

451045

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: UN REACTOR NUCLEAR

Prioridad: Patente estadounidense n.º 406.454 del 15-10-1973

IN.-

1 Esta invención se refiere a componentes internos
de reactores nucleares y más especialmente a una disposición
de componentes internos en la que el núcleo se hace accesi-
ble por extracción de las barras de control del reactor y del
5 soporte superior del núcleo como una sola unidad.

 En un reactor nuclear comercial, el calor, a partir
del cual se genera la electricidad, es producido por fisión
de un material fisionable, tal como uranio enriquecido. Este
material fisionable, o combustible nuclear, está típicamente
10 contenido dentro de un núcleo formado por una multiplicidad
de elementos de combustible, coextensivamente dispuestos en
una agrupación paralela separada. Unas barras de control mó-
viles están distribuídas a través del núcleo para controlar
el proceso de fisión. Con frecuencia, las barras de control
15 comprenden una multiplicidad de barras alargadas que contie-
nen materiales absorbentes de neutrones, por ejemplo plata,
indio y cadmio, que ajustan en orificios situados entre los
elementos de combustible con objeto de ser guiadas por ellos
durante el movimiento de extracción e inserción en el núcleo.
20 La inserción de una barra de control en el núcleo añade más
material absorbente y, por ello, modera la reacción nuclear;
por el contrario, la extracción de una barra de control eli-
mina material absorbente y, con ello, intensifica la reacción
nuclear y a su vez la potencia. El núcleo y las barras de
25 control están situados dentro de la vasija del reactor y so-
portados por ella.

 Con objeto de evitar el largo proceso de desmontaje
de los componentes internos del reactor, para recargar, el
conjunto debe ser individualmente desconectado de otro com-
30 ponente o subconjunto de forma secuenciada.

1 El soporte superior del núcleo está inamoviblemente
sujeto a una tapa de la vasija del reactor. De esta manera,
la retirada de la tapa da lugar a la retirada del soporte su-
5 perior del núcleo y de las barras de control que están conec-
tadas al mismo. De esta forma, el núcleo es rápidamente ex-
puesto para la recarga. Como el remontaje implica un proceso
inverso al desmontaje, se deduce que el remontaje del reactor
también se efectúa rápidamente de manera que el tiempo total
de parada para recargar el reactor es mínimo.

10 Sin embargo, los componentes internos superiores son
muy sensibles de manera que la tapa debe ser manipulada cui-
dadosamente para evitar desperfectos a las barras de control
y a otras estructuras.

15 Por lo tanto, el objeto principal de esta invención
es proporcionar una disposición de componentes internos supe-
riores de la tapa en la que las partes sensibles de los com-
ponentes internos superiores están protegidas de manera que
no pueden ser deterioradas durante la retirada de la tapa de
20 la vasija. Con este objetivo a la vista, esta invención resi-
de en un reactor nuclear que comprende una vasija del reactor
con una tapa desmontable, un núcleo que contiene el combusti-
ble nuclear colocado dentro de la citada vasija del reactor
y soportado por ella, un soporte superior del núcleo conecta-
do a la tapa y separable con ella y que comprende la porción
25 superior de dicho núcleo, una multiplicidad de barras de con-
trol montadas sobre dicha tapa para entrar y salir de dicho
núcleo y medios para almacenar dichas barras de control den-
tro de dicho soporte superior del núcleo al extraer las ba-
rras de control del núcleo, cuyo reactor se caracteriza por
30 una pieza cilíndrica que circunda y se extiende por debajo de

1 los extremos inferiores de dichas barras de control con objeto de protegerlas contra los desperfectos cuando se retira la citada tapa, estando conectada dicha pieza cilíndrica a la tapa citada para soportar esta tapa cuando se deposita para su almacenamiento durante la recarga del reactor.

5 La invención resultará más evidente mediante la siguiente descripción de una realización preferida de la misma, mostrada a título de ejemplo solamente, en los dibujos que acompañan a esta memoria, en los cuales:

10 La Figura 1 es una sección transversal de una vasija de reactor que comprende los componentes internos del reactor que incorporan los principios de esta invención;

15 la Figura 2 es una sección transversal detallada del empalme de los componentes internos superiores con los componentes internos inferiores e ilustra además un método para situar un sistema de tubo guía de la barra de control dentro de una columna de soporte;

20 la Figura 3 es una sección transversal tomada esencialmente a lo largo de la línea III-III de la Figura 2;

la Figura 4 ilustra con detalle una llave de alineación para colocar axialmente los componentes internos superiores con respecto a los componentes internos inferiores;

25 la Figura 5 ilustra detalles adicionales de la disposición de los componentes internos superiores en una posición de las toberas de salida del conjunto combustible;

la Figura 6 es una sección transversal tomada prácticamente a lo largo de la línea VI-VI de la Figura 5;

30 la Figura 7 es una sección transversal tomada a lo largo de la línea VII-VII de la Figura 5 y

la Figura 8 es una sección transversal de un método

1 para orientar un montaje de combustible con respecto a los
componentes internos superiores.

5 Como muestra la Figura 1, un núcleo 10 que comprende
una multiplicidad de conjuntos combustibles 11 está conteni-
do dentro de una vasija de presión 12. Un reactor nuclear
típico puede contener 193 ó más conjuntos combustibles; por
lo tanto, el número relativamente pequeño de conjuntos com-
bustibles mostrado en la figura tiene por objeto solamente
una mayor sencillez. Los conjuntos combustibles 11 están so-
portados por los componentes internos del reactor que com-
prenden los componentes internos inferiores y superiores.

10 Los componentes internos superiores comprenden una
estructura superior de soporte 13, una placa superior del
núcleo 14, una multiplicidad de columnas de soporte 15 y una
falda de asiento 16. Los componentes internos inferiores com-
prenden un cilindro de soporte del núcleo 17, una pantalla
del núcleo 18, una placa inferior del núcleo 19 y una estruc-
tura inferior de soporte 20. Los componentes internos infe-
riores proporcionan apoyo inferior y lateral mientras que
20 los componentes internos superiores proporcionan apoyo supe-
rior y lateral al conjunto combustible 11. Como el refrigeran-
te del reactor fluye a través del núcleo en dirección ascen-
dente, los componentes internos superiores deben encargarse
de la masa de las cargas del flujo del refrigerante del reac-
tor. Los componentes laterales superiores y los componentes
25 internos inferiores, por otra parte, deben encargarse de las
cargas de flujo inducidas por el flujo transversal del re-
frigerante del reactor cuando cambia de dirección para en-
trar y salir de la vasija del reactor 12 a través de las
30 toberas de entrada y salida 21 y 22, respectivamente.

1 El control del reactor se consigue mediante una mul-
tiplicidad de barras de control 30 que penetran en la vasija
del reactor 12, se extienden a través de las aberturas si-
tuadas en los componentes internos superiores y ajustan den-
5 tro del núcleo. Las barras de control 30 incluyen una multi-
plicidad de elementos de control 32 unidos a un cubo central
que a su vez está unido a un eje de accionamiento 33. El eje
de accionamiento 33 es la porción de la barra de control 30
que penetra en la vasija del reactor 12 y se extiende a tra-
10 vés de los componentes internos superiores. Los elementos de
control 32 están situados normalmente dentro del núcleo en
unos tubos guía especialmente provistos para este fin.

Las fuerzas del flujo axialmente ascendente sobre los
conjuntos combustibles 11 son transmitidas a la placa supe-
15 rior del núcleo 14, a través de las columnas de soporte 15
y hasta la estructura superior 13. Estas cargas son después
transmitidas a la vasija de presión del reactor 12 en la po-
sición del reborde 35. Como el flujo que sale del núcleo 10
está en una dirección axial con respecto a los conjuntos com-
20 bustibles 11, mientras que el flujo del refrigerante del reac-
tor que sale de la vasija de presión se encuentra en una di-
rección transversal, el refrigerante del reactor debe girar
un ángulo de 90° al abandonar el núcleo y antes de salir de
la vasija del reactor. Este cambio de dirección del refri-
25 gerante del reactor se suma a las cargas de flujo impuestas
sobre los componentes internos superiores. Es comprensible
entonces que los componentes internos superiores deban po-
seer una gran resistencia y rigidez.

30 Como ya se ha mencionado anteriormente, otra función
de los componentes internos superiores es servir como guía

1 estructural para las barras de control mientras se encuen-
tran en una posición extraída o parcialmente extraída con
respecto al núcleo. En las realizaciones ilustradas, los sia
5 temas 40 de tubos guía de las barras de control están aloja-
dos dentro de la columna de soporte 15. Esta disposición pro-
porciona una protección adecuada para las barras de control
al mismo tiempo que utiliza eficientemente el espacio dispo-
nible dentro de los componentes internos superiores.

10 Refiriéndonos todavía a la Figura 1, se observa que
la vasija del reactor 12 comprende una sección de vasija 41
y una tapa desmontable 42. Los pernos prisioneros 43 fijan
la tapa 42 a la porción de vasija 41 de la vasija del reac-
tor 12. Varios adaptadores de penetración 44 se extienden a
15 través de la tapa 42 y están inamoviblemente conectados a
ella, por ejemplo por soldadura. Los adaptadores que com-
prenden unas barras huecas 44 proporcionan un medio de que
el eje de accionamiento 33 de las barras de control penetre
en la vasija de reacción en condiciones de estanqueidad. En
esta invención, los adaptadores de penetración 44 también
20 proporcionan el medio de que los componentes internos supe-
riores puedan estar conectados a la tapa 42. Varias barras
alargadas 45, que están conectadas a rosca a la estructura
superior de soporte 13, se extienden a través de los adapta-
dores de penetración 44 hasta una posición situada sobre la
25 tapa 42. Los extremos superiores de las barras alargadas 45
están soportados sobre la parte superior de los adaptadores
de penetración 44 mediante una tuerca (no mostrada). Una cu-
bierta 46 montada sobre los adaptadores de penetración 44
separa en condiciones de estanqueidad esta disposición de
30 la atmósfera.

1 En las Figuras 2, 3 y 4, sobre las que ahora llamamos
la atención, se muestran diversos detalles ilustrativos de
la invención. Las resistencias relativas de la placa supe-
rior del núcleo 14 y de la estructura superior de soporte 13
5 son fácilmente deducibles de estas figuras. La estructura
superior de soporte 13 es el elemento de soporte primario de
los componentes internos superiores, mientras que la placa
superior del núcleo 14 sirve fundamentalmente para alinear
el extremo superior de los conjuntos combustibles 11. Las
10 toberas 50 que están unidas al extremo superior de los con-
juntos combustibles 11 comprenden una tobera de salida del
conjunto combustible que ajusta el caudal del refrigerante
del reactor que sale de los mismos. Las columnas de soporte
15 15 están unidas a la placa superior del núcleo 14 y a la es-
tructura superior de soporte 13 por medios convencionales
como, por ejemplo, tornillos. El sistema 40 de tubos guía de
la barra de control está soportado dentro de la columna de
soporte 15 por las placas de soporte 51 que están calzadas
a las columnas mediante las piezas 52. Como el refrigerante
20 del reactor efluente del conjunto combustible 11 debe fluir
a lo largo del sistema 40 de tubos guía de la barra de con-
trol que incluye las placas 51 dentro de la columna de sopor-
te 15, la configuración transversal de las placas 51 es tal
que ofrece una resistencia mínima al flujo ascendente del re-
25 frigerante.

 Cuando las barras de control 32 se encuentran en una
posición totalmente extraída sobre el núcleo 10 y dentro de
los sistemas 40 de tubos guía, el extremo inferior de las
barras de control 32 se extiende a través de la tobera supe-
rior 50 hasta el interior de la porción superior del conjun-
30

1 to combustible 11. La falda de asiento 16, por lo tanto, se
hace suficientemente larga para que se prolongue por debajo
de los límites inferiores de las barras de control 32 cuando
5 estas últimas se encuentran en una posición totalmente ex-
traída. De esta manera, los extremos de las barras de con-
trol quedan protegidos contra el deterioro cuando los compo-
nentes internos superiores son levantados de la vasija del
reactor 12 como una sola unidad con la tapa 42 y las barras
de control extraídas 32 y es asentado sobre la falda 16 en
10 una posición de almacenamiento temporal. La carga ponderal
de los componentes internos superiores durante este almacena-
miento temporal es transmitida desde la falda de asiento 16
a la estructura superior de soporte 13 a través de unas co-
lumnas de soporte adicionales conocidas como tubos de sopor-
te de asiento 53. Estos tubos están fijados a la placa supe-
15 rior del núcleo 14 y a la estructura superior de soporte 13
de una manera similar a las columnas de soporte 15, es decir,
por tornillos.

20 Al devolver los componentes internos superiores a su
posición dentro de la vasija del reactor 12, es de absoluta
necesidad la alineación axial de la placa superior del nú-
cleo 14 con respecto al cilindro del núcleo 18 y a la panta-
lla del núcleo 54 unida al mismo. Las llaves de alineación
25 55, mostradas en sección en la Figura 4, separadas a inter-
valos de 90° alrededor de la periferia del cilindro del nú-
cleo 18, están previstas para este fin. Las llaves 55 deben
ser suficientemente largas para cerciorarse de que la placa
superior del núcleo 14 está adecuadamente alineada antes de
30 que la falda de asiento 16 llegue a las toberas superiores 50

1 de los conjuntos combustibles 11 con objeto de evitar cual-
quier interferencia y garantizar la entrada apropiada de las
barras de control 32 en los conjuntos combustibles 11. Las
ranuras en la placa superior del núcleo 14 que encajan con
5 las llaves de alineación 55 llevan unas inserciones endureci-
das. Estas evitan la excoiación y permiten la colocación
precisa de las ranuras con respecto a la placa superior del
núcleo 14. Además, una embocadura convergente incorporada a
las inserciones permite realizar ajustes mínimos en la ali-
10 neación entre los componentes internos superiores e infe-
riores durante el remontaje.

La falda de asiento 16 está fabricada con piezas fun-
didas y está constituida por varias secciones que se adaptan
a la forma general de la pantalla del núcleo 54. Está unida
15 a la placa superior del núcleo 14 mediante tornillos y está
situada con precisión con respecto a dicha placa mediante
dos pivotes de alineación 57 para cada sección fundida.

Las Figuras 5, 6 y 7 ilustran otros detalles adicio-
nales de la realización de este invento, aplicados al ejem-
20 plo del reactor mostrado. Los conjuntos combustibles 11 ilus-
trados comprenden un número relativamente grande de barras
de combustible 60, muy próximas entre sí, que contienen ma-
terial fisiónable. Varios tubos o manguitos de pared delgada
están inamoviblemente fijados a unos elementos de rejilla 61
25 axialmente separados y juntos constituyen un bastidor en el
cual se colocan las barras de combustible individuales 60.
Los manguitos 62 están individualmente unidos a la tobera
superior 50 por medios tales como soldadura. Estos manguitos
62 sirven también el propósito adicional de guiar los elemen-
30 tos 32 de barras de control durante su movimiento dentro de

1 los conjuntos combustibles 11. Aunque hay más conjuntos com-
bustibles 11 que barras de control 30, de manera que cada
conjunto combustible no está necesariamente asociado a un
conjunto de barras de control, cada conjunto combustible 11
5 comprende una multiplicidad de manguitos 62 para su rigidez
estructural. Por lo tanto, en otro aspecto, todos los conjun-
tos combustibles 11 son exactamente iguales. Sin embargo,
para el funcionamiento del reactor, los manguitos 62 no uti-
lizados en los conjuntos combustibles sin barras de control
10 son obturados mediante los tapones de manguito 63.

Los tapones de manguito 63 son recibidos en unos
orificios roscados en el bastidor 64 que está atornillado a
la placa superior del núcleo 14 mediante los tapones de man-
guito 65 de las esquinas, en la forma ilustrada en las Fi-
15 guras 5 y 6. La posición exacta de los tapones de manguito
63 y 65 puede conseguirse mediante un diámetro de alineación
66 que ajusta estrechamente dentro de un orificio 67 situado
directamente debajo de la sección roscada 68. Entre los ta-
pones de manguito 63 y el manguito 62 respectivo se dispone
20 un pequeño espacio libre, del orden de 0,015 a 0,020 pulga-
das (0,381 a 0,508 mm), para limitar el flujo de refrige-
rante del reactor que es flujo derivado y, por lo tanto, in-
deseable a través de estos manguitos 62 no utilizados, hasta
un valor predeterminado aceptable. Los tapones de manguito
25 63 y el tapón de manguito 65 de la esquina están provistos
de una sección central flexible 69 para permitir que se do-
blen y con ello corregir la ligera desalineación entre la
posición de los tapones de manguito y el respectivo conjunto
combustible 11. El extremo inferior de los tapones de mangui-
30 to está ahusado para facilitar la entrada del tapón en su

1 manguito correspondiente. Como los tapones de manguito 63 y
65 están montados en la placa superior del núcleo 14, son sa-
cados con los componentes internos superiores cuando se pre-
para la recarga del reactor y la falda de asiento 16 también
5 sirve para proteger del deterioro estos tapones de manguito.

En las Figuras 5 y 8 puede verse que los pivotes de
alineación 70 se extienden desde esquinas opuestas de la to-
bera superior 50 de cada conjunto combustible 11, entran en
la placa superior del núcleo 14 y la atraviesan. Estos pi-
votos se extienden a través de unos orificios 71 situados
10 con extraordinaria precisión en la placa superior del nú-
cleo 14. Al descender los componentes internos superiores du-
rante el remontaje, después de la recarga del reactor, los
pivotes de alineación 70 sirven para alinear lateralmente
15 los extremos superiores de los conjuntos combustibles 11, lo
que es esencial para una operación apropiada del reactor. La
porción ahusada 72 del pivote de alineación 70 y la entrada
ahusada 73 del orificio 71 en la placa superior del núcleo
14 coactúan para facilitar el remontaje de los componentes
20 internos superiores. En este aspecto, la longitud del pi-
voto de alineación 71 es tal que los conjuntos combustibles
11 están apropiadamente alineados con los componentes inter-
nos superiores antes de que los tapones de manguito 63 y 65
entren en los respectivos manguitos 62 dentro de los conjun-
tos combustibles 11.

En los dibujos, los elementos de barras de control 32
están ilustrados en una posición totalmente extraída. Por
lo tanto, los extremos inferiores de los elementos de barras
de control 32 son coextensivos con los extremos inferiores de
25 los tapones de manguito 63 y 65 y los elementos de barras de
30

1 control 32 se extienden ligeramente hasta el interior de los
extremos superiores de los conjuntos combustibles 11. La ra-
zón es similar a la dada para la colocación de los tapones
de manguito 63 y 65 dentro de los extremos superiores de los
5 conjuntos combustibles 11. Aquí los extremos de los elementos
de barras de control 32 evitan un aumento inaceptable del
flujo derivado del refrigerante del reactor a través de los
manguitos 62 durante la extracción total de la barra de con-
trol 30.

10 Como se ha mencionado anteriormente, un sistema de
tubos guía de barras de control 40 está alojado dentro de
las columnas de soporte 15 con las barras de control asocia-
das con ellos. El sistema de tubos guía de barras de con-
trol 40 comprende varios tubos guía 80 con una configuración
15 transversal igual a la mostrada en la Figura 6. Los tubos
guía 80 que guían los elementos de barras de control 32 du-
rante las operaciones de inserción y extracción de las ba-
rras de control están unidos, por ejemplo por soldadura, a
las placas 51. Las placas 51 a su vez están conectadas ina-
moviblemente a la columna de soporte 15 mediante abrazaderas
de sujeción a resorte 52. En el tipo particular de abrazade-
ra a resorte utilizado, el grado necesario de resiliencia se
20 consigue maquinando una ranura a través de la abrazadera a
lo largo de su longitud. Las abrazaderas a resorte 52 pueden
ser fijadas a las columnas de soporte 15 por medios conven-
25 cionales, por ejemplo tornillos.

30 De la descripción anterior, tomada en combinación
con los dibujos, se observa que las barras de control ex-
traídas están alojadas dentro de unos tubos guía que están
situados dentro de columnas de soporte de los componentes

1 internos superiores, que están circundadas por una falda para proteger y soportar la tapa cuando se retira de la vasija del reactor.

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

REIVINDICACIONES

10 1. Un reactor nuclear que comprende una vasija del reactor con una tapa desmontable, un núcleo que contiene combustible nuclear situado dentro de dicha vasija del reactor y soportado por ella, un soporte superior del núcleo conectado a la tapa y desmontable con la misma que comprende la porción superior de dicho núcleo, una multiplicidad de barras de control montadas en dicha tapa para ser metidas y sacadas del núcleo y medios para almacenar dichas barras de control dentro de dicho soporte superior del núcleo al extraer las barras de control del núcleo, cuyo reactor se caracteriza por una pieza cilíndrica que circunda y se extiende más allá de los extremos inferiores de dichas barras de control con objeto de proteger las barras de control contra el deterioro al retirar la citada tapa, estando conectada dicha pieza cilíndrica a la tapa citada para soportar dicha tapa cuando se deposita para ser almacenada durante la recarga del reactor.

25 2. Un reactor nuclear según la Reivindicación 1, caracterizado porque dicha pieza cilíndrica está conectada a una pareja de placas separadas, interconectadas por una multiplicidad de columnas de soporte donde algunas de dichas columnas de soporte son huecas y reciben a las barras de control mencionadas.

30

1 3. Un reactor nuclear según la Reivindicación 2, don-
de el citado núcleo comprende un cierto número de conjuntos
combustibles, caracterizados porque cada uno de ellos com-
5 prende por lo menos un pivote de alineación unido a su to-
bera superior, extendiéndose dicho pivote a través de un ori-
ficio situado en las placas mencionadas para alinear dicho
conjunto combustible con dicho soporte superior del núcleo,
teniendo cada uno de dichos pivotes de alineación y cada uno
de dichos orificios unas superficies ahusadas cooperantes
10 de manera que la entrada de dichos pivotes en sus respecti-
vos orificios es facilitada cuando la citada tapa se coloca
sobre la vasija.

15 4. Un reactor nuclear según las Reivindicaciones 2 ó
3, caracterizado porque las citadas placas están alineadas
con las citadas columnas de soporte e inamoviblemente conec-
tadas a las mismas mediante unas llaves que se extienden des-
de dichas columnas de soporte hasta unos retenes formados
dentro de dichas placas.

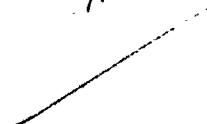
20 5. Un reactor nuclear según la Reivindicación 1, ca-
racterizado porque el soporte inferior del núcleo comprende
una multiplicidad de llaves de alineación alargadas y di-
cho soporte superior del núcleo comprende una multiplicidad
de ranuras de alineación, recibiendo cada una de dichas ra-
nuras de alineación la respectiva llave de alineación con
25 objeto de alinear dicho soporte superior del núcleo con di-
cho soporte inferior del núcleo.

30 6. Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la patente de invención que se solicita:
UN REACTOR NUCLEAR.

1 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la
presente memoria descriptiva que consta de dieciseis pági-
nas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 15 de Octubre de 1.974

BERNARDO JUNGRIA
P.P.



5

10

15

20

25

30

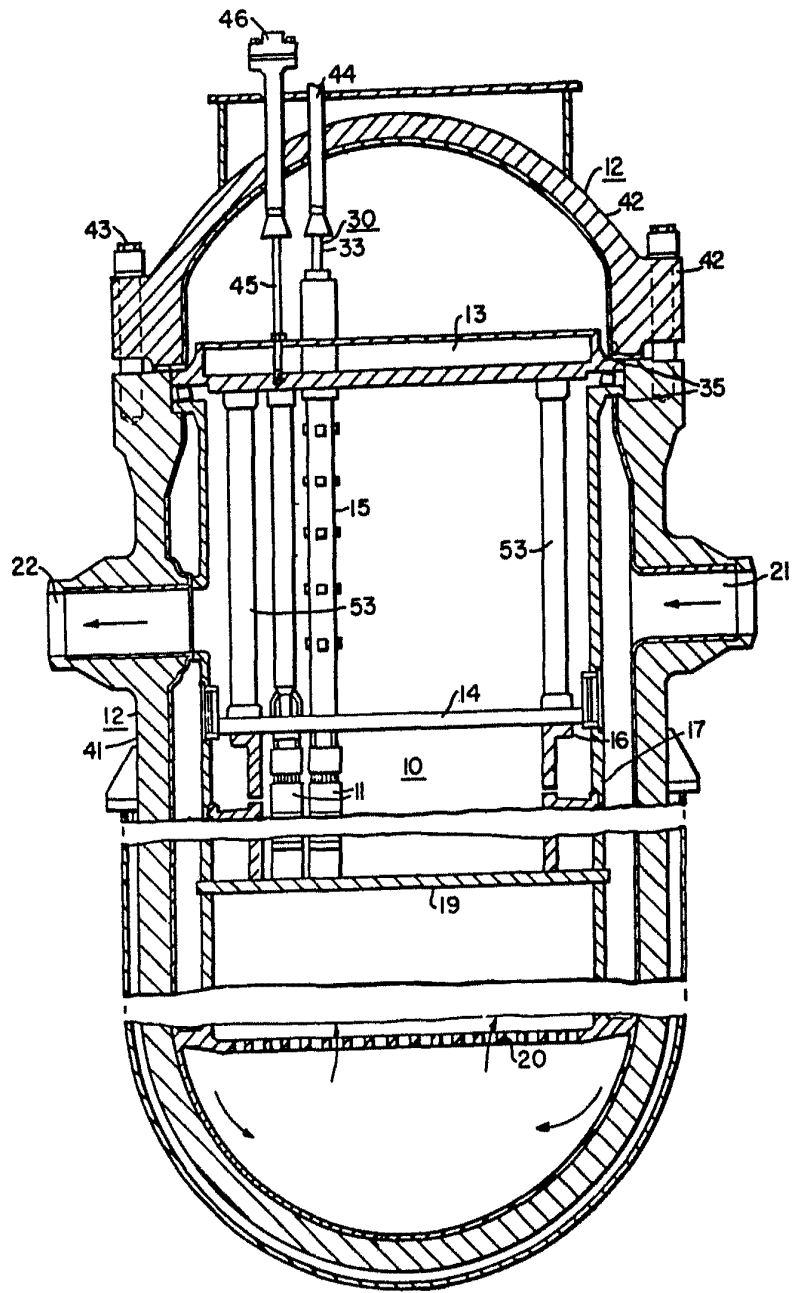


FIG. 1

ESCALA VARIABLE
MADRID, 15 DE Octubre DE 1974
BERNARDO ÚNGRÍA
P. P.

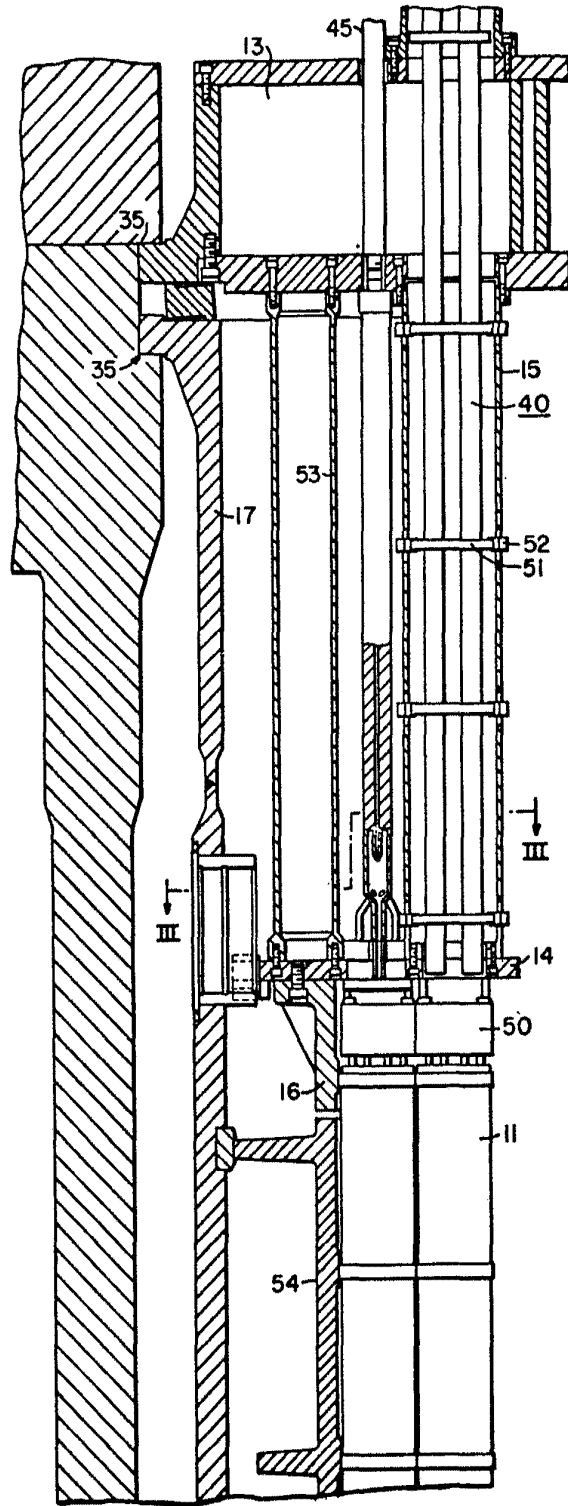


FIG. 2

ESCALA VARIABLE
MADRID, 15 DE Octubre DE 1974
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

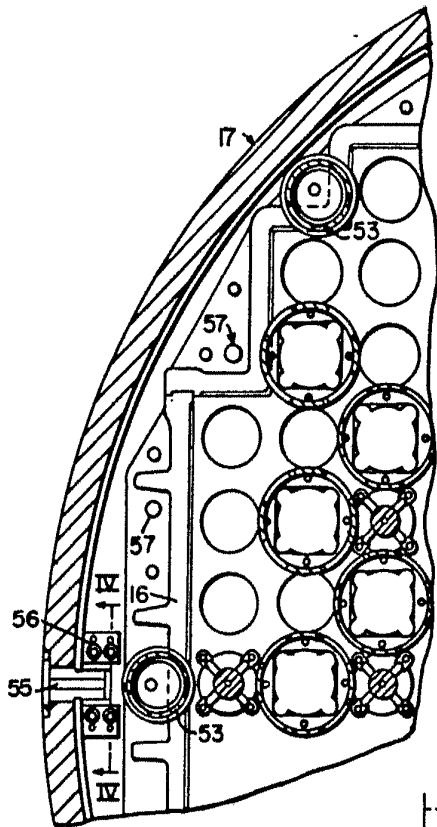


FIG. 3

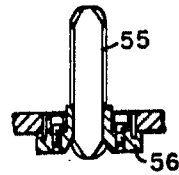


FIG. 4

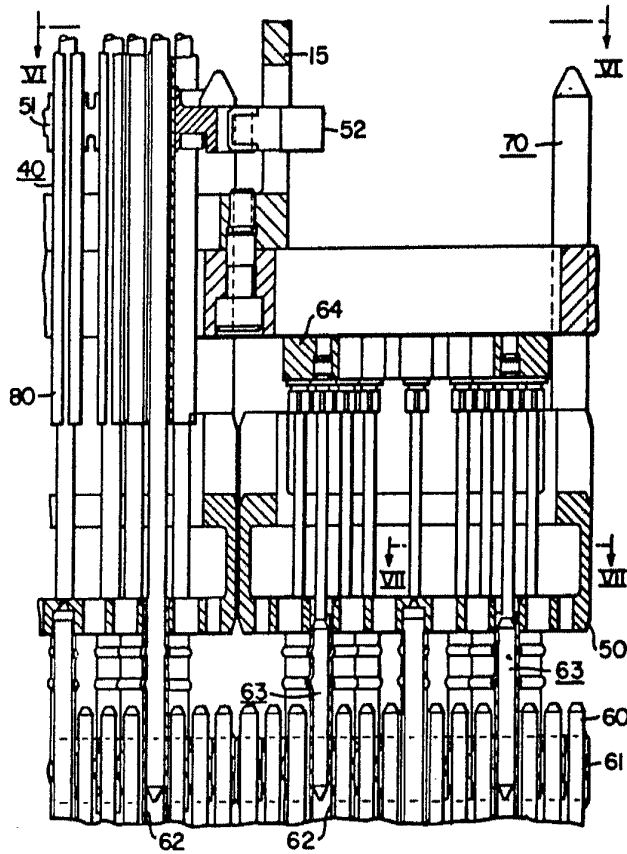


FIG. 5

ESCALA VARIABLE

MADRID, 15 DE Octubre DE 1974

BERNARDO UNGRÍA

P. P.

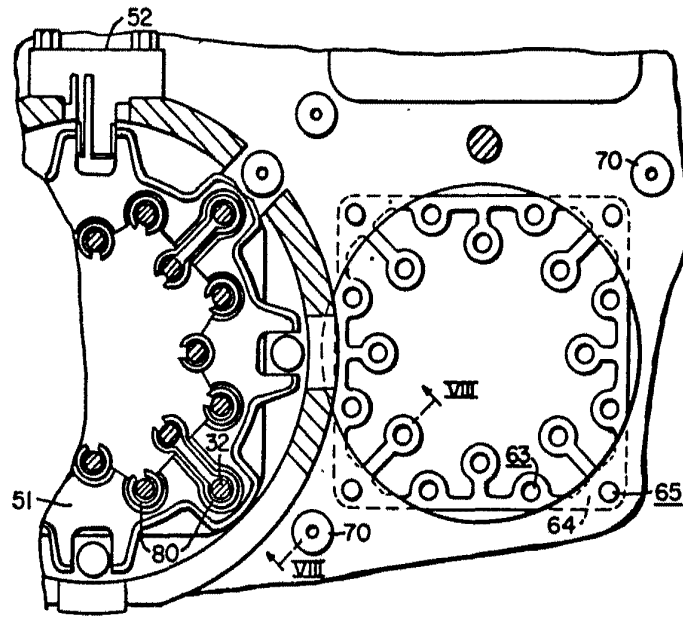


FIG. 6

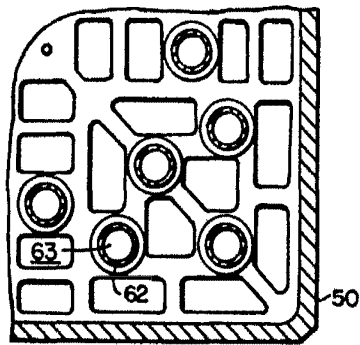


FIG. 7

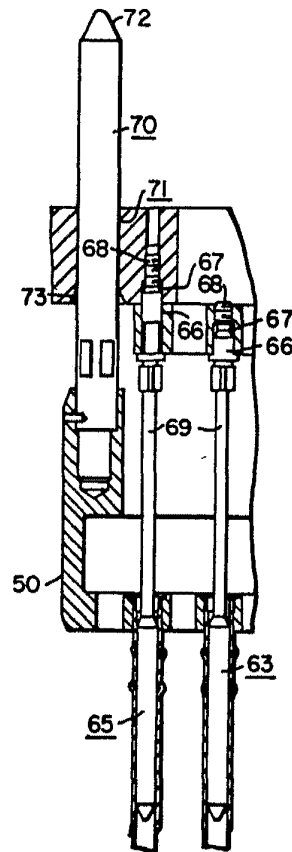


FIG. 8

ESCALA VARIABLE
MADRID, 15 DE Octubre DE 1974
BERNARDO UNGRÍ
P. P.