



305721

PATENTE DE INVENCION

B 1438-3.

Memoria Descriptiva

sobre

"PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA FORMACION
DE CUERPOS ALARGADOS".

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa,
residente en 29, rue de la Fédération, PARIS 15^a,
Francia.

=====

Este invento tiene por objeto un procedimiento de producción de barras prolongadas de un material no-aislante, partiendo de elementos del mismo, así como un dispositivo para la aplicación práctica de dicho procedimiento. Por la denominación "no-aislante"

5.



se designarán los materiales que ofrezcan una resistividad eléctrica igual, como máximo a algunos centenares de ohmios-cm²/cm, en las proximidades de su temperatura de fusión.

5. Este invento se aplica especialmente a los materiales no-aislantes refractarios, o sea, que tengan una temperatura de fusión igual, por lo menos, a 1,900°C, y permite constituir, partiendo de pastillas o elementos obtenidos por compresión de dichos materiales en polvo, barras de compacidad aumentada.

10. Este invento presenta una aplicación importante en el campo de los materiales combustibles nucleares cerámicos: hasta ahora, estos materiales (bióxido de uranio UO₂ especialmente) se han utilizado, en general, en forma de pastillas calcinadas; desgraciadamente, este procedimiento es costoso. Un procedimiento más económico consiste en densificar directamente el material en una funda de elemento combustible, por vibración y martilleo, pero los granos de polvo han de ser muy densos para obtener un elemento satisfactorio; un bióxido de esta naturaleza, puede obtenerse por fusión al arco, después de solidificación y trituración, pero esta técnica implica una impurificación no despreciable.

20. Este invento tiende especialmente a la obtención de un material de elevada pureza, suficiente-



mente denso para poderse compactar directamente en una envoltura después de la trituración.

- La Patente Francesa nº 1.358.438, propone un procedimiento de fusión de materiales refractarios no aislantes, por inducción, aplicable a la densificación de este material por fusión de zona, procedimiento que consiste en colocar el material en forma de una muestra sensiblemente cilíndrica y en hacer pasar en un arrollamiento de inducción dispuesto alrededor de esta muestra, una corriente de frecuencia tal que la relación entre el radio y la profundidad de penetración de la corriente en el cuerpo, sea por lo menos igual a 1,5 y, con preferencia esté comprendida entre 1,5 y 3, cerca del punto de fusión. De acuerdo con un modo especial de aplicación a la práctica, esta Patente propone dar a la muestra la forma de una barra cilíndrica y desplazar ésta a través del arrollamiento o bobina de caldeo para provocar la compactación por fusión por zonas de la parte central de la barra, constituyendo la parte lateral una corteza sólida que no experimenta la fusión.

- Este procedimiento tiene el inconveniente de ser discontinuo; dada la necesidad de calentar previamente cada barrote hasta una temperatura tal que su resistividad eléctrica sea suficientemente débil, antes de hacerle atravesar el arrollamiento, es necesario disponer medios de caldeo separados (susceptor,



por ejemplo).

Este invento prevé la idea de un procedimiento continuo que permita la producción de barras alargadas, partiendo de pastillas o elementos de la misma sección recta y de altura inferior.

5.

Para ello, este invento propone un procedimiento de formación de un cuerpo alargado de un material partiendo de elementos de éste, de la misma sección recta que el cuerpo a formar y de altura inferior, procedimiento de acuerdo con el cual se constituye

10.

una pila de dichos elementos y se hace atravesar por ella un arrollamiento alimentado con corriente eléctrica de frecuencia y de intensidad tales que las corrientes inducidas en dichos elementos eleven la temperatura de la parte interna, solamente, de los elementos (la más próxima al eje de la pila) más allá del punto de fusión, para provocar la densificación del material y la solidarización de dichos elementos en un cuerpo alargado.

15.

20.

Este invento consiste también en otras disposiciones, ventajosamente utilizables en combinación con la anterior, pero que pueden emplearse independientemente.

25.

Todas estas disposiciones aparecerán mejor al leer la descripción siguiente de un modo de aplicación práctica de este invento, dado a título de ejemplo no limitativo. La descripción se refiere a

37701



Los dibujos que la acompañan, en los que:

5. la fig. 1 es una vista muy esquemática, en alzado, de un horno de puesta en práctica de este invento, destinado a la producción de barras de bióxido de uranio UO_2 densificado, partiendo de pastillas cilíndricas de UO_2 ;
10. la fig. 2 es una vista de detalle del mecanismo de introducción y de carga de pastillas, representado en corte por un plano que pasa por el eje vertical del horno;
- la fig. 3 es un corte por la línea III-III de la fig. 2;
15. la fig. 4 es una vista de detalle del mecanismo de tirado de las barras de UO_2 densificadas representado en corte por un plano que pasa por el eje vertical del horno;
20. la fig. 5 es una vista de detalle del mecanismo de evacuación de las barras, representado en corte por un plano que pasa por el eje del horno y perpendicular al plano de la fig. 4 (línea V-V de la fig. 4).
25. El horno representado en la fig. 1, a título de ejemplo no limitativo, se destina al tratamiento de las pastillas o elementos o de bióxido de uranio obtenidas por compresión de polvo; el diámetro y la altura de estas pastillas están ventajosamente comprendidos entre 30 y 100 mm. El horno comprende una



cámara estanca 7 limitada por un recinto A constituida por una columna cilíndrica de eje vertical y por una caja superior 8 de eje horizontal. La columna es de varias piezas acopladas por medios no representados, tales como pernos; se compone de un anillo metálico 10₁ cerrado por un fondo 10₂, de un anillo 10₃, de un anillo de cuarzo o de vidrio de boro llamado "pyrex" 10₄, y de un anillo superior 10₅ dotado de una prolongación 10₆; los anillos o secciones pueden ser de aleación ligera o de acero, con preferencia inoxidable.

El anillo 10₃ y la parte inferior del anillo 10₅ que forma brida, son de doble pared (fig. 2) y los espacios entre las dos paredes están recorridas por una circulación de agua de refrigeración, representada esquemáticamente por líneas discontinuas en la fig. 1; el agua penetra en estos espacios por tubuluras 12₁ y sale de ellos por tubuluras 12₂ (figuras 2 y 4).

El horno contiene además un dispositivo de caldeo B, un mecanismo C de carga de las pastillas 6 de bióxido, un mecanismo D de tracción de las barras densificadas, y mecanismos de introducción y de evacuación F y F' que se describen a continuación.

El dispositivo de caldeo B comprende un arrollamiento 14 de eje vertical dispuesto en la cámara 7 al nivel del anillo de cuarzo 10₄ o de pyrex. Este arrollamiento 14 está unido a un generador de alta

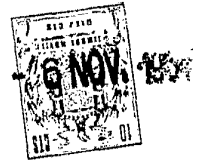


frecuencia 16 por conductores 18 (figs. 1 y 2) que atraviesan la pared del anillo 10₃ en una junta estanca y aislante 20 (fig. 2).

El dispositivo de caldeo B comprende además un
5. manguito susceptible 22 de un material conductor de la electricidad a temperatura ordinaria (de grafito, por ejemplo) y un vástago 3 de maniobra del susceptible, que atraviesa la pared del anillo 10₅, y permite desplazar el susceptible entre la posición representada en la fig. 1
10. (la que ocupa en funcionamiento normal) y una posición de arranque en la que el susceptible cubre la pastilla superior colocada al nivel del arrollamiento de caldeo 14.

El desplazamiento vertical ascendente de las
15. pastillas 6 está asegurado por el mecanismo de carga C, representado en las figs. 1 y 2, que comprende un vástago 24 dispuesto en la prolongación del eje del arrollamiento 14. Este vástago resbala, de modo estanco, a través del fondo 10; lleva una plataforma 26 cuya posición más baja se representa en líneas continuas, y
20. la posición más elevada se indica en líneas de trazos en la fig. 2.

El desplazamiento vertical del vástago, está asegurado por un motor 28 que, por un tren de engranajes reductores, arrastra la corona dentada 30 inmovilizada, en translación, por el collar 32; esta corona se
25. atornilla en la parte terminal roscada 34 del vástago



24 y la rotación de aquella provoca por tanto la translación de ésta.

El mecanismo de carga C comprende también un dispositivo anti-retorno representado en la fig. 2, destinado a impedir la caída de las pastillas 6 después de levantarse por la plataforma 18. Este dispositivo está constituido por varias garras 36 montadas deslizables en un cono 38 sostenido por un plato 40 inmovilizado entre los anillos 10₁ y 10₃. Las garras 36 se separan y se elevan bajo el impulso de las pastillas, cuando éstas se empujan hacia arriba por la plataforma 26 y autoriza la subida de las pastillas; por el contrario, las garras tienden a deslizarse hacia abajo, por la acción de su propio peso, rodean las pastillas y las retienen por frotación, cuando éstas dejan de estar sostenidas por la plataforma 26.

La tracción de las barras 42 constituidas por las pastillas 8 solidarizadas, está asegurada por un mecanismo D, representado esquemáticamente en las figs. 1 y 4, esencialmente constituido por un par de sujetiones 44 y los órganos que regulan la abertura y el desplazamiento vertical de aquellas, que comprenden, para cada sujetión, dos pequeñas bielas 46 articuladas en una columna vertical 48 y un tirante vertical 50 conectado a la pequeña biela superior. Los tirantes 50 están unidos a un balancín 52, mientras que las columnas se hallan sujetas a un plato 62; se observa que un despla-



zamiento vertical relativo del balancín 52 y de las columnas 48, provoca la abertura o el cierre de las sujeciones 44, mientras que un desplazamiento global de las columnas y del balancín permite desplazar una barra, manteniendo apretadas las sujeciones.

El mando en bloque del balancín y de las columnas, está asegurado por un mecanismo, ventajosamente sincronizado con el motor 28, que comprende un piñón 54 que ataca una corona 56 sostenida por un manguito 58; éste se halla acoplado, por una conexión roscada, a un árbol 60 sujeto al plato 62 y cuya rotación se impide por una unión enclavijada deslizante 61. Así, la rotación del manguito 58 provoca el desplazamiento vertical del árbol 60. Evidentemente se disponen juntas de estanqueidad, no representadas.

El desplazamiento vertical del balancín 52 con respecto a la placa 62 (para abrir o cerrar las sujeciones 44) está regulado por una espiga 64 montada a deslizamiento en el árbol 60, y solidaria de un electroimán 65.

El mecanismo F de introducción de las pastillas 6, se representa esquemáticamente en las figs. 1 a 3; comprende un recinto, necesario para la conservación de una atmósfera regulada en la cámara 7 durante el funcionamiento, y órganos de desplazamiento de las pastillas accionados desde el exterior de la cámara A. El recinto, representado en la fig. 3, comprende una

3-1721



- caja fija 66 solidaria de la virola 10₁. Una ventanilla 67 permite vigilar la introducción. La puerta exterior 68 del recinto se regula directamente desde el exterior. La puerta interior está constituida por una sencilla placa 70 móvil hacia y desde la caja, provista de una junta tórica 72. Esta placa 70 lleva también un plato 74 que constituye el suelo del recinto. Una espiga 76 que atraviesa la virola o anillo 10₁ mediante una junta estanca, permite desplazar la placa 70 entre una posición externa de cierre del recinto (en líneas de trazos en la fig. 3) y una posición interna (en líneas continuas) en la que la placa 70 se halla frente a un impulsor 78 que permite, si la plataforma 26 está al nivel de la placa, el hacer pasar una pastilla de una a otra.
- 5.
- 10.
- 15.

- Cuando una barra 42 de longitud correspondiente a la dimensión de la caja 8 se ha constituido por solidarización de pastillas, se toma, como carga, por el mecanismo de evacuación F', representado esquemáticamente en la fig. 1 y con mayor detalle en la fig. 5. En el horno representado, la salida de la barra se realiza horizontalmente, lo cual exige un cambio de orientación; es evidente que sería posible utilizar un mecanismo F' que no realizara este cambio de orientación, a condición de modificar la caja 8.
- 20.
- 25.

El mecanismo F' comprende sujeciones 80 representadas en trazos mixtos en la fig. 4, cuya aber-



tura y cuyos desplazamientos se accionan de modo análogo a las sujeciones 44; el movimiento relativo de un vástago de maniobra 82 y de un árbol 84 terminado por un balancin 86 al que las sujeciones están articuladas, 5. regula la abertura y el cierre de dichas sujeciones.

La fig. 5 representa el mecanismo F' ajustado a la barra 42 que se halla todavía dispuesta según el eje del horno, o sea, en la posición en que la mantiene el mecanismo D (parte izquierda y central de la figura) y representa también este mecanismo después de haber efectuado un cuarto de vuelta (parte derecha de la fig. 5). 10.

El mecanismo F' comprende además una guía de recepción 88 que desemboca en un recinto 90 análogo al del mecanismo F y que por tanto no se describe en detalle. 15.

A título de ejemplo se describe a continuación un caso de puesta en práctica del procedimiento de acuerdo con este invento, correspondiente al funcionamiento del horno representado en las figs. ejemplo en el que las barras se obtienen partiendo de pastillas o secciones que tienen forma de cilindros de revolución de 50 mm de diámetro y 50 mm de altura. Estas pastillas se forman por compresión de polvo de 20. bióxido de uranio UO_2 y tienen una densidad del orden de 7. 25.

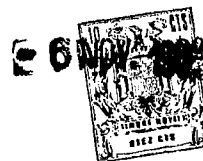
Abierto el recinto A, se empieza por apilar



sobre la plataforma 26 un número de pastillas suficiente para que la pastilla superior alcance la altura del arrollamiento 14. El recinto se cierra a continuación y el aire se substituye por hidrógeno a una débil sobrepresión (50 g/cm², por ejemplo) con respecto a la atmósfera. A continuación se mantiene en el recinto una corriente de hidrógeno de barrido.

Se cubre en estas condiciones la pastilla superior 6, por el susceptor de grafito 22 y se hace pasar por el arrollamiento 14 una corriente de frecuencia y de intensidad conveniente; la temperatura del grafito aumenta progresivamente así como la de la pastilla 6, rodeada por el susceptor. Cuando la temperatura del grafito llega a 1300°C, se separa el susceptor 22, con preferencia interrumpiendo la excitación, lo cual hace descender ligeramente la temperatura del UO₂. Luego se restablece la excitación (si se ha interrumpido); en el caso previsto, la potencia del generador es del orden de 20 kW y la frecuencia, de 3,5 MHz; de modo más general, la frecuencia elegida se determina de acuerdo con las indicaciones de la Patente Francesa n.º 1,158,538, a la que podrá consultarse.

La temperatura del bióxido, aumenta rápidamente hasta la fusión de la parte central de la pastilla superior. El mecanismo de elevación se pone en este momento en marcha para levantar la pila de pastillas, a una velocidad del orden de 10 mm/mn. En ca-



si todos los casos, esta velocidad queda comprendida entre 1 y 40 mm/mn.

- Cuando el desplazamiento vertical de la pila llega a un valor igual a la altura de una pastilla
5. 6, ha de introducirse otra pastilla en el recinto, mediante el mecanismo F, insertándola debajo de la pila. Para ello, la plataforma 26 se coloca en posición baja (fig. 2) quedando la pila sostenida por las garras 36. El vástago 76 se hunde suficientemente para
 10. que la junta tórica 72 se apoye de modo estanco contra la caja 66. En estas condiciones se abre la puerta exterior 68, se coloca una pastilla 6 sobre el plato 74 y se cierra de nuevo la puerta 68 después del cambio de atmósfera. El vástago se lleva de nuevo a la posición representada en la fig. 3 y el vástago 78 se hunde a su vez (posición representada en línea de trazos en la fig. 3), para hacer pasar la pastilla 6 del plato 74 a la plataforma 26. El mecanismo C adopta de nuevo su movimiento ascendente y este ciclo de operaciones
 15. se repite inmediatamente a la frecuencia necesaria. En cuanto la pastilla superior alcanza un nivel suficiente en la zona de enfriamiento limitada por el anillo 105, de circulación de agua, se recoge por las sujeciones 44 que la guían a continuación.
 - 20.
 25. Mientras el arrollamiento 14 permanece alimentado, la parte central de las pastillas que lo atraviesan se funde de acuerdo con el proceso de



- "fusión de zona"; en especial, cuando la región de contacto de dos pastillas superpuestas atraviesa el arrollamiento, se funde en su parte central. Cuando a continuación esta región se solidifica, las dos
5. pastillas quedan soldadas por su parte central. La superficie lateral de las pastillas permanece sólida, constituyendo así una "corteza" o un crisol para la parte central licuada. A pesar de las discontinuidades de la corteza entre las pastillas sucesivas, no existe fuga de líquido al nivel de los contactos, a causa de la solidificación inmediata de las fugas eventuales debida a la existencia de un importante desnivel térmico entre el exterior y el interior de las pastillas.
- 10.
15. Cuando ha desfilado por el arrollamiento 14 un número suficiente de pastillas, se limita la intensidad de la corriente y por tanto la potencia del caldeo por ella producida durante el paso del arrollamiento por una región de contacto entre dos pastillas; se evita así la fusión de esta región, manteniéndola sin embargo a una temperatura superior a la de caldeo previo. Luego, una vez salida esta región del arrollamiento, se comunica al caldeo toda su potencia.
- 20.
25. El conjunto de las pastillas soldadas por testa, forma así una barra 42 constituida por cinco pastillas en el ejemplo representado. Cuando la barra



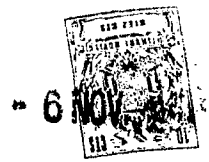
ha alcanzado un nivel vertical y un grado de enfriamiento suficiente, la recoge el mecanismo F', se separa de las sujeciones 44 y se deposita sobre la guía 88, enfriada por circulación de agua. Una vez completamente enfriada, sale a través del recinto 90.

Las barras así obtenidas están constituidas por una funda o revestimiento aglomerado denso, (por no haber experimentado la fusión) que contiene una parte interna formada de grandes mono-cristales de bióxido de uranio separados unos de otros; el volumen de cada mono-cristal es del orden del cm^3 y su densidad próxima a 10,93.

Las barras completas (o los cristales solos), se machacan inmediatamente, después de tronzamiento eventual de los dos extremos y se pasan eventualmente por un tamiz para obtener un polvo de granulometría conveniente. Este polvo se hace compacto por vibración en una funda metálica, para obtener elementos combustibles llenos de bióxido muy denso.

Debe observarse la ductilidad de empleo y la seguridad del dispositivo que acaba de describirse, en especial en casos de deterioro de la parte superior, la descarga puede realizarse por el mecanismo F. Con este objeto, se dispone una horquilla 92 para desarmar el dispositivo anti-retorno (fig.2).

Desde luego son posibles distintas variantes del procedimiento y del dispositivo descritos; en es



- pecial el desplazamiento vertical de la pila de pastillas, puede ser descendente y no ascendente, aunque sea preferible la segunda solución; los elementos cilíndricos pueden presentarse en una forma distinta de la de una pastilla, por ejemplo en la de barras de altura apreciablemente superior.
- 5.

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 cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de adición presentada en Francia con fecha y número siguientes: 6 de noviembre de 1.963, nº PV. 952.795, acogiéndose 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: "Procedimiento y dispositivo para la formación de cuerpos alargados"; caracterizándose por lo siguiente:
- 10.
- 15.
- 20.

- 1.- "Procedimiento para la formación de cuerpos alargados de un material", partiendo de elementos de éste, de la misma sección recta que el cuerpo a formar, y de menor altura, de acuerdo con el cual se constituye una pila de dichos elementos que se hace atra-
- 25.



- 6 NOV. 1950

- vesar un arrollamiento alimentado de corriente eléctrica de frecuencia y de intensidad tales que las corrientes inducidas en dichos elementos eleven la temperatura de la parte de los elementos
5. más próxima al eje de la pila, por encima del punto de fusión del material citado, para provocar la densificación del producto y la solidarización de dichos elementos en un cuerpo alargado.
- 2.- Procedimiento de formación de un cuerpo alargado de material refractario no-aislante,
10. partiendo de elementos de dicho material de igual sección recta que el cuerpo a preparar, y de menor altura, de acuerdo con el cual se constituye una pila vertical de dichos elementos, se caldea
15. previamente el elemento superior de la pila a una temperatura determinada, se desplaza verticalmente dicha pila haciendo atravesar sucesivamente por todos los elementos de la pila citada, primero un
20. arrollamiento alimentado con corriente eléctrica de frecuencia y de intensidad tales que las corrientes inducidas en dichos elementos eleven la
25. temperatura de la parte de los mismos mas próxima al eje de la pila, mas allá del punto de fusión de dicho material, permaneciendo sólida la parte mas alejada del eje, y luego una zona de refrigeración en la que dichas partes fundidas de los elementos citados se solidifican y solidarizan dos elementos



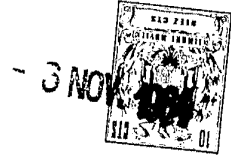
sucesivos.

5. 3.- Procedimiento según reivindicación 1 ó 2, en el que la intensidad de la corriente en el arrollamiento, se reduce al atravesarlo partes en contacto de algunos de los elementos, para limitar la longitud de dichos cuerpos alargados.

10. 4.- Procedimiento según reivindicación 1 ó 2, en el que se dispone temporalmente un órgano de pequeña resistencia eléctrica, alrededor del elemento superior, para caldeo previo de éste.

15. 5.- Dispositivo para la aplicación práctica del procedimiento antes descrito que comprende un recinto estanco, un arrollamiento dispuesto en dicho recinto, medios de introducción de los elementos citados en el recinto, y de desplazamiento de dicha pila a través del arrollamiento, un origen de alimentación del arrollamiento con corriente eléctrica de frecuencia y de intensidad tales que las corrientes inducidas en dichos elementos eleven la temperatura de solamente la parte de los elementos mas próxima al eje de la pila, mas allá del punto de fusión, y medios de tracción del cuerpo alargado formado por la solidarización de los elementos mencionados que hayan atravesado el arrollamiento.

25. 6.- Procedimiento y dispositivo para la



3. 5721

formación de cuerpos alargados; tal y como queda descrito sustancialmente en la Presenye Memoria, e ilustrado en los dibujos adjuntos.

5. Esta Memoria consta de 19 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

6 NOV. 1944

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
E. P.

305721

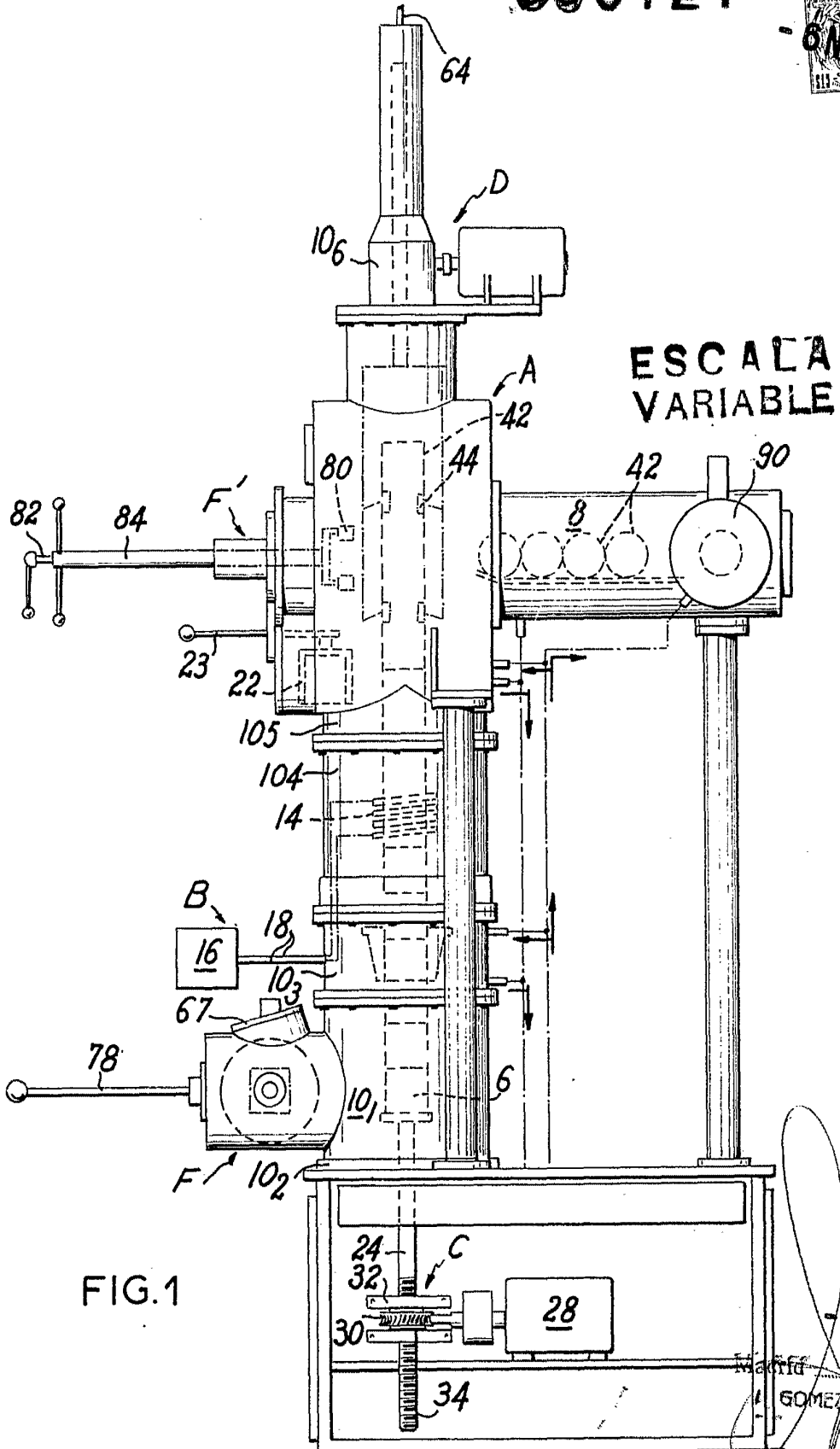
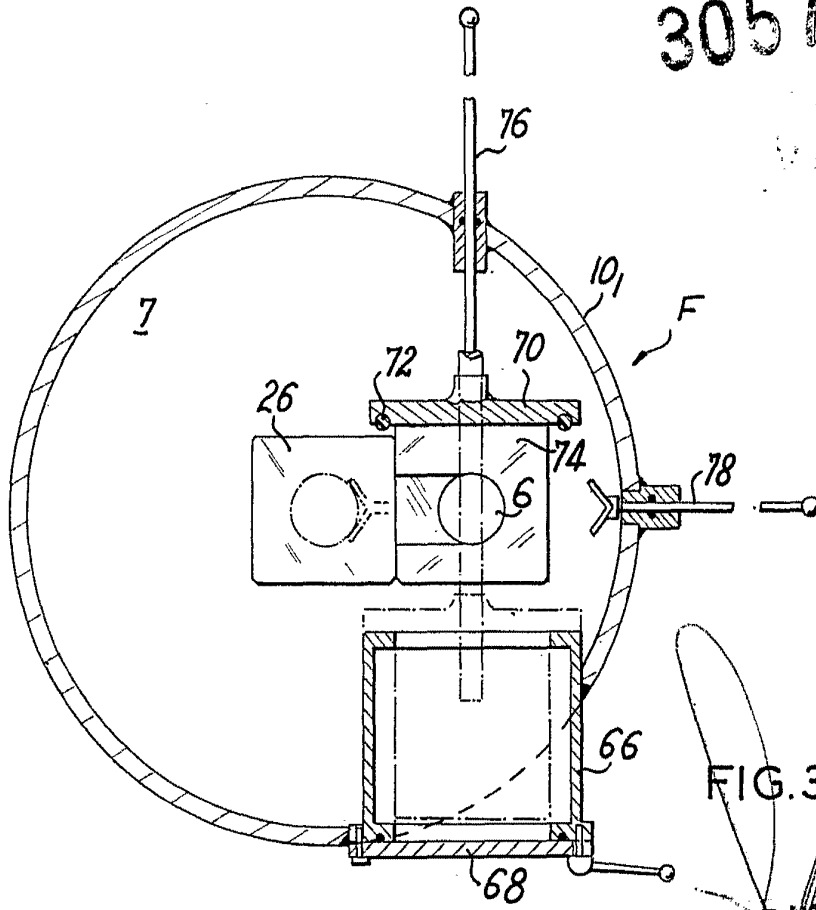
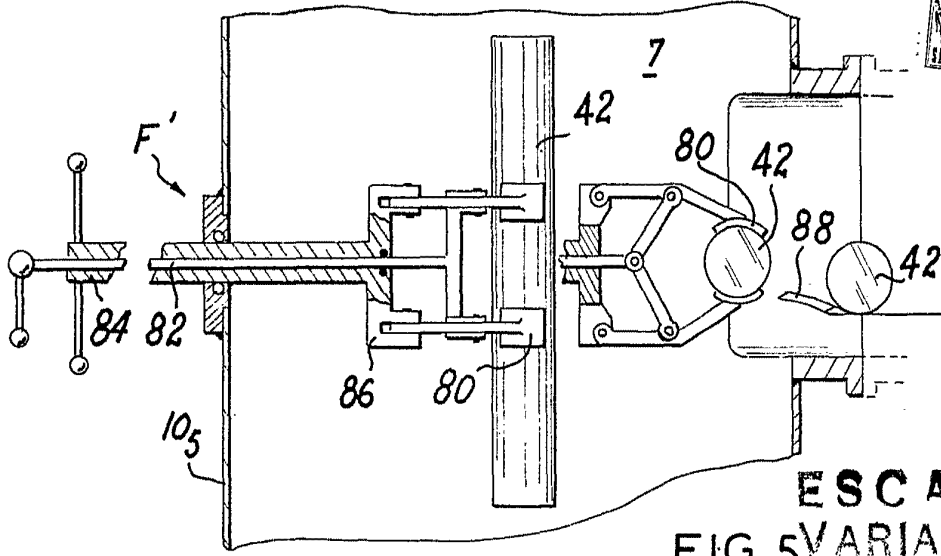


FIG.1

6 NOV. 1954

MARTIN GOMEZ ACEBO Y MODE

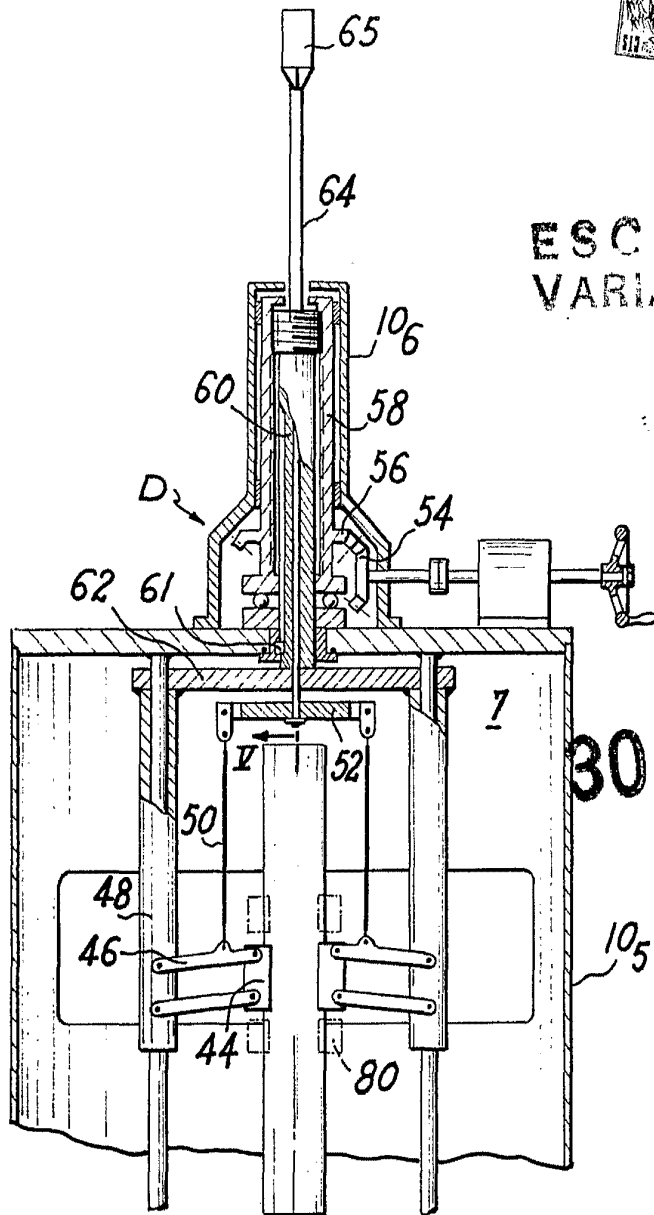


305721

Maria 5 NOV. 1946



ESCALA
VARIABLE



305721

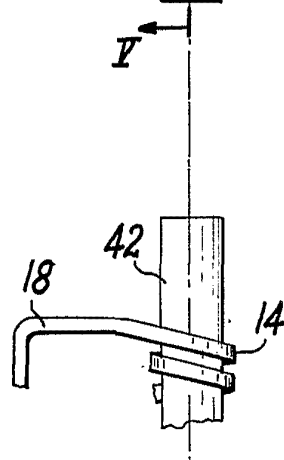


FIG.4

6 NOV. 1956

Madrid

A. COMEJAL