

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

(10) ES	(11) NUMERO	(12) A1
(21)	454905	
(22)	FECHA DE PRESENTACION	
	4-1-77	

PATENTE DE INVENCION

(30) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
646,789	6-1-76	Estados Unidos.

~~3 ENF. 1978~~

(47) FECHA DE PUBLICACION	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
CONCEDIDA		

(54) TITULO DE LA INVENCION

APARATO PARA INSPECCIONAR Y CLASIFICAR AUTOMATICAMENTE PASTILLAS DE COMBUSTIBLE NUCLEAR

(71) SOLICITANTE (S)

WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

Westinghouse Building, Gateway Center, Pittsburgh, Pennsylvania 15222, Estados Unidos.

(72) INVENTOR (ES)

(73) TITULAR (CS)

(74) REPRESENTANTE

D. BERNARDO UNGRIA GOIBURU

**POOR
QUALITY**

El invento se refiere a un aparato para medir automáticamente grietas en la zona superficial de pastillas de combustible nuclear, y para rechazar a continuación aquellas pastillas de combustible que no alcanzan normas aceptables.

5 La energía térmica generada en un reactor nuclear se obtiene a partir de pastillas de combustible enriquecido a base de uranio que tienen dimensiones de aproximadamente 1,5 cm de longitud x 1 cm de diámetro, de tamaño uniforme y situadas en largos tubos de combustible de forma cilíndrica situados en la vasija de presión del reactor. Durante la fabricación, estas pastillas se someten a operaciones de compresión y sinterización que permiten obtener un cuerpo de pastilla constituido por un material cerámico frágil. A continuación, se esmerila cada pastilla hasta un diámetro exacto justo un poco inferior al diámetro interior del tubo de combustible para facilitar la introducción de las pastillas en los tubos de combustible y para asegurar la máxima transferencia de calor entre las pastillas y las paredes de los tubos de combustible. Durante la realización del proceso de fabricación, las pastillas adquieren defectos superficiales que tienen la forma de pequeños agujeros y fisuras. Además, ya que es necesaria una producción en grandes cantidades para una fabricación económica, las pastillas se desplazan rápidamente a través del sistema, operación de esmerilado inclusive, y por consiguiente, el contacto entre pastillas y las fuerzas de abrasión a las cuales están sometidas dan lugar a la formación de defectos suplementarios que tienen la forma de astillas en la superficie cilíndrica de las pastillas. Si la cantidad total de material cerámico separado de cada pastilla como resultado de las grietas y de las astillas rebasa un valor predeterminado, en un gran número de pas-

10

15

20

25

30

tillas, el rendimiento del reactor se verá perjudicado debido a las variaciones que aparecerán en la potencia generada o, en variante, la potencia de salida del reactor puede no alcanzar su valor máximo.

5 Para facilitar la selección de las pastillas que satisfacen los criterios de diseño, se inspeccionan las pastillas después de terminar la operación de esmerilado y antes de introducirlas en los tubos de combustible. El proceso de inspección incluye una inspección visual de las pastillas en hileras paralelas y en su comparación con una pastilla standard. Ya que el rendimiento óptimo del reactor depende de la utilización de pastillas que tienen un peso y una configuración adecuados, los inspectores son demasiado prudentes y rechazan a menudo pastillas que son completamente aceptables para ser utilizadas en un reactor. Evidentemente esta práctica conduce a elevar los costes de fabricación, ya que las pastillas rechazadas han de ser pulverizadas de nuevo antes de ser recicladas en la operación de fabricación de pastillas.

10

15

20 Se ha sugerido la utilización de sistemas mecánicos, neumáticos, a base de radiaciones laser, así como de otros sistemas electrónicos para detectar en las pastillas de combustible la existencia de defectos superficiales que rebasan ciertas tolerancias predeterminadas. En el sistema de calibración neumático, se sitúa un cierto número de boquillas de aire con relación a la pastilla y se utilizan técnicas de contrapresión de aire para detectar la existencia de defectos en la superficie de la pastilla de combustible mientras está fija, o en movimiento. El inconveniente de un sistema de este tipo es que su respuesta es lenta en comparación con el número de pastillas que han de ser examinadas en un tiempo predeterminado.

25

30

Igualmente, el procedimiento de boquillas múltiples exige que la circulación de las pastillas sea dividida entre varios puestos de detección lo que exige un control exacto de las presiones de aire y de las piezas del sistema que funcionan mecánicamente.

5

Los equipos de calibración mecánica o de control de perfil superficial, tales como indicadores de esfera, perfilómetros, y calibres electrónicos utilizando transformadores diferenciales variables lineales o componentes similares, exigen todos un contacto mecánico con las pastillas de combustible lo que conduce a mediciones fastidiosas y a una producción en cantidades reducidas porque cada pastilla de combustible debe entrar en contacto físico con el aparato de medición. Además, en este tipo de equipo, es preciso emplear estaciones múltiples para obtener una producción razonable, lo que conduce a una gran complejidad de diseño y a una fiabilidad dudosa.

10

15

Los sistemas laser y otros sistemas electrónicos utilizan un solo equipo de haz de radiaciones laser para detectar los defectos superficiales de las pastillas, detectando la luz reflejada por la superficie de la pastilla a partir de dos direcciones diferentes para obtener señales de salida analógicas y un circuito de conversión que permite una lectura directa de las magnitudes de los defectos. El equipo de detección a base de haz de radiaciones laser es rápido y preciso, pero es necesario utilizar un equipo de exploración para cubrir toda la superficie de la pastilla. Sin embargo, dicho equipo de exploración es complicado y fastidioso, ya que el ángulo con el cual el haz de detección choca con el objeto cambia constantemente.

20

25

30

Por consiguiente, un objeto del invento consiste en

proporcionar un aparato de inspección de pastillas de combustible sencillo, fiable y de acción rápida, el cual basándose en mediciones de exploración de la superficie con un haz luminoso, mide los defectos presentes en la superficie externa de las pastillas y rechaza aquellas pastillas que no alcanzan una norma predeterminada.

10
15
20
25
30

teniendo presente esta meta, el invento consiste en un aparato para inspeccionar y clasificar automáticamente las pastillas de combustible nuclear, que incluye una base que soporta una cubeta de alimentación utilizada para transferir las pastillas desde una fuente de pastillas hasta un mecanismo de inspección de pastillas que examina las pastillas para determinar si presentan defectos en su superficie externa. Este mecanismo está constituido por un aparato que recibe dichas pastillas e incluye unos medios para desplazar linealmente cada pastilla a través de él, una sonda óptica que incluye una fuente de luz asociada con ella y que está montada en dicha base en una posición tal que dirija un haz luminoso hacia la superficie de cada pastilla mientras ésta se desplaza a través de dicho mecanismo; un dispositivo de recepción de luz reflejada situada en dicha sonda óptica para recibir la luz procedente de dicha pastilla; un dispositivo de conversión conectado con dicha sonda para transformar la luz reflejada en una señal eléctrica; un circuito eléctrico conectado con dicho dispositivo de conversión para determinar si las señales luminosas reflejadas representativas de los defectos presentes en la superficie de las pastillas rebasan una tensión de referencia standard predeterminada que representa una pastilla aceptable; un dispositivo accionado por la tensión de salida de dicho circuito para rechazar las pastillas inaceptables que se desplazan a través del me

canismo de inspección, estando dicho aparato caracterizado por que dicha sonda óptica (24) y dicho dispositivo de recepción de luz (30) están montados de manera ajustable, aunque firme en un punto adyacente al trayecto de desplazamiento de dichas pastillas y se han previsto unos medios (20, 22) para hacer girar las pastillas mientras se desplazan delante de la sonda óptica (24) y del dispositivo de recepción de luz (30) para permitir la exploración de la superficie de cada pastilla.

El invento podrá entenderse más fácilmente leyendo la siguiente descripción de un modo de realización preferido del mismo, que se ilustra solamente a título de ejemplo, en los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es una representación esquemática del sistema automático de inspección y clasificación de pastillas de combustible según el invento;

la figura 2 es una vista en alzado, parcialmente en sección, que ilustra el conjunto general del sistema de medición y clasificación de pastillas de combustible;

la figura 3 es una vista de extremidad en alzado del mecanismo representado en la figura 2;

la figura 4 es una vista en planta del mecanismo ilustrado en la figura 2;

la figura 5 es una vista detallada, en alzado, parcialmente en sección, que ilustra el diseño utilizado para desplazar las pastillas de combustible a través de la zona de exploración de pastillas de combustible;

la figura 6 es una vista lateral del mecanismo representado en la figura 5;

la figura 7 es una vista en sección tomada a lo largo de las líneas VII-VII de la figura 5;

la figura 8 ilustra la disposición de montaje que permite efectuar el reglaje micrométrico de la distancia de la sonda óptica con relación a una pastilla de combustible;

5 la figura 9 es una vista en alzado, parcialmente en sección, que ilustra el mecanismo de rechazo de pastillas;

la figura 10 es una vista en extremidad del mecanismo representado en la figura 9; y

10 la figura 11 es un circuito de integración de defectos en función del tiempo, y de clasificación, que se utiliza para almacenar la información representativa de los defectos superficiales de las pastillas y que incluye un dispositivo de retardo de tiempo empleado para rechazar las pastillas no aceptables,

15 Durante la operación de fabricación, las pastillas de combustible de uranio enriquecido no tratadas se someten a una operación de compresión y de sinterización que produce eventualmente pastillas que presentan un diámetro que se sale de las tolerancias establecidas. Para facilitar la producción de pastillas de diámetro uniforme, se hacen pasar a continuación todas las pastillas a través de una esmeriladora que reduce las pastillas de tamaño excesivo a un tamaño aceptable, 20 mientras que las que están dentro de las tolerancias atraviesan la esmeriladora sin entrar en contacto con las muelas. A continuación, se sitúan sucesivamente las pastillas sobre un par de rodillos giratorios 20 y 22 (figura 1) y mientras se 25 desplazan linealmente a lo largo de la longitud de los rodillos, cada pastilla es explorada ópticamente por una sonda óptica indicadora de distancia 24 para determinar si presenta pequeños agujeros, fisuras, astillas (grietas) así como otros defectos que tienen el efecto de reducir la cantidad de material 30

contenido en la pastilla de combustible. Un dispositivo de suministro de energía y de lectura 26 transforma la luz procedente de la sonda óptica en señales de salida analógicas que se suministran a un circuito 28 de integración de defectos en función del tiempo y de clasificación de pastillas. Un cabezal de fibras ópticas 30 y un conmutador de exploración de célula fotoeléctrica 32 determina la posición de cada pastilla en los rodillos 20, 22 y sirve para controlar el circuito de integración y clasificación 28. Como se describirá más detalladamente en lo que sigue, si el integrador determina que se ha retirado de la superficie de la pastilla una cantidad inadmisiblemente de material, energiza un solenoide de clasificación que funciona para retirar la pastilla del sistema a su salida de los rodillos giratorios 20 y 22. Aquellas pastillas de combustible que están incluidas dentro de las tolerancias establecidas continúan desplazándose a lo largo de su trayecto hasta una zona de carga de barras de combustible 36 donde se introducen a continuación en las barras de combustible utilizadas en un reactor nuclear.

Haciendo referencia más particularmente a las figuras 2, 3 y 4, el mecanismo de inspección y clasificación de las pastillas de combustible está constituido por una base 36 que soporta una cubeta en forma de V 38, de alimentación de pastillas, que está montada en un vibrador 40. Una ménsula de soporte de vibrador 42 y unos soportes antigolpeo de goma 44 mantienen el vibrador 40 y la cubeta de alimentación con pastillas 38 de tal manera que formen un ángulo con relación al plano horizontal. La función del vibrador 40 consiste en desplazar las pastillas de combustible desde la zona de esmerilado, a través de la cubeta de alimentación, hasta la zona de exploración de pastillas donde éstas se someten a inspección. Aunque

5 puedan utilizarse para esta aplicación diferentes tipos de vibradores, la unidad "Vibra-drive", modelo F-10, fabricada por la Syntron Corporation, está previsto para hacer oscilar la cubeta de alimentación 38 a una frecuencia de aproximadamente 60
10 ciclos por segundo. Esto se obtiene conectando el vibrador 40 con el lado inferior de la cubeta de alimentación por medio del dispositivo de accionamiento 45, una multiplicidad de placas flexibles 46 y un soporte 48 sujeto en el fondo de la cubeta de alimentación por unos tornillos 50. Para facilitar la
15 extracción de las astillas y de los trozos de pastilla procedentes de la cubeta de alimentación antes de que alcancen los rodillos 20 y 22, se ha formado en el fondo de la cubeta de alimentación 38 un agujero de evacuación que tiene un orificio de diámetro inferior al tamaño de una pastilla normal. Estas asti
20 llas y trozos de pastilla caen a través del agujero sobre una rampa 52 que los conduce a un recipiente adecuado.

Las pastillas salen de la cubeta de alimentación 38 y llegan al mecanismo de inspección 54 donde están sometidas a una exploración para determinar si presentan defectos y a con
25 tinuación se clasifican. Como se ilustra en las figuras 2-7, el mecanismo consiste en un par de soportes en forma de U 56, 58 sujetos en una base 36. Las placas 60, 62, que tienen un orificio de forma triangular en ellas, están atornilladas respectivamente en los soportes 56, 58. Un par de rodillos 66, 68,
30 cuyas extremidades opuestas están montadas en unos cojinetes situados en las placas, están separadas por una distancia suficiente para soportar las pastillas de combustible mientras se desplazan linealmente a través del mecanismo, es decir de la izquierda a la derecha según se ve en las figuras 2 y 5. Los ro
35 dillos giran al ser arrastrados por el motor síncrono 70 conec-

tado a una caja de transmisión 72 dotada de dos árboles de salida 74 conectados respectivamente con los rodillos. Por tanto ambos rodillos giran en la misma dirección y a la misma velocidad. Ya que es conveniente situar el motor y la caja de transmisión debajo de la cubeta de alimentación 44, se utilizan las juntas universales 45 en los árboles de salida para facilitar la rotación de los rodillos. Utilizando una relación de dientes de engranaje de 25/65 en la caja de transmisión y unos rodillos que tienen un diámetro de 1,5 cm, una pastilla de un cm de diámetro girará a la velocidad de 1.185 revoluciones por minuto. La velocidad del árbol del motor sin cronómetro es de 1.800 revoluciones por minuto.

Cuando la cubeta de alimentación vibratoria 38 desplaza las pastillas hacia el mecanismo de inspección, la pastilla situada por delante es descargada debajo de un muelle de sujeción 75 y sobre un par de cojines de desgaste 76 y en una posición tal que pueda desplazarse linealmente a lo largo de los rodillos 66, 68. El muelle de sujeción sirve para reducir al mínimo los saltos de la pastilla mientras se desplaza desde la cubeta de alimentación 38 hasta los rodillos giratorios.

Como se indica en las figuras 2 a 7, el mecanismo utilizado para desplazar las pastillas en el sentido longitudinal de los rodillos consiste en un conjunto de transmisión por cadena montado en las placas verticales en forma de U 56 y 58. Cada una de estas placas incluye un eje 78 (figuras 5-7) mantenido en su sitio por unos casquillos 80. Una rueda dentada 82 montada de manera que pueda girar libremente en cada uno de los ejes incluye unos dientes 83 que sobresalen hacia el exterior y que están separados por una distancia suficiente para recibir una cadena sin fin 84 del tipo de rodillos que consis-

te en una serie de eslabones múltiples interconectados. Para asegurar el movimiento de la cadena de rodillos en las ruedas dentadas 82, un motor sincrónico 86 (figura 3) montado en el costado del mecanismo, tiene su eje de salida conectado con un acoplamiento deslizante 88, el cual está conectado a su vez a una prolongación 90 del eje 78 por la abrazadera 91, haciendo así que la cadena de rodillos se desplace a velocidad uniforme alrededor de las ruedas dentadas 82.

Para desplazar las pastillas a una velocidad uniforme a través de la zona de inspección, la cadena de rodillos 84 está provista de un cierto número de brazos de empuje verticales 92 sujetos en la cadena por una conexión de tipo deslizante 94. Mientras la cadena se desplaza linealmente debajo de los rodillos giratorios separados 20, 22, los brazos de empuje que se extienden hacia el exterior describen un arco cuando la cadena se mueve alrededor de la rueda dentada 82 antes de llegar a una posición situada entre los rodillos separados. Exactamente en la parte superior del arco, una bola de carburo de tungsteno 96 soldada a una extremidad de cada brazo de empuje que se extiende hacia arriba entre los rodillos separados, entra en contacto con la extremidad posterior de una pastilla en su eje de rotación y desplaza así la pastilla en el sentido longitudinal del rodillo a la misma velocidad de avance que la cadena. Mientras la cadena sigue desplazándose, el dispositivo de empuje 92 desplaza la pastilla a través de la zona donde se inspecciona para determinar si existen defectos en la superficie de la pastilla de combustible. En el caso de que se produzca por un motivo cualquiera un atasco de pastillas en el mecanismo, la junta de tipo deslizante 94 que se utiliza para conectar el brazo de empuje con la cadena resbalará y se

desplazará hacia abajo hasta una posición horizontal, aliviando así la carga impartida al sistema por las pastillas de combustible atascadas en el mecanismo.

5 Con el objeto de medir automática y rápidamente las
extensión de los defectos superficiales y las variaciones de
diámetro de cada pastilla de combustible, es necesario efectuar
una coordinación cuidadosa de los componentes mecánicos y ópti-
co-electrónicos del equipo para asegurar que las funciones de-
seadas permanezcan dentro de las posibilidades de cada componen-
10 te. Como se ha indicado más arriba, los componentes mecánicos
sirven para conducir las pastillas de combustible hasta los ro-
dillos giratorios que hacen girar la pastilla a una velocidad
predeterminada. Para desplazar cada pastilla en el sentido lon-
gitudinal de los rodillos y a través de una zona donde es ex-
15 plorada ópticamente para determinar si presenta defectos super-
ficiales, unas pequeñas bolas de carburo de tungsteno montadas
en los brazos de empuje sujetos en una cadena de rodillos que
se desplaza a velocidad constante, entran en contacto con ca-
da pastilla, y perturbando lo menos posible el desplazamiento
20 de la pastilla que gira la desplazan a través de la zona de
exploración.

 La exploración de cada pastilla para determinar si
presenta defectos, se efectúa por medio de una sonda óptica 24 in-
dicadora de distancia disponible en el comercio y de su circui-
25 to asociado de suministro de energía y lectura 26, modelo 1100,
fabricado por Systems Research Labs, Inc., Dayton, Ohio, del ti-
po descrito en la patente de los Estados Unidos, número
3.788.741, a nombre de L. W. Buechler. Esta sonda óptica contie-
ne un cabezal de fibras ópticas y un sistema de lentes utilizan-
30 dos ambos para proyectar luz sobre la superficie de la pasti-

lla y recibir la luz reflejada procedente de la superficie de la pastilla. Esta luz es transmitida por la sonda 24 y la luz procedente de la pastilla se transforma en señales eléctricas en la sonda 24 y la fuente de suministro 26 que suministra una tensión de salida analógica al circuito lógico identificado como circuito de integración de defectos en función del tiempo y de control 28. El circuito lógico sirve para efectuar una discriminación entre pastillas de combustible aceptables y pastillas de combustible no aceptables, y sirve para controlar un solenoide de rechazo de pastillas que elimina del sistema las pastillas no aceptables.

La sonda óptica 24 está montada en la estructura 108 encima de los rodillos 20, 22 y en una posición tal que proyecte luz sobre una pastilla en rotación mientras es desplazada por los brazos de empuje 92 en el sentido longitudinal de los rodillos 20, 22. Como se ilustra en las figuras 3 y 8, el cabezal de sonda está montado inicialmente a una distancia de aproximadamente 1,25 cm de la superficie de la pastilla. Para acomodar las diferencias de diámetro de las pastillas, el cabezal de sonda está montado de manera ajustable en una corredera de micrómetro 109 (figura 8) y este reglaje se efectúa por medio de un dispositivo de accionamiento manual 110.

Se ha determinado que las grietas presentes en la superficie de una pastilla que tienen una profundidad inferior a 0,063 mm son insignificantes porque la cantidad de material de la pastilla representada por una profundidad de astilla de esta magnitud no tendrá ningún efecto importante sobre el funcionamiento del reactor. Para detectar profundidades de astillas o grietas superiores a 0,063 mm, se ajusta el cabezal de

sonda por medio del micrómetro hasta una lectura de posición situada a +0,14 mm a partir de la superficie de una pastilla que no presenta defectos, dando así una lectura superior normalmente en 0,00635 mm (0,0025 pulgada) con relación al nivel de detección de defectos de 0,075 mm que se determina electrónicamente en el circuito de integración de defectos en función del tiempo y de control 28.

Es evidente que la sonda óptica debe empezar la exploración de la superficie de la pastilla solamente cuando el borde delantero de una pastilla entra en el campo de acción de la luz proyectada por el cabezal de sonda óptica. Ya que la sonda y el circuito asociado con ella no pueden efectuar una discriminación entre una pastilla y otra superficie deflectante, es necesario que el circuito de la sonda esté preparado para aceptar solamente señales representativas de defectos de las pastillas, tan pronto como la pastilla se sitúa debajo del cabezal de la sonda óptica. Aunque los peritos en la materia se darán cuenta de que pueden utilizarse diferentes estructuras o métodos para que el circuito de la sonda funcione en el momento adecuado, la disposición descrita aquí incluye una unidad de fibras ópticas 30 y un interruptor de exploración de célula fotoeléctrica 32 fabricados por Dolan-Jenner Industries, Monroeville, Pennsylvania. Esta unidad de control está constituida generalmente por el cabezal de fibras ópticas y el objetivo 30, por una fotocélula y un amplificador situados en el interruptor de foto-exploración 32 que transforma la luz reflejada a partir del reflector 104 en una señal amplificada que se suministra al circuito lógico de la figura 11.

Haciendo más particularmente referencia a las figuras 2-4 y 11, el cabezal de fibras ópticas retro-reflector 30

está montado en el soporte 100 sujeto en la placa 62 y está orientado en una dirección tal que proyecte un haz luminoso a través de las fibras de transmisión directamente hacia la superficie de la pastilla, y de tal manera que reciba la luz reflejada por la superficie por medio de las fibras de recepción situadas en el cabezal óptico. El cabezal de fibras ópticas y su fotocélula asociada están previstos para que la sonda óptica indicadora de distancia 24 empiece a funcionar (tiempo de arranque) al producirse una reducción en la cantidad de luz que es devuelta a través del cabezal de fibras ópticas a la fotocélula, y por tanto al producirse una reducción de la tensión de salida procedente de la fotocélula. Por consiguiente, el reflector 104 está dispuesto directamente de manera transversal respecto al cabezal de fibras ópticas de modo que la luz que procede del reflector situado en el cabezal dé lugar a la generación por la fotocélula, de una tensión de salida relativamente elevada. Cuando una pastilla se desplaza hasta una posición en la cual interrumpe la luz reflejada hacia el cabezal de fibras ópticas, la brusca reducción de la tensión de la fotocélula produce la activación de un relé que pone en funcionamiento el circuito de integración de defectos en función del tiempo, tal y como se explicará más detalladamente en la descripción del circuito de la figura 11.

La sonda óptica está igualmente equipada de un cabezal de fibras ópticas que incluye preferentemente dos grupos de fibras de transmisión de luz y de recepción de luz, de modo que la sonda sea activada por la cantidad de luz reflejada hacia ella a partir de imágenes desenfocadas proyectadas en la superficie de la pastilla de combustión que se inspecciona.

na. La configuración de detección total proyectada en una superficie de pastilla de combustible cubre una anchura de aproximadamente 0,75 mm. Como se ha indicado en la patente de los Estados Unidos mencionada más arriba, número 3.788.741, se utiliza un sistema de objetivo para proyectar imágenes luminosas en la pastilla de combustible y se preestablece el tamaño, la forma y la intensidad de la imagen para obtener una linealidad, una amplitud y una sensibilidad óptimas. Cuando las imágenes luminosas están enfocadas en la superficie de la pastilla de combustible, se suministra a la unidad 26 una tensión de salida nula o extremadamente reducida. Cuando la pastilla de combustible se desplaza con relación a la sonda y la luz transmitida penetra en una astilla u otro defecto en la superficie de la pastilla, la luz reflejada hacia las fibras de recepción tendrá diferentes intensidades y cada una de ellas se transforma en una tensión de nivel diferente en la unidad 26 de suministro de energía y de lectura. La tensión de salida es una señal analógica que representa la distancia entre el cabezal de sonda óptica 24 y la superficie de la pastilla de combustible.

Quando el motor sincrónico 70 funciona para hacer girar los rodillos 20 y 22 a una velocidad constante, y desplazándose igualmente la cadena de rodillos 84 a una velocidad constante, el brazo de empuje 92 desplaza la pastilla en la zona de acción del cabezal de fibras ópticas 30. En este momento la pastilla está girando rápidamente y la luz es reflejada a partir del reflector 104 haciendo que la fotocélula 32 suministre una tensión de salida, la cual, en la figura 11 se aplica al comparador 116. Esta tensión se compara con una tensión suministrada por el divisor de tensión 117. Si la tensión de la

fotocélula es más elevada, la salida del comparador 116 y por tanto la tensión de entrada de control del conmutador electrónico 118 es elevada, activando así el conmutador 118 y conectando a masa el condensador 120. Esta tensión de nivel alto

5 mantiene el conmutador cerrado y la carga en el condensador 120 permanece nula. Cuando el brazo de empuje 92 desplaza la pastilla debajo del punto luminoso procedente del cabezal de fibras ópticas 30, la luz reflejada a partir del reflector 104 es interrumpida, la tensión toma un valor bajo y el conmutador

10 118 se abre, desconectando de la masa el condensador 120. Esta operación prepara el circuito de la figura 11 para tratar la salida analógica procedente de la unidad 16. El emplazamiento exacto del cabezal de fibras ópticas 30 con relación a la sonda óptica 24 se elige de tal manera que cuando una pas-

15 tilla se desplaza debajo del cabezal de fibras ópticas para producir una reducción de tensión que abre el conmutador 118, el borde posterior del punto luminoso de la sonda óptica está situado totalmente sobre la superficie de la pastilla de combustible, aunque a una distancia de exactamente 0,38 mm (0,015

20 pulgada) por dentro del borde delantero de la pastilla de combustible. Esta disposición elimina la posibilidad de que el integrador de defectos en función del tiempo integre señales excesivas. Ya que la pastilla de combustible es desplazada por

25 el brazo de empuje mientras gira simultáneamente, el cabezal de sonda óptica explorará un trayecto helicoidal de aproximadamente 0,75 mm de anchura en la totalidad de la pastilla y siempre y cuando no existan mellas, tales como astillas u otros defectos en la superficie de la pastilla de combustible, la luz reflejada hacia la sonda óptica no cambiará de manera

30 apreciable. Sin embargo, cuando se detecta una astilla u otro

defecto, el plano de la imagen luminosa proyectada por la sonda óptica 24 sobre la superficie de la pastilla cambia dando lugar a una reducción correspondiente de la tensión de salida analógica suministrada al circuito de integración de defectos en función del tiempo y de control 28. Esta tensión se aplica al amplificador 122, que actúa como transformador de impedancia, y se suministra al comparador 124 que compara la señal con un nivel de referencia suministrado por el divisor de tensión 126. El nivel de referencia del divisor de tensión se ajusta ligeramente por debajo de la tensión que resulta de la exploración de la superficie de una pastilla exenta de defectos por medio de la sonda óptica 24. Cuando existe una mella de profundidad suficiente, la tensión de la sonda toma un valor inferior a la polarización aplicada al comparador 124 y, por tanto, su tensión de salida toma un valor elevado. A continuación el conmutador 128 conectará la línea de energía positiva a través de la resistencia 129 con el condensador 120, cargando éste a un nivel que corresponde a la superficie de la mella detectada en la pastilla de combustible. Mientras la sonda óptica indicadora de distancia 24 sigue explorando la pastilla mientras ésta gira y se desplaza en el sentido longitudinal de los rodillos, todos los defectos detectados en la superficie de la pastilla se transforman en señales que se integran en el condensador 120,

Un divisor de tensión 130 establece un nivel de referencia para el comparador 132. Si la tensión de carga del condensador 120 no supera el nivel de referencia establecido en el divisor de tensión 130, el estado de la tensión de salida del comparador 132 no cambia, y por tanto, la pastilla será aceptada y se desplazará sin interrupción a través del sistema.

En el caso de que la tensión de carga del condensador 120, rebasa el nivel de referencia del divisor de tensión 130, la pastilla ha de ser rechazada. Cuando la tensión de carga del condensador 120 rebasa el nivel de referencia del divisor de tensión 130, la tensión de salida del comparador 132 toma un valor elevado. En este momento, no ocurre nada más. La pastilla continuará su movimiento de exploración, y se mantendrá la sincronización del sistema. En el momento en que la pastilla sale de la zona de inspección, la sonda de fibras ópticas 30 detecta la extremidad de la pastilla, aumentando así la tensión de salida de la fotocélula 32, lo cual a su vez dará lugar a que la tensión de salida del comparador 116 tome un valor elevado, cerrando así el conmutador 118. En este momento, el condensador 120 se descarga y por tanto la tensión disminuye por debajo del nivel de referencia en el divisor de tensión 130. A su vez, esto da lugar a que el nivel de la tensión de salida del comparador 132 tome un valor bajo de nuevo, lo que inicia el ciclo de rechazo.

La disposición mecánica es tal que la pastilla se desplaza durante dos segundos después de salir de la zona de inspección antes de llegar a la rampa de rechazo. Esto significa que la señal de rechazo ha de ser demorada dos segundos antes de activar la rampa de rechazo. Además, las pastillas penetran en la zona de inspección a razón de una cada 0,7 segundo. Por tanto, mientras se retarda la señal de rechazo es posible producir otra. Por tanto, el circuito de retardo electrónico está dividido en tres partes cada una con un tiempo de retardo de 0,66 segundos. El circuito de retardo está constituido por tres multivibradores monoestables idénticos del tipo de recuperación rápida, que se activan por medio de una

señal negativa. De este modo, cuando la tensión de salida del comparador toma un nivel bajo, el primer multivibrador monoestable 134 se activa y su tensión de salida toma un valor alto. Después de 0,66 segundo su tensión de salida toma de nuevo un valor bajo, activando así el multivibrador monoestable 136, el cual de la misma manera después de 0,66 segundo activa el multivibrador monoestable 138 y finalmente después de transcurrir de nuevo un intervalo de tiempo de 0,66 segundo, se activa el multivibrador monoestable 140. Este último multivibrador monoestable, tiene una constante de tiempo mucho más corta que los demás, y determina solamente el tiempo durante el cual la rampa permanecerá abierta para permitir que la pastilla rechazada caiga por ella. Este tiempo es de 50 milisegundos aproximadamente.

La serie de tres multivibradores monoestables del tipo de recuperación rápida permite al sistema reaccionar a una secuencia de pastillas rechazadas, ya que cada multivibrador monoestable puede ser disparado de nuevo casi inmediatamente después de su descarga, y por tanto es posible transmitir una secuencia de impulsos separados por 0,7 segundo a través de este circuito de retardo de dos segundos.

Cuando la señal retardada alcanza el transistor 166, este último conduce la corriente y produce la energización del relé 168 que cierra el interruptor 170 conectando así la fuente de tensión 110 al puente de diodos 172 y al contador 174. El puente de diodos 172 suministra un impulso de corriente continua a un solenoide giratorio 176 (figuras 3, 9 y 10) el cual actúa para rechazar la pastilla mientras el contador 174 avanza un paso para indicar que se ha rechazado la pastilla. El solenoide de rechazo 176 está montado en la pla-

ca 178 que se extiende hacia el exterior a partir del soporte 180 montado en la base. Un brazo 182 montado de manera ajustable en el eje de armadura de solenoide 184 lleva una placa 186 que está alineada con la cubeta de pastillas en forma de V 188 utilizada para transportar las pastillas desde la zona de inspección hasta la primera zona de carga de barras. La placa 186 sujeta en la extremidad del brazo 182 forma parte de la cubeta de alimentación y tiene una longitud ligeramente superior a la de una pastilla de combustible, de tal manera que cuando se aplica el impulso al solenoide 176, gire en el sentido horario para abrir un orificio a través del cual la pastilla cae sobre la rampa 188. Ya que las pastillas aceptables no envían una señal de rechazo a través del circuito lógico, el solenoide no será energizado y estas pastillas se desplazarán sin interrupción a través del sistema.

Para obtener una cuenta precisa de todas las pastillas que atraviesan el sistema, un contador 190 (figura 11) está conectado en 152 entre el amplificador 116 y el conmutador electrónico 118. El contador funciona cuando se produce una reducción de tensión al desplazarse una pastilla entre el reflector y el cabezal de fibras ópticas de fotocélula 24.

Cuando el dispositivo de alimentación vibratorio es demasiado rápido o cuando el suministro de pastillas es excesivo, puede utilizarse un mecanismo de trinquete situado en la extremidad del canal de alimentación cerca de los rodillos para separar las pastillas justo antes de su llegada a los rodillos. El sistema de trinquete es activado por cada brazo de empuje durante su elevación de tal manera que una pastilla pueda penetrar entre dispositivos de empuje adyacentes cuando existe el espacio disponible. Esta disposición impide el apilamiento

de las pastillas y una alimentación defectuosa que podría producirse.

En resumen, la presente patente de invención que se solicita deberá recaer en las siguientes:

5

REIVINDICACIONES

10

15

20

25

30

1. - Aparato para inspeccionar y clasificar automáticamente pastillas de combustible nuclear, constituido por una base que soporta una cubeta de alimentación utilizada para transferir las pastillas desde una fuente de pastillas hasta un mecanismo de inspección de pastillas que las examina para determinar si presentan defectos en su superficie externa; incluyendo dicho mecanismo un aparato que recibe dichas pastillas e incluye unos medios para desplazar cada pastilla linealmente a través de él; una sonda óptica que incluye una fuente de luz asociada con ella y montada en dicha base en una posición tal que dirija un haz luminoso hacia la superficie de cada pastilla mientras ésta se desplaza a través de dicho mecanismo; un dispositivo de recepción de luz reflejada situado en dicha sonda óptica para recibir la luz procedente de dicha pastilla; un dispositivo de conversión conectado con dicha sonda para transformar la luz reflejada en una señal eléctrica; un dispositivo de circuito eléctrico conectado con dicho dispositivo de conversión para determinar si las señales de luz reflejada representativas de defectos en la superficie de una pastilla rebasan una tensión de referencia standard predeterminada que representa una pastilla aceptable; y un dispositivo accionado por la tensión de salida de dicho circuito para rechazar las pastillas inaceptables que se desplazan a través del mecanismo de inspección, estando dicho aparato caracterizado por que dicha sonda óptica (24) y dicho dispositivo de recepción de luz (30) están montados de manera ajustable, aunque firme, en un

punto adyacente al trayecto de desplazamiento de dichas pastillas y se han previsto unos medios (20, 22) para hacer girar las pastillas mientras se desplazan delante de la sonda óptica (24) y del dispositivo de recepción de luz (30) con el objeto de permitir la exploración de la superficie de cada pastilla.

5
2. - Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye un dispositivo de circuito eléctrico conectado con dicho dispositivo de conversión para comparar las señales de luz reflejada con una tensión de referencia, en el cual
10 la tensión de referencia representa la cantidad de luz reflejada a partir de una pastilla exenta de defectos, y para sumar y almacenar en un dispositivo de almacenamiento las diferencias representativas de los defectos presentes en la superficie de la pastilla; y un dispositivo situado en dicho circuito para com
15 parar el valor presente en dicho dispositivo de almacenado con un valor de referencia que representa una pastilla aceptable, y para proporcionar una tensión de salida de rechazo indicativa de una pastilla no aceptable cuando el valor del dispositivo de almacenado rebasa el valor de referencia, activándose dicho dispositivo de rechazo por medio de dicha tensión de salida de rechazo.
20

3. - Aparato según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque una cubeta de pastillas (186) está montada en un punto adyacente a la extremidad de descarga de dicho mecanismo
25 para transferir las pastillas inspeccionadas hasta una zona alejada; y un dispositivo de accionamiento eléctrico (176) está montado en un punto adyacente a dicha cubeta (186), teniendo dicho dispositivo (176) un brazo (182) conectado con una sección desarmable de dicha cubeta (186), teniendo dicha sección una longitud
30 ligeramente superior a la longitud de una pastilla, de tal mane-

ra que cuando se energiza el dispositivo (176) por dicha señal de rechazo, la cubeta (186) se desplaza para permitir el rechazo de una pastilla no aceptable.

5 4. - Aparato según la reivindicación 1, 2 ó 3, ca-
racterizado porque los medios para hacer girar dichas pastillas
son unos rodillos paralelos separados que soportan entre ellos
las pastillas de tal manera que cada pastilla gire alrededor de
su eje longitudinal cuando dichos rodillos giran en el mismo sen-
tido y porque dichos medios que desplazan las pastillas inclu-
10 yen unos espárragos separados dispuestos para sobresalir entre
los rodillos y para entrar en contacto con las pastillas con el
objeto de desplazarlas linealmente a través del mecanismo.

15 5. - Aparato según la reivindicación 4, caracteri-
zado porque el dispositivo que desplaza la pastilla a través del
aparato incluye una cadena sin fin montada en un par de elemen-
tos giratorios separados, estando dichos espárragos montados en
dicha cadena.

20 6. - Aparato según la reivindicación 5, caracteri-
zado porque dichos espárragos están montados de manera pivotan-
te en una extremidad de dicha cadena y tienen en sus extremida-
des libres una bola, estando dichos espárragos dispuestos de
tal manera que la bola de cada espárrago entre en contacto con
el centro de una pastilla.

25 7.- Se reivindica por último como objeto sobre el
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: APARA-
TO PARA INSPECCIONAR Y CLASIFICAR AUTOMATICAMENTE PASTILLAS DE
COMBUSTIBLE NUCLEAR.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinticinco páginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 4 de enero de 1.977

BERNARDO UNGRIA

B. U.


5

10

15

20

25

30

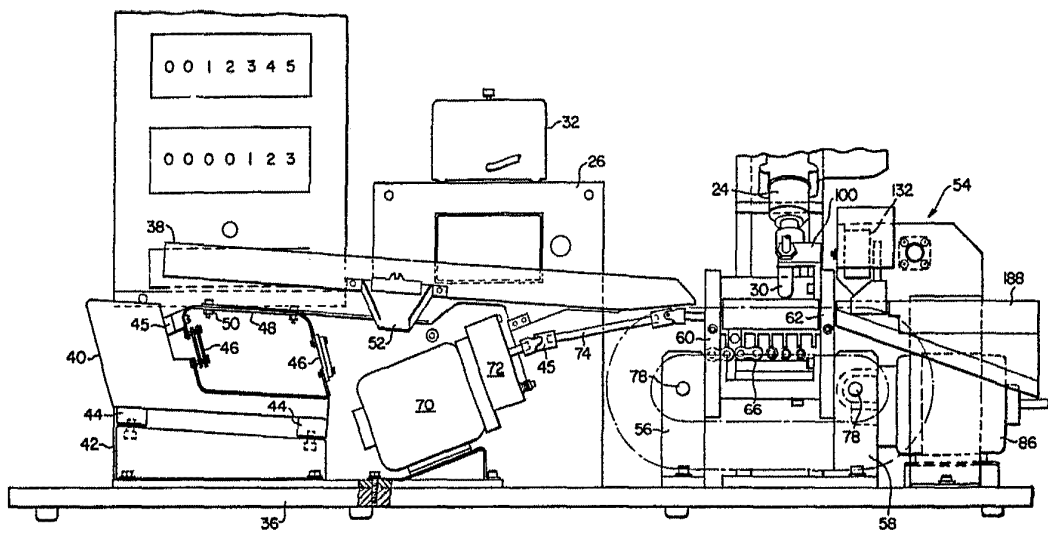
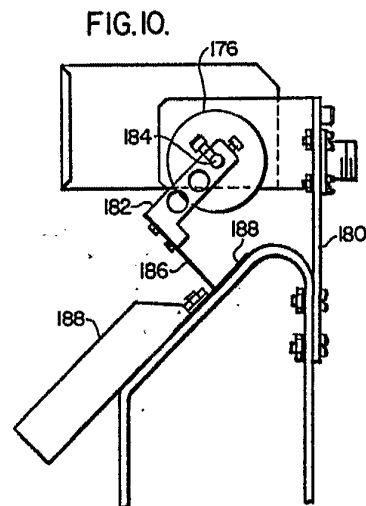
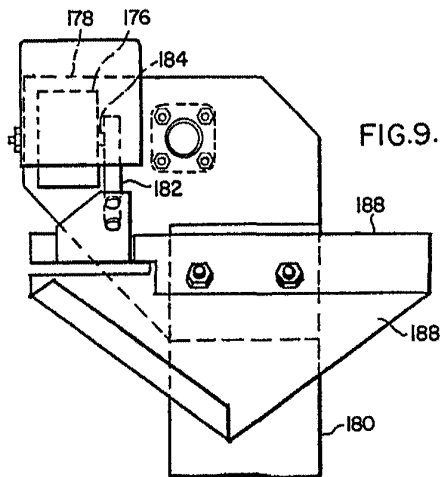
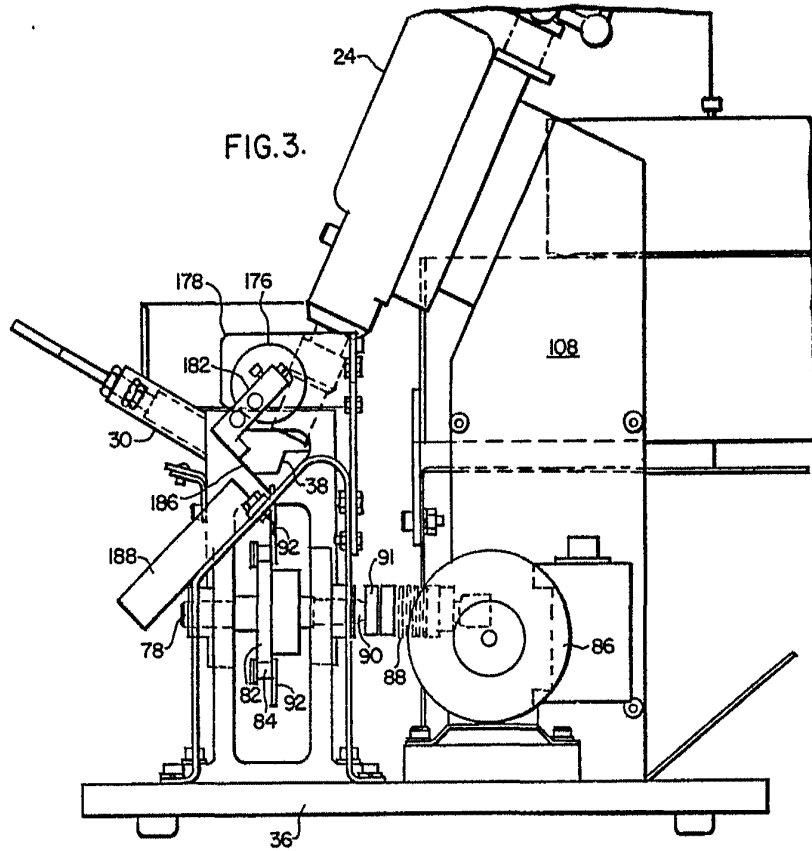


FIG. 2.

ESCALA VARIABLE
Madrid, 4 enero 1.977

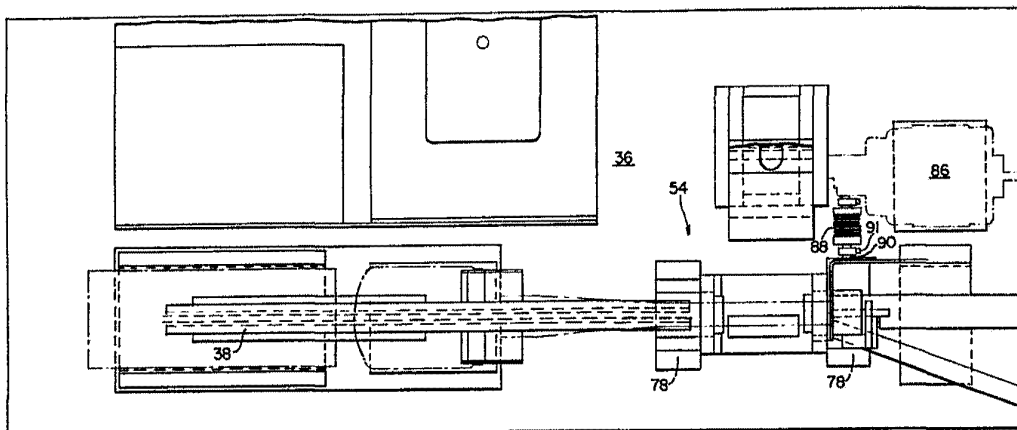
BERNARDO UNGRIA
P.D.

A handwritten signature, likely of Bernardo Ungria, is written over the typed name. Below the signature is a large, stylized scribble or flourish.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 4 enero 1977
BERNARDO UNGRIA
P.P.

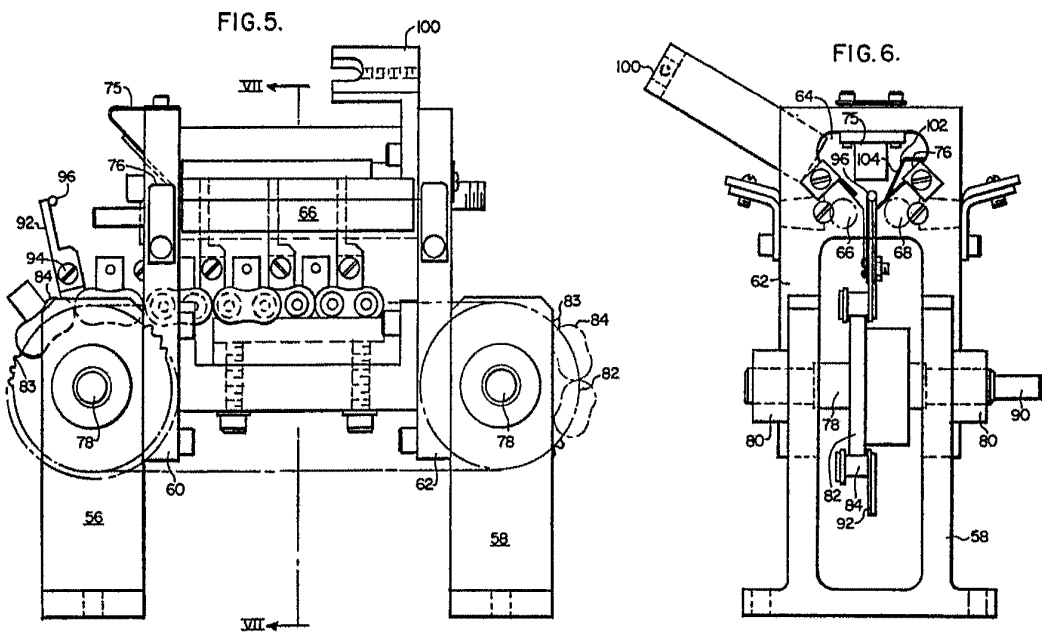
FIG. 4.



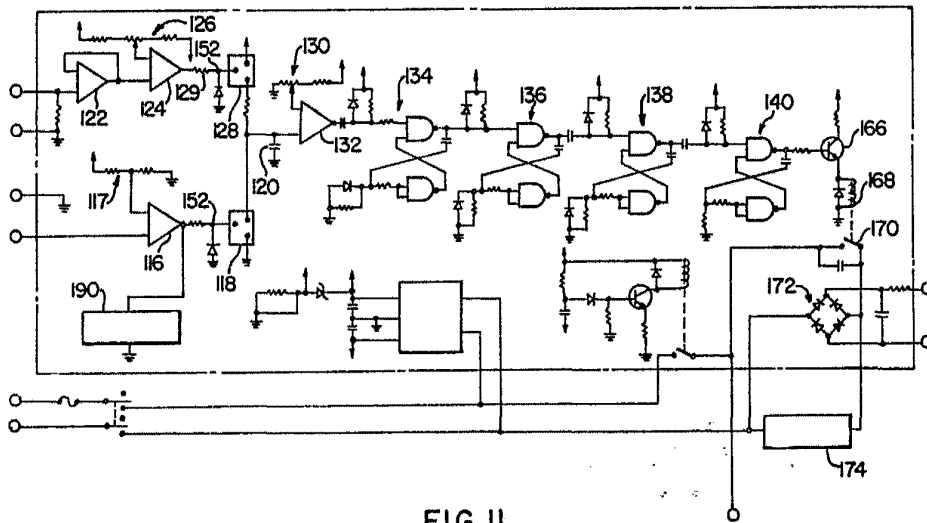
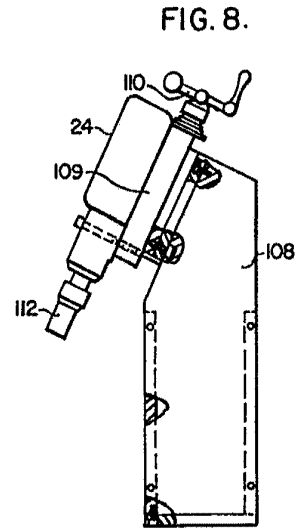
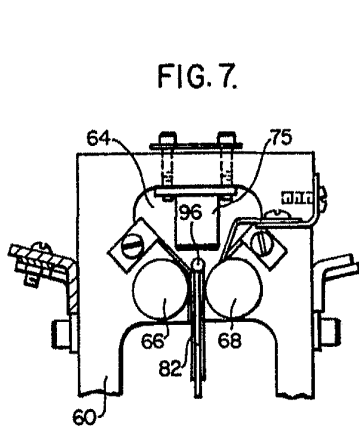
ESCALA VARIABLE
Madrid, 4 enero 1.977

BERNARDO UNGRIA

P.P.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 4 enero 1.977
BERNARDO UNGRIA
p.p.



ESCALA VARIABLE
Madrid, 4 enero 1.977
BERNARDO UNGRIA
P.P.