

Clarke, Modet & C^o

Agencia General de Patentes y Marcas

Av. Generalísimo, 56 -- Teléfs. 250 33 07 - 250 33 06 - 250 33 05
Madrid (16) España

BOLETIN DE INVENTOS

N. 2128.3.

Memoria Descriptiva

sobre:

"PERFECCIONAMIENTOS EN INSTALACIONES DE RECARGA DE COMBUSTIBLE
PARA REACTORES NUCLEARES".-

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, París 13^e,
Francia.

348820

PATENTE DE INVENCION

B.2129.3.

Memoria Descriptiva
sobre:

"PERFECCIONAMIENTOS EN INSTALACIONES DE RECARGA DE COMBUSTIBLE
PARA REACTORES NUCLEARES".-

Solicitante: _____

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15^e,
Francia.

El presente invento tiene por objeto una
instalación de recarga de combustible para reactor nu-
clear, aplicable en particular a los reactores mode-
rados al grafito y enfriados por circulación de gas
a presión. La instalación según el invento se destina

5.

a ser dispuesta en una cámara, generalmente denominada "granero", dispuesta en el interior de la caja de resistencia a la presión y de protección biológica del reactor, cámara separada del núcleo por una loseta que dispone de pasos obturables de acceso a los canales ocupados por los cartuchos de combustible.

La disposición a granel de la instalación de manipulación ofrece numerosas ventajas; las máquinas pueden ser relativamente ligeras puesto que se hallan desprovistas del blindaje de protección biológica necesario cuando la máquina está fuera del recipiente de seguridad del reactor. Los órganos no sufren más que una contaminación poco importante debido a la atenuación de la radiación por la loseta y a la posibilidad de mantener una atmósfera de gas refrigerante purificada en el granero, de este modo es posible intervenir en éste relativamente poco tiempo después de la detención del reactor.

Esta solución implica sin embargo una separación más complicada de las máquinas, lo cual conduce a adoptar en dichas máquinas dispositivos mecánicos tan simples y robustos como sea posible y a prever soluciones de separación de las averías sin que sea necesaria la entrada de personal en el granero.

Además, las instalaciones de recarga a granel propuestas hasta ahora implican, para la entrada y salida de las máquinas, penetraciones de gran diámetro a través del recipiente de seguridad.

El invento se propone especialmente concebir una instalación de recarga para reactor nuclear dispuesta

a granel que permita la introducción en el granero de los cartuchos de combustible y su evacuación así como la entrada en el granero de la máquina de carga y su salida por aberturas del recipiente de seguridad de sección relativamente pequeña y que no exige por parte de la máquina más que un número reducido de operaciones.

Con este fin, el invento propone una instalación de recarga de combustible para reactor nuclear que comprende, en un granero del reactor que comunica con el exterior por un túnel provisto de una exclusiva, al menos un brazo desplazable angularmente en torno al eje del reactor, una máquina de carga desplazable a lo largo del brazo y de carriles montados sobre el túnel y provista de un órgano de prensión de los cartuchos de combustible desplazable verticalmente para penetrar en los canales del núcleo, instalación caracterizada principalmente porque dicho brazo lleva un depósito de recepción de los cartuchos de combustible en el cual la máquina toma los cartuchos nuevos destinados a ser introducidos en un canal y extrae los cartuchos usados procedentes de un canal.

El invento consiste igualmente en cierto número de disposiciones ventajosamente utilizables en unión de las anteriores, pero que pueden serlo independientemente. Estas disposiciones se evidenciarán a través de la lectura de la descripción que sigue y se refiere a los planos que la acompañan y que muestran, a título de ejemplo no limitativo, una forma de ejecución del invento.

En los planos:

la fig. 1 es una vista de la instalación de recarga, representada en sección vertical según la línea I-I de la fig. 2;

la fig. 2 es una vista parcial de la instalación de recarga, representada en sección horizontal según la línea II-II de la fig. 1 (no representándose la máquina);

la fig. 3 es una vista de detalle, en sección según el plano de la fig. 1, que muestra el barrilete que forma esclusa de evacuación de los cartuchos de combustible;

las figs. 4, 5, 6 y 7 muestran esquemáticamente las operaciones de manipulación y de separación en caso de avería consecutivas a diversos incidentes.

las figs. 8a a 8d representan esquemáticamente la secuencia de las operaciones durante la manipulación de una barra de control.

El dispositivo de recarga representado en las figs. 1 a 3 se destina a asegurar el tratamiento de los canales de un reactor nuclear que comprende, en un recipiente de seguridad de hormigón pretensado de resistencia a la presión y de protección biológica, un reactor moderado al grafito y enfriado por circulación de un gas a presión (anhídrido carbónico en general). El núcleo 10 del reactor, cuyo contorno se esquematiza en trazos mixtos, se halla contenido en el recipiente de seguridad 12 de hormigón pretensado revestida interiormente con una cubierta de estanquidad y un calorífugo. El núcleo 10 está encerrado en una cámara inferior 16

del recipiente de seguridad, separada por una cámara superior o granero 18 por una loseta de hormigón 20 provista de una serie de pasos no representados, normalmente ocluidos por obturadores, cada uno de los cuales se halla enfrente de un canal del núcleo.

La instalación de recarga puede considerarse en cierta medida constituida por un dispositivo de manipulación A y un dispositivo B de introducción en el granero de cartuchos nuevos y de evacuación fuera del mismo de los cartuchos irradiados; estos dos dispositivos se describirán sucesivamente.

El dispositivo de manipulación A comprende un brazo principal 22 (no siendo este número limitativo) montado en disposición giratoria en torno al eje vertical del reactor. El brazo 22 está sustentado por tres guías de rodamiento circulares fijas a la pared del granero y sobre las cuales se ruedan las roldanas 24, 26, 28. El accionamiento en rotación del brazo principal 22 se efectúa, a partir de un motor 30 dispuesto fuera del recipiente de seguridad, por intermedio de un árbol 32 que termina en un piñón 34 el cual engrana con una rueda de álabes 36 solidaria del brazo. Este mecanismo de accionamiento es desembragable a fin de permitir impulsar un brazo averiado hacia una posición determinada como se verá más adelante.

El brazo principal 22 lleva en su extremo interno, que sobrepasa el eje vertical de simetría del núcleo, un depósito 38 de recepción de obturadores; este depósito se destina a recibir los obturadores de oclusión de los pasos dispuestos en la loseta 20. En el caso particular

considerado, el depósito 39 se halla destinado a recibir los cuatro obturadores apilados que cierran tal paso, levantados sucesivamente por la máquina de manipulación. En su extremo externo, el brazo principal 22 lleva un segundo depósito 40 que presenta cierto número de cavidades de tal manera que pueda recibir la totalidad de los cartuchos de combustible que ocupan un canal. El espacio radial ocupado por este depósito corresponde al espacio libre entre la pared lateral 42 del granero y el paso de acceso al canal más externo en el sentido radial con respecto al eje.

Sobre un monocarril montado sobre el brazo principal 22 circula una máquina de manipulación 44 alimentada por trole y constituida por un chasis provisto de órganos de rodadura y de arrastre a lo largo del monocarril y que dispone de un gancho y su dispositivo de control.

La máquina propiamente dicha, muy simplificada y por ende poco susceptible de avería, consta de dispositivos que la permiten ser sustituida en caso de avería por una máquina idéntica.

El dispositivo de manipulación comprende un brazo auxiliar 22', más corto que el brazo principal 22, montado sobre roldanas que ruedan sobre las mismas guías de deslizamiento que las roldanas portadoras del brazo principal 22. El accionamiento en rotación del brazo 22' se efectúa de forma similar a la del brazo 22 a partir de un motor 30' dispuesto fuera del recipiente de seguridad cuando se colocan los dos brazos

frente por frente, únicamente dejan subsistir entre sus monocarriles una abertura suficientemente corta para poder ser franqueada por la máquina de transporte 44. Evidentemente se prevé un dispositivo, no representado, que permite determinar desde el tablero de control, colocado fuera del recipiente de seguridad, el emplazamiento angular del brazo principal y la posición de la máquina de manipulación 38 a lo largo del brazo: este dispositivo puede ser de un tipo cualquiera, pero es conveniente utilizar un procedimiento óptico, tal como el que se describe en la patente francesa 1 347 042, depositada el 26 de septiembre de 1962 por el organismo solicitante.

En el granero 18 desembocan dos túneles 46 y 46' de introducción o de evacuación de la máquina 44. Siendo estos túneles idénticos, solo se describirá el que se muestra en la fig. 1. Este túnel 46 comprende una esclusa cerrada por dos válvulas de guillotina 48 y 50 de obturación de pasos, con preferencia de sección rectangular, de dimensiones que corresponden al espacio ocupado por la máquina de manipulación 44. El techo del túnel presenta sectores de carril alineados 52, 54 (éste móvil) y 56 que permiten la circulación de la máquina de transporte desde uno de los brazos, en línea con el túnel, hasta el exterior ó a la inversa. Las válvulas guillotinas 48 y 50, contenidas en un apéndice de hormigón pretensado 58 solidario del recipiente de seguridad 12, se deslizan por los carriles de guía verticales empotrados en el hormigón y son accionadas desde el exterior por tornos 60 y 62, por intermedio

de cadenas.

El dispositivo B de introducción y de evacuación de los cartuchos se halla dispuesto en el apéndice 58. Comprende un conducto vertical 64 que une el sector del túnel comprendido entre el granero y la válvula guillotina 48 a un tanque estanco 66, en forma de esclusa; este conducto va provisto de una válvula de paso total 68 (fig. 3) de sección suficiente para permitir el paso de un cartucho. En el tanque 66 se halla dispuesto un barrilete de eje vertical 70 accionado en rotación desde el exterior de la caja por un motor 72 y una transmisión en ángulo 74. Este barrilete comprende cavidades de recepción y de almacenamiento de los cartuchos que la rotación del barrilete lleva sucesivamente frente al conducto 64. Las cavidades del barrilete 70 están con preferencia previstas para recibir recipientes en los cuales pueden alojarse varios cartuchos irradiados (tres por ejemplo): las operaciones de transferencia del barrilete a la estructura de combustible irradiado se ven de este modo aceleradas.

En el compartimiento 16 que se aloja el tanque 66 se halla igualmente montado un torno de reposición 78 destinado a asegurar la transferencia de los cartuchos de combustible del barrilete 70 a la estructura de combustible irradiado, no representada. Esta transferencia se efectúa a través de una válvula 80 del tanque 66 y por un conducto vertical 82 que atraviesa el hormigón delimitando el compartimiento 76.

El funcionamiento en el curso de una opera-

ción de recarga se describe a continuación con referencia principalmente a la fig. 1 y a la fig. 4, en las cuales se indican esquemáticamente por medio de flechas los desplazamientos sucesivos de los diversos constituyentes de la instalación.

5.
10.
15.
20.
25.
30.

Quando se desea reemplazar los cartuchos de combustible que ocupan un canal determinado, se lleva la máquina de manipulación 44 a la altura de éste por rotación del brazo principal 22, y a continuación desplazamiento radial de la máquina de manipulación 44 a partir del centro. El torno de la máquina es accionado para asir el primer obturador del paso de la loseta 20 y a continuación elevarlo, llevando después la máquina a la altura del depósito 38 y extrayendo el obturador. Se repite la maniobra para transferir la totalidad de los obturadores del paso y el falso cartucho superior del canal al depósito 38: en el curso de estas operaciones, se desplaza la máquina 44 a lo largo del brazo siguiendo la flecha fo y en sentido inverso.

De la misma forma, se transfieren los cartuchos de combustible usados contenidos en el canal desde éste hasta el depósito 40, yendo y viniendo la máquina 44 entre el canal y las diversas cavidades del depósito 40 (flecha fo'). Una vez lograda la descarga, puede dejarse el canal temporalmente abierto, o bien taparlo de nuevo, mediante algunas maniobras suplementarias.

Estando lleno el depósito 40, se hace girar el brazo 22 para llevarlo a la posición indicada en trazos mixtos, en línea con los sectores de carriles 52,

54 y 56 (flecha fo^o): se pone de nuevo en movimiento la máquina 44 y va y viene entre el depósito 40 y el conducto vertical de evacuación 64 (dirección indicada por la flecha f_o^o y en dirección inversa), manteniéndose el tanque 66 a la misma posición que el granero, estando la válvula 68 abierta y la válvula 80 cerrada.

Una vez se ha transferido la totalidad de los cartuchos de combustible del depósito 40 al barrilete 70, se cierra la válvula 68, se restablece la presión del tanque 66 a la presión atmosférica y se abre la válvula 80. El torno de reposición 78 evacúa entonces los cartuchos de combustible en dirección a la estructura de combustible irradiado. Obsérvese que durante todas las operaciones anteriores, permanecen cerradas las válvulas de guillotina 48 y 50 y solo son accionadas las válvulas 68 y 80 de escaso diámetro. La recarga del canal se efectúa por una serie inversa de operaciones que no es necesario describir.

1.- Evacuación de la máquina en caso de avería de su motor de traslación (fig. 5).

Estando inmovilizada la máquina 44 por avería de su motor sobre el brazo 22, se efectúa la evacuación empujándola con una segunda máquina de transporte 44' idéntica a la máquina averiada. Se coloca el brazo auxiliar 22' en línea (en la posición representada en trazos mixtos en la figura) con uno de los túneles. La máquina de sustitución 44' es llevada al brazo auxiliar 22' por la exclusiva, el brazo

22' es colocado en línea con el brazo principal 22 (flecha f_1). La máquina 44' pasa por el brazo principal 22, y después éste, portador de ambas máquinas, es llevado desde la posición representada en trazo continuo a una posición frente a un túnel (flecha f_1) en la cual la nueva máquina 44' impulsa la máquina averiada 44 para evacuarla (flecha f_1'').

2.- Evacuación de la máquina de manipulación en caso de avería de su torno (fig. 6).

En este caso también se efectúa la sustitución por medio de una máquina 44' idéntica a la máquina 44. La introducción de esta máquina se efectúa como en el caso anterior, siguiendo las flechas f_2 : una vez acoplada con la máquina 44 (como se indica en trazo continuo en la fig. 6), la máquina 44' acciona el torno de la primera, y después impulsa a ésta a lo largo del brazo 22 colocado en línea con un túnel. La máquina 44 se evacúa de este modo siguiendo la trayectoria indicada por las flechas f_2' .

3. Caso de atasco de un cartucho en un canal (fig. 7).

Cuando se atasca un cartucho en un canal, la máquina 44 y el brazo 22 se encuentran inmovilizados. Se coloca el brazo auxiliar 22' en línea con uno de los túneles (posición representada en trazos mixtos) y se introduce la máquina 44' de sustitución a lo largo de los sectores de carril 56', 54' y 52'. Una vez la máquina 44' en el brazo 22', éste se coloca en línea con el brazo 22 (posición representada en trazo continuo en la fig. 8) y se pone la máquina 44' en contacto con la máquina de

manipulación 44 inmovilizada: la máquina 44' recorre así sola desde el exterior el trayecto indicado por las flechas f_3 . Durante su paso por el túnel 46 se acciona su gancho para asir en un pozo de almacenamiento 84 (fig. 1) un obturador de atasco y elevarlo de nuevo a una posición en la cual no obstaculice los desplazamientos de la máquina 44'.

A continuación se acciona el motor de traslación de la máquina 44 y su torno para hacer avanzar dicha máquina 44 una longitud al menos igual al espacio que ocupa y desenrollar un largo correspondiente de la cadena del gancho. La máquina 44' puede a su vez desplazarse y llevarse a la altura del canal. Su torno es accionado para hacer descender el obturador de atasco al canal e inmovilizar la cadena del gancho: la máquina 44 puede entonces devanar completamente la cadena para liberarse: sólo resta evacuarla a lo largo de la trayectoria indicada por las flechas f_3 .

La instalación de manipulación que acaba de describirse es ventajosamente utilizable en un reactor que utiliza como barras de control cadenas absorbentes, que la instalación de manipulación permite introducir o evacuar: las figs. 8a y siguientes muestran esquemáticamente la sucesión de las operaciones que permiten introducir una nueva cadena de control, efectuándose la evacuación de una cadena usada por el proceso inverso.

En primer lugar se coloca el brazo auxiliar 22' en línea con uno de los túneles. Se lleva la máquina de manipulación 44 a la altura del conducto de transferencia 84, su gancho se apodera en el barrilete 70 de la

cadena de control 86 y la lleva al túnel; a continuación se desplaza la máquina 44 sobre el brazo auxiliar 22' (posición representada en trazo continuo en la fig. 5a) y es llevada a una posición conveniente para hacer descender la cadena de control en un pozo de reposición 88 previsto a tal efecto en el espacio que queda libre entre el paso situado más en el exterior en la loseta 20 y el espacio ocupado por el depósito 40 y después la máquina 44 es llevada de nuevo al sector de carril 52 (fig. 8B). En efecto no sería posible transferir directamente la máquina 44 portadora de la cadena de control sobre el brazo principal 22 como consecuencia del espacio vertical ocupado por la cadena que le impediría franquear el depósito 38.

15.

La disposición de los brazos 22 y 22' se invierte a continuación por rotación de uno y otro (fig. 5C) y se lleva de nuevo la máquina 44 sobre el brazo principal a la posición que ocupaba anteriormente (fig. 5D), toma de nuevo la cadena de control del pozo de reposición 88 y la lleva al canal que se desea equipar.

20.

La descripción que antecede muestra las ventajas que permite alcanzar el invento: Los órganos motores montados sobre la máquina de manipulación solo tienen que asegurar dos tipos de desplazamiento: traslación de la máquina a lo largo del brazo y desplazamiento vertical del gancho, de ahí la reducción de los riesgos de avería. Es inútil prever una máquina de sustitución distinta puesto que la máquina nueva introducida para

25.

30.

reamplazar una máquina averiada permite siempre evacuar esta última. Las válvulas y las penetraciones son de diámetros reducidos, lo cual facilita su realización y su estanquidad. La seguridad se ve aumentada debido a que estas válvulas permanecen normalmente en posición cerrada en el curso de las operaciones de manipulación y que sus juntas de estanquidad pueden protegerse.

Mediante una complicación relativamente reducida de la máquina de manipulación, es posible acelerar notablemente el proceso de introducción de nuevos cartuchos y evacuación de cartuchos usados: basta para ello prever el depósito de recepción de los cartuchos de combustible no ya sobre el brazo principal, sino sobre la máquina, efectuándose solo excepcionalmente la desolidarización del depósito y de la máquina, para salir ésta del granero, en un puesto especializado con ayuda de un hurgón maniobrado desde el exterior del recipiente de seguridad. En este caso, una vez lleno el depósito, se lleva la máquina a la altura del conducto de transferencia 64 y, sin desplazamiento posterior, efectúa la transferencia de los cartuchos de combustible. También pueden preverse las válvulas de guillotina de tales dimensiones que únicamente permitan el paso de la máquina sola, no equipada con el depósito: así estas válvulas son de pequeñas dimensiones y, como en el caso anterior, quedan cerradas permanentemente en el curso de las manipulaciones normales.

Innecesario es decir que el invento no se limita a las formas de realización que han sido representadas y descritas a título de ejemplo, sino que se extiende a las

variantes de la totalidad o parte de las disposiciones descritas que permanezcan en el marco de las equivalencias mecánicas.

NOTA

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Francia con fecha y número siguientes: 5 de enero de 1967, nº PV. 90 096; acciéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PERFECCIONAMIENTOS DE INSTALACIONES DE RECARGA DE COMBUSTIBLE PARA REACCIONES NUCLEARES"; caracterizándose por lo siguiente:

- 15.
20. 1.- Perfeccionamientos en instalaciones de recarga de combustible para reactores nucleares, que comprenden en un granero dispuesto en el interior del recinto de resistencia a la presión y de protección biológica del reactor y que comunica con el exterior por un túnel obturable, al menos un brazo desplazable angularmente en torno al eje vertical del reactor y una máquina de transporte desplazable a lo largo del brazo y a lo largo de carriles montados sobre el túnel, máquina provista de un órgano de presión de los cartuchos de combustible
- 25.
30. desplazable verticalmente para penetrar en los canales

del núcleo, caracterizados porque el brazo comprende un depósito de recepción de los cartuchos de combustible, en el cual la máquina toma cartuchos nuevos destinados a ser introducidos en un canal y extrae cartuchos usados procedentes del mismo, y porque el túnel va unido a un tanque estanco que forma esclusa por un conducto vertical accesible por el órgano prensor montado sobre la máquina de transporte.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicho brazo dispone de un segundo depósito de recepción de los obturadores de oclusión de los pasos de acceso a los canales.

3.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizados porque el primer depósito se halla dispuesto en el extremo externo del brazo y porque el espacio radial que ocupa corresponde al espacio libre entre la pared lateral del granero y el paso de acceso al canal más externo en el sentido radial con relación al eje.

4.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizados porque dicho segundo depósito se halla dispuesto en el extremo interno del brazo, que sobrepasa su eje de rotación.

5.- Perfeccionamientos según las reivindicaciones 2, 3 ó 4, caracterizados porque dichos depósitos delimitan un espacio suficiente para permitir el paso de la máquina de transporte.

6.- Perfeccionamientos según una cualquiera de las reivindicaciones 1 - 5, caracterizados porque se prevé un torno de recuperación colocado en un compartimento

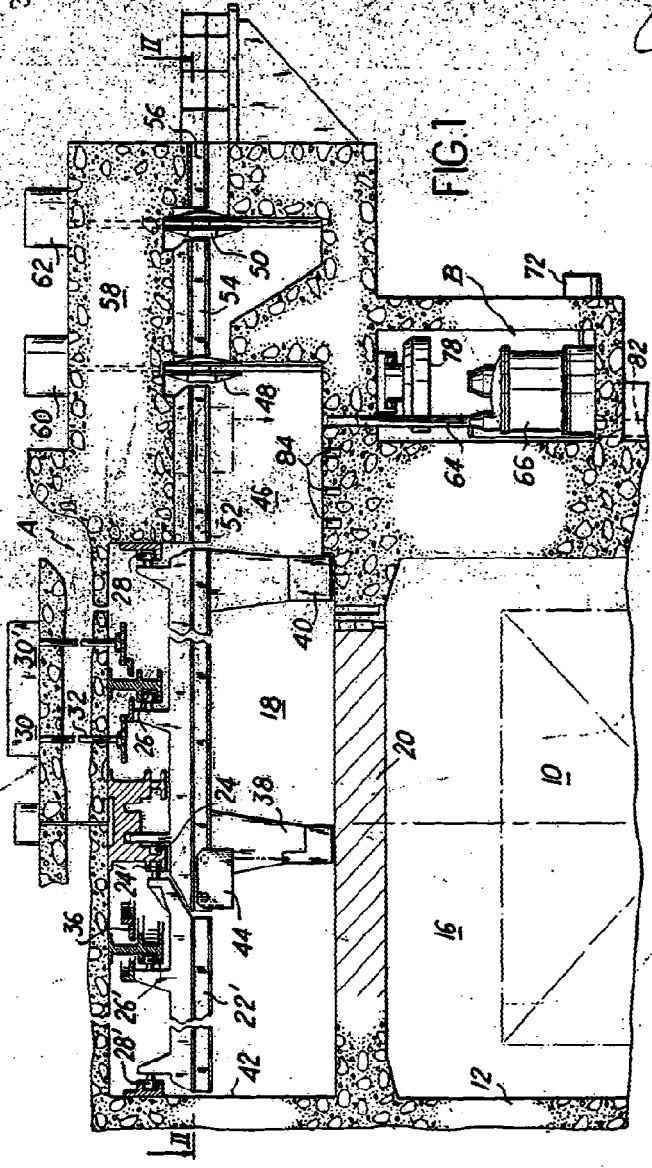
que aloja el tanque para transferir los cartuchos de combustible del barrilete a una estructura de combustible irradiado a través de una válvula del tanque y un conducto vertical que atraviesa el hormigón que delimita el compartimento.

7.- Perfeccionamientos en instalaciones de recarga de combustible para reactores nucleares; tal y como queda descrito sustancialmente en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 17 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

COMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE



ESCALA
VARIABLE

FIG. 1

Madrid 30 DIC. 1952
GOMEZ ACEVEDO Y MOBER
Ingenieros Industriales S.A.



30

ESCALA
VARIABLE

30 DEC 1967
L. GOMEZ DEFO Y MOCHER
Ingenieros de E. Nucleonica S.A.B.

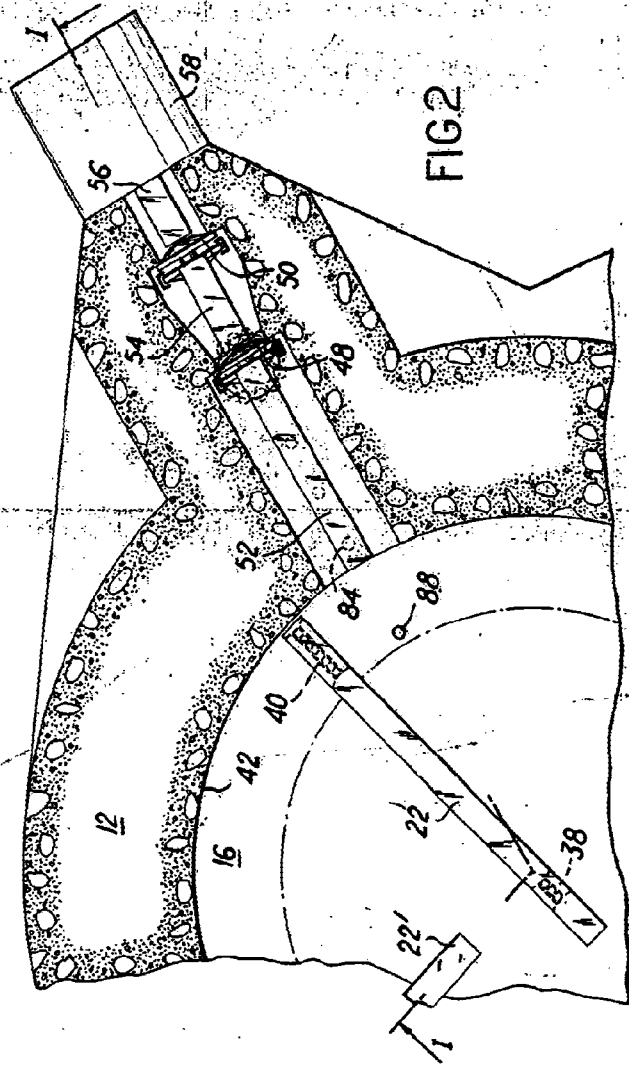
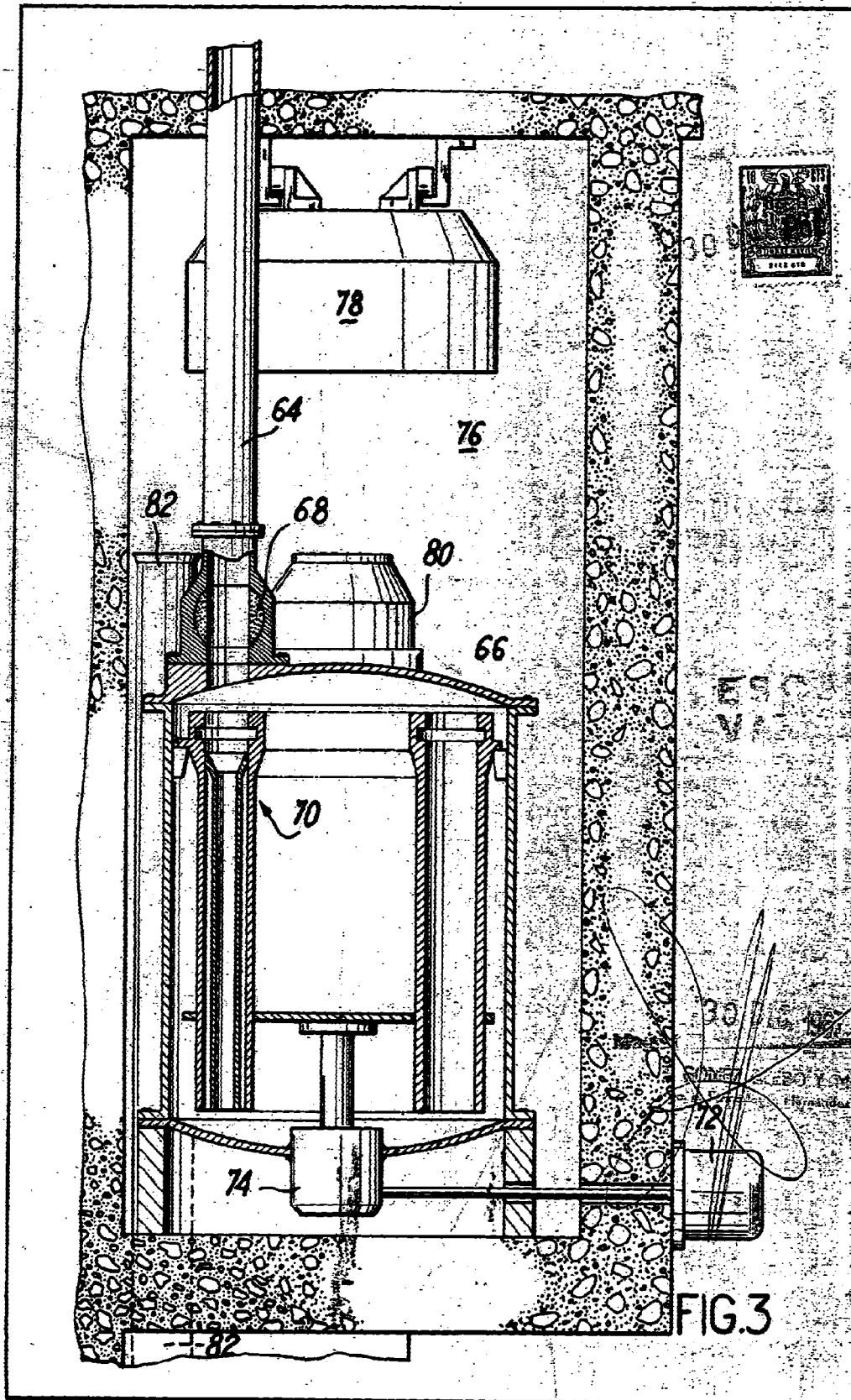


FIG 2



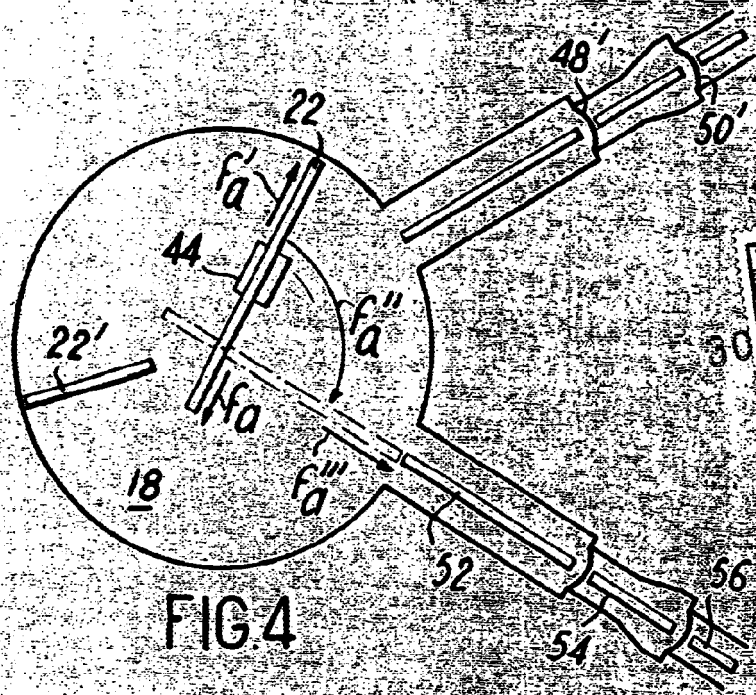


FIG. 4

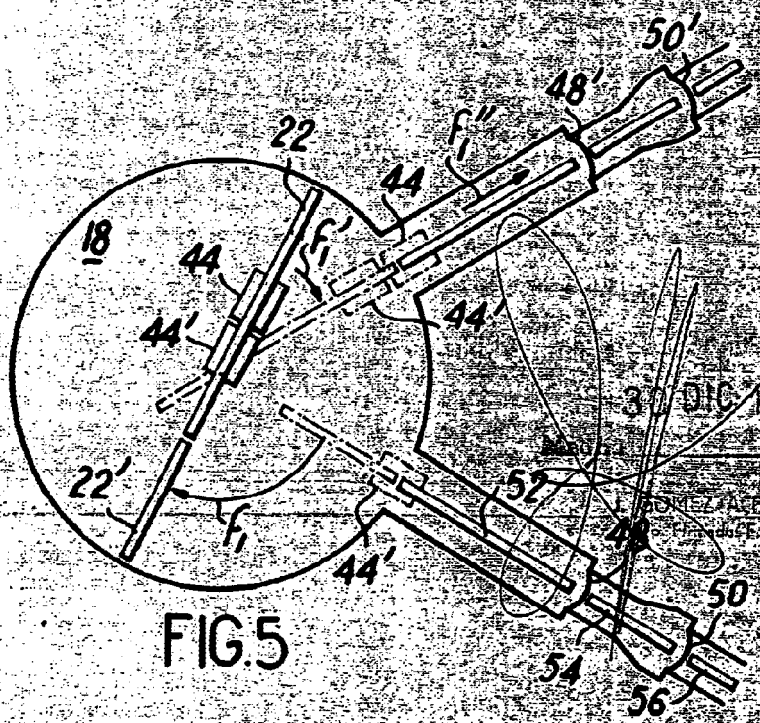


FIG. 5



ESPAÑA

30 DIC 1967

BOLEZARRESO Y MORA
Ingenieros Industriales

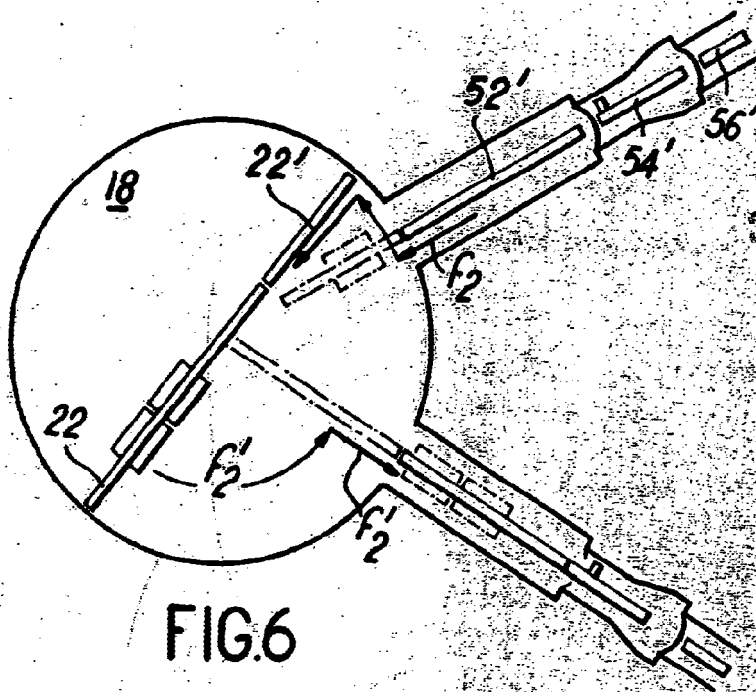


FIG. 6

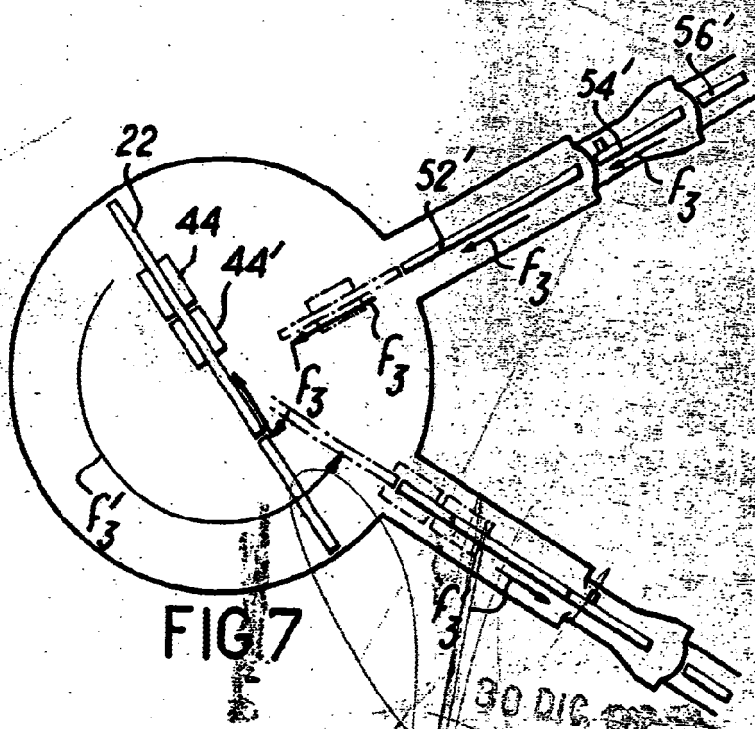


FIG. 7

30 DIC 67

BOULEZ 1977 1 1000

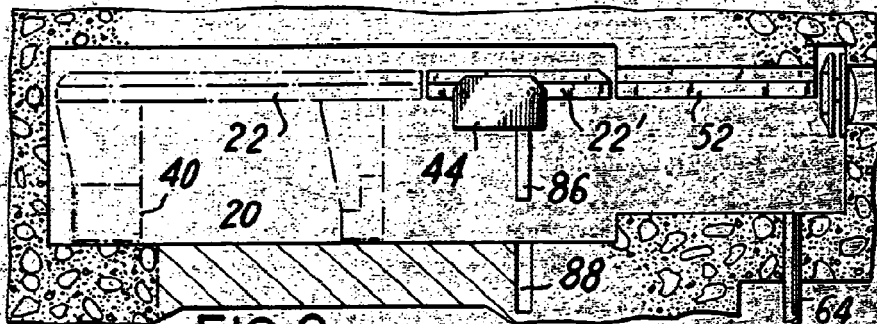


FIG. 8a

30 DIC 1951

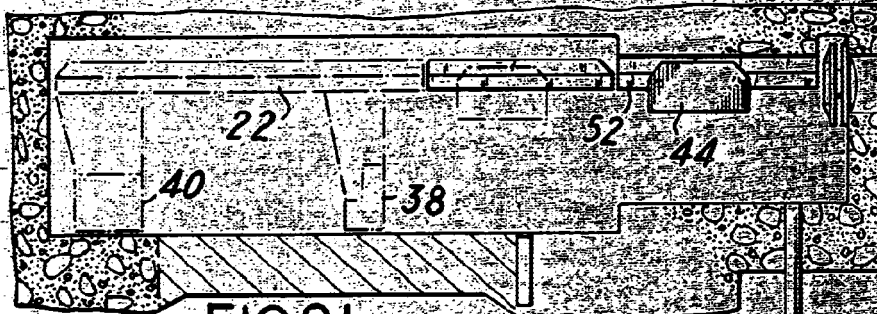


FIG. 8b

ESCAPA
VARIABLE

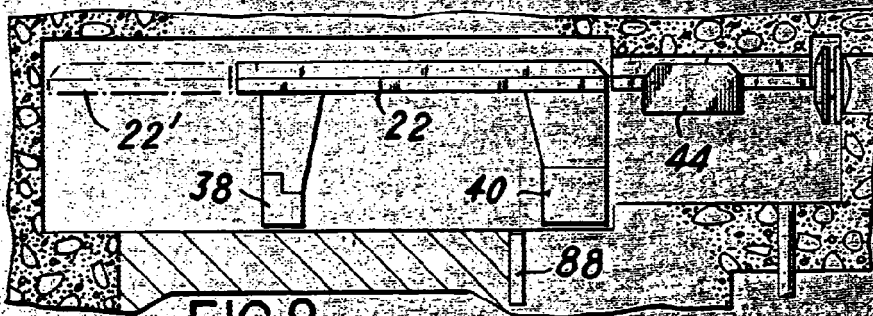


FIG. 8c

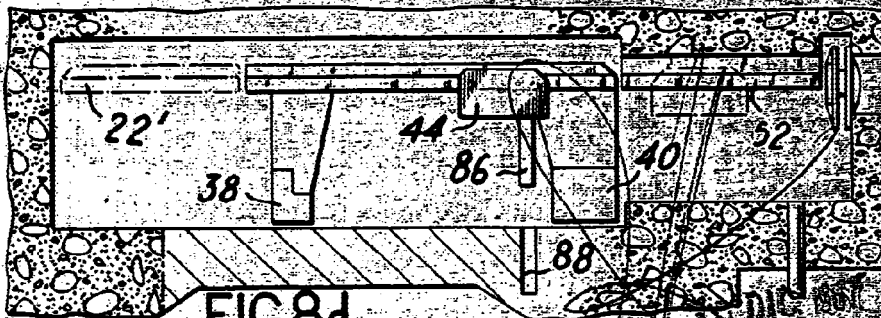


FIG. 8d

LEONARD ATROU Y MOSES