



346181

MEMORIA DESCRIPTIVA.

=====

PATENTE DE INVENCION.

PAIS : ESPAÑA.

DURACION : 20 AÑOS.

OBJETO : "UN SISTEMA PARA LA REPOSICION DEL
"COMBUSTIBLE DESDE ABAJO EN REACTORES
"NUCLEARES".

=====

A nombre de : CANADIAN GENERAL ELECTRIC COMPANY LIMITED.

Residente en : TORONTO, Ontario, Canadá,
214 King Street West.

Nacionalidad : CANADIENSE.

(P. 2.755.- CG.)
(Serial 945,816;
(945,819; 945,820)

18 OCT



346 18 1

La presente invención se refiere a un dispositivo para manipular cargas sueltas verticales de combustible nuclear, y más particularmente a un dispositivo de reposición de combustible que se utiliza con un reactor nuclear de tubo de presión vertical cuyo combustible se repone desde abajo.

Los dispositivos de reposición de combustible se caracterizaban hasta ahora por la complejidad de los mecanismos empleados y el refinamiento de los medios de control destinados a asegurar el funcionamiento.

La presente invención proporciona un dispositivo de manipulación de combustible que tiene una máquina para la reposición vertical del combustible cuya disposición es más simple. En la realización preferida del invento, el dispositivo se presta particularmente para la cooperación con un reactor nuclear cuyo combustible se carga por debajo, y una máquina de clasificación de combustible con acceso por debajo, en combinación con estructura de válvula esférica, que proporcionan accesos con cierre hermético al reactor y a la máquina clasificadora de combustible respectivamente.

Un objeto de la presente invención es proveer un dispositivo de manipulación de combustible nuclear que sea simple y efectivo.

Otro objeto de la presente invención es proveer un dispositivo que incorpora componentes simples que tienen inter-



conexiones mecánicas sucesivas que proporcionan una interconexión hermética de seguridad entre los componentes cooperantes principales del conjunto.

Otro objeto de la presente invención es la provisión
30.- de un dispositivo de manipulación de combustible que incorpora una máquina de reposición de combustible para acoplar herméticamente con válvulas esféricas mejoradas, que proporcionan acceso a los tubos de combustible a presión de un reactor nuclear y a la boca de acceso destinada a la carga
35.- y descarga de combustible en una máquina clasificadora de combustible.

Las máquinas utilizadas anteriormente para cargar y descargar reactores nucleares por inserción o remoción de barras de combustible en los tubos de reactor, se caracterizaban por
40.- su gran complejidad, con el objeto de proporcionar una colocación exacta de la máquina y el control sucesivo de sus funciones, de manera de asegurar seguridad completa durante la operación de reposición de combustible.

La máquina de reposición de combustible de acuerdo con
45.- la presente invención, proporciona una máquina de reposición de combustible de funcionamiento sencillo, interconectada mecánicamente, que permite reponer combustible por debajo en un reactor vertical.

Con el objeto de proporcionar un cierre altamente efectivo en una zona de elevada actividad de radiaciones de neutrones y gamma, en que generalmente resultan inoperables los
50.- cierres no metálicos, es corriente aumentar la presión de cierre entre la pieza metálica de cierre de la válvula y el asiento metálico de la válvula. Sin embargo, ello presenta
55.- la desventaja de que el accionamiento frecuente de la pieza

346181.18



de cierre de la válvula a través del asiento, da lugar a un desgaste indebido de una u otra, o ambas piezas. Por consiguiente, la presente invención proporciona una pieza de cierre movable en dos modos, y capaz de reducir las fuer-
60.- zas de rozamiento entre la pieza de cierre de la válvula y el asiento de la válvula, mientras que al mismo tiempo se proporciona un cierre hermético entre dichas piezas cuando se encuentran en posición de cierre.

Con el objeto de utilizar las válvulas de acuerdo con
65.- la presente invención en el extremo inferior del tubo a presión de una calandria, para proporcionar acceso del combustible en una máquina cuyo combustible se carga por debajo, la válvula descrita se combina con un adaptador que puede conectarse a la máquina de reposición de combustible du-
70.- rante el proceso de reposición de combustible. Con el objeto de que la máquina de reposición de combustible pueda tener acceso completo al tubo de la calandria, es necesario que el pasaje que atraviesa la válvula en condición de apertura total, sea de un diámetro aproximadamente igual al diá-
75.- metro interno máximo del tubo de la calandria.

Con el objeto de que la máquina de acuerdo con la presente invención pueda ser accionada por una máquina de reposición de combustible tal como la descrita, el eje de rotación de la pieza esférica de la válvula forma un ángulo obli-
80.- cuo con el eje principal del tubo de la calandria, lo que permite proveer a la válvula con un eje de control inclinado hacia abajo, que puede ajustar en el espacio muy limitado de que se dispone.

El dispositivo de manipulación de combustible en cues-
85.- tión proporciona por lo tanto, una máquina de reposición de



- combustible para cargar y descargar el combustible de un reactor nuclear que tiene tubos de combustible abiertos hacia abajo dispuestos en dirección vertical, que comprende: una botella alargada que se extiende verticalmente; medios
- 90.- de transporte para mover la botella horizontalmente hacia coincidencia sustancial con el extremo inferior de un tubo de combustible elegido; medios elevadores para mover el frasco verticalmente conectándole y desconectándolo con un extremo del tubo elegido, y medios de suspensión de la
- 95.- botella que permiten inclinarla desde una posición inicial a una posición inclinada angularmente con respecto a la vertical en comparación con una válvula esférica que proporciona acceso hermético de fluido al tubo de combustible elegido, o a una máquina de manipulación de combustible para cambiar o redisponer algunos elegidos entre una pluralidad de
- 100.- elementos de combustible que constituye una cinta de combustible, por lo cual se puede reponer selectivamente el combustible de un canal de combustible del reactor mientras se encuentra en carga, y es posible controlar selectivamente
- 105.- la característica nuclear de la cinta de combustible.

- Con el objeto de que la máquina cargadora pueda utilizarse con un reactor de tubos de presión moderado con líquido que tiene el combustible nuclear contenido dentro de un tubo de presión, cuya salida inferior se controla por medio
- 110.- de una válvula de salida que proporciona acceso sin restricciones al diámetro pleno del tubo cuando se halla en posición de apertura, la máquina cargadora de combustible proporciona medios para enganchar el pico de la máquina con el extremo inferior del tubo, medios para comprimir refrigerante
- 115.- dentro de la máquina hasta una presión correspondiente a la

- 6 - 346181



del tubo a que la máquina se halla conectada, medios montados en la máquina para producir el funcionamiento de la válvula de acceso del tubo de presión, medios de interconexión mecánica que impiden el funcionamiento de la válvula hasta
120.- que la botella reciba satisfactoriamente presión correspondiente al interior del tubo, y operables luego para provocar el funcionamiento de la válvula hacia una posición de apertura, por lo cual se obtiene comunicación entre el interior del tubo de presión y el interior de la botella de
125.- la máquina de reposición de combustible.

La máquina recargadora o de reposición de combustible, incluye una disposición de armazón rotativo que tiene un eje de rotación paralelo al eje principal de la botella, y un ariete movible desde una primera posición por debajo del almacén de combustible, que permite registrar el almacén en
130.- alineación axial con el tubo de presión siendo luego el ariete desplazable verticalmente para penetración en el tubo de presión.

El desalineamiento entre la botella de la máquina de
135.- reposición de combustible y la válvula esférica de la máquina clasificadora de combustible y el tubo elegido del reactor, se compensa inclinando la botella alrededor de sus medios de suspensión.

Estos y otros objetos y ventajas de la presente invención se desprenden de la siguiente descripción detallada de
140.- la misma, que debe tomarse al solo título de ejemplo, considerada con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 es una vista lateral de la máquina de
145.- reposición de combustible del dispositivo.

- 7 346181



La figura 2 es una vista detallada en perspectiva que muestra el montaje de la botella de la máquina sobre su estructura de soporte.

150.- La figura 3 es una sección vertical diametral de la botella de la máquina.

La figura 4 es una sección vertical de la botella tomada según la línea 4-4 de la figura 3.

La figura 5 es un dibujo del mecanismo de apertura de la válvula del tubo.

155.- La figura 6 es un corte parcial según la línea 6-6 de la figura 3, que muestra el enganche del pico y la disposición de interconexión.

160.- La figura 7 muestra una elevación en corte de un acoplamiento de un extremo del tubo que incorpora una válvula de acuerdo con la presente invención.

La figura 8 muestra una porción de la válvula y pieza de cierre que tiene una disposición de asiento modificada.

La figura 9 es una vista aumentada de una porción de la figura 8.

165.- La figura 10 muestra una disposición alternativa con respecto a la ilustrada en la figura 8.

La figura 11 es una elevación en corte, compuesta, de la máquina de manipulación de combustible.

170.- La figura 12 es una vista aumentada de una porción de la figura 11.

La figura 13 es una vista en planta tomada en el sentido indicado por la flecha "13" de la figura 11.

Máquina de reposición de combustible.

175.- Puede verse en la figura 1 de los dibujos que se acompañan, que la máquina de reposición o recarga de combustible

346 181.18



180.- 20 comprende una botella vertical alargada 21 que tiene un conjunto de pico de enganche 22 en sus extremidades superiores. La botella 21 está soportada por medio del soporte 23 en los medios del soporte 24 de la botella, que comprende un bastidor lateral 25 montado en un pie de soporte 27 mediante patas cargadas elásticamente 28, proveyendo un par de criques hidráulicos 26 del ajuste vertical de la botella 21 con respecta al pie de soporte 27.

185.- El pie de soporte 27 está colocado sobre un carro 29 provisto de ruedas para su desplazamiento transversal en un primer sentido, proveyendo el puente 30 un movimiento transversal en una segunda dirección normal a la primera. Un motor 31 proporciona la transmisión de cadena que permite ubicar el pie de soporte lateralmente por debajo de la calandria del reactor.

190.- Con referencia a las figuras 3 y 4 de los dibujos que se acompañan, la botella 21 que es generalmente de forma cilíndrica esbelta, tiene un almacén rotativo 35 giratorio alrededor de un eje vertical en articulaciones superior e inferior 36, que se ilustra con un par de cámaras de combustible lateralmente abiertas 37 que abarcan toda la longitud del almacén 35. Un árbol motriz 40 y un acoplamiento de transmisión 41 conectan el almacén 35 con un engranaje sinfín accionado por motor hidráulico (no se ilustra).

195.- La máquina recargadora 20 tiene un ariete 43 capaz de desplazarse verticalmente a lo largo del eje de la máquina en el canal 42. El movimiento vertical del ariete 43 se obtiene por medio de un motor hidráulico rotativo 51 que acciona una rueda dentada 45 de la conexión de transmisión

200.- con una cadena sinfín 44 que pasa sobre una rueda loca infe-

205.-

346181

18



rior 46, encontrándose la cadena 44 asegurada a un carro vertical que tiene bogies 47 que se desplazan en rebajos alargados 48. El límite superior del desplazamiento de los bogies 47 está determinado por un tope 48 solicitado elásticamente, mientras que el ariete 43 tiene un amortiguador elástico 50 en su extremidad inferior.

210.- La máquina recargadora 20 tiene un circuito refrigerante que incluye tuberías externas 53 y 54 conectadas a un disipador de calor (no ilustrado). El circuito de refrigeración de la botella incluye una entrada 55 y una salida 56. El refrigerante que ingresa, que es generalmente el mismo líquido utilizado para refrigerar la calandria, circula en sentido descendente por el espacio anular 57 que rodea al almacén, y sube por las cámaras de combustible 37.

215.- Se tiene en cuenta que el disipador de calor puede colocarse en la máquina de reposición de combustible 20, o la máquina puede estar conectada mediante una conexión umbilical con una disposición fija de intercambio de calor.

220.- La máquina 20 está dispuesta de manera de poder asegurarla firmemente en una porción almenada esférica (figuras 3, 6 y 7) del extremo inferior del tubo de calandria o válvula esférica de la máquina clasificadora de combustible.

225.- El pico 22 tiene una boca 68 que tiene una pluralidad de rebajos circulares en la superficie interna definida por dientes 69. La boca 68 del pico, revestida de cobre, se dispone en relación con una porción roscada 76 del cuello 75 de la botella gracias a una caja 71 de la boca del pico. La caja 71 de la boca del pico, tiene una porción internamente roscada 73 montada sobre la porción roscada 76 del cuello de

230.- la botella, para efectuar movimientos rotativos. La boca 68

235.-

346 18 118 001-1967



del pico está llevada por la caja 71 de la boca del pico, efectuándose el movimiento rotativo entre la boca del pico y su caja por medios adecuados tales como clavijas de accionamiento. Un aro dentado 72 de la periferia externa de la caja 71 de la boca del pico, engrana con un par de impulsores 80, 83, que tienen piezas de cremallera 82, 85, que engranan respectivamente con el aro dentado 72 de la caja de la boca del pico. Las tuberías de control de presión hidráulica 81, 81', están conectadas con el impulsor 80 de enganche del pico, que es de doble acción, mientras que la tubería de presión 84 conecta al impulsor de interconexión 83 que es de simple acción, con el dispositivo de compresión de la botella.

La figura 5 de los dibujos que se acompañan, muestra un mecanismo para conexión con la válvula de aislación 120 del tubo de calandria, que permite acceso al tubo de calandria. Un motor hidráulico 90 montado adyacentemente al extremo superior de la botella 21, posee un árbol de salida 91 que tiene un acoplamiento 92 capaz de engranar con un árbol mortajado 93 de la válvula esférica 120 del tubo de calandria. Una chapa de interconexión 95 del árbol 91 coopera con una chapa de interconexión 96 sujeta a la máquina y accionada por un impulsor de interconexión (no se ilustra).

260.- Válvula esférica.

La válvula esférica 120 aparece en la figura 7 de los dibujos que se acompañan fijada al extremo inferior de un tubo tal como un tubo de calandria y comprende una caja partida 121 y 122, teniendo la porción superior de la caja 121, una salida 123 que aloja al tubo, apareciendo la porción

- 11 -
346181

118 CC



inferior 123 de la caja prolongada de manera de incluir un acoplamiento 124 con un entrada pasante 125 conectada con la válvula por intermedio de un pasaje 126.

270.- El medio de cierre de válvula 130 comprende una pieza sustancialmente esférica 131, que tiene un pasaje 132 que la atraviesa. La esfera 131 está soportada rotativamente en muñones 133, 134, montados en cojinetes 135, 136 y provista de un árbol de accionamiento mortajado 93 que se prolonga desde la misma.

275.- La pieza de cierre de válvula 140 aparece montada deslizablemente en el rebajo 142 de la esfera 131, siendo capaz de efectuar movimientos radiales hacia afuera de la esfera, y absorber cierta falta de alineación angular, permitida por el huelgo de 141, poseyendo también un aro de hermeticidad

280.- metálico anular 143, de material relativamente blando tal como el níquel, en la superficie exterior, capaz de entrar en contacto hermético con un asiento 144 de la entrada a la caja inferior 122 de la válvula. El asiento anular 144 es de un material en general duro como la estelita, y se asegura a la entrada de la válvula mediante soldadura o precipitación por soldadura.

285.- Se apreciará que la rotación del árbol de control de válvula 93 mueve la esfera obturadora de la válvula 131 de la posición de apertura ilustrada en que el pasaje 132 constituye una prolongación de la superficie interna del tubo, lo que provee conexión libre con el pasaje 126, a una posición de cierre en que la pieza de cierre 140 se desliza a través del asiento de entrada 144 de la válvula, de manera que en la posición de cierre, el aro de cierre 143 queda 290.- prensado en contacto hermético apretado con el asiento de 295.-



estelita 144.

346181

- 300.- Bajo las condiciones de funcionamiento típicas del reactor nuclear, el tubo de la calandria es un tubo de presión que funciona a presiones del orden de 105 kilogramos por centímetro cuadrado, que contiene un líquido refrigerante, tal como agua pesada. La presión del refrigerante dentro del tubo fuerza a la pieza de cierre 140 a sellarse firmemente contra el asiento 144, teniendo el aro de cierre 143 y el asiento 144 terminación esmerilada. La forma del asiento 144 es tal que la presión de contacto unitaria entre el aro 143 y el asiento 144 se aproxima al límite de fluencia del material del aro 144 bajo condiciones de funcionamiento.
- 310.- Para abrir la válvula 120 de manera de evitar que se raye el aro de asiento 143, la pieza de cierre 140 se levanta de su asiento, por ejemplo mediante la aplicación de presión hidráulica a su cara inferior a través de la entrada 125 de la válvula. Al igualarse la presión de la entrada con la salida de la válvula 120, es posible hacer girar el árbol de control 93 y trasladar la válvula a la posición de apertura sin producir desgaste indebido en el aro de asiento 143, encontrándose la pieza 140 en libertad para deslizarse ligeramente efectuando un movimiento de barrido a través del asiento de válvula 144.
- 315.-
- 320.- En la realización ilustrada en la figura 8, la pieza de cierre 140 tiene un resorte de cierre 147 que actúa contra ella. Con referencia a la figura 9, se observará que el asiento de estelita 144 entra en contacto hermético con una porción lisa 145 del aro de asiento 143, mientras que
- 325.- en las posiciones intermedias, el movimiento de la pieza



- de cierre 140 produce un contacto de frotamiento del nervio anular sobreelevado 146 del aro de asiento 143, contra las caras internas de la caja de válvula 122. De esta manera, se impide el desgaste indebido del aro hermético blando
- 330.- 145. Con referencia a la figura 10, esta disposición de alternativa muestra el uso de una superficie de hermeticidad 145 que tiene un radio de curvatura R1 relativamente grande, y una superficie de frotamiento 148 que tiene radio de curvatura R2 más pequeño, capaz de proveer una separación protectora de la superficie 145 del aro de asiento.
- 335.- Esta última realización facilita esmerilar la pieza de asiento 140 contra el aro de estelita 144 de la entrada de la válvula, o con una herramienta de esmerilar de curvatura apropiada.
- 340.- Se hace ahora referencia a la esfera 131 ilustrada en la figura 7, donde se aprecia que una o más ranuras 150 de la porción superior de la esfera pueden interconectarse con cojinetes de rodillos o de bolillas que proyectándose hacia abajo, forman parte del tapón de blindaje utilizado
- 345.- para soportar las barras de combustible nuclear, que se encuentran en el tubo asegurado a la salida de válvula 123. Mientras que la esfera 131 tiene libertad para girar limitadamente en el sentido de la apertura para proporcionar acceso a través de la válvula, de manera de admitir una
- 350.- porción de sondeo de la máquina de reposición de combustible, la esfera obturadora 130 no puede llegar hasta su posición de plena apertura a menos que los cojinetes del tapón de blindaje que descansan en las ranuras 150 hayan sido levantados de su contacto de interconexión por la sonda
- 355.- insertada.

346181

18 OCT 1967



Debido a la acción de barrido beneficiosa de la pieza de cierre 40 sobre el asiento de entrada 44, se reduce al mínimo la precipitación de sólidos que podrían ensuciar a la válvula.

360.- Máquina de Manipulación de Combustible.

Puede verse en las figuras 11, 12 y 13, que la máquina de manipulación de combustible 119 se ha levantado en conjunto con una cámara blindada 220 para reducir al mínimo la radiación de la máquina. La máquina comprende un tubo de alojamiento nuclear 221 que tiene una porción superior 222 y una porción inferior 223. El acceso a la porción inferior 223 se logra por medio de una válvula esférica de acceso 224 que tiene un árbol de control 225 dirigido hacia abajo y una saliente de sujeción 226, estando la saliente 226 y el árbol de control 225 dispuestos de manera de cooperar con la máquina de reposición de combustible.

La cámara blindada 220 está limitada por una chapa inferior de blindaje 227 y paredes de hormigón 228 que pueden estar refrigeradas por agua. La porción inferior del tubo de recepción o alojamiento 223 se proyecta hacia abajo desde la chapa inferior 227 de la cámara.

Dentro de la cámara 220 de la máquina 219 se encuentra un almacén de cambio de combustible 230, que aparece dibujado con tres cámaras (figura 13). El almacén tiene una pared superior 233, una pared inferior 234 y está soportado por cojinetes superior e inferior 235 colocados en un árbol de soporte 236.

En las realizaciones ilustradas, el tubo receptor de combustible 221, el tubo de despacho de combustible 261 y el tubo de descarga o salida de combustible 217 forman mu-

18 OCT



346181

390.- tuamente ángulos de 120 grados, considerando la vista en planta. Así, las tres cámaras de almacenamiento que muestra la figura 13, entran en coincidencia con los tubos correspondientes de manipulación de combustible cuando una de las cámaras del almacén se alinea con uno de los tubos.

395.- El tubo receptor de combustible 221, está provisto de cierres superiores de retención de combustible 240 en la porción superior 222 del tubo, que tiene un tubo superior de enganche 242 y un collar anular de accionamiento 243, mientras que la porción intermedia del tubo receptor de combustible formada por la cámara 231 del almacén (figura 11) incluye cerrojos inferiores de retención del combustible 241 y un tubo inferior de retención 244 juntamente con un collar 245 de accionamiento del tubo de retención.

400.- Los cerrojos o cierres de retención del combustible 240, 241, son controlados mediante vástagos de control de cerrojos cargados elásticamente 246 que enganchan con los collares de accionamiento 243, 245, respectivamente. Los vástagos de control superior e inferior 246, se conectan entre sí por medio de una biela 247 a la que se fija una manivela 248. Un vástago de control en vaivén 249, conectado con la manivela 248 para ubicarla angularmente, se guía por medio de un buje 250, y tiene una traba 251 capaz de asegurarse en una posición de fijación superior o inferior de una ranura 252.

410.- La ubicación angular del almacén rotativo se efectúa por medio del aro dentado 255 impulsado por el piñón de control 256 mediante un árbol de accionamiento 257 al que se sujeta un indicador de posición 258 y una manija de accionamiento 259.

415.-

346181



- El puesto de descarga de combustible 265 (figura 11) incluye un tubo de apertura de cerrojo 266, cuya posición se controla por medio de un brazo de control articulado 267, accionado por un vástago de control en vaivén 268. El
- 420.- puesto de descarga 265 incluye un tubo de salida de combustible 270 que tiene una válvula plana cargada elásticamente 271 en su extremo inferior que proporciona acceso a un caño de transporte 272 para transportar el combustible nuclear gastado a un depósito de combustible.
- 425.- La posición de la cinta de combustible nuclear dentro del tubo receptor 221 está dada en un indicador de cuadrante 292. La pesa 286 cuelga de un tambor de arrollamiento 288 por medio de un cordón de suspensión 287, siendo el tambor impulsado en la dirección de montaje con el objeto de absorber el aflojamiento del cordón 287 por medio de un resorte relativamente débil 293. La posición de la pesa de contacto 286 dentro del tubo 222 se transmite por medio del árbol de accionamiento 289 del indicador a la rueda dentada 291 por intermedio de un tornillo sinfin (no se ilustra) accionando
- 430.- la rueda 291 al indicador 292 de la posición de la cinta de combustible.
- 435.- El dispositivo de abastecimiento de refrigerantes 225 comprende un caño colector 296 que alimenta una boquilla de rociar 297. El refrigerante utilizado en este caso es deuterio, y el dispositivo 297 incluye un control del nivel y una bomba de circulación con intercambiador de calor. El dispositivo incluye también un caño de drenaje 298 que conduce desde el tubo de salida de combustible 270 hasta la porción inferior 223 del tubo de recepción de combustible, y de allí,
- 440.- por intermedio del caño de retorno 299 vuelve al dispositi-
- 445.-



346181

vo refrigerante.

Funcionamiento de la Máquina de Reposición de Combustible.

450.- Para retirar una columna de barras de combustible nuclear contenida en una disposición apilada dentro de un tubo de calandria, para sustituirla por una pila de combustible de reemplazo ubicado dentro de la cámara de combustible 37 del almacén de la máquina de reposición de combustible 35, se sigue el procedimiento indicado a continuación.

455.- La máquina de reposición de combustible 30 se coloca en una posición aproximada por debajo del tubo de calandria elegido para cambiar el combustible mediante motores de accionamiento del carro tales como el motor eléctrico 31 y un motor correspondiente (no ilustrado) que acciona a la pieza de puente 30. Puesta en posición debajo del tubo elegido, 460.- el accionamiento de los criques verticales 26 mueve hacia arriba a la botella 21 hasta que el pico 22 se desliza sobre los extremos dentados 67 del acoplamiento terminal 120 del tubo de calandria. La boca del pico, forrada de cobre, recibe el acoplamiento terminal en forma hermética, y la 465.- caja 71 de la boca del pico se desplaza engancho los dientes 69 del pico por admisión de fluido de presión hidráulica a la conexión 81' del impulsor del enganche del pico de doble acción 80, lo que desplaza a la caja de la boca del pico 71 en el sentido de la rotación de las agujas del reloj (figura 6). Este movimiento en el sentido de 470.- la rotación de las agujas del reloj, sirve también al mismo tiempo para mover hacia abajo la caja 71 de la boca del pico por engrane entre las porciones roscadas 73, 76, lo que transfiere una porción del peso de la máquina de reposición de combustible al acoplamiento terminal del tubo de 475.-

346181



la calandria 120. Durante esta acción de enganche, el aro dentado 72 de la boca del pico impulsa la cremallera 85 del mecanismo de interconexión 83 a la posición ilustrada en la figura 6.

- 480.- Antes de abrir la válvula de ajuste del extremo del tubo para proporcionar acceso al tubo de la calandria, se somete primero a presión el dispositivo de refrigeración de la máquina de reposición de combustible, hasta una presión aproximadamente igual a la presión existente dentro
- 485.- del tubo de la calandria (generalmente del orden de 28 a 35,2 kilogramos por centímetro cuadrado). Además de dar la seguridad de que la máquina de reposición de combustible está completamente llena de líquido refrigerante, el cierre hermético del pico con el acoplamiento terminal inferior se verifica también por la aplicación de presión,
- 490.- mientras que el fluido a presión admitido por la conexión 84 al impulsor de interconexión 83 asegura que el pico no se puede desconectar del acoplamiento del tubo mientras se somete a presión la máquina de reposición de combustible,
- 495.- siendo el área transversal efectiva del impulsor 83 mayor que el área transversal efectiva del impulsor 80, con respecto a las presiones de funcionamiento.

- 500.- La presión de la botella 21 acciona también sobre un impulsor de interconexión 98 dibujado en líneas de puntos (figura 5) para retirar la chapa de interconexión 96 venciendo la presión de un resorte 99, con el objeto de permitir la rotación de la válvula de aislación del tubo por parte del árbol 91 del motor hidráulico 90. La admisión de fluido comprendido al motor hidráulico 90 provoca la
- 505.- rotación del acoplamiento 92 que acciona la válvula en el



346181

sentido de su apertura.

El funcionamiento del motor hidráulico 51 del mecanismo del ariete, provoca la rotación de la cadena 44, que obliga a los bogies 47 a subir en el rebajo 48 y guía el extremo superior del ariete 43 hacia arriba pasando por la válvula abierta hasta el interior del tubo de calandria. La porción superior más estrecha o cuello del ariete 43, puede penetrar a través de la válvula parcialmente abierta, para entrar en relación de soporte con la pila de combustible nuclear situada dentro del tubo de la calandria antes de retirar el soporte de la válvula. La retracción del ariete 43, cuando la válvula ya está enclavada en la posición de apertura total, permite que baje la pila de combustible desde el tubo, pasando por la válvula y el acoplamiento terminal del tubo, hasta caer en una de las cámaras de combustible 37 que registra con el tubo de calandria. Debido a la sección reducida del ariete 43, es posible entonces hacer girar parcialmente el almacén 35 alrededor de su eje vertical sobre articulaciones 36, para transferir la carga del combustible nuclear retirado, hasta la estructura del almacén. La retracción completa del ariete 42 permite entonces que la carga de combustible nuevo situado dentro de la cámara de combustible opuesta 37, entre en registro con el tubo de calandria, insertándose el extremo superior del ariete 43 dentro de la cámara de combustible parcialmente registrada 37 antes de lograr el registro completo, con el objeto de transferir la carga de la nueva pila de elementos combustibles, al ariete 43.

La secuencia de acontecimientos se practica luego en orden inverso, lo que permite recargar de combustible al

346181

18 OCT 1955



tubo que interviene, mientras se mantiene la máquina de reposición de combustible en relación de enganche hasta terminar la operación, y el tubo de la calandria queda aislado con seguridad en su condición original.

540.- Cuando se afloja la presión interna de la botella, el impulsor de interconexión 83 puede ser vencido por el impulsor de conexión 80 que opera en sentido inverso desconectando el pico.

Funcionamiento de la Máquina de Manipulación de Combustible.

545.- En el funcionamiento, una cinta de combustible nuclear usado se trae hasta la máquina de manipulación de combustible, desde el reactor, en la máquina de reposición de combustible, que se asegura a la máquina de manipulación de combustible por medio de la pieza saliente 126 de la válvula esférica, y cuando las dos máquinas están interconectadas con seguridad, se abre la válvula esférica 224 por rotación del árbol de control 225 que es puesto en marcha por la máquina de reposición de combustible.

555.- Una cinta nuclearmente caliente, que incluye elementos de combustible gastados que deben cambiarse, se desplaza hacia arriba pasando por la válvula esférica 224 hasta el tubo receptor 221, y se ubica verticalmente de tal manera que un elemento de combustible a quitar queda sostenido por los cerrojos inferiores de combustible 241, mientras que la porción precedente de la cinta de combustible está soportada por los cerrojos de combustible superiores 240.

560.- Con los elementos de la cinta de combustible en las posiciones deseadas, el funcionamiento de la manija de enganche 253 del cerrojo produce un movimiento descendente de los tubos de fijación del cerrojo 242, 244, lo que fija a los

565.-

346181



elementos combustibles en sus posiciones respectivas.

570.- Debe mencionarse aquí, que la ubicación de la cinta de combustible dentro de sus tubos, se facilita gracias al empleo del indicador de posición del combustible, que muestra donde se encuentra la parte superior del elemento combustible más alto, o puede graduarse de manera de indicar con un número el elemento combustible que se halla dentro del almacén de cambio de combustible 230.

575.- La rotación del almacén en el sentido de la rotación de las agujas del reloj, tal como se observa en la figura 13, hace atravesar al almacén 231 juntamente con su unidad de combustible usado hasta que registra con el puesto de descarga de combustible 265, mientras que los otros puestos de la máquina de manipulación, quedan correspondientemente alineados con cámaras del almacén, lo que permite el acceso a través del almacén.

585.- El accionamiento en sentido descendente del vástago de control 268 eleva al tubo de apertura de cerrojo 266 de manera de abrir los cerrojos 241 en tal forma que el elemento combustible cae hacia abajo hacia el tubo de salida 270 desde donde se suelta por medio de la válvula de aleta solicitada elásticamente 271, para transporte al almacén de combustible usado pasando por el caño 272.

590.- El movimiento descendente inverso del vástago de control 268 suelta los cerrojos 241 que retornan hacia adentro bajo la acción de sus resortes de retorno mientras que el almacén se encuentra libre entonces para girar en el sentido de la rotación de las agujas del reloj hasta otra posición.

595.- Mediante el uso de la manija de control 259, se regis-



tra el almacén 230 de manera que la cámara 231 entra en correspondencia axial con el pasaje o boca de combustible nuevo 261, por el cual se hace descender un elemento de combustible de reposición empleando medios adecuados tales como a
600.- mano empleando una herramienta simple que comprende un tubo externo que tiene un apéndice a modo de cerrojo en su extremo inferior, por medio de lo cual el elemento de combustible de reemplazo puede ubicarse suave y exactamente dentro de la cámara 231 del almacén en relación de soportación con los
605.- cerrojos 241.

La rotación adicional del almacén de combustible en un tercio de vuelta completa en el sentido de la rotación de las agujas del reloj, lleva a la barra de combustible de reemplazo a registrar con las porciones superior e inferior
610.- 222, 223 del tubo de recepción de combustible 221. Luego de esta ubicación, el vástago de control del cerrojo solicitado elásticamente 246, engancha nuevamente con el rebajo del collar impulsor anular 245.

El movimiento ascendente del ariete 43 (figura 3) de
615.- la máquina de reposición de combustible, eleva al elemento de combustible recién colocado hasta que entra en contacto con el resto de la cinta de combustible. Al soltar los cerrojos superior e inferior moviendo en sentido inverso la manija 253 de control de bujes que sueltan a los cerrojos,
620.- quedan estos últimos sueltos de manera que la cinta de combustible recargada puede retornar a la máquina de reposición de combustible para su transporte y colocación en el reactor nuclear.

La provisión del puesto correspondiente se mantiene
625.- en todo el almacén tal como muestra la figura 13 y permi-



te la reposición limitada del resto de la cinta de combustible en lo que respecta al nuevo elemento que se adiciona, con el objeto de permitir flexibilidad de funcionamiento y la utilización óptima del combustible.

- 630.- El agua pesada que sirve de refrigerante se acumula en la porción inferior 223 del tubo receptor, siendo el caudal de la rociadura controlado con el objeto de evitar que la temperatura de la cinta irradiada alcance a un nivel destructivo o peligroso. No es necesaria refrigeración en la boca de reposición de combustible 261, mientras que se impide dentro de lo posible, la transferencia de agua pesada refrigerante a través de la válvula elásticamente solicitada 271 con el objeto de conservar el agua pesada, cuyo precio es elevado.

- 640.- Aún cuando la descripción que antecede se refiere a un dispositivo correspondiente a un reactor nuclear vertical moderado con agua pesada, se entenderá que los componentes del dispositivo son adecuados para emplearlos con otras disposiciones.

- 645.- Además es indudable que pueden llevarse a la práctica muchas realizaciones ampliamente diferentes de la presente invención, pero siempre y cuando sin apartarse de los principios fundamentales que se especifican claramente en las cláusulas reivindicatorias que siguen a continuación.

650.- N O T A.-
=====

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

- 1º.- Un sistema para la reposición del combustible des-



- 655.- de abajo en reactores nucleares en carga del tipo de corriente descendente, enfriados por líquido, con tubo de presión, teniendo los reactores medios de acceso individuales que se extienden hacia abajo desde cada tubo citado, sistema que incluye una máquina para la reposición del combustible destinada a acoplarse a dichos medios de acceso y que tiene medios de soporte por ruedas, y una botella vertical destinada a contener una pluralidad de elementos combustibles para el reactor, caracterizado porque dicha máquina está provista de una boquilla en dicha botella para su acoplamiento de bloqueo en
- 660.- dirección hacia arriba con uno de dichos tubos, medios de pistón destinados a penetrar dentro del tubo, medios de cargador para recibir dicho combustible en disposición libre, medios de tubo para conducir líquido a la presión del reactor a dicha botella y medios de bloqueo mutuo para impedir el desacoplamiento indeseado de dicha máquina cuando se halla en estado acoplado.
- 665.-
- 670.-

2º.- El sistema del punto 1º, en el cual dichos medios de acceso individuales del reactor incluyen una válvula de bola para recibir dicha boquilla en relación estanca con ella.

- 675.- 3º.- El sistema del punto 1º o del 2º, que incluye un componente selector del combustible que tiene un acceso por abajo para recibir dicha boquilla en relación estanca con ella, teniendo dicho componente de selección un cargador rotativo, medios fijadores para retener a dichos elementos combustibles en
- 680.- el componente selector, y medios de tubo de combustible para entregar combustible nuevo a dicho cargador para su carga en dicha máquina de reposición del combustible.

- 4º.- El sistema del punto 1º, en el cual cada uno de dichos medios de acceso individuales a los tubos incluye una
- 685.- válvula de bola, teniendo dicha máquina de reposición del com-



685.- Sustible un mecanismo que acciona la válvula de bola para abrir y cerrar una de dichas válvula.

690.- 5º.- El sistema del punto 4º, en el cual dicho acceso por abajo al componente selector es una válvula de bola, estando destinado dicho mecanismo de accionamiento, que va en la máquina de reposición del combustible, a aplicarse a ella para abrirla y cerrarla.

695.- 6º.- El sistema del punto 4º i del 5º, en el cual dichos medios de pistón se extienden a través de una válvula de bola mencionada cuando dicha válvula está en la posición parcialmente abierta para aplicarse en relación de soporte a un elemento combustible situado encima de la válvula de bola.

700.- 7º.- El sistema de cualquiera de los puntos precedentes, en el cual dicha máquina de reposición de combustible incluye una caja con pico que tiene un mecanismo de enclavamiento hidráulico para impedir el desbloqueo de dicha caja con pico mientras está puesta a presión dicha máquina de reposición del combustible.

705.- 8º.- El sistema del punto 7º, en el cual dichos medios de cierre de la válvula de bola incluyen un miembro de bola que tiene un eje de accionamiento rotativo que se extiende oblicuamente hacia abajo desde dicha válvula para permitir el accionamiento de la válvula por dicha máquina de reposición del combustible desde una posición debajo de la válvula, teniendo dicho miembro de bola ranuras de enclavamiento en una parte superficial del mismo para aplicación con un fiador de enclavamiento, permitiendo la apertura limitada de la válvula y el paso de una parte de la máquina de reposición del combustible a su través.

710.-

715.-



9º.- UN SISTEMA PARA LA REPOSICION DEL COMBUSTIBLE
DESDE ABAJO EN REACTORES NUCLEARES", todo tal y conforme
se describe en la presente Memoria, la cual consta de 720
líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos
720.- dibujos.

Madrid, 18 OCT, 1967

346181

ESCALA VARIABLE.

18 OCT 1967

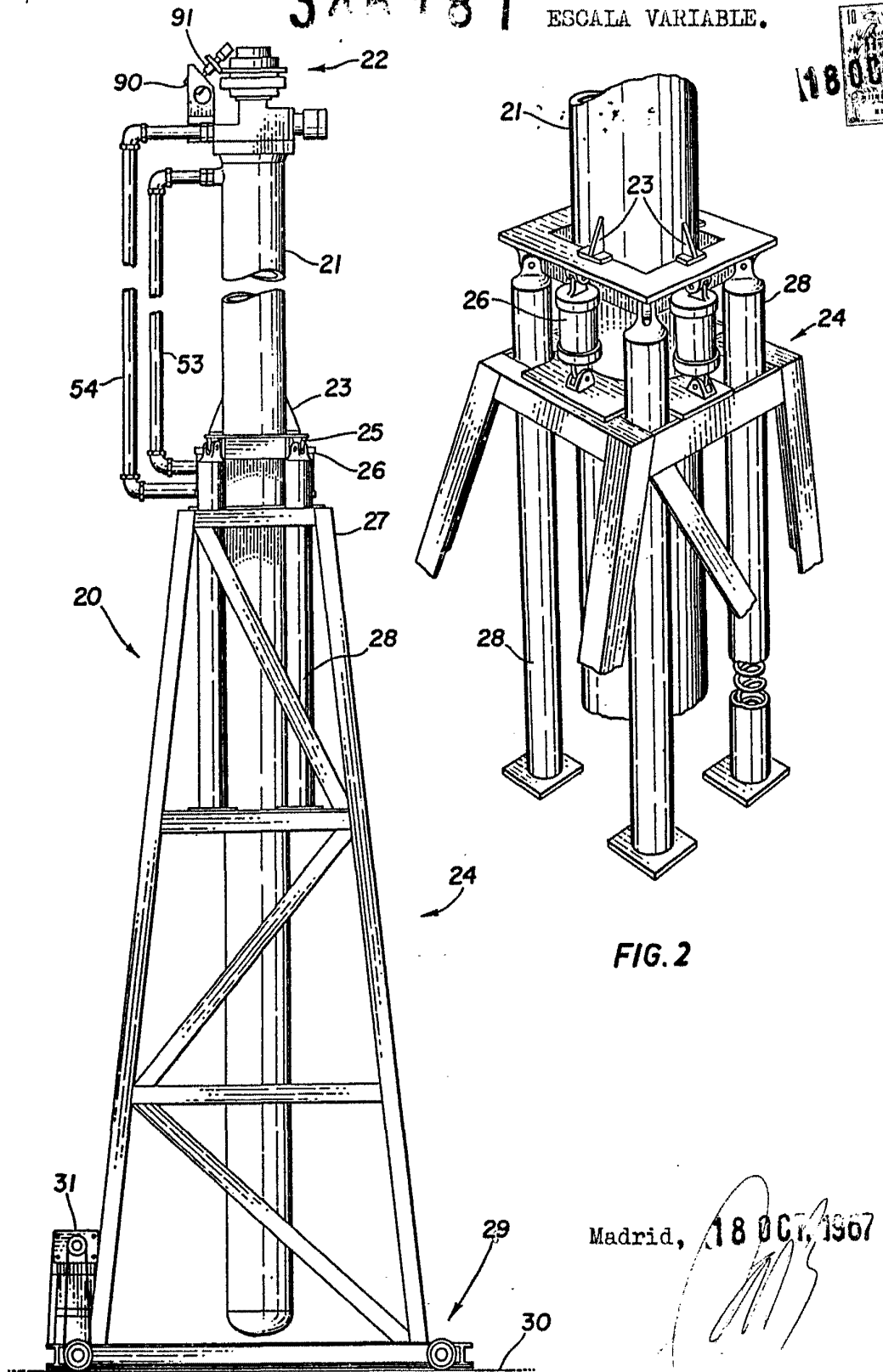


FIG. 1

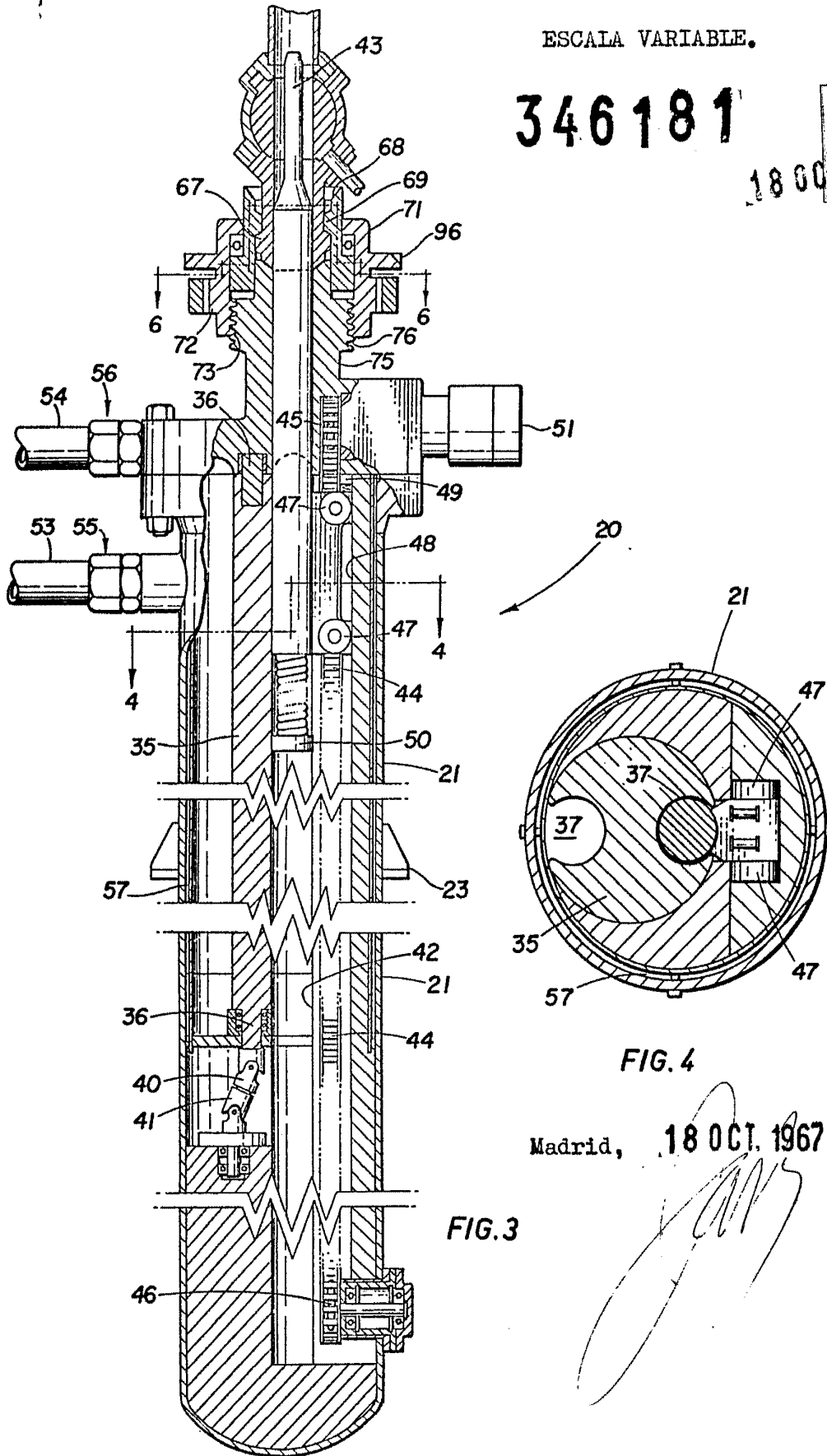
FIG. 2

Madrid, 18 OCT. 1967

ESCALA VARIABLE.

346181

18 OCT 1967



ESCALA VARIABLE.

346181



18 OCT 1967

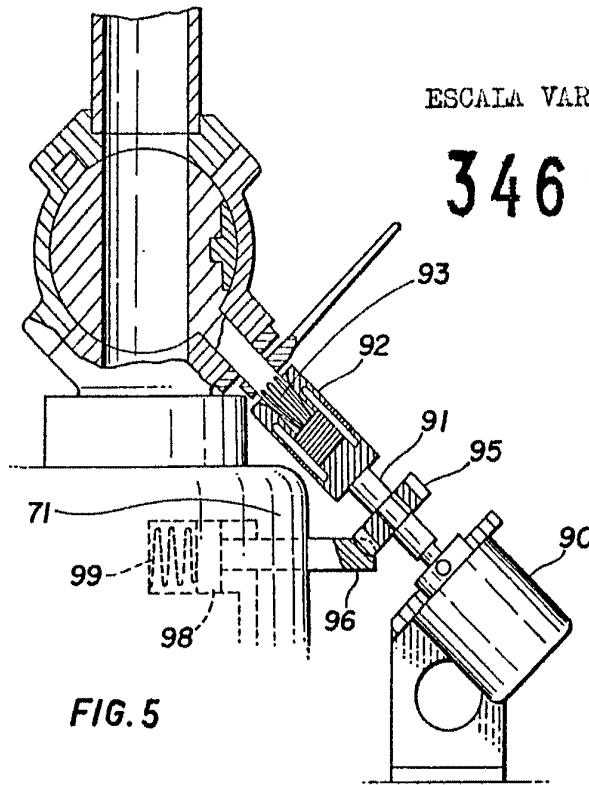


FIG. 5

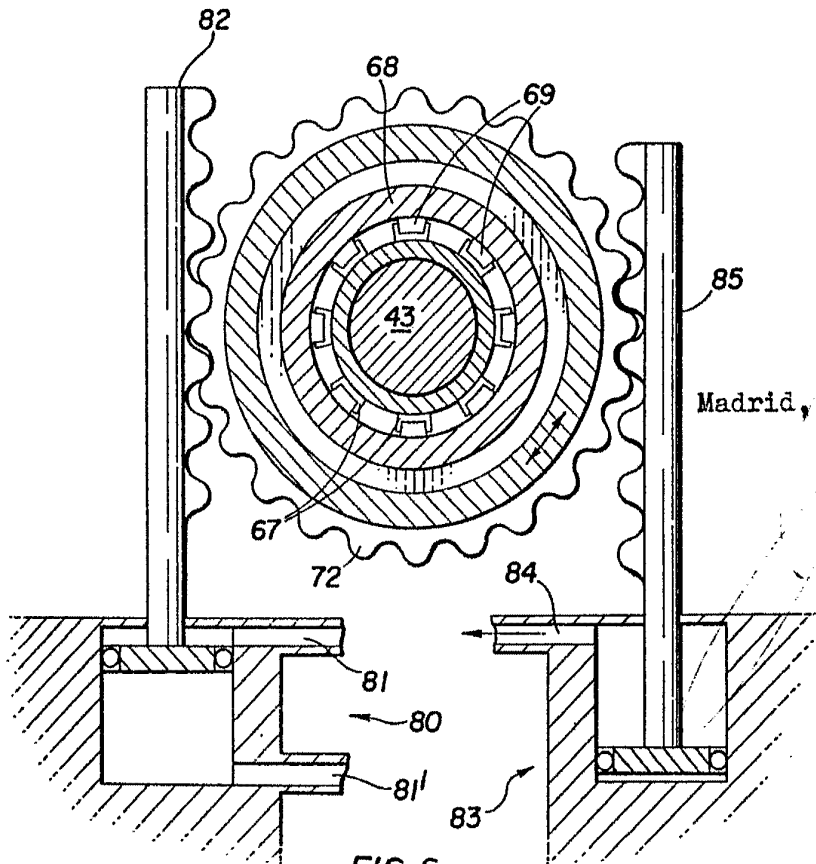


FIG. 6

Madrid,

18 OCT. 1967

ESCALA VARIABLE.

346181

18 OCT 1967

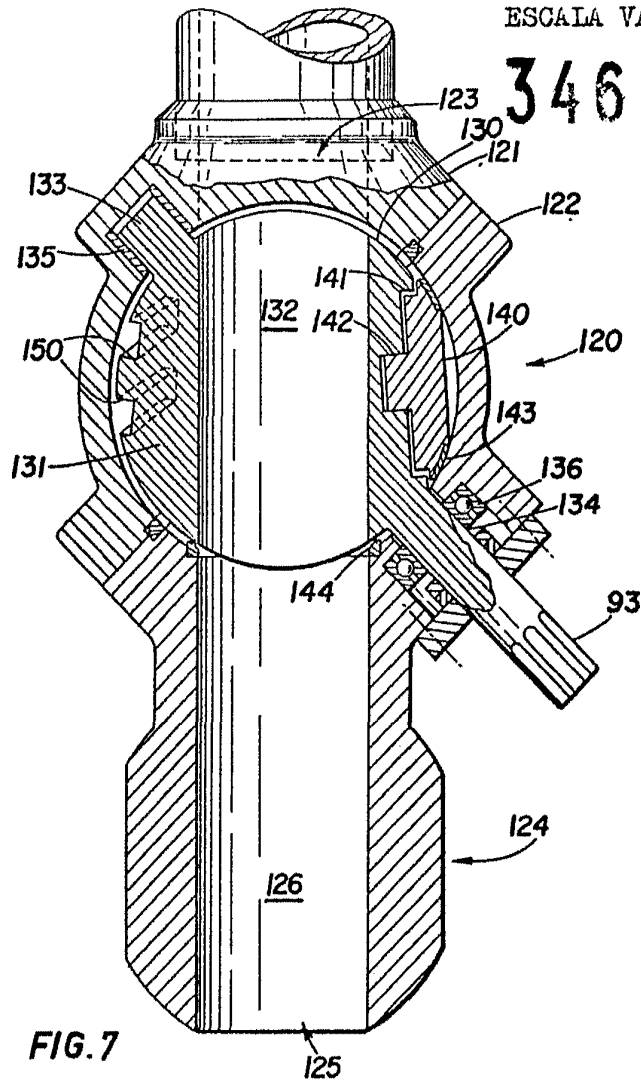


FIG. 7

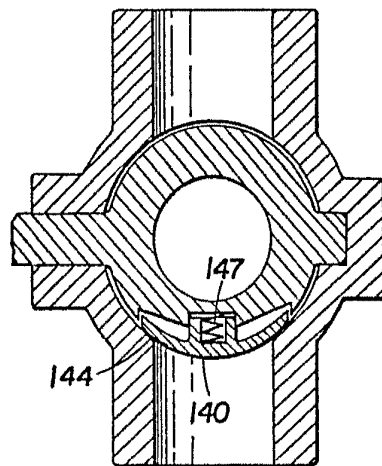


FIG. 8

Madrid, 18 OCT. 1967

ESCALA VARIABLE.

346187

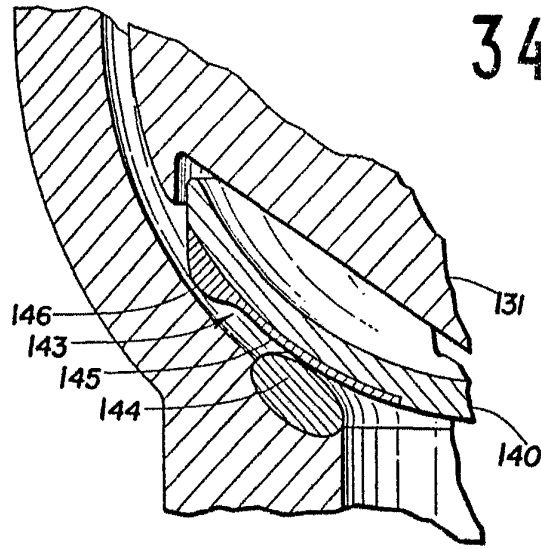


FIG. 9

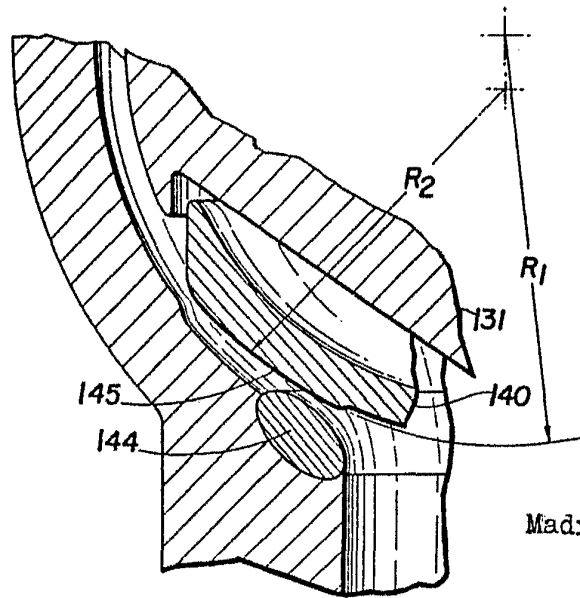


FIG. 10

Madrid, 18 OCT 1967

ESCALA VARIABLE.

346 181

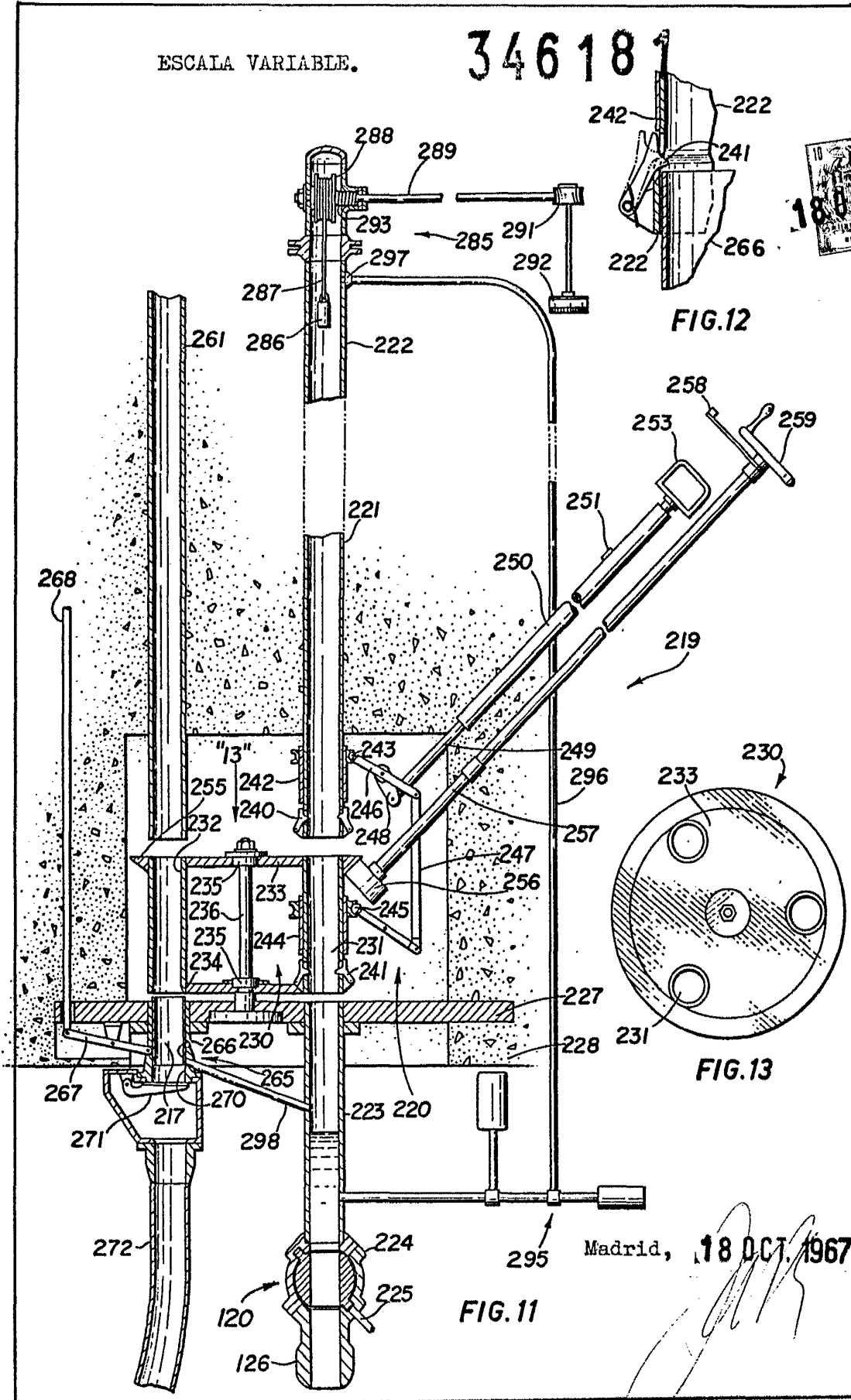


FIG. 12

FIG. 13

FIG. 11

Madrid, 18 OCT. 1967

18 OCT 1967