

363057

PATENTE DE INVENCION
Pats 24/8694/22



363057

Memoria Descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
G-21
C

sobre:

"Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares generadores de potencia".

Solicitante: UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY, entidad inglesa residente en 11, Charles II Street, Londres, S.W.1., Inglaterra.

Este invento se refiere a reactores nucleares rápidos regenerables, refrigerados con metal líquido, - para la producción de energía.

Es sabido que los grandes reactores del tipo
5. indicado, no pueden basarse solamente en una sencilla



ampliación a escala de las dimensiones de un reactor piloto o prototipo pequeño, dado que los problemas - planteados por los reactores de tamaño reducido, pero que pueden ser de un orden aceptable para ellos, son

5.

susceptibles de multiplicarse y de resultar inaceptables para aparatos de gran tamaño. Por ejemplo, en un reactor prototipo, rápido y regenerable, refrigerado por sodio, en el que el circuito de refrigeración se halla sumergido en un recipiente de sodio, es posible

10.

la existencia de una variación en el nivel del sodio en el recipiente, y que constituye un problema el arrastre de la capa o manta de gas que cubre o corona el sodio del recipiente. Sin embargo, se cree - que ambos problemas son insuficientes para ejercer

15.

algún ejemplo significativo sobre la operación satisfactoria, mientras que en el caso de un gran reactor, productor de energía, tal como un tipo de 1300 MW(e) es necesario proyectarlo para eliminar las causas de estos fenómenos.

20.

Constituye un objeto de este invento el proporcionar un modelo de rendimiento máximo para los reactores de producción de energía de ese tipo.

25.

De acuerdo con este invento, un gran reactor nuclear, productor de energía, del tipo que - comprenda un reactor rápido regenerable, refrigerado con metal líquido, con su circuito refrigerante sumergido en una masa de metal líquido de un depósito dispuesto en un sótano o cripta, tiene su núcleo encerrado y éste y escudos neutrónicos radiales e inferiores alojados en un recipiente de extremo superior abierto, susceptible de cerrarse -

30.

363057

29 ENE 1950



5. por una tapa que incorpora una parte de los escudos neutrónicos superiores; la parte restante de dichos escudos neutrónicos del extremo superior está constituida por un tejado del sótano o cripta y tiene una serie de bucles de circuitos refrigerantes, cada uno de ellos dotado de conductos de salida que penetran en la parte superior de dicho depósito; conductos de entrada que penetran en el depósito mencionado, por su parte inferior, y medios de cambio de calor y medios de circulación del metal líquido, en circuitos entre los indicados conductos de salida y de entrada. La denominación "núcleo" ha de entenderse que incluye las regiones productoras, axiales, radiales o ambas.

10. 15. El tejado de la cripta o sótano, incluye preferiblemente, por lo menos, una parte rotativa con respecto a dicho núcleo; la parte citada, o una de ellas, es coaxial con el núcleo del reactor, y la tapa de dicho depósito está conectada a la parte coaxial de tejado, para girar con ella. En consecuencia y también a causa de la dilatación distinta, habrá un cierre imperfecto entre el depósito y su tapa, pero se cree que el órgano o proporción de fugas puede hacerse tolerable, especialmente cuando se realiza el barrido del modo a continuación indicado. Puede también haber fugas en el extremo de entrada del depósito del núcleo, y estas fugas pueden dirigirse para circular sobre la región de salida de dicho depósito, a fin de barrer y reducir la cantidad de masa de refrigerante que se une al de salida, debido al cierre imperfecto entre el depósito y su tapa.

20. 25.



- La mencionada tapa del depósito, convenientemente, se emplea no solo para constituir una parte de la citada coraza neutrónica del extremo superior citado, sino también para equipo y aparatos necesariamente asociados con el núcleo del reactor, tal como -
5. mecanismo de las varillas de control, tubos de toma de muestras del refrigerante a fin de comprobar los elementos de combustible perdidos, termopares para -
10. averiguar la temperatura de salida del refrigerante del núcleo, etc.
- Dicha parte coaxial del tejado de la cripta y la tapa del depósito, a él conectada, son con preferencia móviles hacia el exterior con respecto al núcleo del reactor, por cuyo medio el equipo de comprobación asociado con la tapa del depósito puede separarse del núcleo del reactor para permitir que la recarga de dicho núcleo se lleve a cabo sin ayuda -
15. de la parte o partes rotativas del tejado de la cripta.
- Dado que la etapa del depósito y la parte de tejado de la cripta a ella conectada, se someterán a una considerable fuerza ascendente por el refrigerante del núcleo que circula hacia arriba, y -
20. dado que estas partes conectadas han de poder resistir también para proporcionar la contención continua, de la considerable fuerza hacia el exterior de cualquier salida de violencia explosiva dentro del depósito del reactor, es preferible construir este depósito de tal modo que tenga una amplitud mínima en la región del mismo en que el núcleo está dispuesto, para que -
- 25.
- 30.

363057



la estructura sujetadora del tejido -o parte del mismo- de la cripta, pueda tener la luz mínima. Las formas adecuadas para el depósito del reactor son: - ovalada, elíptica, o rectangular, con aristas redondeadas.

5.

Se describen ejemplos de construcción representativos de este invento, en los dibujos adjuntos esquemáticos, en los que:

10.

La figura 1 es una vista lateral, parcialmente en corte medio, de una construcción de un reactor nuclear de producción de gran potencia, del tipo rápido y regenerable, refrigerado con metal líquido.

La figura 2 es una vista en planta correspondiente a la figura 1.

15.

La figura 3 es una vista en planta de otra construcción de reactor nuclear para la producción de potencia elevada, del tipo rápido regenerable refrigerado con metal líquido.

20.

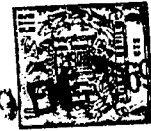
La figura 4 es un corte por el plano menor, a través del reactor representado en la figura 3 y,

25.

La figura 5 es un medio corte fragmentario por el plano mayor a través del depósito representado en la figura 3; la mitad no representada es en general simétrica con respecto a un plano de la representación de la mitad de dicha figura.

30.

El reactor nuclear en las figuras 1 y 2 de los dibujos está calculado para una producción de energía eléctrica de 1.300 MW y es del tipo rápido regenerable, con regeneración por sodio. En resumen, comprende un depósito de paredes dobles principal, 1



303057
dispuesto en una cripta o excavación 2, y cerrado por un tejado 3 sostenido a través de la abertura de la excavación. El depósito 1 contiene sodio hasta un nivel L (figura 1). Contiene también, sumergido en el

5. sodio, la totalidad del circuito refrigerante principal del reactor, constituido por el núcleo del reactor 4 (que incluye regiones regenerables axiales en ambos extremos y la región radial de regeneración 5), cuatro secciones primarias 6 de cambio térmico, cuatro bombas 7 y conductos de conexión de estos elementos que se describirán más adelante. Para alejar estos accesorios, el depósito del reactor es rectangular con aristas redondeadas en plantas (figura 2) y tiene un fondo redondeado, y sus diemnsiones aproximadas
10. son 25 m. de longitud, 13,27 m, de ancho y 14,24 m. - de altura. El núcleo y sus accesorios, se encuentran a un lado del depósito (el lado derecho de la figura 1), con los cambiadores de calor y dos bombas en el lado opuesto; las otras dos bombas son más o menos
15. centrales que ocupan el espacio proporcionado por la forma regenerable cilíndrica (en planta) del núcleo y accesorios (ver figura 2).

20. El núcleo del reactor que incluye las regiones regenerables, se encierran por una caja 50 -
25. constituida por una pared lateral cilíndrica 8 con aislamiento térmico 9 y protección 10 en su superficie interna, una cubierta ó tapa extrema superior 11 que cierra libremente la parte superior de la pared 8, y un cierre inferior para el extremo de fondo del
30. núcleo, consistente en una plataforma 12 sostenida -

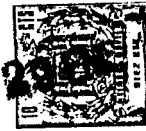
-7-
36305729



por vigas 13 suspendidas de soportes, o como se representa, por un cilindro 14 del techo o tejado de la excavación. Conductos 15 penetran en la pared lateral 8 del cilindro 14 en varias posiciones radiales a unos 2/3 de la altura del núcleo; estas posiciones se indican en la figura 2. Los conductos 15 se indican a cambiadores térmicos primarios 6 y el sodio caliente que ha pasado a través de las regiones de combustibles irregenerables se dirige a los conductos 15 por la compulsión ofrecida por la tapa 11 y por las placas desviadoras adecuadas (no representadas) del extremo superior de la protección 10. Después de intercambio térmico el sodio se dirige desde los cambiadores de calor primarios a las entradas de las bombas 7, por una serie de conductos 16. El suministro del sodio por las bombas 7, se conduce por conductos 17 al extremo inferior del núcleo para pasar a su través en dirección ascendente.

La plataforma 12 lleva un "diagrid 18" y los conductos 17 se prolongan a través de la plataforma 12 y terminan en los extremos de entrada de tubos de soportes de los elementos combustibles (no representado, pero alojados en el volumen 19, figura 1) sostenidos por el "diagrid 18"; el sodio pasa a través de los tubos de soporte y al interior de los subgrupos de elementos combustibles, por paso sobre los pasadores de combustibles de los mismos. Un depósito de recogida 20 está situado debajo del "diagrid" y sirve para recoger toda fuga o retroceso de sodio desde los extremos de los conductos 17. El depósito de recogida

363057



comunica con un conducto 21 que se dirige retrocediendo a la entrada de una o más de las bombas 7 de tal modo que el sodio que llega al depósito 20 se manda nuevamente a la bomba o bombas respectivas para unirse de nuevo a la corriente principal.

5.

Como variante, (no se representa), el conducto 21 puede llevarse al extremo superior del núcleo con objeto de barrer o limpiar el sodio frío de la masa de sodio del depósito que, por otra parte puede ser capaz por fuga o separación de la tapa 11, de unirse al sodio caliente del núcleo y reducir con ello su temperatura. La corriente de barrido o limpieza se hará retornar, por conductos adecuados, a la entrada de una o más bombas 7.

10.

15.

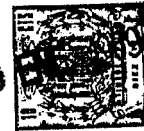
Sostenida por la tapa 11 y formando parte de ella, se dispone una coraza o protección neutrónica 22 en la que penetran tubos de acceso para realizar distintas operaciones, incluyendo el control, el manejo y observación del combustible, en las regiones de combustible y refrigeración del núcleo. Así, dos tubos de acceso 23 sirven para transferir elementos combustibles, en subgrupos, entre el núcleo y un almacén de combustible 24 dispuesto al lado del núcleo al exterior del cierre 50 del mismo, pero dentro de un cierre parcial 25 propio, dotado de aislamiento térmico 26 y abierto por sus extremos superior e inferior para proporcionar una corriente de conversión de refrigerante por los subgrupos de elementos combustibles en aquel alojados (uno se representa en la figura 1 y se designa en 27) desde la masa principal

20.

25.

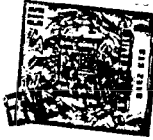
30.

- 9 363057 29



- de sodio del depósito 1. Los subgrupos de combustibles están sostenidos en el depósito de combustibles por rejillas 28, 29 y se adoptan medidas (no representadas dispuestas en el volumen 30) para absorber la energía de impacto en el caso de que un subgrupo de elementos de combustible caiga inadvertidamente en el interior del depósito de combustible desde una máquina de recarga 31 que funciona de acuerdo con el principio de "ballestina y tenazas" y sirve para cargar nuevos subgrupos de elementos de combustible en el interior del depósito de combustible 24 y para retirar de éste, subgrupos de elementos de combustibles irradiados. Un recipiente (no representado) para la protección y enfriamiento subgrupos de elementos de combustible irradiados, puede situarse sobre la máquina de recarga 31 y separarse de ella una vez cargada para trasladar a dispositivos de manejo del combustible montados en puntos separados. Los tubos de acceso 23 tienen máquinas de transporte de subgrupos de elementos de combustible (no representado) amoviblemente dispuestos en sus extremos superiores para llevar a cabo las operaciones de transporte ante el núcleo (incluyendo la región regenerable) y el almacén de combustible 24. Con objeto de conseguir la universalidad de colocación los tubos de acceso 23 están dispuestos en aberturas de una protección rotativa interna 32 que tiene su eje de rotación coaxial con el eje del núcleo. La protección interna 32 está dispuesta excéntricamente en una pantalla rotativa exterior 33 cuyo eje es excén-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

36305729



5. trico con respecto al eje del núcleo. Se acoplan (representados esquemáticamente en la figura 1 e indicados en 34 y 35) medios para el montaje y para llevar a cabo la rotación de las pantallas o protecciones 32, 33 respectivamente, estando la pantalla 33 exterior -
10. montado en el tejado 3. Además, se disponen también - medios (no representados) para elevar la protección - interior 32 con respecto a la exterior 33, para un fin que luego se evidenciará. La máquina de recarga 31 se monta en la protección exterior 33 y puede atender - las distintas posiciones del almacén de combustible 24, por rotación de la protección exterior 33.

15. La pantalla o protección interna 32 sirve - también para llevar equipo 36 a fin de accionar los - elementos 37 de control dispuestos en los tubos 38 de acceso a éste, montados en la pantalla neutrónica 22; los elementos 37 están conectados al equipo 36 por - suspensiones 39 acopladas en tubos 40 que penetran en la protección interna 32. Además, ésta lleva equipo -
20. 41 para la observación de muestras de refrigerante - extraído del de salida de cada subgrupo de elementos de combustible del núcleo, o de un grupo del mismo. - Para mayor claridad se representa, en 42, un solo tubo de muestreo, que como se observará es convergente desde el núcleo al monitor o detector y penetra lige-
25. ramente en la región del núcleo; esto tiene por objeto el asegurar que la muestra se recoge inmediatamente - en el interior de la envoltura de un subgrupo de combustible o de la salida de una junta de un conjunto -
30. de subgrupos, cualquiera que sea el sistema que se -



5. escoja. Esta muestra representará realmente a este subgrupo o conjunto, solamente. El tubo 42 sirve también para guiar los cables del termopar desde el subgrupo o grupo correspondiente; un par de estos cables se representan en 43 y se prolonga (no se representa) hacia arriba a través de la protección 32, hacia el equipo indicador y de registro de la habitación de control del reactor o intermedio.

10. La tapa 11 y pantalla neutrónica 22 integral con ella, se sujetan a la protección 32 por un pilar hueco 44 de tal modo que la combinación de las dos primeras gire y se eleve con la protección interior 32. De lo anterior se desprende que el conjunto constituido por la protección 32, combinación de la pantalla neutrónica 22 y tapa 11, y los tubos de muestreo 42 montados en la protección 22, penetran en la cubierta 11 y se prolongan al interior del núcleo en sus posiciones normales, debiendo levantarse a fin de liberar dicho conjunto para la rotación relativa con respecto al núcleo, fijo desde luego. Bastará una elevación de unos 101 mm para las dimensiones relativas representadas en los dibujos. Así, para las operaciones de transporte de combustible, dicha elevación ha de preceder a toda rotación de la protección interior 32 (y también, desde luego, a toda rotación de la protección exterior 33, dado que la protección 32 está montada excéntricamente en ella), y además, los elementos de control 37 han de retirarse del núcleo. Se adoptan medidas (no representadas) para conseguir la posible inserción de elementos de cierre en el -

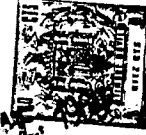
15.

20.

25.

30.

363057



núcleo durante las operaciones de recarga de combustibles, si cualquier circunstancia la hace precisa; el equipo adecuado tiene la característica de no - asociación con ninguno de los elementos rotativos antes citados. Así, si se considera necesario, el reactor puede accionarse de tal modo que sea posible recargarlo en funcionamiento.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Los cambiadores de calor 6 son del tipo de tubo en U que precisa un solo cabezal en el extremo superior de los mismos. El sodio se emplea como fluido secundario, que se toma de los cabezales dirigiéndose al exterior del recipiente 1 por conductos (no representados), a cambiadores térmicos secundarios para la producción de vapor destinado a las turbinas de generación de potencia. En cada uno de los recipientes 45 se disponen dos secciones de cambiadores de calor; la corriente de sodio primario es hacia el exterior desde un grupo o batería de entradas constituido por los extremos de los conductos 15, sobre los tubos 46, por los cuales circula el sodio secundario, y desemboca en las entradas de las bombas 7 - por los conductos 16.

Las bombas 7 son accesibles para su cuidado, a través de agujeros de hombre 47 del tejado 3. Son del tipo de impulsor de circulación axial y se accionan eléctricamente empleando energía de la estación, pero dotadas de motores de reserva accionados por un suministro de potencia absolutamente seguro para casos de emergencia. Tienen también volantes para proporcionar una capacidad reducida que



363057

5. permita acoplarla a los suministros de emergencia - con la interferencia mínima de la circulación del sodio. Un conducto de salida 48 (figura 2) de cada bomba tiene una válvula 49 y comunica directamente con la masa de sodio del depósito 1; esto sirve para dar una medida de la intercambiabilidad del sodio entre el circuito primario -dejando a parte las fugas y la corriente de barrido antes citada- y la masa del metal. La cantidad de intercambiabilidad puede regularse por la válvula 49, accionable a distancia.

10. El espacio entre el tejado 3 y el nivel L del sodio, se halla ocupado por una manta o capa 53 de gas inerte (por ejemplo argon) mantenido a una presión algo inferior a la atmosférica, por cuyo medio cualquier fuga será hacia el interior. Los espacios o juntas, por ejemplos las comprendidas entre las protecciones 32 y 33, y entre ésta y el tejado 3, están protegidas por cierres de inmersión, y una purga de gas inerte del interespacio entre dichos cierres con una ligera sobre-presión, de origen a burbujas de gas de purga hacia el interior a través del cierre de inmersión inferior.

15. Con referencia a las figuras 3 a 5 de los dibujos, se observa primero la existencia de varias analogías entre el modelo a continuación descrito - y el que acaba de describirse. A los elementos análogos se les designa la misma cifra de referencia - (más 100). La construcción del reactor nuclear representado en las figuras 3 a 5, está también calculada para una potencia eléctrica de 1300 MW y es,

20.

25.

30.

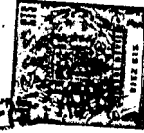
3950579



- asimismo, del tipo rápido regenerable, con refrigeración por sodio. En resumen, comprende un depósito principal 101 de dobles paredes, en una cripta o excavación 102 y cerrado por un tejado 103 sostenido por la abertura de la excavación. El depósito 101 contiene sodio hasta el nivel L' (figuras 4 y 5). Contiene también, sumergido en el sodio, todo el circuito de refrigerante primario del reactor, integrado por el núcleo 104 del reactor (que incluye regiones regenerables axiales en ambos extremos y la región radial regenerable 105), -
5. cuatro secciones primarias de cambio de calor 106 separadas entre dos recipientes 152 (figuras 3 y 5), cuatro bombas 107 y conductos que conectan estos elementos, que se describen a continuación. Para alojar estos aparatos, el depósito 101 del reactor es elíptico (figura
10. 3) y tiene un fondo redondeado; sus dimensiones aproximadas, son 19,67 m de longitud, 10,06 m de anchura y 13,72 m de altura. El núcleo y sus accesorios, están en el centro del diámetro mayor del depósito 101, pero fuera del centro del diámetro menor (ver figura 3) con
15. dos secciones de cambiador de calor y dos bombas a cada lado de la sección de núcleo.

- El núcleo 104 del reactor, que incluye la -
- región regenerable radial 105, está encerrada en una
25. caja 150 formada por una pared lateral cilíndrica 108 con aislamiento térmico 109 y protección o pantallado 110 en su superficie interior, una tapa o cubierta 111 ajustada a la pared 108, y un cierre del extremo inferior del núcleo, constituido por una plataforma 112
30. sostenida por vigas 113 suspendidas de soportes o, -

363057



- como se representa, de un cilindro 114 del tejado 103 de la excavación. Conductos 115 penetran en la pared lateral 108 y el cilindro 114 en cuatro posiciones radiales fronterizas de la mitad superior del núcleo; -
5. estas posiciones están indicadas en las figuras 3 y 5. Los conductos 115 se dirigen hacia los cambiadores -
10. térmicos primarios 106, y el sodio caliente que ha -
atravesado las regiones de combustible y regenerable, se lleva a los conductos 115 por la compulsión ofrecida por la tapa 111 y por las placas de choque adecuadas 151 (figuras 4 y 5) en el extremo superior de la protección 110. Después del intercambio de calor, el sodio pasa desde los cambiadores térmicos primarios a las entradas de estos en las bombas 107 que se hallan
15. en el mismo recipiente 152 que las secciones correspondientes de cambiador térmico. El suministro de sodio -
por las bombas 107 se lleva, por conductos 117, al extremo inferior del núcleo, para atravesarlo en sentido ascendente.
20. La plataforma 112 sostiene un "diagrid" 118, y los conductos 117 se prolongan a través de aquella y terminan en los extremos de entrada de tubos de soporte de elementos de combustible (no representados, -
pero acoplados en el volumen 119, figuras 4 y 5) que
25. están sostenidos por el "diagrid" 118; el sodio pasa a través de los tubos de soporte y al interior de subconjuntos de elementos de combustible para pasar por los pasadores de combustible de los mismos. Un depósito de recogida 120 está situado por debajo del "diagrid" y sirve para recoger cualquier fuga o retroceso
- 30.



30305729

5. de sodio desde los extremos de los conductos 117. El depósito de recogida 120 comunica con un conducto 121 (no representado) que retrocede a la entrada de una o más de las bombas 107 de tal modo que el sodio que llega al depósito 120, retorna a la bomba o bombas respectivas para reunirse a la corriente principal.

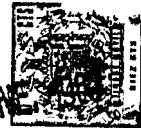
10. Como variante (no se representa), el conducto 121 puede llevarse al extremo superior del núcleo con objeto de barrer o retirar el sodio frío de la masa de metal del depósito que, en otras condiciones, por fuga o salida en la tapa 111, podría unirse al sodio caliente del núcleo y reducir su temperatura. La corriente de barrido retornará, por conductos adecuados a la entrada de una o más bombas 107.

15. Sostenida por la tapa 111 y formando parte de ella, se dispone una protección o pantalla neutrónica 122 atravesada por tubos de acceso para realizar distintas operaciones, incluyendo control, manejo y observación del combustible, en las regiones de combustible y regenerable del núcleo. Así, dos tubos de acceso 123 (figura 4) sirven para trasladar sub-conjuntos de elementos de combustible entre el núcleo y un almacén de combustible 124 dispuesto al lado del núcleo al exterior del cierre de este 150, pero dentro de un cierre parcial 125 del mismo, dotado de aislamiento térmico 126 y abierto por sus extremos superior e inferior para proporcionar una corriente de convección de refrigerante sobre los subgrupos de elementos de combustible almacenados en dicho almacén, (uno se representa en 127 de la figura 4), desde la masa prin

20.

25.

30.



- cipal de sodio del depósito 101. Los subgrupos de combustible están sostenidos en el almacén por rejillas - 128, 129 y se adoptan medidas (no representadas pero alojadas en el volumen 130) para absorber la energía de choque si algún subgrupo de elementos de combustible cae inadvertidamente en el almacén desde una máquina de recarga 131 que funciona de acuerdo con el principio de ballestilla y tenazas y sirve para cargar nuevos subgrupos de elementos de combustible en el almacén 124 y para retirar del mismo los subgrupos de elementos irradiados. Un recipiente (no representado) para la protección y refrigeración de los subgrupos de elementos de combustible irradiados, puede colocarse sobre la máquina de recarga 131 y retirarse de la misma una vez cargado para transportarlo a sitios - alejados de utilización de los combustibles. Los tubos de acceso 123 tienen una máquina para el traslado de los subgrupos de elementos de combustible (no representadas) amoviblemente dispuestas en sus extremos superiores para realizar las operaciones de transporte del combustible entre el núcleo (incluyendo la región regenerable) y el almacén de combustible 124. A fin de lograr la universalidad de colocación, los tubos de acceso 123 están dispuestos en aberturas de una protección interior rotativa 132, de eje de rotación coaxial con el eje del núcleo. Las máquinas de traslado de combustible están sostenidas por la protección 132, que se halla dispuesta excéntrica- mente en una protección rotativa exterior 133 de eje excéntrico con respecto al núcleo. Se disponen adé-
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



más medios (representados esquemáticamente en 134 y 135 de la figura 4) para el montaje y la rotación de las protecciones 132, 133 respectivamente; ésta se monta en el tejado 103. Se disponen asimismo medios (no representados) para levantar la protección interna 132 con respecto a la externa 133, para un objeto que luego se evidenciará. La máquina de recarga 131 está montada en la protección exterior 133 y puede atender las distintas posiciones del almacén de combustible 124 por rotación de la protección externa -

5. 133.

10.

La protección interna 132 sirve también para llevar equipo 136 para accionar los elementos de control 137 dispuestos en tubos 138, de acceso a éste, montados en la pantalla neutrónica 122; los elementos 137 se conectan al equipo 136 por suspensiones 139 - dispuestas en tubos 140 que atraviesan la protección interna 132. Además, ésta lleva equipo 141 para el contraste de refrigerante extraído del derramado de cada subgrupo de elementos de combustible en el núcleo o un grupo del mismo. Para mayor claridad se representa un solo tubo indicado en 142. Se observará que este tubo de muestreo 142 es convergente desde el núcleo al monitor o detector y penetra ligeramente en la región del núcleo; esto es para conseguir que la muestra se recoja inmediatamente en el interior de la envoltura de un subgrupo de combustible o de la salida de una junta de un conjunto de subgrupos, cualquiera que sea el sistema que se escoja.

15. 20. 25. 30. Así, la muestra será realmente representativa de este

- 17-305057
29 FEB 1954



5. subgrupo o del conjunto de subgrupos solamente. El tubo 142 sirve también para guiar cables de termo-pares desde el subgrupo o grupo de los mismos; en 143 se representa un par de dichos cables y se prolongarán (no se representan) hacia arriba a través de la protección 132 hasta equipo indicador y registrador adecuado de la habitación de control del reactor intermedio.
10. La combinación de protección neutrónica 122 y tapa 111 se sujeta a la protección 132 por un pilar hueco 144 de tal modo que la combinación citada gira y se eleva con la protección interna 122. De lo anterior se deduce que el conjunto consistente en la protección 132, la combinación pantalla 122 y la tapa 111, y tubos de muestreo 142 montados en la pantalla 122, -
15. atraviesa la tapa 111 y se prolonga al interior del núcleo en sus posiciones normales, y ha de levantarse con objeto de liberar dicho conjunto para la rotación relativa con respecto al núcleo, fijo desde luego. - Una elevación de 101,6 mm para las dimensiones relativas representadas en los dibujos, será suficiente.
20. Así, para las operaciones de traslado de combustible, dicha elevación ha de preceder a cualquier rotación de la protección interna 132 (y también desde luego, a toda rotación de la protección exterior 133, dado que
25. la primera está montada excéntricamente en su interior), y además los elementos de control 137 han de retirarse del núcleo. Se adoptan medidas (no representadas) para asegurar la posible inserción de elementos de cierre en el núcleo durante las operaciones de recarga,
30. si cualquier circunstancia lo requiere; el equipo ade

3630579 ENE



cuando tiene la característica de no-asociación con ninguno de los elementos rotativos mencionados. - Así, si se considera conveniente, el reactor puede accionarse de tal modo que sea posible recargarlo en funcionamiento.

5.

Se comprenderá además que dado que la tapa III obliga al refrigerante que ha atravesado el núcleo 104, 105, a pasar a los conductos 115, y al hacerlo así hace girar 180° la corriente ascendente sobre la tapa III que se transmitirá, a través

10.

de la pantalla neutrónica 122 y del pilar 144, a la protección 132. Así pues, será necesario sujetar la protección 132, lo cual se consigue por vigas 154 que se prolongan a través de la menor anchura

15.

de la excavación 102; el tipo de dichas vigas se simplifica porque la forma elíptica del depósito 101 hace posible una luz de muy poca longitud. Esta precisión de sujeción contra las fuerzas del refrigerante es sin embargo relativamente pequeña comparada con la necesidad de sujeción para proporcionar

20.

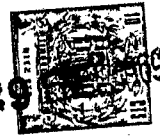
la retención contra un caso de violencia explosiva en el interior del depósito del reactor. La facilidad para construir las vigas de sujeción de resistencia suficiente para proporcionar la retención contra fuerzas explosivas, se aumenta en alto grado por la mínima longitud antes indicada. Aunque la forma elíptica del depósito 101 es de gran ayuda en la sujeción, y para la distribución conveniente de los componentes principales del núcleo, almacén de combustible, cambiadores de calor y bombas de

25.

retención, se aumenta en alto grado por la mínima longitud antes indicada. Aunque la forma elíptica del depósito 101 es de gran ayuda en la sujeción, y para la distribución conveniente de los componentes principales del núcleo, almacén de combustible, cambiadores de calor y bombas de

30.

- 21 -
305057



circulación, pueden emplearse formas distintas de la elíptica, de mayor o menor anchura. Son ejemplos el depósito rectangular de aristas redondeadas del modelo primeramente descrito con referencia a las figuras - 1 y 2 y el ovalado.

- 5.
- Las secciones 106 de cambiador de calor - (figuras 3 y 5) se disponen dos de ellas en cada recipiente 152; cada sección tiene su propia bomba 107. El montaje es tal que el sodio caliente del núcleo y
- 10.
- de las secciones radiales de regeneración se introduce en cada uno de los recipientes 152, por un par - de conductos 115, uno de los cuales está asociado - con cada sección 106 de cambiador térmico. Cada sección 106 tiene una cámara de entrada 154 que comunica con el extremo superior de tubos 155 que atraviesan el cambiador, fijos a placas de tubos superiores e inferior 156 y 157 respectivamente. Los extremos - inferiores de los tubos 155 se abren en una cámara - inferior 158 en la que están dispuestas las entradas
- 15.
- 159 de la bomba 107 respectiva, que es del tipo de doble entrada, circulación radial e impulsor; las - salidas 160 de las bombas comunican con los conductos 117 para el retorno al núcleo. El sodio secundario - que está en circuito con los cambiadores de calor -
- 20.
- secundarios, (no representados) del exterior del depósito 101 y empleados para la generación de calor destinado a las turbinas productoras de potencia, - penetra en cada uno de los recipientes 152 por conductos 161 en el extremo inferior adyacente y por -
- 25.
- encima de la placa de tubos 157 de cada sección 106,
- 30.



y sale por el conducto 162 que evacua el sodio secundario en el extremo superior de la cámara 163 formada entre las placas de tubos 156, 157. Así, el sodio primario del núcleo circula por dentro de los tubos 155, mientras que el secundario lo hace, en contracorriente, alrededor de los mismos.

5.

10.

15.

20.

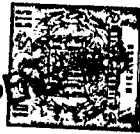
25.

30.

Las bombas 107 se disponen cada una en un tubo 164 que se prolonga a través de cada recipiente 152 y que es accesible, para su cuidado, a través de agujeros de hombre protegidos 147 del tejado 103. Las secciones 106 del cambiador de calor pueden alcanzarse análogamente por agujeros de hombre protegidos 165. Las bombas 107 se impulsan eléctricamente, utilizando potencia de la instalación pública, pero disponiendo un motor auxiliar de reserva alimentado por un suministro eléctrico seguro, de emergencia. Se hallan dotadas además de volantes para darles la capacidad de suministrar una potencia que permita conectar el generador de emergencia con la mínima interferencia en la circulación del sodio. Convenientemente, un conducto de salida de cada bomba (no representado) tiene una válvula y comunica directamente con la masa de sodio del depósito 101; esto es para dar una medida de la intercambiabilidad del sodio entre el circuito primario, completamente derriado dejando a un lado las fugas y la circulación de barrido antes citada-, y la masa de sodio. El grado de intercambiabilidad puede regularse por la válvula, accionable a distancia.

En una modificación y para permitir que la

305059



- masa de sodio funcione lo mejor posible como sumidero de vapor para robar calor del núcleo en el caso de deterioro de una o más bombas de sodio, la comunicación entre cada circuito encerrado y la masa, en lugar de ser como se ha dicho, puede comprender una válvula de accionamiento manual además de otra de reserva en la parte superior de cada bucle de refrigerante, y otra válvula manual y otra de reserva en el lado de entrada de cada bomba de circulación de sodio.
5. de ser como se ha dicho, puede comprender una válvula de accionamiento manual además de otra de reserva en la parte superior de cada bucle de refrigerante, y otra válvula manual y otra de reserva en el lado de entrada de cada bomba de circulación de sodio.
10. El espacio comprendido entre el tejado 103 y el nivel L' del sodio, está ocupado por una capa de gas inerte (por ejemplo argon) 153 mantenido a una presión ligeramente inferior a la atmosférica, con lo cual todas las fugas serán interiores. Los huecos o separaciones, por ejemplo entre pantallas o protecciones 132 y 133 y entre ésta y el tejado 103, se protegen mediante cierres de inmersión, y una purga de gas inerte entre dichos cierres con una ligera sobre-presión, en el interespacio formado entre dichos cierres da origen al burbujeo del gas de purga hacia el interior, a través del mencionado cierre inferior por inmersión.
15. separaciones, por ejemplo entre pantallas o protecciones 132 y 133 y entre ésta y el tejado 103, se protegen mediante cierres de inmersión, y una purga de gas inerte entre dichos cierres con una ligera sobre-presión, en el interespacio formado entre dichos cierres da origen al burbujeo del gas de purga hacia el interior, a través del mencionado cierre inferior por inmersión.
20. En la figura 3 se observará que el almacén 124 de combustible se dispone centralmente alrededor del eje menor del depósito 101 y adyacente a la pared de éste. En la figura 3 se observará, además, que el eje 166 del núcleo está descentrado con respecto a la intersección 167 de los ejes mayor y menor del depósito elíptico 101. Esto significa que el núcleo se halla más cerca de una parte de pared del depósito 101 que de la parte opuesta, adyacente al depósito
25. intersección 167 de los ejes mayor y menor del depósito elíptico 101. Esto significa que el núcleo se halla más cerca de una parte de pared del depósito 101 que de la parte opuesta, adyacente al depósito
30. 101 que de la parte opuesta, adyacente al depósito

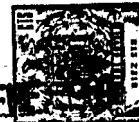


363057

- de combustible. Esta proximidad es ventajosa, dado que los aparatos nucleares pueden disponerse al exterior del depósito y alejados de la activación por combustible irradiado, temporalmente conservado en el almacén 124 del mismo. Además, la disposición de este almacén a un lado del diámetro menor, significa la existencia de una distancia considerable de otros componentes principales, especialmente bombas, de tal modo que se reduce al mínimo la activación por el combustible irradiado almacenado.
- 5.
- 10.

- Los circuitos de refrigerante encerrados, comunes a las dos contrucciones descritas, son ventajosas, por existir un solo nivel de sodio (L, L') en el depósito (1, 101) muy tranquilo, reduciendo así el problema de arrastre del gas de la manta o capa a proporciones despreciables. Como resultado, no es necesario aumentar la altura del depósito para tener en cuenta los cambios del nivel de sodio y, por tanto, puede reducirse la longitud de los componentes suspendidos desde las protecciones y del tejado del depósito al interior del sodio, lo cual es mecánicamente ventajoso y permite economías de material. Además, la superficie única y estática del sodio estará a una temperatura relativamente baja, reduciendo así los esfuerzos térmicos, los problemas del vapor del sodio y las necesidades de aislamiento térmico. El circuito cerrado permite además el empleo de cambiadores de calor alimentados a presión. Asimismo, la presencia de la pantalla neutrónica interna formando parte de la tapa del depósito del nú-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

36305729



cleo, significa que el pantallado necesario en las protecciones (32, 33:132, 133) es reducido en comparación con los tipos primitivos, lo cual reduce el tamaño y los costes. De ello se deriva además la reducida actividad de la

5. capa o manta de gas. La combinación tapa y pantalla neutrónica proporciona un soporte conveniente para elementos asociados con el control y los aparatos, por ejemplo, los tubos de acoplamiento de los elementos de control, (38, 138), los tubos de muestreo del refrigerante (42, 142) y los cables de los pares termo-eléctricos (43, 143).

10.

N O T A

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

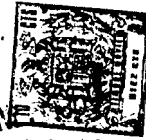
15. cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a solicitudes de Patentes presentadas en Inglaterra con el nº 4847/68 de fecha 30 de Enero de 1968 y cognate 8535/68 de fecha 21 de

20. Febrero de 1968 que fué completada en fecha 9 de Enero de 1969, acogándose por lo tanto, a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España,

25. sobre "Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares generadores de potencia", caracterizándose por lo siguiente:

1.- Perfeccionamientos en la construcción de reactores nucleares generadores de potencia, del tipo que comprende un reactor rápido regenerable

30.



refrigerado con metal líquido, con un circuito refrigerante sumergido en una masa de este metal de un depósito dispuesto en un sótano, caracterizados porque el núcleo del reactor está encerrado; el mencionado núcleo

5. y las protecciones neutrónicas radiales e inferiores - están contenidos en un depósito de extremo superior - abierto, cuya parte superior se halla cerrada por una tapa que incorpora una parte de la protección neutrónica del extremo superior; el resto de ella se halla
10. constituido por un techo del sótano, y existen varios bucles de circuito refrigerante que comprenden conductos de salida que penetran en el depósito por la región superior del mismo, conductos de entrada que penetran en el depósito citado por el extremo inferior -
15. del mismo; medios para el cambio de calor y medios de circulación del metal líquido en circuito entre los - citados conductos de entrada y de salida.

20. 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque el techo del depósito - incluye por lo menos una parte giratoria con respecto al núcleo del reactor; esta parte o partes son coaxiales con el núcleo del reactor, y la tapa del depósito está conectada a la parte coaxial del tejado, para - girar con ella.

25. 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 2, caracterizados porque la tapa del depósito se emplea para sostener equipo y aparatos necesariamente asociados con el núcleo del reactor, incluyendo mecanismos de varillas de control, tubos de muestreo del refrigerante para comprobar los elementos combustibles
- 30.

365057



ausentes y termopares para averiguar la temperatura del refrigerante de salida.

5. 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados porque la parte coaxial del tejado del depósito y la tapa del recipiente al mismo conectada son ambas móviles hacia el exterior con respecto al núcleo del reactor, para permitir con ello el retirar, de este núcleo, el equipo asociado con la contrastación del mismo.
10. 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque la disposición de por lo menos una válvula manualmente accionable para unir cada bucle de circuito refrigerante a la masa de metal líquido, para proporcionar un suministro de calor para amortiguar el calor del núcleo en el caso de fallo de los medios de circulación del refrigerante.
15. 6.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el depósito citado está construido de una amplitud mínima en la región del mismo en la que el núcleo del reactor se halla dispuesto, con lo cual la estructura de sostén de la tapa del núcleo y del tejado del sótano, o parte de él, puede ser de luz mínima.
20. 7.- Perfeccionamientos en la construcción
- 25.

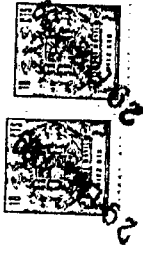
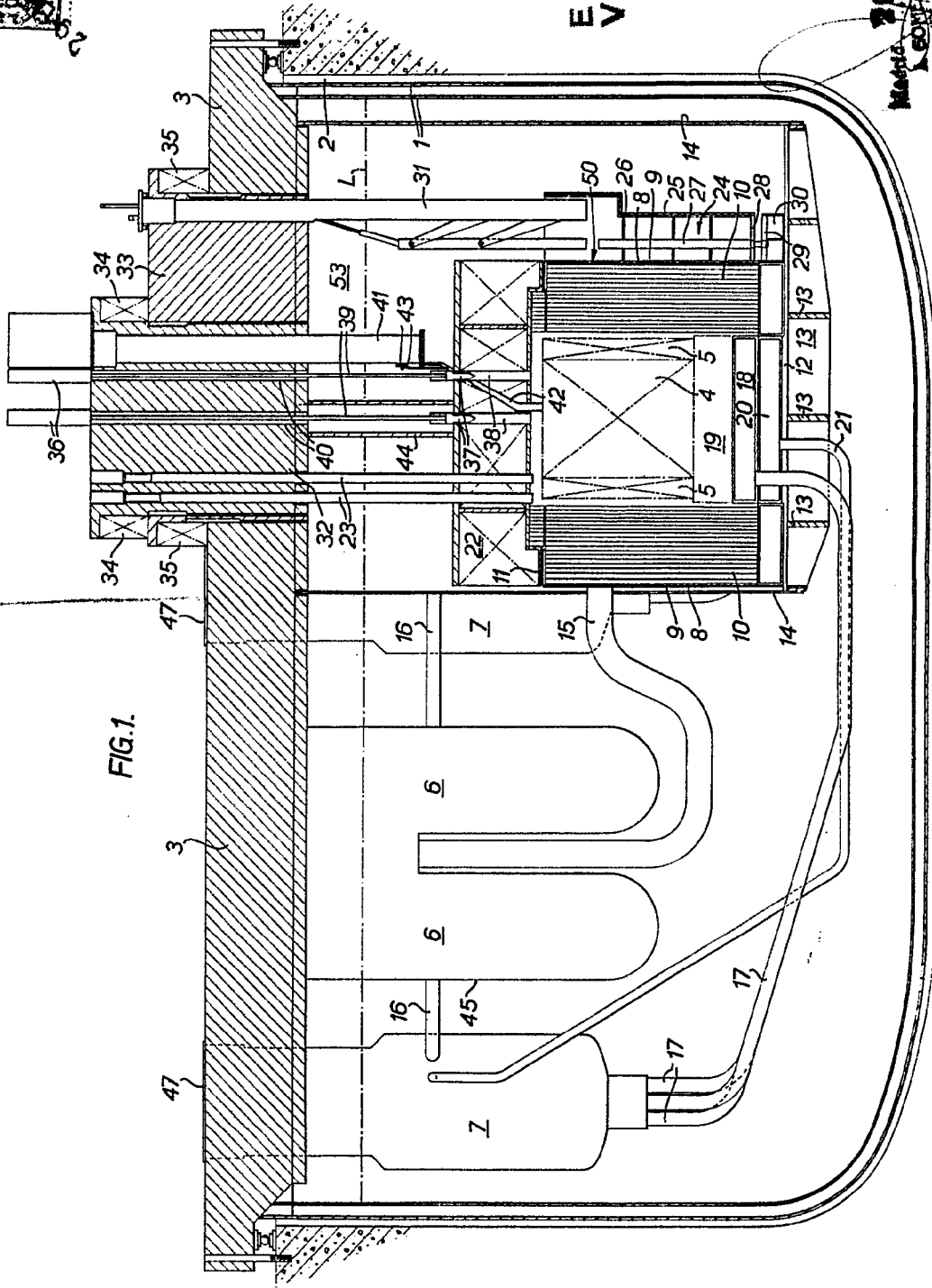


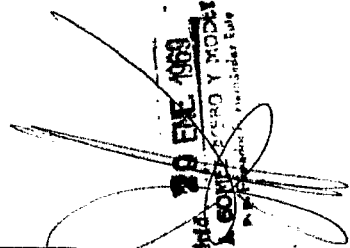
FIG.1.



ESCALA
VARIABLE

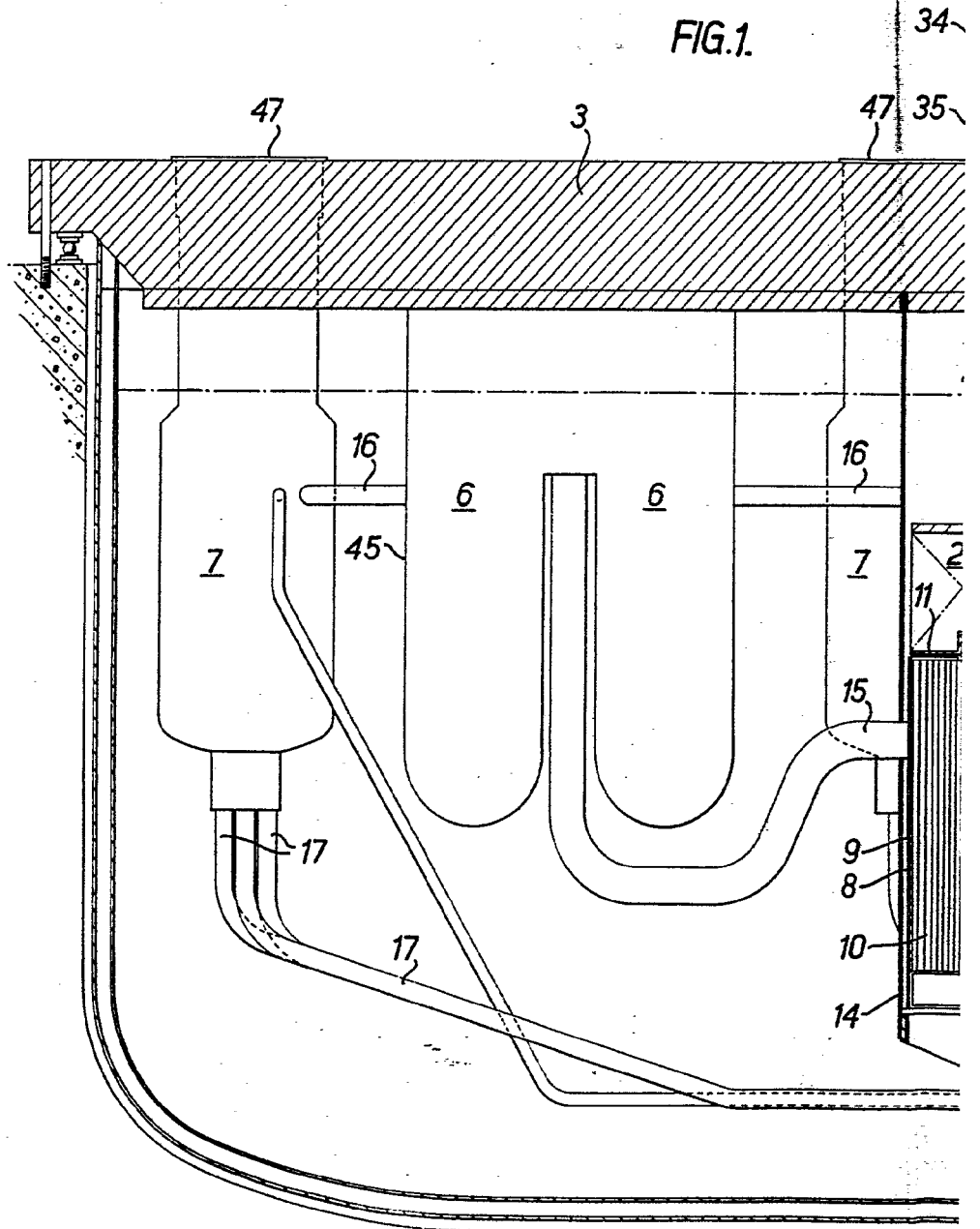
29 ENE. 1969

Mostrado en el modelo
de la patente de
España y de
Francia

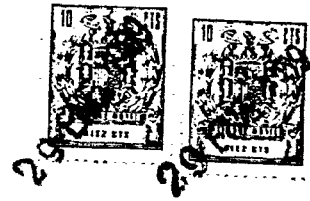


363057

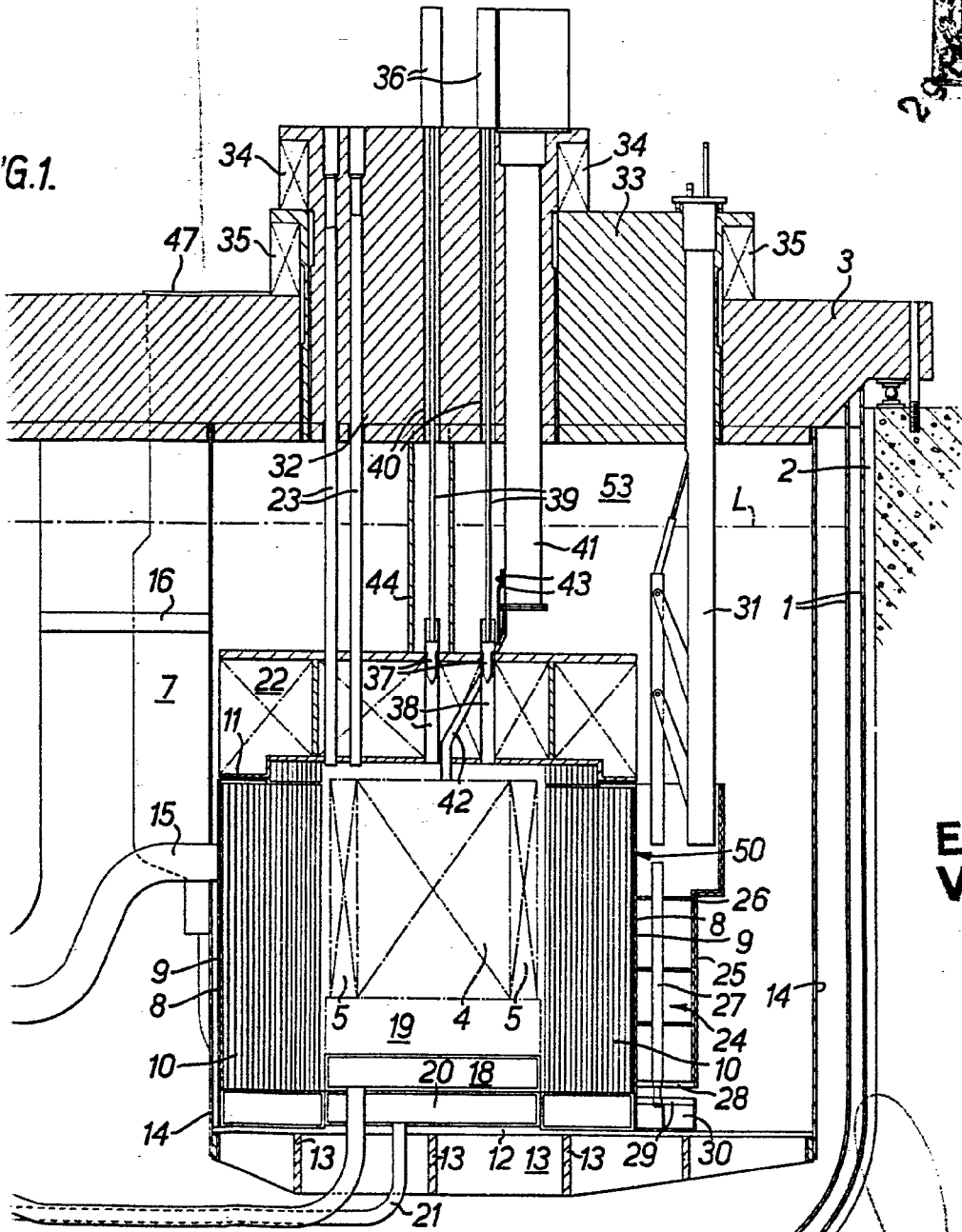
FIG.1.



383057



G.1.



ESCALA
VARIABLE

Madrid 20 ENE. 1969
A. GONZÁLEZ ACEBO Y MODER
Ingenieros de la Especialidad de Herramientas Roly

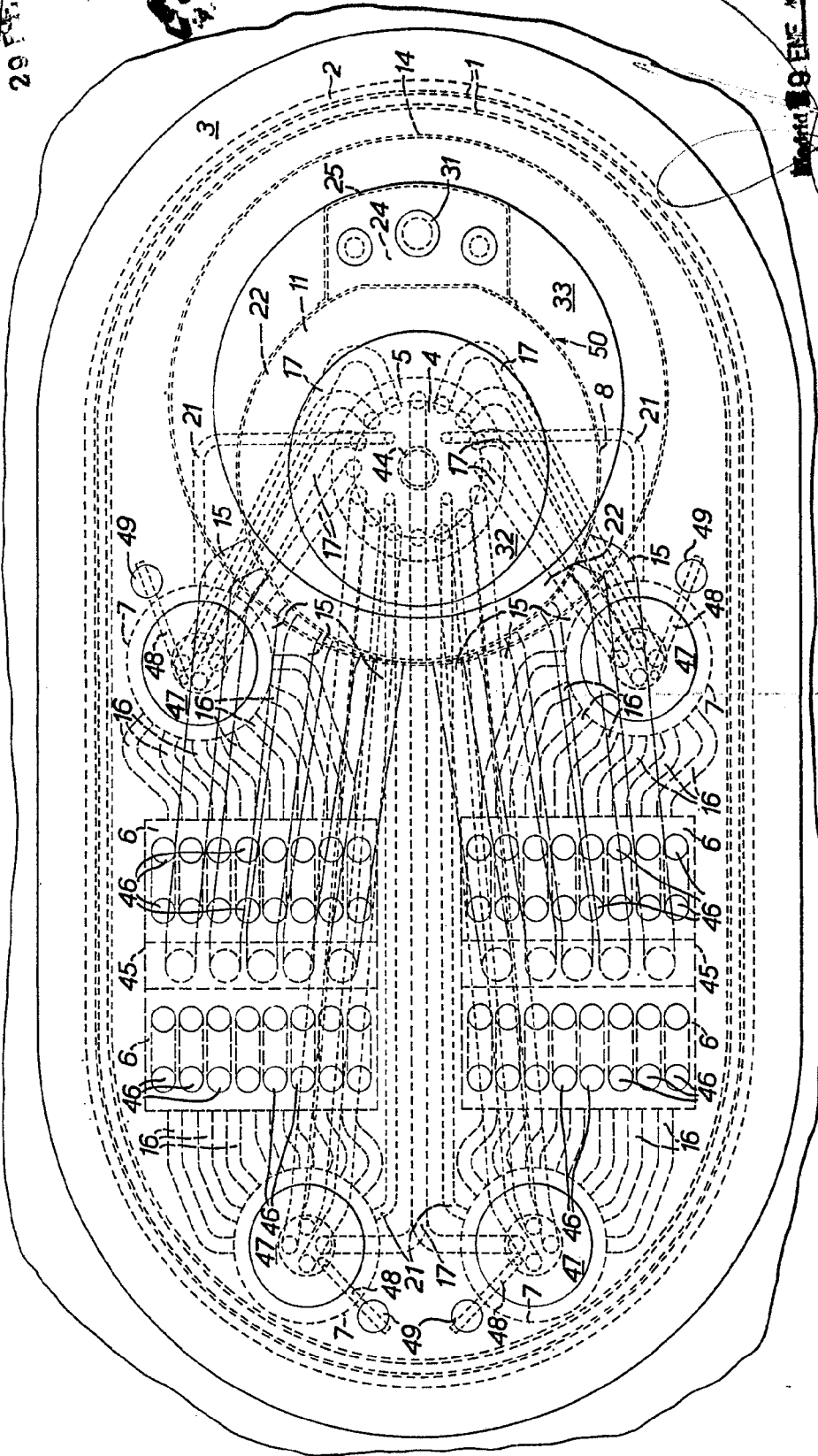
363057

363057



ESCALA
1:1000

FIG.2.

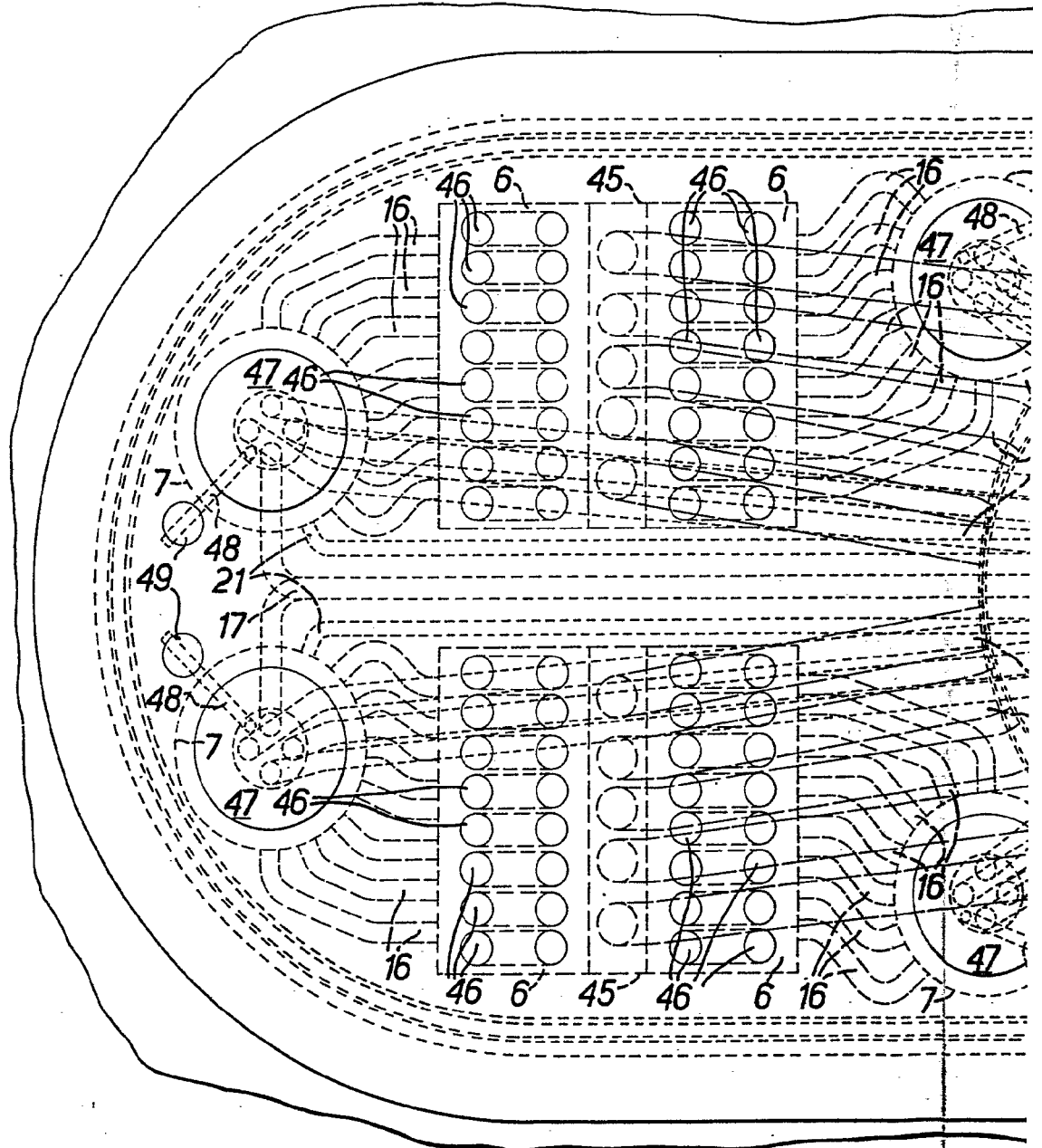


MOYER Y MODRY

A. MOYER Y MODRY
Ingenieros

363057

FIG.2.

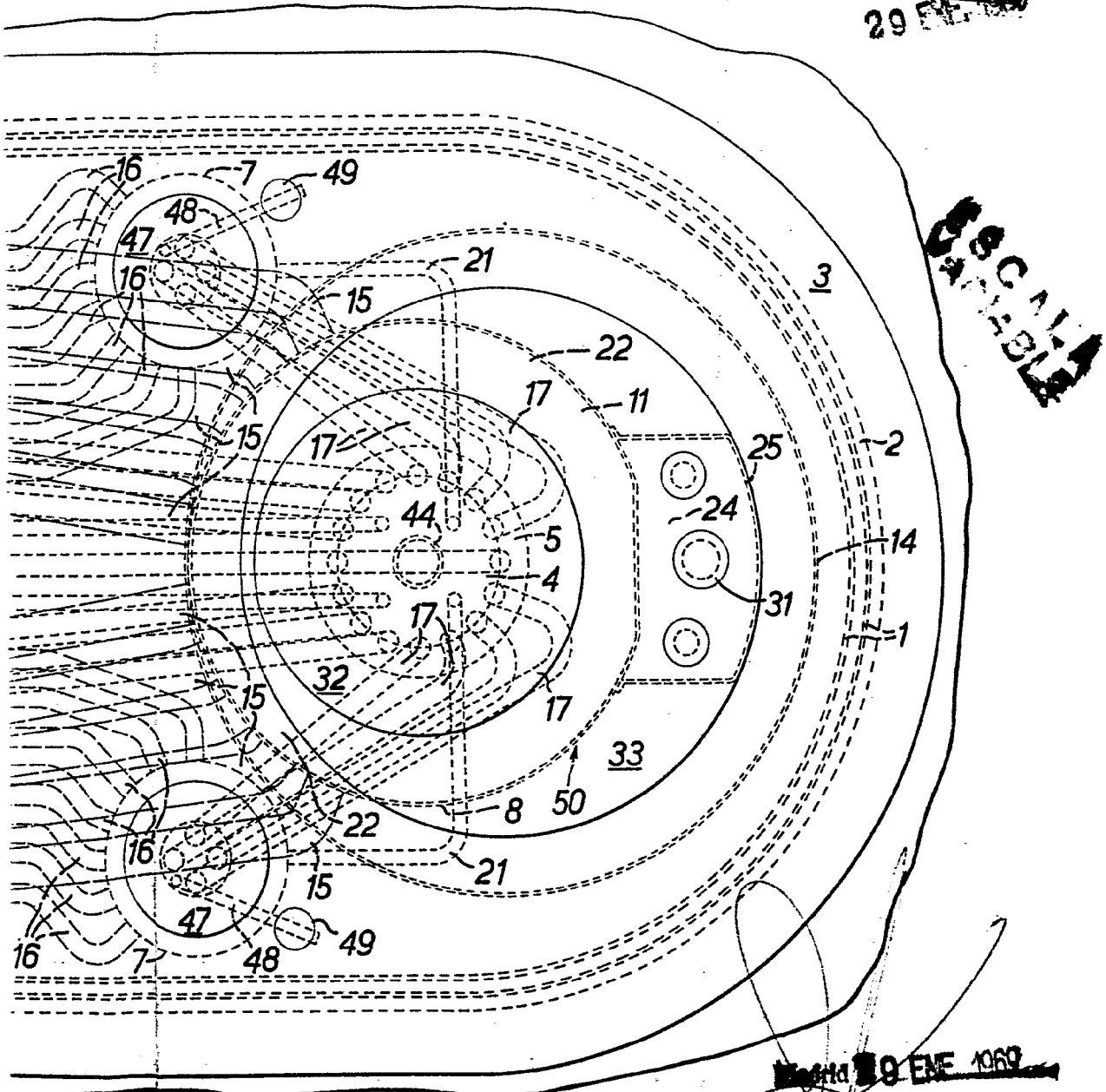


363057



29

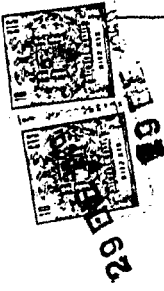
2.



~~Madrid 19 ENE 1969~~
A. GOMEZ ACEBO Y MODRY
 S. de Ingenieros E. Hernández Ruiz

363057

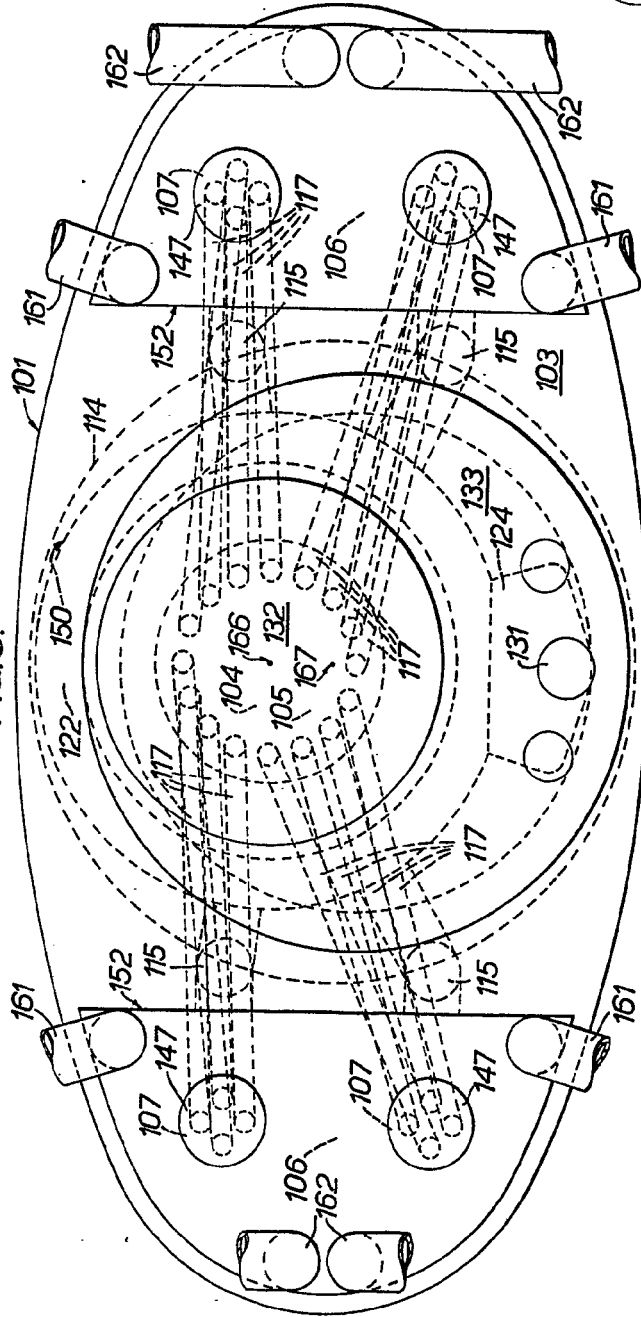
363057



29 FEB 1967

ESCALA
VARIABLE

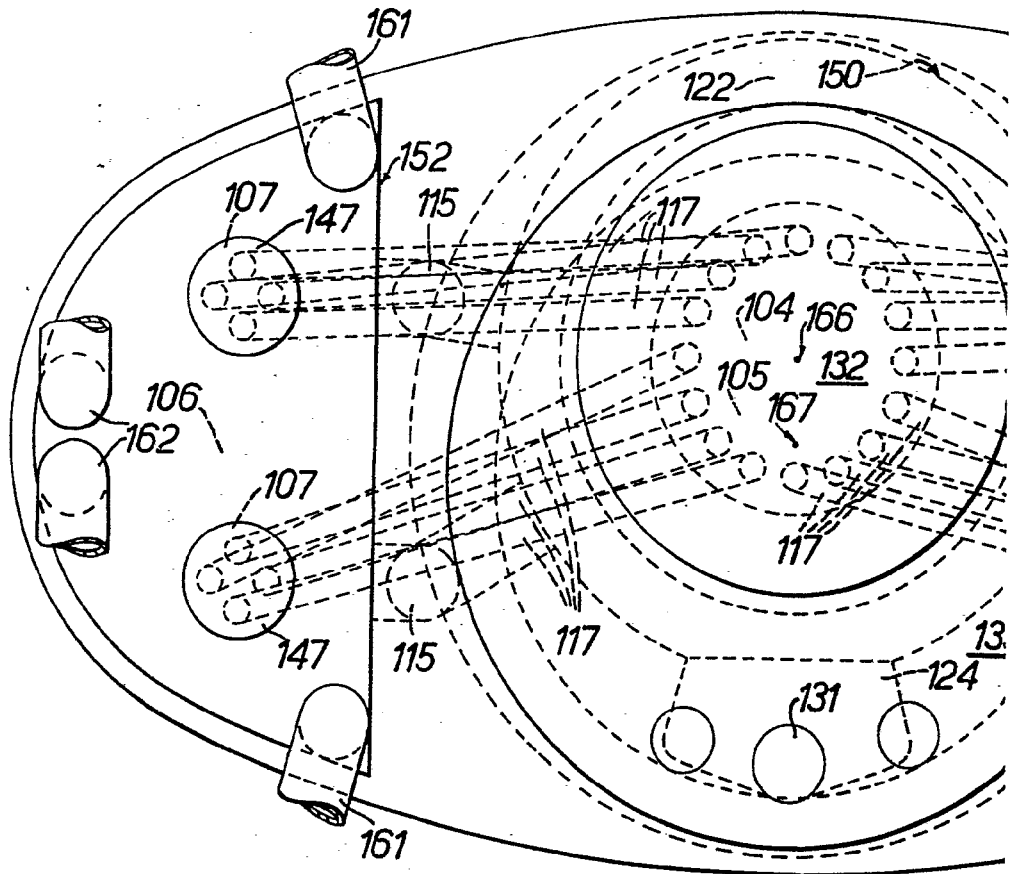
FIG.3.



~~29 FEB 1967~~
 Madrid
 A. SOMER
 Calle Y. MORA
 29, 28014 - Madrid
 C. Hernández Ruiz

363057

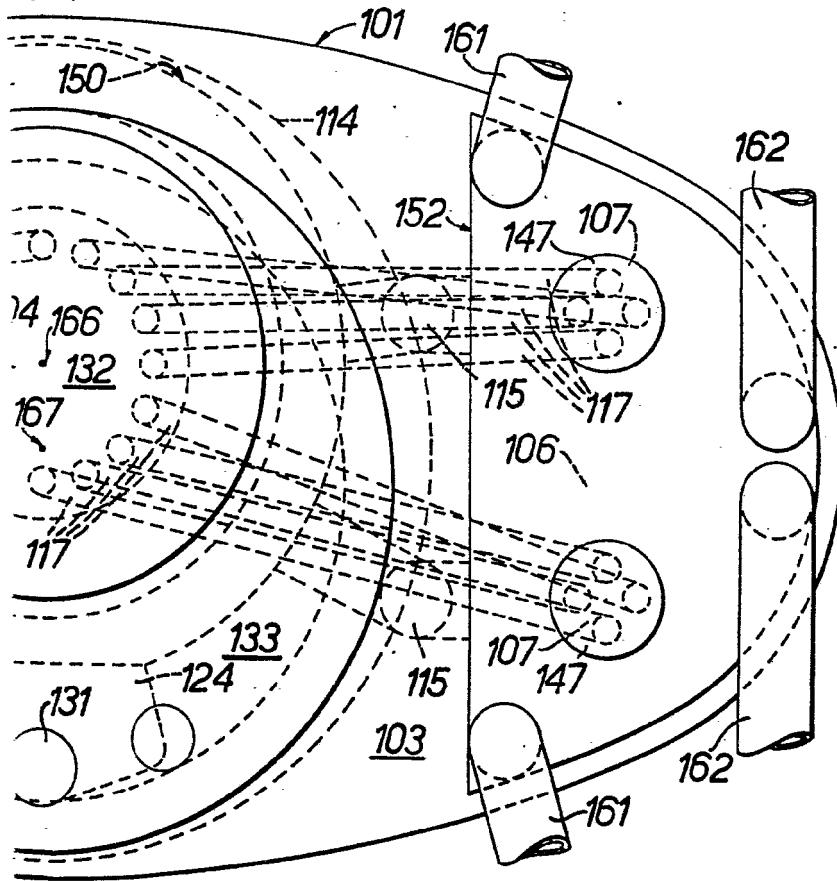
FIG.3.



363057



G.3.



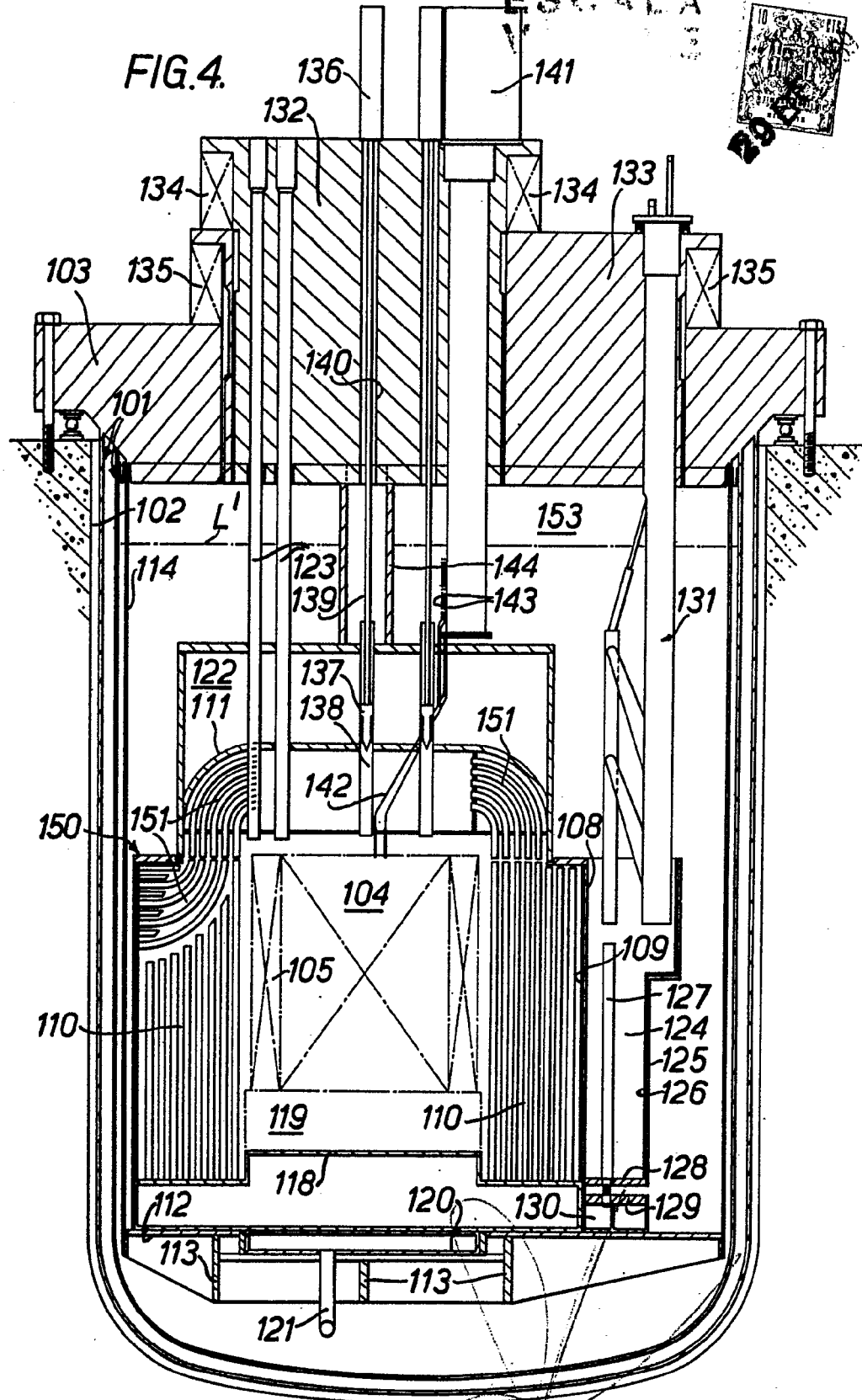
ESCALA
VARIABLE

Madrid 29 ENE 1969
A. GOMEZ Y MODE
C. A. Pineda y E. Hernández Ruiz

ES 363057



FIG. 4.

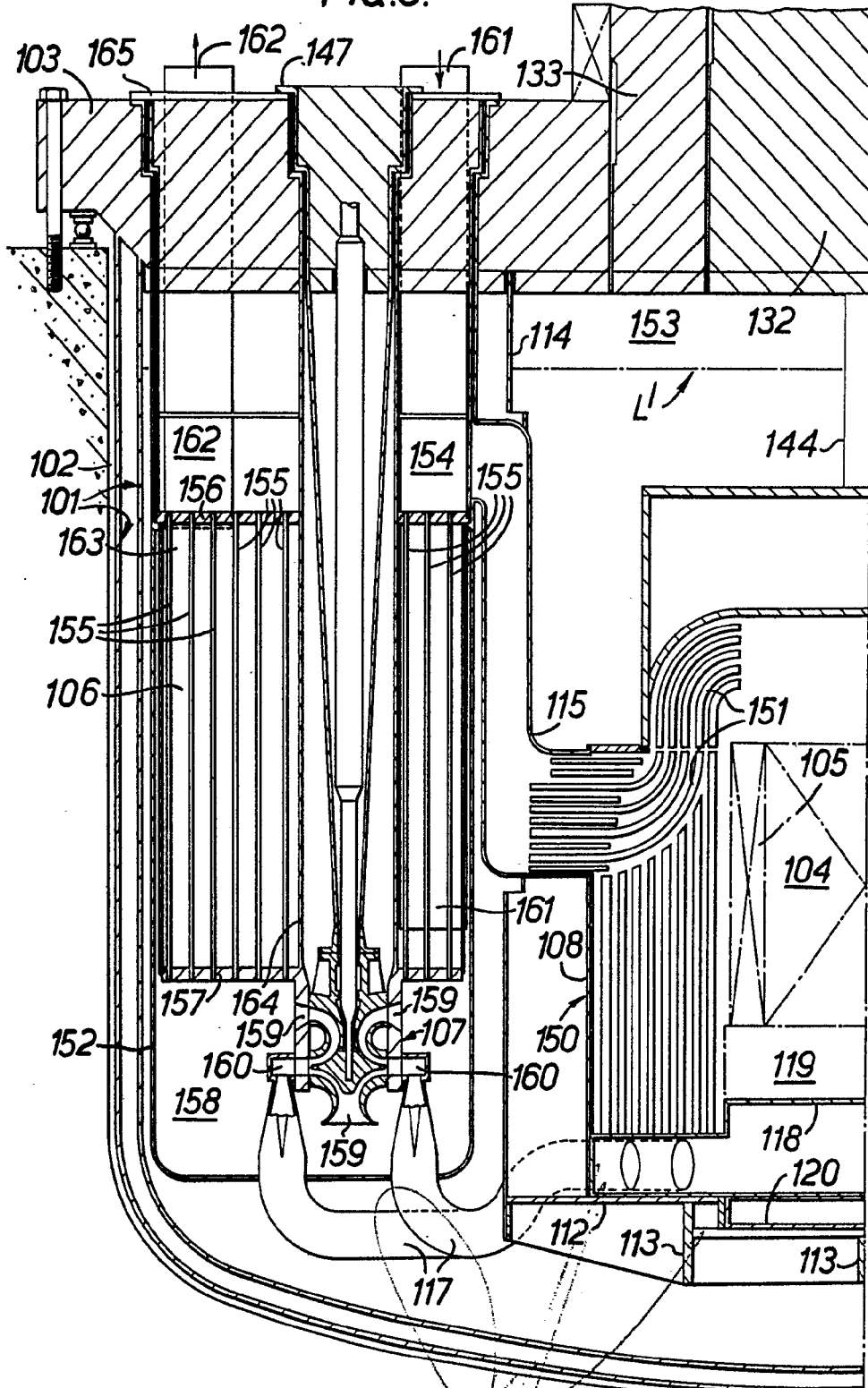


29 ENE 1969
Madrid
L. GONZALEZ RICO Y CIA S.A.
Calle de E. Hernández 24

363057

FIG.5.

29 ENE. 1960



29 ENE. 1960

L. GOMEZ ACEBO Y CA
as. P. Firmado: F. Hernández