

421802

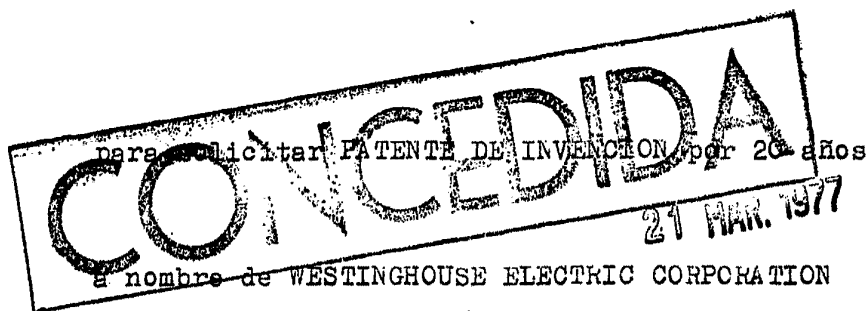
8401

P-56.162

W.E. Case No. 44.119

Int. Cl.:	G21C
-----------	------

MEMORIA DESCRIPTIVA



entidad norteamericana

establecida en Westinghouse Building, Gateway Center,
Pittsburgh, Pensilvania 15222, Estados
Unidos de América.

por: "UN METODO Y UN APARATO PARA VIGILAR CONTINUAMENTE
EL CONTENIDO DE TRITIO EN MEDIOS FLUIDOS DE UN
REACTOR NUCLEAR AUTORREGENERABLE"

(Clase Internacional G21c)

23-9-75

- 1 -

Este invento se refiere a la técnica de reactores nucleares y tiene particular relación con los reactores, particularmente los reactores nucleares autorregenerables en los cuales se produce tritio. Como es bien conocido en la técnica, un reactor nuclear autorregenerable produce más combustible que consume durante la generación de energía útil. El combustible consumible contiene materiales fusibles que experimentan fisión y producen calor. El calor es transferido a un fluido de refrigeración del reactor que circula a través de un recipiente del reactor en el que se obtiene el combustible fisible. El calor así adquirido por el refrigerante del reactor se emplea a través de un líquido secundario para generar vapor que luego se usa para producir electricidad. Típicamente en este tipo de reactor existe un hueco encima del nivel del refrigerante del reactor dentro del recipiente del reactor. El hueco se llena generalmente con un gas inerte de modo que no afecta adversamente al refrigerante del reactor. Este gas es denominado usualmente en la técnica nuclear "gas de cubierta de reactor".

En este tipo de reactor nuclear el tritio resulta típicamente de reacciones de neutrones y partículas alfa; es decir, núcleos de helio en el boro 10 de las barras de control y en las impurezas de litio 6 en el combustible, y por fisión ternaria. La colisión de un neutrón con

una partícula alfa da como resultado la proyección de un protón desde la partícula alfa, produciendo un núcleo de tritio que se convierte en tritio por absorción de un electrón. El tritio es radioactivo emitiendo partículas beta y llega a convertirse en helio 3.

El tritio se produce tanto en el fluido refrigerante, típicamente sodio, como en el gas de cubierta del reactor, típicamente helio. En cualquier caso el tritio contamina al fluido refrigerante en el circuito primario y debido a que se difunde a través de los metales, puede contaminar al fluido secundario y a las estructuras situadas en la proximidad del reactor nuclear. Por consiguiente, es deseable, en interés de la seguridad y la salud, reducir al mínimo la concentración de tritio en el fluido refrigerante y en el gas de cubierta del reactor; naturalmente, es deseable reducir a cero la concentración de tritio.

De acuerdo con las enseñanzas de la técnica anterior, el tritio se reduce haciendo funcionar continuamente "trampas" frías en los canales de fluido del reactor, que eliminan por cristalización el hidrógeno y sus isótopos. En todavía otro procedimiento de supresión del tritio, el fluido refrigerante es hecho circular continuamente a través de una derivación en donde se añade hidrógeno al mismo y el hidrógeno, el deuterio y el tritio se precipitan como hidruros de sodio. Este procedimiento se

denomina eliminación de residuos en frío.

5 La captura en frío o la eliminación de residuos en frío de manera continua, que exigen los procedimientos de la técnica anterior que se acaba de describir, presentan serias dificultades. La captura en frío, mientras está en operación, captura no sólo los isótopos de hidrógeno, y oxígeno, sino también otros elementos radioactivos, que, por lo demás, podrían permanecer en el fluido sin peligro alguno. La "trampa" fría, como resultado de la captura en 10 frío continua, se "calienta" en sentido radioactivo, de modo que no puede manipularse de manera conveniente. Igual razonamiento es aplicable a la eliminación de residuos en frío, que opera a un régimen sustancialmente más elevado que la captura en frío.

15 Para evitar una captura en frío continua, es deseable vigilar el tritio existente en el fluido y, cuando el contenido de tritio alcanza un valor prefijado, retirarlo por captura o eliminación en frío eficaces, durante un intervalo de tiempo relativamente corto. Tal procedimiento preferido exige una vigilancia apropiada y segura de los fluidos. 20

De acuerdo con las enseñanzas de la técnica anterior, se han realizado intentos para poner en práctica la vigilancia mediante análisis de muestras de refrigerante. Típicamente, se retiran muestras de sodio del sis- 25

tema de circuito cerrado de ensayo de la cuba del reactor, se separan el hidrógeno y sus isótopos y la cantidad de tritio se determina por mediación radiométrica. Este procedimiento es tedioso y consume tiempo; puede existir una
5 acumulación excesiva de tritio durante el tiempo que transcurre entre análisis sucesivos. Además, este procedimiento no es seguro debido a que ocurre una segregación durante el muestreo en derivación. Asimismo, este proceso de vi
10 gilancia no es continuo. No son rápidamente detectables grandes cambios bruscos de la concentración de tritio, que revelan un defecto en el funcionamiento del reactor.

Un objeto de este invento es superar las desven
15 tajas y deficiencias antes descritas de la técnica anterior y proporcionar medios para la rápida, eficaz y segura vigi
20 lancia continua del contenido de tritio o de la concentración de tritio en el fluido del reactor, sin hacer necesaria la toma de muestras de fluido y su análisis y de tal forma que el contenido o la concentración puedan determinarse en cualquier instante en un corto intervalo de tiem
25 po.

El invento reside en un método de vigilar con
tinuamente el contenido de tritio en el fluido de un reag
tor nuclear autorregenerable haciendo uso de un aparato que incluye una envoltura hermética a la presión, una par
25 te de cuya pared es permeable al tritio, comprendiendo di

cho método hacer pasar el fluido exteriormente respecto a dicha envoltura sobre, y en contacto con, dicha parte permeable de la pared para admitir una cantidad de tritio desde el fluido al interior de dicha envoltura, dependiendo dicha cantidad de la cantidad de tritio existente en dicho fluido, producir una corriente de descarga eléctrica en dicha envoltura a partir de medios contenidos en ella, que puede ionizarse dependiendo de la citada cantidad de tritio existente en la envoltura, medir dicha corriente de descarga así producida, y derivar la cantidad de tritio a partir de la citada medición de la corriente de descarga.

El invento parte de la realización de que la emisión radioactiva del tritio en las cantidades en que está presente en el fluido del reactor, es capaz de producir una corriente eléctrica fácilmente mensurable en un medio ionizable. De acuerdo con este invento, el fluido del reactor es hecho pasar sobre una pared, permeable al hidrógeno y a sus isótopos, incluyendo el tritio, de un dispositivo de descarga. El dispositivo de descarga contiene un gas que puede ionizarse merced a la emisión procedente del tritio. Los rayos beta emitidos por el tritio tienen una energía máxima de 18,6 millares de electrón-voltios (KeV) y, predominantemente, una energía media de aproximadamente 6 KeV. Esta energía supera a la energía de ionización del argón y el argón es el gas ionizable preferido en el dispo-

sitivo de descarga, aunque pueden utilizarse otros gases, tanto inertes como reactivos. Se ha descubierto, y puede demostrarse, que la corriente de descarga producida por las emisiones del tritio derivado de un reactor autorregenerable, típico, puede medirse de manera sencilla.

El tritio, en un reactor autorregenerable, es producido por reacciones $(n, \alpha T)$ en el ^{10}B de las barras de control y en las impurezas de 6Li del combustible, y por fisión ternaria. La producción total de tritio es de aproximadamente 40 Ci por día de funcionamiento a plena potencia, siendo la fuente de barras de control el 83,5% del total. La concentración de tritio en equilibrio en el refrigerante de sodio líquido del reactor es un factor χ , del número de días a plena potencia, que el reactor está en uso. Enequili**l**bro, el tritio que se produce iguala la pérdida de tritio hacia el sistema de sodio líquido secundario del reactor y a otras áreas tales como los intercambiadores de calor. La concentración final producida puede representarse por 40 Ci. Para los cálculos siguientes, se supuso una producción de un día a plena potencia, para alcanzar la concentración de equilibrio. Se consideró esta cantidad como conservada en un factor de 5 a 10.

Convirtiendo Curies a átomos en equilibrio, χ 40

Ci:

$$\chi A = \lambda N$$

donde $A =$ actividad en átomos $^{-1}$

$\lambda =$ constante de degradación en seg $^{-1}$

$N =$ número de átomos

$\chi =$ 1 día a plena potencia

5 para el tritio, $\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}}$ donde $t_{1/2} = 12,33$ años

$$\lambda = \frac{0,693}{12,33 \text{ años} \times 3,16 \times 10^7 \text{ seg.año}}^{-1}$$

$$\lambda = 1,78 \times 10^{-9} \text{ seg}^{-1}$$

10 por tanto $N = \frac{A}{\lambda} = \frac{(40) (3,7 \times 10^{10} \text{ átomos seg}^{-1})}{1,78 \times 10^{-9} \text{ seg}^{-1}}$

$$N = 8,35 \times 10^{20} \text{ átomos de tritio producidos}$$

Número de átomo-gramos es

$$\frac{8,35 \times 10^{20} \text{ átomos}}{6,02 \times 10^{23} \text{ átomos (átomo-gramo)}}^{-1} = 1,38 \times 10^{-3} \text{ átomo-gramos}$$

15 la masa de tritio es

$$1,38 \times 10^{-3} \text{ átomo-gramos} \times 3 \text{ gms (átomo-gramos)}^{-1} = 4,14 \times 10^{-3} \text{ gms.}$$

La concentración de tritio en sodio es, suponiendo un sistema que contenga 2×10^{-8} gms de sodio, que es típico,

20

$$\frac{4,14 \times 10^{-3} \text{ gms}}{2 \times 10^8 \text{ gm Na}} = 2,07 \times 10^{-11} \text{ gms T}_2/\text{gm}$$

(gramos de tritio por gramo de sodio)

$$\text{o } 2,07 \times 10^{-5} \text{ ppm T}_2$$

T_2 es una molécula de tritio, suponiendo que no hay hidrógeno (H_2) presente. La presión de tritio en equilibrio

asociada con la concentración de $2,07 \times 10^{-5}$ ppm, puede calcularse a partir del coeficiente de Sievert si se supone que las solubilidades de hidrógeno y tritio son iguales. A partir de los datos de solubilidad de Meacham y colaboradores:

$$\log P_{H_2} \text{ (cm)} = 10,82 - \frac{6400}{T}, \text{ donde } T = \text{temperatura absoluta en } ^\circ K$$

y

$$\log \text{ ppm } H_2 = 6,52 - \frac{3180}{T}$$

luego a $750^\circ C$

$$P_{H_2} = 3,72 \times 10^4 \text{ cm}$$

$$\text{ppm } H_2 = 2,57 \times 10^3 \text{ ppm}$$

El coeficiente de Sievert es:

$$S = \frac{\text{ppm } H_2}{P_{H_2}, \text{cm}} = \frac{2,57 \times 10^3 \text{ ppm}}{3,72 \times 10^4 \text{ cm}}$$

$$S = 13,4 \text{ ppm } (P, \text{cm})^{-1/2}$$

$$\text{para el tritio, } S = 40,2 \text{ ppm } (P, \text{cm})^{-1/2}$$

La presión de tritio en equilibrio correspondiente sería

$$\frac{(1 \text{ cm})}{40,2 \text{ ppm}} (2,07 \times 10^{-5} \text{ ppm}) = X \text{ cm}$$

elevando al cuadrado ambos términos

$$\frac{1 \text{ cm} (2,07)^2 \times 10^{-10} \text{ ppm}^2}{(40,2)^2 \text{ ppm}^2} = X \text{ cm}$$

$$\text{presión de equilibrio} = 2,65 \times 10^{-13} \text{ cm}$$

$$\text{o } \frac{2,65 \times 10^{-13} \text{ cm}}{76 \text{ cm atm}^{-1}} = 3,5 \times 10^{-15} \text{ atm de tritio}$$

La presión de hidrógeno en equilibrio correspondiente, su
poniendo una condición prototípica de 1 ppm, sería

$$\frac{(1 \text{ cm}) (1 \text{ ppm})}{13,4 \text{ ppm}} = X \text{ cm}$$

5

$$\frac{(1 \text{ cm}) (1 \text{ ppm}^2)}{(13,4)^2 \text{ ppm}^2} = X \text{ cm}$$

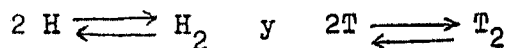
$$\text{presión de equilibrio} = 5,56 \times 10^{-3} \text{ cm}$$

$$\text{o } \frac{5,56 \times 10^{-3} \text{ cm}}{76 \text{ cm atm.}^{-1}} = 7,32 \times 10^{-5} \text{ atm. de hidrógeno}$$

10

Si se permite que el hidrógeno y el tritio en el sodio se
equilibren con un volumen conocido, a través de una mem-
brana de níquel permeable, la presión parcial de cada uno
tiene el valor de su presión de equilibrio correspondiente,
 P_E , para una concentración dada

15



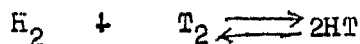
En este caso

$$\text{para } 2\text{H} @ 1 \text{ ppm, } P \text{ es } 7,32 \times 10^{-5} \text{ atm.}$$

$$\text{para } 2\text{T} @ 2,07 \times 10^{-15} \text{ ppm, } P \text{ es } 3,50 \times 10^{-15} \text{ atm.}$$

Sin embargo, también tiene lugar un intercambio isotópico

20



y la presión de equilibrio de HT es la proporción de las
concentraciones de H_2 y T_2 en el sodio o

$$4,84 \times 10^4 : 1$$

por tanto

25

$$P_E \text{ para HT es } 1,52 \times 10^{-9} \text{ atm.}$$

Esta presión de equilibrio en un detector que tiene un volumen de 100 centímetros cúbicos a temperatura y presión normales (STP) correspondería a un número específico de átomos de tritio dado por

$$\frac{PV}{R\gamma} = n \text{ donde } P = P_E, 1,52 \times 10^{-9} \text{ atm.}$$

$$V = 100 \text{ cm}^3$$

$$\gamma = 298^\circ\text{K}$$

$$R = 82,057 \text{ atm.cm}^3 \text{ } ^\circ\text{K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$n = \text{moles de HT}$$

$$\frac{(1,52 \times 10^{-9}) (10^2)}{(82,057) (298)} = 6,2 \times 10^{-12} \text{ moles}$$

$$\text{y } 6,2 \times 10^{-12} \text{ moles} \times 6,02 \times 10^{23} \text{ moléculas mol}^{-1} =$$

$$3,73 \times 10^{12} \text{ moléculas de HT}$$

El número de átomos de tritio en estas moléculas de HT es de $3,73 \times 10^{12}$ átomos.

Por tanto, en equilibrio, la actividad presente en el detector es

$$A = \lambda N = 1,78 \times 10^{-9} \text{ seg}^{-1} \times 3,73 \times 10^{12} \text{ átomos}$$

$$A = 6,56 \times 10^3 \text{ átomos seg}^{-1}$$

La cantidad de pares de iones formados en el detector de 100 cm³ es, suponiendo que la geometría del mismo sea tal que entre un 50% de las partículas β y utilicen una longitud de trayectoria media de 2 cm en el volumen eficaz; $(6,65 \times 10^3 \text{ atom.seg}^{-1}) (0,5) (20 \text{ mm}) (10 \text{ pares de iones mm}^{-1}) = 6,65 \times 10^5 \text{ pares de iones seg}^{-1}$

La corriente, I, será la carga correspondiente por segundo

$I = 6,65 \times 10^5 \times 1,6 \times 10^{-19} = 1,06 \times 10^{-13}$ amps.
con una resistencia R de $10^{11} \Omega$, la tensión, V. sería
 $1,06 \times 10^{-13} \text{ A} \times 10^{11} \Omega = 1,06 \times 10^2 \text{ V}$

5 Se alcanza el equilibrio dinámico debido al sodio en circulación que pasa a través de la membrana de níquel a velocidades de $65 \text{ cm}^3 \text{ seg}^{-1}$, con un volumen de detector de 100 cm^3 . Como el volumen del sistema de sodio total es muy elevado en comparación con el área de difusión, la membrana considerará al tritio como una fuente constante y el régimen de difusión de H_2 , T_2 y HT viene controlado por

$$\phi = \underline{K} a (P_1^{L/2} - P_2^{L/2}) e^{-Q/RT}$$

donde:

ϕ = flujo (difusión)

K = constante de penetración del hidrógeno para la membrana

X = espesor de la membrana

a = área de membrana expuesta al sodio

P_1 = presión en la membrana de hidrógeno en fase so dio

P_2 = contrapresión en la membrana de hidrógeno en fase gaseosa en un dispositivo de descarga

Q = energía de activación de hidrógeno

R = constante de Rydberg

\mathcal{T} = temperatura absoluta de sodio y gas difundido

e = exponencial.

25

Para un sistema tal como el que se acaba de describir, la calibración en función de proporciones de $H_2 : T_2$ conocidas, permite obtener una relación de corriente a concentración de tritio en sodio a una temperatura dada τ y a un volumen V.

Puede verse por los cálculos que si solamente estuviera presente el tritio, la presión de equilibrio de 10^{-15} atmósferas daría $4,6 \times 10^{-2}$ átomos seg^{-1} o una desintegración cada 21 segundos, lo que haría insensible al detector. Sin embargo, en las condiciones de reactor más conservadoras, el nivel del hidrógeno podría reducirse hasta 0,1 ppm con una captura en frío continua. Estaría presente todavía hidrógeno suficiente para conseguir un intercambio isotópico favorable, $H_2 + T_2 \rightleftharpoons 2HT$, proporcionando una presión de equilibrio suficiente de HT. La presión de equilibrio del hidrógeno debe conocerse para convertir la corriente conocida a concentración de tritio. Esta presión puede determinarse a partir de un medidor de hidrógeno de que está provisto el reactor.

La anterior descripción cubre el fluido refrigerante del reactor, pero al gas de cubierta resulta aplicable un razonamiento similar.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de este invento, tanto en cuanto a su organización como a su método de funcionamiento, junto con objetos y ventajas adicionales del mismo, se hace referencia a la siguiente descripción, tomada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La fig. 1 es una vista diagramática que muestra un aparato para vigilar el fluido refrigerante de un reactor autorregenerable para tritio;

La fig. 2 es una vista diagramática que muestra un aparato para vigilar el gas de cubierta de un reactor para tritio;

La fig. 3 es una vista fragmentaria, en sección longitudinal, que muestra un aparato de descarga de acuerdo con este invento como el utilizado en el aparato ilustrado en la fig. 1; y

La fig. 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea IV-IV de la fig. 3.

Las dimensiones mostradas en las figs. 3 y 4 se dan con el fin de ayudar a los expertos en la técnica a poner en práctica este invento y no tienen en modo alguno intención limitativa del mismo.

El aparato representado en las figs. 1 y 3 incluye una cuba de reactor ll, típicamente del tipo autorregenerable, cuyo refrigerante principal es sodio líquido

uo. Este aparato incluye también una tubería de flujo 13 para muestreo del refrigerante del reactor. El sodio líquido circula desde la cuba 11, a través de una ramificación 15 de la tubería, hasta el sistema de muestreo de sodio 17 de una célula caliente indicada por línea de trazos discontinuos y retorna a la cuba 11 del reactor a través de una ramificación 19 de la línea 13. El sodio, cuando abandona la cuba 11, se encuentra a unos 500° C. El sistema 17 incluye un intercambiador de calor 23 en el que el sodio se calienta hasta 750° C.

El sodio que circula fuera del cambiador de calor 23 se encuentra a unos 750° C y únicamente es adecuado para derivar hidrógeno y sus isótopos por difusión. El sodio circula desde el cambiador de calor 23 a través de una camisa 25 que está unida herméticamente a un tubo 27 (fig. 3) que forma parte del dispositivo de descarga 29. El tubo 27 es permeable al hidrógeno y sus isótopos. El sodio vuelve a través de la rama 31 de la tubería de circulación 13, el intercambiador de calor 23 y la rama 19. Una trampa fría (no representada) puede estar incluida en la tubería 13, la cual puede ser habilitada por el monitor para eliminar el tritio desde la cuba 11, como se ha indicado. La tubería de circulación 13 y la camisa 25 están constituidas por un material resistente a la corrosión, por ejemplo, el conocido en los EE.UU. como acero

inoxidable 316. La camisa 25 tiene un espesor suficiente para reducir al mínimo cualesquiera pérdidas de hidrógeno por difusión a través de la camisa. El tubo 27 está compuesto de níquel, que tiene una permeabilidad sustancialmente mayor al hidrógeno y sus isótopos que el acero inoxidable. Como se muestra en la fig. 3, el tubo 27 tiene un espesor de aproximadamente 0,254 a 0,508 milímetros y está provisto de nervios rigidizantes 33.

El dispositivo de descarga 29 es de forma en general en T, incluyendo un miembro transversal 35 de un aislador tal como cuarzo al que está unido el tubo 27 de manera hermética al vacío, por un obturador potenciado 37, típicamente de una aleación conocida en los EE.UU. bajo la marca registrada "KOVAR". Los electrodos 39 y 41 están unidos a través del miembro transversal 35. El electrodo 39 es una envolvente que encierra al electrodo 41. El electrodo 39 alternativamente, puede sustituirse por un depósito conductor en la pared interna del miembro 35. La última estructura de electrodo tiene la ventaja de que las dimensiones del miembro 35 pueden ser pequeñas, mejorando la sensibilidad. El miembro transversal está también provisto de una conexión tubular 43, que incluye una válvula 45. Puede purgarse gas en y fuera del dispositivo de descarga 29 a través de la conexión 43 y la válvula 45. Debe entenderse que la presión en el dispositivo 29 se incrementa

ta durante el uso debido al H_2 y $3H_2$ (molécula de tritio) que se difunde y al $3He$ que es generado. La parte de cuarzo del dispositivo 29 está totalmente envuelta por un blindaje de plomo 51 que impide la penetración de los rayos gamma en el miembro transversal 35. Ventajosamente, el gas en el dispositivo de descarga 29 es, predominantemente, argón (pueden utilizarse otros gases) a una presión de aproximadamente media atmósfera a la temperatura del dispositivo 29. La presión puede variarse para mejorar la multiplicación gaseosa de la carga. Aletas de refrigeración 52 están interpuestas entre la camisa 25 y el blindaje 51. Dependiendo de las demandas de las instalaciones, el dispositivo de descarga 29 puede adoptar otras formas de la representada de configuración en T. Típicamente, el miembro transversal 35 puede tener un volumen de unos 100 cm^3 .

Los electrodos 39 y 41 están conectados en circuito con el suministro de energía 53, que puede ser una batería, y un medidor 55. Típicamente, el medidor 55 es un electrómetro de lengüeta vibrante que puede medir intensidades tan bajas como 10^{-15} amperios con una exactitud razonable. El medidor 55 está shuntado por una elevada resistencia 57, del orden de 10^{11} ohmios.

Durante el uso del aparato representado en la fig. 1, el sodio circula continuamente a través de la tubería de circulación 13, el intercambiador de calor 23, y

la camisa 25. El hidrógeno y sus isótopos se difunden en el tubo 27 y la ionización producida por la emisión radioactiva del tritio hace que circule corriente a través del medidor 55. Cuando la magnitud de esta corriente indica una cantidad de tritio excesiva, se realiza la captura fría (o eliminación de residuos) para reducir el tritio existente en el sodio.

En la fig. 2, el gas de cubierta, helio o argón, de la cuba 11 del reactor, o el refrigerante gaseoso en un reactor autorregenerable refrigerado por gas, es conducido a través de una rama 61 de la tubería de circulación 63 a través de un filtro 65 que elimina el vapor de sodio del gas. El gas se encuentra a una temperatura de unos 300° C cuando abandona el filtro 65. El gas es hecho pasar a través de un intercambiador de calor 67 que eleva su temperatura hasta unos 600° C y, luego, a través de una camisa 69 unida al tubo 27 del dispositivo de descarga 29. El gas es devuelto a la cuba 11 a través de una rama 71 de la tubería de circulación 63, el intercambiador de calor 67 y la rama 73. El hidrógeno y sus isótopos se difunden en el tubo 27 y el tritio produce una ionización que se mide en el medidor 55.

Aunque se ha descrito en esta Memoria la práctica preferida de este invento, son factibles muchas modificaciones del mismo.

La presente solicitud, que corresponde a la pre-
sentada en Estados Unidos de América, el 10 de Enero de
1973, bajo el número 322.332, se acoge a los beneficios del
artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

REIVINDICACIONES

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de
Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen
en las reivindicaciones siguientes:

10

15

20

25

1ª.- Un método para vigilar continuamente el con-
tenido de tritio en medios fluidos de un reactor nuclear au-
torregenerable siendo los medios fluidos para eliminar calor,
haciendo uso de un aparato que incluye una cámara hermética
a la presión, una parte de cuya pared es permeable al tritio,
conteniendo la cámara un medio ionizable, comprendiendo di-
cho método hacer pasar los medios fluidos exteriormente a di-
cha cámara sobre, y en contacto con, dicha parte permeable
de la pared, para admitir una cantidad de tritio procedente
de los medios fluidos dentro de dicha cámara, dependiendo di-
cha cantidad del contenido de tritio existente en dichos me-
dios fluidos; producir una corriente de descarga eléctrica
en dicha cámara, siendo la magnitud de la corriente de des-
carga dependiente de dicho contenido de tritio en la cámara;
medir dicha corriente de descarga así producida; y deducir el
contenido de tritio a partir de dicha medida de corriente de

descarga.

5 2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que dichos medios fluidos comprenden sodio líquido y en el que dicha parte permeable de la pared es permeable a los isótopos de hidrógeno, incluyendo el tritio, y el fluido es hecho pasar sobre, y en contacto con, dicha parte hasta que se consigue un equilibrio en la concentración de hidrógeno entre el sodio líquido y los isótopos del hidrógeno dentro de la cámara y después de que se ha conseguido dicho equilibrio, se mide la corriente de descarga dentro de la cámara.

10 3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en el que se proporciona un gas de cubierta de reactor encima de los medios fluidos para vigilar el gas de cubierta de reactor, en el que la parte de la pared de la cámara comprende níquel y tiene un espesor de 0,25 - 0,50 milímetros, y en el que dicha parte de la pared, mientras está en contacto con el gas, se mantiene a una temperatura de al menos unos 600º C.

15 4ª.- El método de la reivindicación 1ª, que incluye la etapa de tomar una muestra de los medios fluidos, cuyo fluido de enfriamiento es muestreado un sistema de muestreo de una célula caliente que incluye un módulo de alambre de vanadio, en el que el fluido se calienta hasta unos 20 750º C y en el que el fluido que se hace pasar sobre la parte permeable de la pared, es el fluido calentado procedente

del módulo de alambre de vanadio.

5 5ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que dicho medio ionizable comprende un gas ionizable que se ioniza mediante emisión radioactiva del tritio y la corriente de descarga medida es la corriente resultante de la ionización producida en el gas.

10 6ª.- El método de la reivindicación 5ª, en el que el gas ionizable es argón, cuya energía de ionización es sustancialmente igual a la energía predominante de la emisión radioactiva del tritio.

15 7ª.- Un aparato de descarga eléctrica para vigilar el contenido de tritio en un fluido, que incluye una cámara que comprende una envoltura hermética al gas, que tiene una pared de la cual al menos una parte está constituida por un material permeable a los isótopos de hidrógeno, incluyendo el tritio, teniendo dicha parte un área superficial adecuada para contacto con un fluido que lleva dichos isótopos con el fin de conseguir una difusión sustancial de hidrógeno a su través, conteniendo dicha cámara un gas ionizable y medios para comunicar un campo eléctrico en dicho gas para producir una ionización en él en presencia de la radioactividad producida por el tritio, con lo cual, al medir una corriente de descarga en dicho gas ionizable se mide el contenido de tritio en dicho fluido.

25 8ª.- El aparato de la reivindicación 7ª, en el

que la parte permeable de la envoltura hermética al gas comprende níquel y tiene aproximadamente 0,25 - 0,50 milímetros de grueso.

9ª.- El aparato de la reivindicación 7ª, que incluye medios de blindaje que envuelven la cámara, suprimiendo la penetración de los rayos gamma en la cámara.

10ª.- Un método y un aparato para vigilar continuamente el contenido de tritio en medios fluidos de un reactor nuclear autorregenerable.

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

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

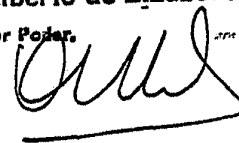
Madrid,

P.A.

14 OCT. 1975

Alberio de Lizasoain

Por Poder.



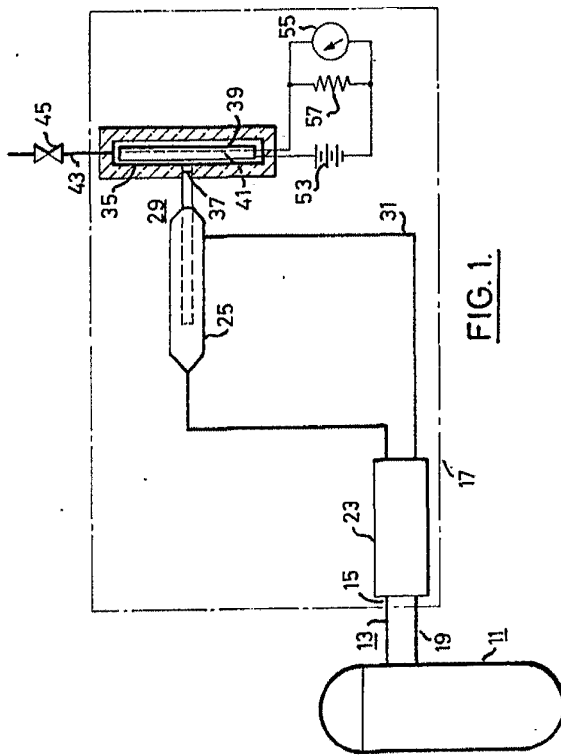


FIG. 1.

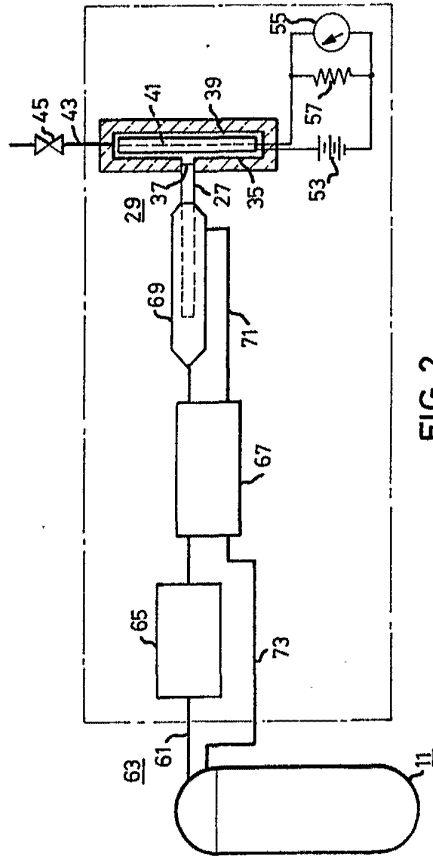


FIG. 2.

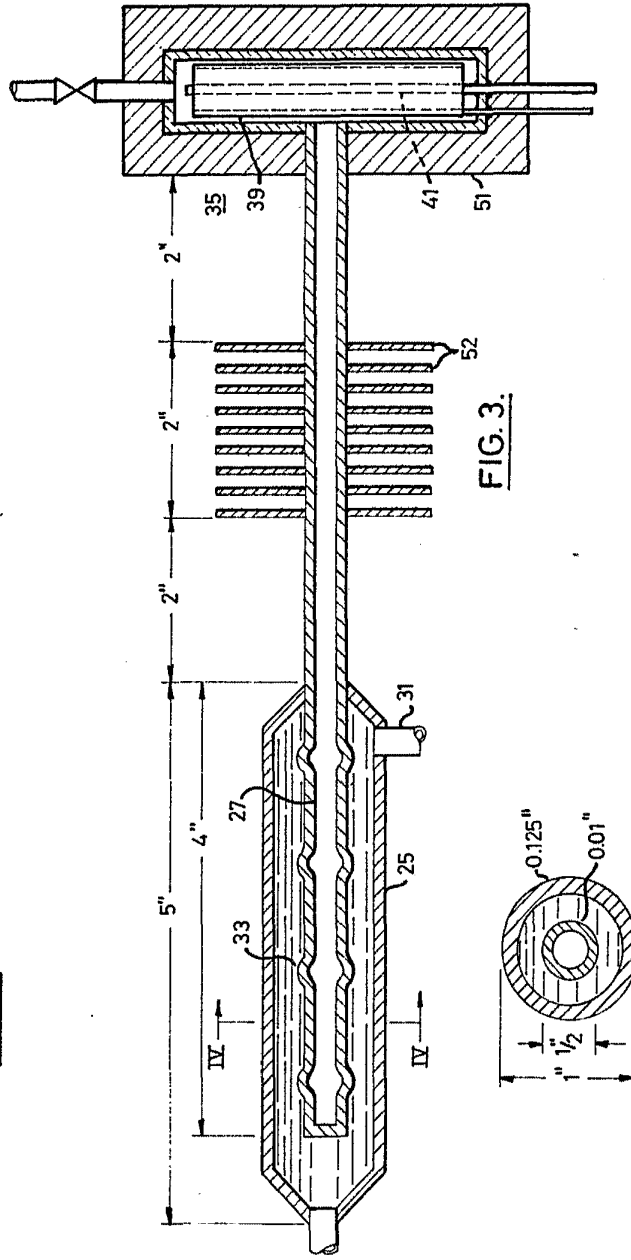


FIG. 3.

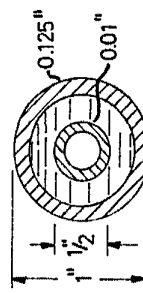


FIG. 4.

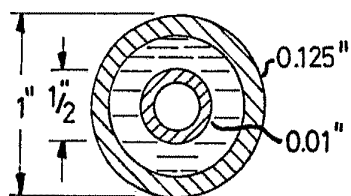
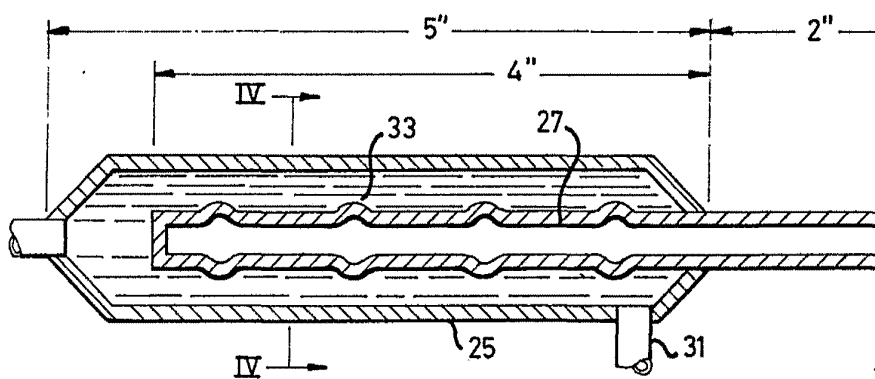
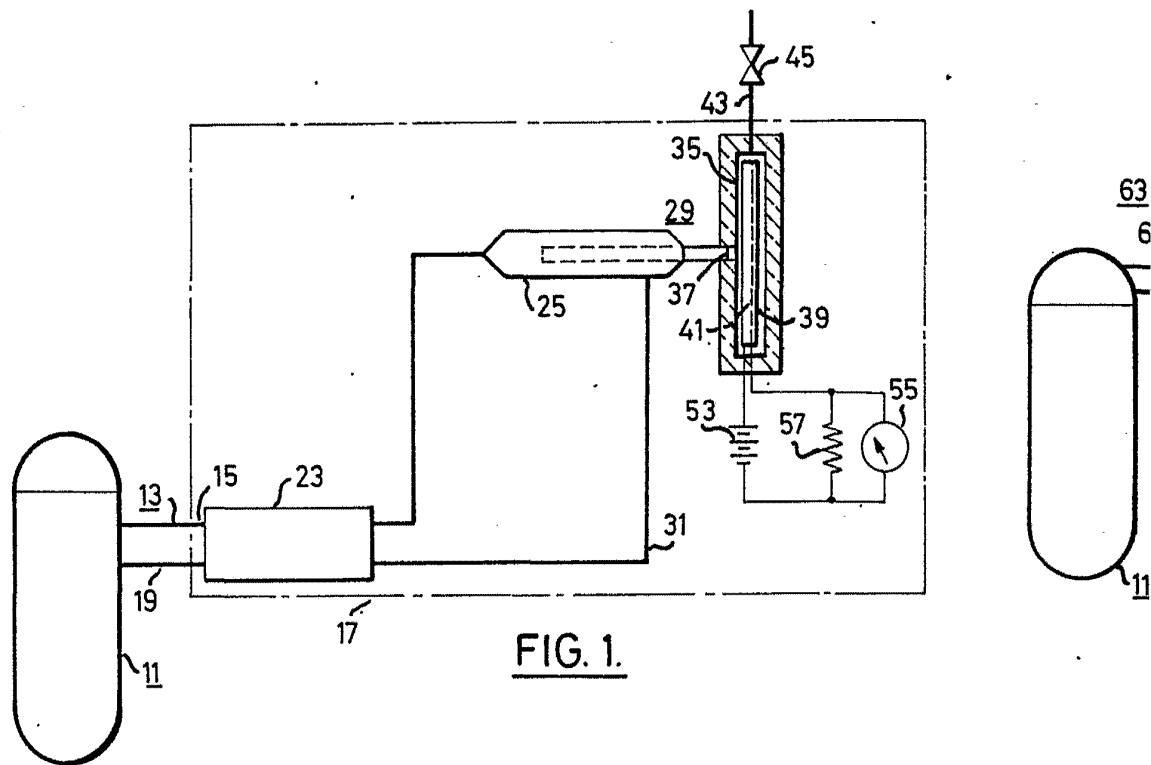


FIG. 4

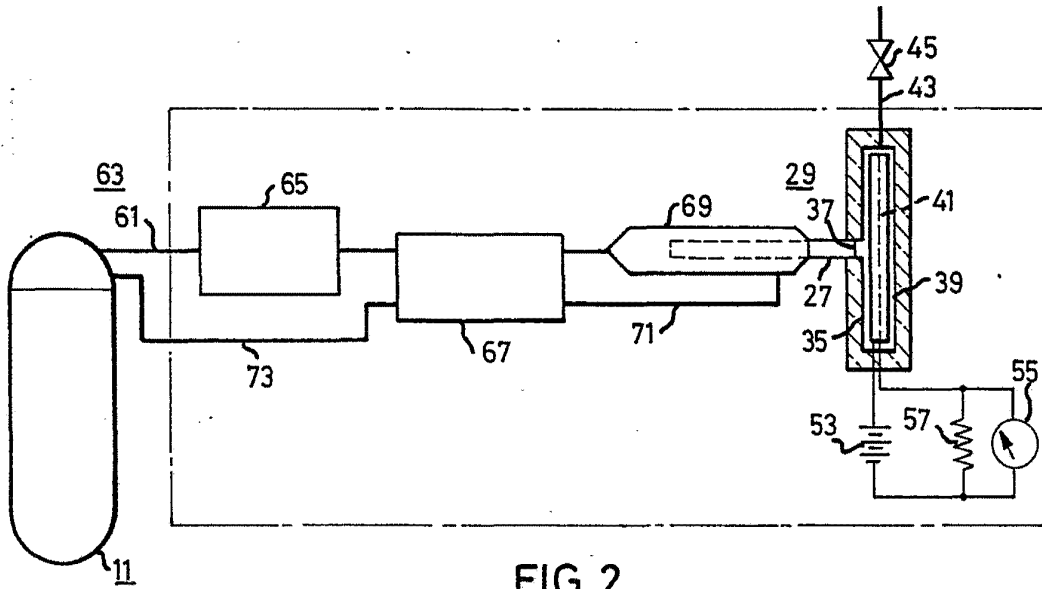


FIG. 2.

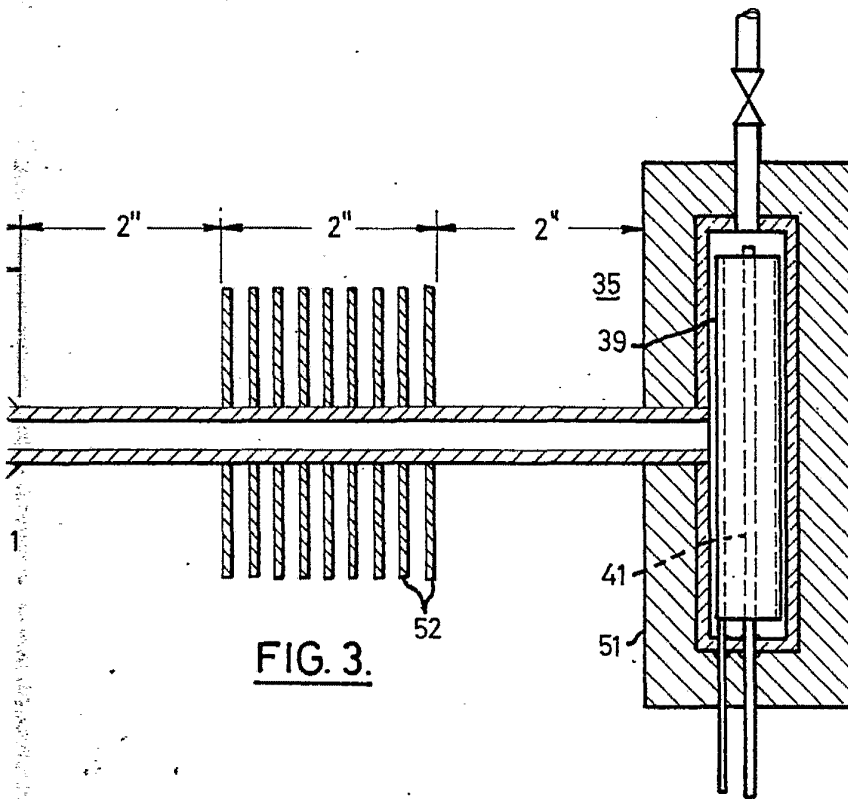


FIG. 3.

Alberto de ~~Alvarez~~
For Foder.