



ESPAÑA

19 ES	21 444257	19 A1
22	FECHA DE PRESENTACION	
	13-1-1.976	

P.- 62.147
U.S. 540.895

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
54C.895	14.1.75	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G21C	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN SISTEMA PARA VERIFICAR LA PUESTA A PRESION DE UNA BARRA DE COMBUSTIBLE DESTINADA A SER UTILIZADA EN UN REACTOR NUCLEAR"		
71 SOLICITANTE (S)		
EXXON NUCLEAR COMPANY, INC.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
777 106th Avenue, N.E., C-00777, Bellevue, Washington, Estados Unidos de América		
72 INVENTOR (ES)		
Richard K. Welty, Dan L. Robinson y Harry R. Devoraux		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
D. ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		

POOR
QUALITY

5

ANTECEDENTES DEL INVIENTO

En relación con el diseño de ciertos reactores nucleares, es deseable y a veces se requieren prever barras de combustible que han sido puestas a presión interiormente. Es deseable tener barras de combustible puestas a presión a entre 14 y 49 kg/cm² con un gas inerte, preferiblemente helio.

10

Generalmente el enfoque del método para poner a presión una barra de combustible, ha sido cargar la barra de combustible con el combustible nuclear y, luego, ponerla a presión. Obviamente, sin embargo, esto requiere prever un acceso apropiado al interior de las barras después de que el combustible ha sido cargado, a fin de aplicar la presión necesaria. Esto se ha conseguido, usualmente, por varios métodos, uno de los cuales incluye prever capuchones o tapas de extremidad, que tienen aberturas de acceso previamente realizadas en ellos para aplicación de la presión una vez que los capuchones de extremidad han sido asegurados a la barra de combustible. Esta técnica, sin embargo, ha sido en-

15

20

25

contrada deficiente por una variedad de razones, alguna de las cuales están descritas en la patente norteamericana de la técnica anterior N° 3.774.010. La patente también describe otra técnica para poner a presión una barra de combustible cargada, que incluye situar un extremo de la barra dentro de una cámara de presión y, entonces, por medio de un haz de laser, hacer un agujero de acceso en la extremidad de la barra de combustible y proceder luego a la puesta a presión de la misma. La verificación de que la barra de combustible ha sido puesta a presión apropiadamente, hasta ahora, ha sido realizada dejando transcurrir una cantidad de tiempo suficiente para asegurarse de que la presión en la cámara ha llegado a un equilibrio con la de la barra de combustible. Esta práctica ha probado ser deficiente, ya que no proporciona una indicación exacta de cuándo se ha completado la puesta a presión de la barra.

El presente invento crea un sistema para determinar cuándo se ha completado la puesta a presión de la barra de combustible, así como la creación de medios para determinar cuándo ha tenido lugar cada una de las actividades asociadas, y que preceden usualmente a tal puesta a presión, y cuándo han sido completadas.

RESUMEN DEL INVENTO

El presente invento se refiere a barras de combustible nuclear y más particularmente a un sistema para verificar la puesta a presión de la barra de combustible que contiene combustible nuclear. El sistema no es destructivo y su utilización, esencialmente, comprende vigilar acústicamente los ruidos producidos durante las distintas operaciones implicadas en la puesta a presión de la barra de combustible y, al mismo tiempo, vigilar el estado de presión dentro de la cámara de puesta a presión que tiene una extremidad de la barra de combustible cargada situada en ella. Tratando apropiadamente las señales de salida eléctricas de los transductores acústicos y de presión, se obtiene un par de trazas para la actividad acústica y la de presión que ocurren durante la puesta a presión de la barra de combustible. Una comparación de estas trazas permitirá determinar fácilmente, al menos, cuándo ha sido completada la puesta a presión.

Consiguientemente, es un objeto de este invento crear un sistema para determinar cuándo ha tenido lugar la puesta a presión de una barra de combustible.

Otro objeto del presente invento es

5 crear un sistema para vigilar la puesta a presión de una barra de combustible, registrando las salidas de las características vigiladas para una comparación final, de modo que pueda hacerse una determinación de cuándo ha tenido lugar la puesta a presión de la barra de combustible.

10 Estos y otros objetos del presente invento serán evidentes para los expertos en la técnica al leer la siguiente descripción detallada en relación con los dibujos adjuntos.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

15 La figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema para vigilar la puesta a presión de una barra de combustible nuclear; y

20 La figura 2 es una ilustración de trazas de las señales registradas procedentes del sistema de la figura 1.

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

25 Con referencia ahora a los dibujos, se ha mostrado en la figura 1 un sistema 10 para verificar la puesta a presión de una barra 12 de combustible

que contiene combustible nuclear, destinada a ser utilizada en un reactor nuclear de acuerdo con el presente invento. El presente invento se refiere a y utiliza un método para poner a presión la barra 12 de combustible nuclear herméticamente cerrada con un gas inerte a presión, haciendo un agujero 14 en un capuchón de extremidad 16 de la barra de combustible 12 que está situado en la cámara de presión 18, preferiblemente cuando la cámara está a presión a fin de que se proporcione una soldadura de la mejor calidad cuando se cierra la abertura. Preferiblemente, el agujero es realizado por medios usuales, tales como un laser 20, mientras la barra está dispuesta en la cámara, como se muestra. Es deseable la puesta a presión a fin de proporcionar rigidez estructural a la barra de combustible durante el funcionamiento en un reactor nuclear de potencia. La barra de combustible nuclear 12 tiene los capuchones de extremidad normales 16 en ambos extremos para encerrar el combustible (no mostrado) dentro de la barra. Un extremo de la barra 12 está situado dentro de la cámara 18 de tal modo que está colocado en un lugar predeterminado, tal como por medio de un apoyo o tope, esquemáticamente mostrado en 22, que limita el ulterior movimiento hacia dentro de la barra en la cámara. La entrada a la cámara es cerrada por medio del cierre 24, para impedir la comunicación del interior de la cámara con la atmósfera circundante.

El laser 20 es del tipo usual, por ejemplo un laser del tipo Nd de estado sólido, hecho funcionar por impulsos (neudyeum) y está conectado a una fuente de energía (no mostrada) para producir un haz de energía 26 que perfora el capuchón de extremidad provocando la formación del agujero 14 en él. La función a que está destinada esta abertura se describirá subsiguientemente en esta memoria con mayor detalle. Un par de transductores 28 y 30, cada uno de los cuales puede comprender un dispositivo piezoeléctrico, están conectados a la barra de combustible 12, exteriormente a la cámara de presión 18, en lugares separados. Como se ha mostrado, uno de los transductores 28 está situado junto al extremo libre de la barra de combustible, y el otro transductor 30 está situado entre el punto central de la barra de combustible y el extremo de la misma dispuesto dentro de la cámara de presión. Bastarán otras diversas posiciones de transductores para el presente invento, en el supuesto de que están separadas en al menos 762 mm, a fin de obtener los mejores resultados. Estos transductores están unidos a bloques metálicos mecanizados 32,34 respectivamente, cuya superficie inferior tiene un contorno que se adapta al diámetro de la superficie exterior de la barra de combustible. El conjunto completo, comprendiendo el dispositivo piezoeléctrico y el bloque de montaje metálico, es

entonces fijado sobre la barra combustible por medio de una depresión mecanizada entre la barra de combustible y el bloque de montaje, con el propósito de mantener y detectar ruidos de banda ancha, es decir vibraciones sónicas, que ocurran dentro de la barra de combustible.

5 Cualesquiera ruidos que se generen o se produzcan durante el procedimiento de puesta a presión, son así transmitidos a través de la pared metálica de la barra de combustible y son percibidos por los transductores acústicos 28,30. Conectado a la cámara de presión 18 hay un transductor de presión 36 que comprende también un dispositivo piezoeléctrico, y aquél está conectado a la cámara para vigilar el estado de la presión dentro de la cámara de puesta a presión. Como será evidente de una

10 lectura completa de esta descripción, el hecho de que la barra de combustible haya sido puesta a presión apropiadamente puede ser verificado observando las trazas de las señales eléctricas acústicas y de presión resultantes procedentes de estos transductores antes descritos.

15 La salida de cada uno de los transductores acústicos 28, 30 está conectada a un amplificador 38 y 40 respectivamente, que, en sí mismos, son esencialmente usuales y en el presente invento funcionan para aumentar la amplitud de la señal procedente de cada uno de los transduc-

20 tores hasta un nivel utilizable al cual pueda ser trata-

25

da por los circuitos electrónicos de este invento. Básicamente, cada amplificador es del tipo de paso de banda de ganancia elevada. La salida de cada amplificador está conectada a un discriminador de suma usual y a un
5 frecuencímetro 42. La parte de circuito de discriminador de esta unidad es operable para solamente ciertas señales recibidas desde los amplificadores, que comprenden las que exceden de un nivel o amplitud presentes. Cualesquiera señales que excedan de este nivel de umbral son
10 convertidas en impulsos, que son luego sumados y tratados a través del circuito de frecuencímetro. La salida del frecuencímetro en 44 tiene la forma de una señal analógica representativa del número de veces que las señales de ontrada procedentes de los emplificadores 38 y
15 40 han excedido el umbral presente, es decir el número de cruces de umbral percibidos por el circuito descriptador. La salida analógica resultante es registrada en el registrador analógico 46, que tiene una salida 48 de gráfica en banda, que proporciona un registro permanente de la salida del frecuencímetro y, por ello, de la actividad acústica que ha tenido lugar en la barra de combustible durante la puesta a presión precedente de la barra de combustible.

La salida del transductor de presión
25 36 es acoplada al registrador analógico 46 para propor-

5 cionar una traza de salida del estado de la presión duran
te la puesta a presión. La propia cámara de presión es-
tá diseñada para proporcionar un cierre alrededor de la
barra de combustible, cuando ésta es insertada en la cá-
mara y para permitir que se aplique un vacío o una pre-
sión al extremo de la barra de combustible durante los
procedimientos de perforación, puesta a presión y solda-
dura. Como se ha descrito previamente, una vez que se ha
taladrado la abertura en el capuchón de extremidad de la
10 barra de combustible, la circulación turbulenta de gas a
través de la abertura perforada hace que se generen seña-
les de ruido de banda ancha. Estas señales son transmi-
tidas a través de las paredes metálicas de la barra de
combustible a los transductores acústicos. El contador
15 50 conectado al frecuencímetro y al discriminador 42,
proporciona una indicación visual en forma de una lectura
de salida digital de los resultados del circuito discrimi-
nador, que es indicativa del área integrada bajo la
traza acústica en el registrador.

20 El funcionamiento del sistema de acuer-
do con este invento se describirá a continuación con ma-
yor detalle. La barra de combustible es insertada en la
cámara de presión y el aire de la cámara es evacuado por
medio de una bomba de vacío usual (no mostrada). Después
25 de la evacuación, la cámara es puesta a presión con un

gas inerte tal como helio, etc. Luego, la barra de combustible es perforada por medio de un rayo laser, de tal modo que se forme una abertura en el capuchón de extremidad, tras lo cual el gas de la cámara pasará a través de la abertura realizada al interior de la barra de combustible. Los ruidos de banda ancha que son generados por la perforación de la abertura y por el paso rápido del gas a su través, son transmitidos a través de las paredes metálicas de la barra, a los transductores acústicos. Estos transductores detectan este ruido de banda ancha y generan una señal de salida que es proporcional a la amplitud del ruido. Los amplificadores amplifican entonces las señales procedentes de los transductores y proporcionan señales de entrada al discriminador de suma y al frecuencímetro. Como se ha explicado, el discriminador percibe el número de veces que las señales atraviesan un nivel de umbral predeterminado. Una señal analógica es mostrada en el registrador y una salida digital es mostrada en el contador (aunque lo último es opcional). La señal analógica es registrada en el registrador de gráfica en banda como un registro permanente de la puesta a presión de la barra de combustible, mientras que la señal de impulsos también es alimentada al contador para presentación de lectura visual. Una traza de presión y una traza acústica típicas están mostradas en la figura 2. La

traza acústica comprende una serie de picos espaciados, cada uno de los cuales corresponde a una parte diferente del procedimiento de puesta a presión y que son de nivel diferente, dependiendo de la cantidad de ruido generado.

5 La traza de presión comienza en un nivel de referencia constante y se eleva con una pendiente fuerte a medida que la cámara es puesta a presión. Cuando la cámara alcanza la presión de trabajo, se mantiene un nivel constante en la curva de presión. La traza acústica muestra

10 que la salida de pico registrada, designada "puesta a presión", tiene lugar antes de la curva de puesta a presión, cuando se origina el primer aumento brusco de presión en la cámara. Cuando se está realizando el agujero en el capuchón de extremidad de la barra de combustible,

15 se percibe una elevación de la presión correspondientemente grande en la barra de combustible, lo que produce una señal de pico de gran valor, que se denomina "perforación" en la figura 2. Después de la elevación inicial de la presión, otro ruido producido por la entrada del

20 gas procedente de la cámara, en la barra, es mostrado por el pico relativamente pequeño, designado "ruido". Cuando la lente del laser es cambiada para pasar de la perforación a la soldadura, se percibe una salida de ruido y, así, la salida se muestra como "cambio de lente".

25 Después de que ha terminado la puesta a presión, lo que

se determina observando la salida de presión de nivel constante (típicamente 21 a 35 kg/cm²) el laser suelda la abertura cerrada, como se ha mostrado con el pico de valor relativamente bajo: "soldadura". Después, se
5 ventila la cámara de presión, lo que se muestra con el pico "ventilación", y la barra de combustible es retirada de la cámara. En la ilustración de la figura 2, las unidades designadas 0 a 8 a lo largo de la vertical, son simplemente unidades generales y no tienen otro sig
10 nificado particular que el de mostrar los niveles de amplitud relativa, entre las distintas operaciones que ocurren durante la puesta a presión de la barra de combustible. La verificación de que la barra de combustible ha sido perforada, de que se ha hecho el agujero en el capu
15 chón de extremidad, de la puesta a presión de la barra de combustible, y del cierre de la abertura, se obtiene observando la salida correspondiente y comparándola con una magnitud de señal que podría esperarse para la parte particular del procedimiento. Así por ejemplo, si
20 falla la operación de perforación o no se completa, la ausencia de una señal con una magnitud esperada de aproximadamente 6 a 8 unidades, revelaría este hecho. Una vez que las trazas coinciden como se ha descrito anteriormente, se ha determinado que la barra de combustible
25 está puesta a presión y puede entonces retirarse la ba-

rra de la cámara quedando lista para ser utilizada en un haz de combustible a colocar en un reactor nuclear. La siguiente barra de combustible que ha de ser puesta a presión es entonces insertada en la cámara y se repite el procedimiento antes descrito. Aunque el presente invento tiene preferiblemente utilidad con un sistema de puesta a presión de combustible, en el que se realiza la perforación con la cámara de puesta a presión bajo presión, en comparación con las prácticas de la técnica anterior, de perforar bajo vacío, en sus más amplios aspectos tiene también utilidad con sistemas de la técnica anterior, empleados para poner a presión barras de combustible.

Es evidente de lo anterior, que se ha creado un sistema perfeccionado para vigilar la puesta a presión de una barra de combustible, cuyo empleo incluye vigilar cada una de las operaciones asociadas con tal puesta a presión y verificar cuándo ha sido puesta a presión la barra de combustible, y cuándo se han completado apropiadamente todas las operaciones asociadas con ello. Desde luego, aunque se ha descrito una realización preferida del presente invento, serán evidentes para los expertos en la técnica distintas modificaciones que se han considerado dentro del marco de este invento al leer esta descripción. Algunas de esta modificacio-

nes o adiciones pueden incluir el calibrado de las alturas de los picos de las trazas acústicas, para relacionar el diámetro del agujero realizado por el laser y la automatización adecuada del equipo, de tal modo que no pueda tener lugar la siguiente ocurrencia después de la perforación con el laser, a menos que tengan lugar picos de altura suficientemente elevada. Consiguientemente, a fin de determinar el verdadero alcance y espíritu del presente invento, debe hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas.

10

15

20

25

28.1.76

chos medios transductores acústicos y de presión, respectivamente, y que proporcionan una presentación visual de trazas de dichas señales para comparación, con objeto de determinar y verificar la puesta a presión de dicha barra de combustible.

5
3ª.- El sistema de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios transductores acústicos comprenden un primero y un segundo transductores acústicos, conectados en relación espaciada con dicha barra de combustible.

10
4ª.- El sistema de la reivindicación 3ª, en el que dicho primer transductor acústico está conectado a dicha barra de combustible en un extremo de la misma opuesto a dicha cámara de presión, y dicho segundo transductor está conectado a dicha barra de combustible entre dicho punto central de dicha barra de combustible y dicha cámara de presión.

15
5ª.- El sistema de la reivindicación 4ª, en el que dicho segundo transductor acústico está situado próximo al punto central de dicha barra de combustible.

20
6ª.- El sistema de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios transductores acústicos están conectados a medios amplificadores para aumentar el nivel de las señales de salida procedentes de dichos me-

dios transductores a un nivel operable.

5 7ª.- El sistema de la reivindicación
6ª, que incluye medios de circuito conectados a dichos
medios amplificadores para integrar la salida proceden-
te de dichos medios simplificadores y proporcionar una
salida de impulsos que es indicativa del estado de pre-
sión de dicha barra de combustible.

10 8ª.- El sistema de la reivindicación
7ª, que incluye medios contadores para presentar la sa-
lida de dichos medios transductores, para verificar la
puesta a presión de dicha barra de combustible.

15 9ª.- El sistema de la reivindicación
1ª, en el que dichos medios transductores acústicos per-
ciben el ruido producido en dicha barra de combustible
por la diferencia de presión existente entre dicha barra
de combustible y dicha cámara de presión, para producir
una señal de salida de acuerdo con el ruido detectado.

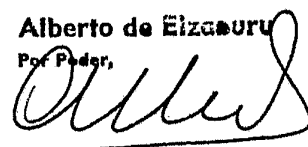
20 10ª.- Un sistema para verificar la
puesta a presión de una barra de combustible destinada
a ser utilizada en un reactor nuclear.

Tal y como se ha descrito en la Memo-
ria que antecede, representado en los dibujos que se
acompañan y para los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diecinueve hojas
oscritas a máquina por una sola cara.

MADRID. 15. ABR. 1977.

P.A. Alberto de Eizauru
Por Poder,



9.8.76

CGD.

Fig. 1.

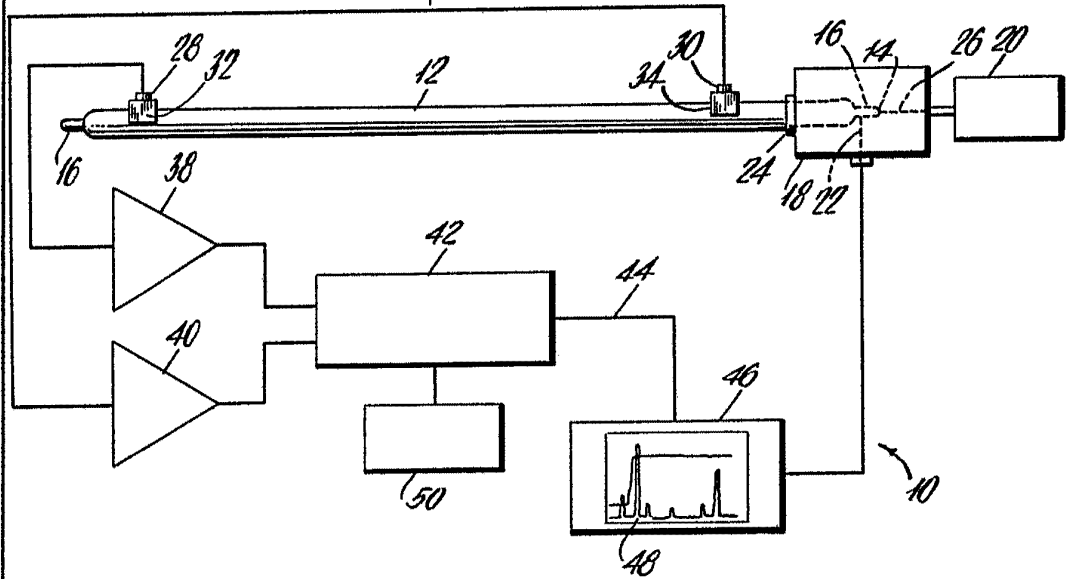
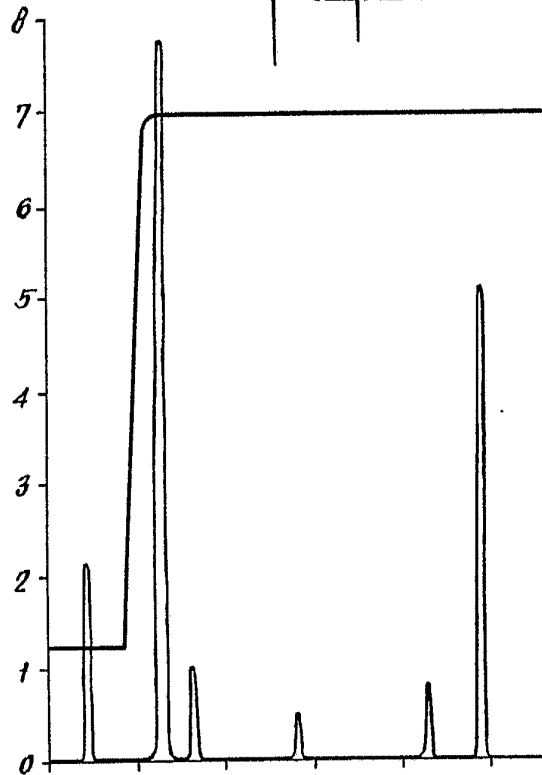


Fig. 2.



Attesto de Escritura
[Signature]