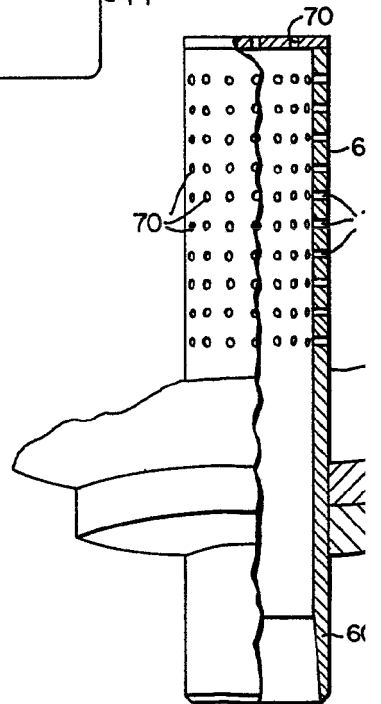
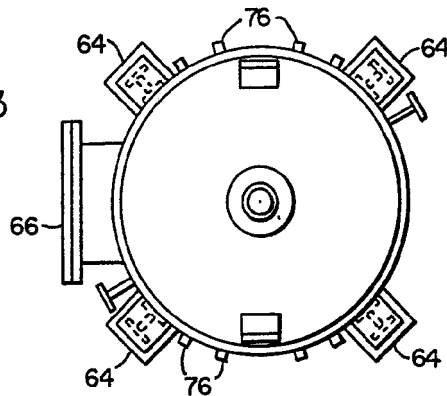


FIG. 3



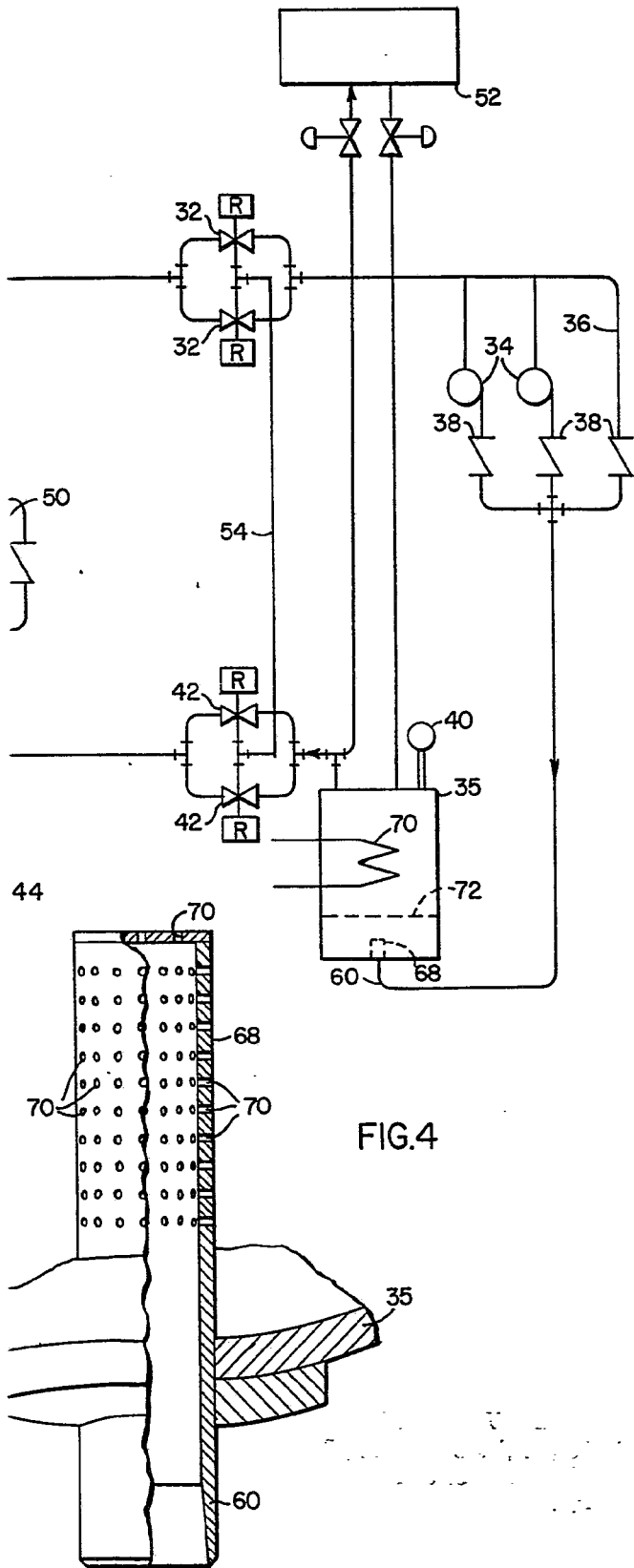


FIG.4

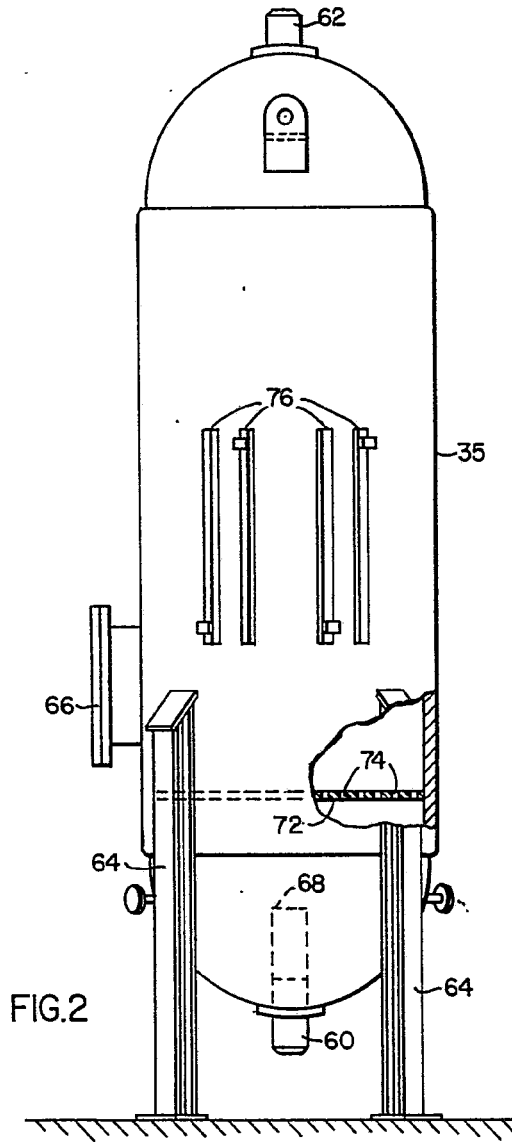


FIG.2

ESCALA VARIABLE
Madrid, 17 Abril 1.974
BERNARDO UNGRIA
P.P.