



ESPAÑA

10 ES

11

21

22

NUMERO

232882

FECHA DE PRESENTACION

23 DIC. 1977

232882

MODELO DE UTILIDAD



30 PRIORIDADES:

31 NUMERO

32 FECHA

33 PAIS

77 08657

23-3-77.

FRANCIA.

34 FECHA DE PUBLICIDAD

35 CLASIFICACION INTERNACIONAL

G21C = G01K

36 TITULO DE LA INVENCIÓN

"DISPOSITIVO DE MEDIDA DE LA POTENCIA LOCAL EN UN CONJUNTO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE UN REACTOR NUCLEAR".

37 SOLICITANTE (S)

ELECTRICITE DE FRANCE (service National).

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

2, rue Louis Murat, 75008 PARIS (Francia).

38 INVENTOR (ES)

39 TITULAR (ES)

40 REPRESENTANTE

D. MIGUEL FERNANDEZ-LOAYSA PINZON.

U/dg/ 6.788.-

1 la determinación de la potencia emitida necesita ciertas aproxima-
ciones para tener en cuenta, en el curso de la duración de utili-
zación del aparato; la disminución de la sección eficaz del com-
5 bustible consumido así como el debilitamiento del propio emisor
de señales.

Asimismo, se ha previsto efectuar una
medida local de la potencia desprendida, utilizando para ello unos
aparatos conocidos con el nombre de "termómetros de rayos gamma",
10 en los que la elevación de la temperatura medida es debida a la
exposición a la radiación electromagnética de rayos gamma en una
proporción que puede alcanzar el 95%: siendo el 70% debido a las
fisiones producidas en el instante de la medida, y 25% a otras
fisiones registradas durante un lapso de tiempo que precede al
15 instante de esta medida en unos 5 mn. En estos termómetros de
rayos gamma, el valor de la elevación de la temperatura en un
cuerpo que absorbe las radiaciones, puede medirse, en efecto, a
lo largo de un intervalo controlado y constante, previsto para la
evacuación del calor producido. Las leyes de la conducción mues-
tran, entonces, que la diferencia de temperatura, medida en un
20 trayecto dado a través del cuerpo de conductibilidad constante,
es proporcional a la producción de calor y, en consecuencia, a
la potencia desprendida por el combustible nuclear situado en su
entorno inmediato como consecuencia de las fisiones de este com-
bustible.

25 Ahora bien, en la práctica, los termó-
metros de rayos gamma se han utilizado hasta el presente, casi
exclusivamente, en los reactores de agua pesada, donde ellos pro-
porcionan señales proporcionales a la producción específica de
calor, sin necesitar ninguna compensación frente al empobrecimien-
30 to del uranio a medida que avanza la marcha del reactor, ni que

1 tenga en cuenta la pérdida de sensibilidad del instrumento de
medida. Además, estos aparatos representan una estabilidad muy
5 alta, pues la absorción de los rayos gamma depende únicamente de
la densidad del cuerpo absorbente, y no se ve afectada por las
variaciones debidas a las modificaciones de la estructura atómi-
ca o isotópica que caracterizan los otros tipos de detector. El
efecto del flujo de neutrones que accede a estos termómetros, pre-
senta aquí un interés despreciable en cuanto a las propiedades
que determinan la absorción de rayos gamma y la elevación de tem-
10 peratura que resulta de ella.

Sin embargo, los termómetros de rayos
gamma realizados hasta el presente, en particular para los reac-
tores de agua pesada, se hallan solamente adaptados a potencias
de medida puntual, cifradas en mW/g; y estos aparatos utilizan
15 generalmente, montada en el interior de una vaina de protección
dispuesta en el núcleo entre los elementos combustibles, una masa
metálica absorbente, una parte de la cual, en contacto con la vai-
na y el medio exterior, se halla sensiblemente a la temperatura de
este último, mientras que otra parte de la citada masa metálica
20 está conectada a la primera pero situada en el interior de una
cámara aislada, estando el espacio existente entre esta primera
parte y la vaina relleno de un gas o aire - o incluso sometido
al vacío. El dispositivo constituye así un pozo de calor, en el
interior del cual se puede medir, por medio de termopares, la di-
25 ferencia de temperatura entre las dos partes de la masa absorben-
te. Conociendo las características de esta última, se deducirá,
después de un calibrado previo, la potencia térmica absorbida, y
por tanto, la potencia desprendida por el combustible nuclear
contiguo.

30 La presente invención se propone el ob-

1
5
jetico de permitir la realización práctica de un termómetro de rayos gamma del tipo anteriormente aludido, pero que permita su aplicación en flujos de radiaciones gamma notablemente más elevados que los encontrados en los reactores de agua pesada; por ejemplo, en reactores de agua ligera y, eventualmente, en reactores a neutrones rápidos; permitiendo una medida de la potencia lineal desprendida por el combustible, normalmente medida en W/cm.

10
15
La invención tiene asimismo por objeto el hacer posible, gracias a las velocidades de elevación de la temperatura sensiblemente mayores en un reactor de agua ligera, una miniaturización suficiente del termómetro de rayos gamma considerado, al objeto de permitir su montaje en una vaina de pequeño diámetro y de gran longitud, la cual pueda introducirse entre el haz de las agujas envainadas de un conjunto de elementos combustibles utilizado de manera convencional en un reactor de este tipo (8 a 10 mm. de diámetro y 4 metros de longitud).

20
La invención tiene, además, el objetivo de permitir una medición precisa y segura que no presente desviación sensible en el curso del tiempo; por tanto, siendo particularmente fiable; pudiendo efectuarse esta medición en una serie de zonas sucesivas distintas, distribuidas a lo largo de la altura del conjunto combustible.

25
Por último, la invención tiene por objeto el permitir la realización de un termómetro de rayos gamma, susceptible de sufrir un calibrado preciso en el taller, antes del montaje en el núcleo del reactor, por medio de un sistema que simule la potencia desprendida por el combustible.

30
Como ya se ha indicado, el principio llevado a la práctica para realizar la medición por medio de un termómetro de rayos gamma, consiste, de forma esquemática, en es-

1
5
tablecer un trayecto de conductibilidad constante y determinada en el interior de la masa del cuerpo absorbente, y, después del calibrado, en deducir de la diferencia de temperatura que aparece en las extremidades de este trayecto, el valor de la potencia calorífica absorbida por el cuerpo y, por tanto, producida en el combustible nuclear contiguo.

10
15
20
25
30
En este contexto, se han previsto varias configuraciones que definen un trayecto específico para la evacuación del calor producido, eliminando los trayectos térmicos secundarios o parásitos susceptibles de entrañar una disminución sensible de la precisión de las medidas. De esta forma, y en la manera más simple, se puede utilizar un cuerpo absorbente cilíndrico macizo, que comporta un primer termopar situado en su centro y un segundo termopar situado en su periferia; fluyendo el calor radialmente, la diferencia de temperatura medida entre estos termopares es proporcional al cuadrado de la sección recta de este cilindro y a la producción de calor en el volumen correspondiente y es inversamente proporcional a la conductibilidad térmica del cuerpo. Sin embargo, una solución de ejecución práctica de este tipo no es siempre factible, pues la diferencia de temperatura Δt detectada no es suficientemente elevada para una medición verdaderamente significativa, en los límites de volumen ocupado tolerados por un montaje en el haz de agujas de un conjunto de elementos combustibles de reactor nuclear, en particular del tipo de agua a presión; también pueden preverse otras soluciones, desviadas de la precedente y que se orientan a una mejor canalización del flujo de calor radial, en las que, gracias a un hueco previsto en el interior del cuerpo absorbente, se constituyen una o varias cámaras aislantes entre la región central y la región periférica, estando estas regiones unidas entre sí por al menos

1 un brazo radial. Sin embargo, estas soluciones, si bien aumentan
la diferencia de temperatura medida a raíz de la resistencia ma-
5 yor al paso de calor (debida a la presencia de esta cámara ais-
lante), no son aún suficientemente efectivas para aplicarse con
pleno rendimiento en un reactor nuclear de agua a presión, ni a
un reactor de neutrones rápidos.

10 La presente invención se refiere a un
perfeccionamiento aportado a las realizaciones prácticas previa-
mente aludidas, el cual permite obtener una medición que corres-
ponde a una diferencia de temperatura notable; respondiendo el
dispositivo considerado, por otra parte, al conjunto de los obje-
tivos previamente citados.

15 A este efecto, el dispositivo conside-
rado se caracteriza porque comporta una varilla cilíndrica alar-
gada, hecha de un material conductor del calor y la electricidad
y que incluye un canal central que contiene un conjunto de termo-
pares cuyas uniones respectivamente fría y caliente (entre las que
se efectúa cada medición) se hallan dispuestas en zonas diferen-
20 tes en el sentido de la dimensión longitudinal de la varilla; es-
ta última presentando, en cada zona, una parte de sección reduci-
da que se extiende según una longitud determinada por construc-
ción; estando la unión caliente de un termopar inmovilizada en
el punto medio de la longitud de esta parte, mientras que la unión
25 fría está dispuesta más allá del extremo de esta parte y entre dos
partes de sección reducida en dos zonas sucesivas; y de suerte
que un tubo de protección exterior envuelve la varilla y delimita
al nivel de la parte de sección reducida en cada zona, una cámara
anular aislante.

30 Gracias a estas disposiciones construc-
tivas, el flujo del calor generado por absorción, en la varilla

1
5
10
cilíndrica, de irradiación gamma (flujo que tiene lugar, normalmente, en la dirección radial), se ve forzado, al nivel de cada zona de medición, a efectuarse sensiblemente en dirección axial, siguiendo el sentido longitudinal de la parte de sección reducida rodeada por una cámara anular; apreciándose la diferencia de temperatura al nivel de cada una de estas zonas, por medio de dos uniones de termopar: respectivamente, la unión caliente, situada en el centro de la cámara anular correspondiente, de un lado, y la unión fría situada en la región de la varilla de sección nominal y adyacente, por otro lado.

15
20
25
La elección de un material que es conductor, a la vez, del calor y de la electricidad, destinado a formar la varilla cilíndrica, permite, por otra parte, realizar un calibrado previo del material mismo: por ejemplo, conectando las extremidades de esta varilla a un generador de corriente eléctrica, creando, para una resistencia eléctrica conocida de la varilla, una potencia calorífica determinada. Haciendo variar en el momento de la fabricación la longitud de las partes de la varilla con sección reducida - es decir, modificando la dimensión de las cámaras anulares creadas entre la varilla y el tubo de protección exterior -, se podrá determinar así, para una potencia eléctrica dada, el intervalo de temperatura correspondiente. Inversamente, y en funcionamiento, conociendo la longitud así fijada por construcción, y el intervalo de temperatura establecido, se deduce de aquí instantáneamente la potencia calorífica desprendida.

30
Preferentemente, la varilla cilíndrica está hecha de acero inoxidable, en particular del tipo 304 L. Alternativamente, esta varilla puede ser de aluminio, tungsteno o cualquier otro metal o aleación apropiado a las condiciones de

funcionamiento. Como variante, asimismo, la varilla puede estar hecha de un material cerámico conductor. Asimismo, el tubo de protección exterior puede estar hecho de Zircaloy, acero o cualquier otro metal o aleación apropiado.

En un primer modo de realización de la invención, el tubo de protección exterior está constituido por una vaina de alojamiento de la varilla cilíndrica, dispuesta dentro de un conjunto de elementos combustibles que se trata de regular; estando esta varilla introducida dentro del tubo, en situación de trabajo. En este caso, el ajuste de la altura de las cámaras anulares se realiza por un mecanizado preciso de la longitud de las partes de sección reducida de la varilla, después de la localización exacta de la posición de la unión caliente del termopar con relación al centro de esta parte.

En otra variante, el tubo de protección exterior es hecho solidario (por construcción) de la varilla cilíndrica, de suerte que las cámaras anulares delimitadas entre la varilla y el tubo están llenas de un gas aislante o sometidas al vacío, lo que mejora aún más la transferencia axial de las calorías por las partes de sección reducida de la varilla, en las diferentes zonas de medida. En esta segunda variante, la varilla presenta en las extremidades de cada cámara, un chaflán cónico que permite el recalado eventual del tubo de protección exterior, al objeto de limitar el volumen útil de la cámara y las dimensiones de esta última con vistas a compensar los efectos debidos a la conductividad térmica entre la varilla cilíndrica, el tubo protector y el medio ambiente.

De acuerdo con otra característica del dispositivo de medida considerado, los termopares contenidos en el canal central de la varilla cilíndrica son termopares diferen-

1
5
10
ciales, que comportan, según un bucle en forma de horquilla de pelo, dos hilos envainados, hechos de un primer material conductor, reunidos entre sí por un segmento intermedio hecho de un segundo material conductor; de manera que las conexiones entre estos conductores de naturaleza diferente constituyen las uniones del termopar. Preferentemente, los hilos de los termopares están hechos de chromel y alumel, respectivamente, y se hallan dispuestos dentro de un envainado protector hecho de inconel, con interposición de un material aislante eléctrico, hecho de alúmina, magnesia o cualquier otro material aislante intercalado entre el envainado y los hilos.

15
De acuerdo con otra característica, los termopares están distribuidos dentro del canal central de la varilla cilíndrica, alrededor de un dedo central de centrado y posicionamiento, de suerte que la vaina envolvente de cada termopar se prolonga más allá de la zona de medida correspondiente, en toda la longitud del canal central.

20
En la descripción expuesta a continuación, correspondiente a dos ejemplos de realización práctica dados a título indicativo y no limitativo, aparecerán otras características y ventajas de un dispositivo de medida de la potencia local, dispuesto en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear. En estos ejemplos se hace referencia a los dibujos anexos.

25
30
Para comprender mejor la naturaleza del invento, en el plano adjunto hacemos una representación esquemática de su utilización, no siendo en absoluto limitativa y susceptible por ello de las modificaciones accesorias que no alteren las características esenciales.

La figura 1 es una vista esquemática en

1 perspectiva parcial, de un conjunto de elementos combustibles para reactor nuclear, provisto de un dispositivo de medida de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 2 es una vista en sección, a escala ampliada, de un detalle del dispositivo considerado.

La figura 3 es una vista en corte, a una escala todavía mayor, según la línea III-III de la figura 2.

La figura 4 es una vista lateral y en corte parcial, según la línea IV-IV de la figura 3.

10 La figura 5 es una vista en corte, análoga a la figura 2, pero relativa a una variante de realización del dispositivo considerado.

15 En la vista en perspectiva de la figura 1, la referencia (1) designa globalmente una estructura de un conjunto de elementos combustibles para reactor nuclear, en particular del tipo de agua ligera, que comporta, en forma ya conocida, una serie de agujas o barras de combustible envainadas (2) regularmente repartidas, y de suerte que la geometría de la red según la cual se hallan dispuestas estas barras se conserva por medio
20 de parrillas alveolares (3), montadas en el conjunto a intervalos regulares.

25 De acuerdo con la invención, el haz de barras (2) comporta, en un lugar convenientemente determinado de la red, un tubo de protección (4) que permite la introducción, en el interior de este último, del dispositivo de medida (5); realizándose el posicionado de este último en el interior del tubo (4) por su parte inferior; y permitiendo efectuar una medición local de la potencia desprendida por las agujas combustibles contiguas a diferentes niveles en el conjunto, habiéndose señalado estos
30 niveles en el dibujo por una serie de flechas (6).

1
5
10

Como aparece ilustrado a una mayor escala en la figura 2, el dispositivo de medida (5) o termómetro de rayos gamma considerado, comporta esencialmente una varilla cilíndrica (5) de pequeño diámetro y gran longitud, hecha de un material buen conductor del calor y de la electricidad, formada preferentemente por un metal, por ejemplo acero inoxidable, o por una aleación o un material cerámico conductor apropiado; y asimismo incluye un tubo (7a) que hace de vaina protectora de la varilla (7) introducida en este tubo.

15
20

Esta varilla alargada (7), susceptible de extenderse a lo largo de toda la altura del tubo de protección exterior (4) dispuesto en el conjunto (1) de elementos combustibles, presenta, una vez posicionada en este tubo (4), a la altura de las zonas donde deben efectuarse las medidas de potencia - zonas esquematizadas en la figura 1 por las flechas (6) -, unas partes (9) de sección reducida rodeadas por cámaras anulares (10) delimitadas entre estas partes (9) y la pared interna del tubo (7a) - en el ejemplo de realización práctica representado. La varilla (7) se introduce en el interior del tubo (7a) con un holgura (11), que permite su deslizamiento en el interior de este tubo (7a) en el momento de su posicionamiento o de su extracción.

25
30

De acuerdo con la invención asimismo, la varilla cilíndrica (7) comporta un canal axial longitudinal (12), que se extiende por toda la altura de esta varilla y en cuyo interior se dispone un conjunto de termopares tales como el (13), cuyo detalle de realización se dará más adelante; estando cada uno de estos termopares asociado a una de las zonas de medida designadas con las flechas (6) (figura 1) a lo largo de la longitud del tubo (4), de suerte que una unión caliente (14) de termopar se halle dispuesta sensiblemente en el medio de cada parte

(9) de sección reducida, y una unión fría (15) ocupe una posición exterior a la extremidad de la cámara (10) correspondiente, es decir, dentro de la parte (8) de la varilla (7) de sección nominal.

En funcionamiento, la radiación gamma producida por el combustible nuclear de las agujas (2) que rodean la varilla de medida (7), es absorbida por la masa de esta última y produce una elevación de temperatura. Las calorías así absorbidas fluyen normalmente en el sentido radial a través de cada una de las partes de la varilla (7), salvo en las regiones de menor sección (9), donde, como consecuencia de la presencia de las cámaras (10) anulares y aislantes, el flujo térmico se verifica en el sentido axial. En estas condiciones, resulta posible establecer entre la unión caliente (14) y la unión fría (15) de cada uno de los termopares (13), una diferencia de temperatura Δt que, cuando se conocen las dimensiones de la parte (9) y la conductibilidad calorífica del material que constituye la varilla (7), permite deducir según la fórmula (1) expuesta a continuación la cantidad de calor g producida y absorbida por esta varilla (7):

$$g = \frac{4K \cdot \Delta t}{L^2} \quad (1)$$

donde L representa la mitad de la longitud de la parte (9), y K , la conductibilidad calorífica de la varilla (7).

La figura 3 ilustra, a mayor escala, una vista en corte de la varilla (7) del dispositivo de medida; en particular, en la región de su canal central (12) donde se hallan repartidos los termopares (13). En el ejemplo de realización representado, estos termopares son en número de seis, y se hallan dispuestos contra la pared cilíndrica interna del canal central (12). Cada uno de estos termopares está formado por dos conductores, respectivamente (16) y (17), de "chromel" por ejemplo, ro-

1
5
deados por una vaina de protección externa (18) de "inconel", es-
tando la región comprendida entre esta vaina y los hilos conduc-
tores (16) y (17) rellena de un material aislante (19), general-
mente consistente en alúmina, magnesia o cualquier otro aislante
eléctrico. Los seis termopares, una vez montados en el interior
del canal central (12), están centrados en este último por medio
de un dedo central (20), el cual permite, a la vez, el posiciona-
miento correcto y la inmovilización de estos termopares, al mismo
tiempo que mejora la transmisión radial del calor.

10
15
20
25
Como se observa con un mayor detalle en
la figura 4, los conductores (16) y (17) de cada termopar (13),
hechos de "chromel", están enlazados entre sí por un segmento
intermedio (21), de otro material -generalmente, de "alumel"-,
y las soldaduras de estos hilos constituyen respectivamente las
uniones caliente (14) y fría (15), que permiten efectuar la me-
dición según la manera previamente indicada. En esta misma figura
4, se observa en detalle que la unión caliente (14) está dispues-
ta en el centro de la cámara anular (10), mientras que la unión
fría (15) se encuentra situada en el exterior de esta cámara y
embebida en la zona de sección nominal de la varilla (7) donde
la temperatura es sensiblemente uniforme en todos sus puntos. Hay
que hacer notar que la vaina (18) de cada termopar se prolonga
por toda la altura del canal central (12), en particular más allá
de la unión caliente (14), según una parte (22), asimismo hecha
de inconel.

30
En el ejemplo de realización práctica
descrito previamente, el dispositivo de medida de acuerdo con la
invención está constituido principalmente por una varilla (7) que
comporta en los puntos donde deben efectuarse las mediciones en
el conjunto de elementos combustibles, unas partes (9) de sección

reducida, estando la totalidad directamente introducida en el interior del tubo de protección extrema (7a) que desliza dentro del tubo (4) del haz de de agujas o barras de combustible (2). En otra variante, ilustrada en la figura 5, la varilla (7') compo-
ta, análogamente a la variante anterior, unas partes (9') de menor sección que delimitan cámaras anulares (10'), estando la citada varilla rodeada, por construcción, de un tubo de protección (23), montado sobre la varilla en el instante de la fabricación de esta última y previamente a su introducción en el interior del tubo (4) del conjunto de elementos combustibles. En esta variante de realización práctica, la inmovilización del tubo de protección (23) con respecto a la varilla (7') se consigue practicando en esta última, en las extremidades de las cámaras (10'), unos chaflanes cónicos (24) capaces de cooperar con uno o más recalcados (25) realizados en la superficie externa del tubo de protección (23); habiéndose elegido la posición conveniente de estos recalcados (25), de manera que se consiga ajustar a las dimensiones correctas, el volumen de las cámaras (10) y la longitud del trayecto de flujo de calorías entre las uniones caliente y fría de los termopares.

Las configuraciones de realización práctica previamente descritas permiten, así, cualquiera que sea el modo de realización adoptado, una reducción notable de las dimensiones del termómetro de rayos gamma, pues la varilla de medida utilizada presenta un diámetro nominal externo que permite su introducción en el tubo de protección (7a) ó (23) que desliza dentro del tubo de guiado (4), montando (este último) en el conjunto (1) de elementos combustibles, colocado entre las barras de combustible (2) del haz y que no presenta, por su lado, un diámetro externo superior al de estas barras. La distribución de los

1
5 termopares en el sentido longitudinal de la varilla de medida permite, por otra parte, determinar en varios puntos la potencia calorífica desprendida y, en consecuencia, deducir de ello, por una medición inmediata, el valor de las potencias lineales producidas en el combustible de las barras o agujas contiguas a la varilla.

10 Sin embargo, para permitir una medición de este tipo, el dispositivo debe, previamente a su montaje dentro del tubo de protección, sufrir un calibrado previo que, de acuerdo con la invención, puede ejecutarse con gran facilidad, por el hecho de la naturaleza conductora de la electricidad de la varilla (7) ó (7'). Para ello, se procede a unir esta varilla a una fuente de corriente (no representada) que permite, conociendo la resistencia eléctrica de esta varilla, producir artificialmente una cantidad de calor apropiada, y medir, al nivel de cada uno de los termopares, la diferencia de temperatura creada. Gracias a este calibrado, se hace por tanto posible, en funcionamiento, deducir, a partir de la diferencia de temperatura establecida, la potencia térmica absorbida y, por tanto, la potencia desprendida por el combustible contiguo. Eventualmente, se podrá realizar un calibrado análogo después del montaje del termómetro en su tubo de protección.

25 Hay que hacer notar, por último, que en la variante de realización práctica de acuerdo con la figura 5, las cámaras anulares que rodean las partes de menor sección y en el centro de las cuales están dispuestas las uniones calientes de los termopares, pueden llenarse en el momento del montaje con un gas apropiado, o bien puede hacerse el vacío en las citadas cámaras, lo que mejora el aislamiento térmico establecido por estas cámaras y el flujo axial de calor a lo largo de estas partes

30

1
de menor sección.

5 Evidentemente, la invención no se limita a los ejemplos particulares descritos previamente; por el contrario, ella abarca todas las variantes. En particular, hay que hacer notar que no se ha dado ninguna precisión referente a la conexión de los hilos de los termopares con un conjunto de medida y control externo que permita tratar las señales obtenidas, y este conjunto ahora citado podrá adaptarse de acuerdo con los requisitos de fabricación y las condiciones de funcionamiento.

10 Describa suficientemente la naturaleza del presente invento, así como su realización industrial, sólo cabe añadir que en su conjunto y partes constitutivas es posible introducir cambios de forma, materia y disposición en cuanto tales alteraciones no supongan variación sustancial del mismo.

15 El solicitante, al amparo de los Convenios Internacionales sobre Propiedad Industrial, se reserva el derecho de extender esta demanda a los países extranjeros, si fuera posible, reivindicando la misma prioridad de la presente solicitud.

20 N O T A:

25 El Modelo de Utilidad que se solicita como nuevo en España por veinte años, de acuerdo con la vigente Legislación sobre Propiedad Industrial, deberá recaer sobre "DISPOSITIVO DE MEDIDA DE LA POTENCIA LOCAL EN UN CONJUNTO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE UN REACTOR NUCLEAR", en todo de acuerdo con las siguientes

R E I V I N D I C A C I O N E S:

30 1.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, caracterizado porque él comporta una varilla cilíndrica

1
5
10
15
alargada, hecha de un material conductor del calor y la electricidad, que incluye un canal central que contiene una serie de termopares cuyas uniones respectivamente fría y caliente, entre las que se efectúa cada medida, se hallan dispuestas en zonas diferenciadas en el sentido de la dimensión longitudinal de la varilla; presentando esta última, en cada zona, una parte de sección reducida que se extiende sobre una longitud determinada por construcción; estando la unión caliente de un termopar inmovilizada en el centro de la longitud de esta parte, mientras que la unión fría está dispuesta más allá de la extremidad de esta parte y entre dos partes de sección reducida correspondientes a dos zonas sucesivas; y porque el citado dispositivo igualmente comporta un tubo de protección exterior, que rodea o envuelve la citada varilla y que delimita, en el punto de la parte de sección reducida de cada zona, una cámara anular aislante.

20
2.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque la varilla cilíndrica está hecha de acero inoxidable.

25
3.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque la varilla está hecha de aluminio, tungsteno o cualquier otro metal o aleación apropiado.

30
4.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque la varilla está hecha de un material cerámico conductor.

1
5
5.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque el citado tubo de protección exterior está hecho de Zircaloy o de acero.

10
6.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque el tubo de protección exterior está constituido por una vaina de alojamiento de la varilla cilíndrica, dispuesta dentro de un conjunto de elementos combustibles que se trata de controlar.

15
20
7.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque el tubo de protección exterior está hecho solidario, por construcción, de la varilla cilíndrica; estando las cámaras anulares, delimitadas entre la varilla y el tubo, rellenas de un gas aislante, o bien habiéndose hecho el vacío en las citadas cámaras.

25
30
8.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque los termopares contenidos en el canal central de la varilla cilíndrica, son termopares diferenciales que comportan según un bucle en forma de horquilla de pelo, dos hilos envainados, hechos de un primer material conductor, reunidos por un segmento intermedio hecho de un segundo material conductor: de manera que las conexiones entre estos conductores de naturaleza diferente constituyen las uniones del termopar.

1
5
9.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación séptima, caracterizado porque los hilos de los termopares están realizados, respectivamente, de chromel y de alumel, y se hallan dispuestos dentro de una vaina protectora de inconel, con la interposición de un material aislante eléctrico, de alúmina, magnesia o cualquier otro aislante eléctrico, intercalado entre la vaina y los hilos.

10
10.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación primera, caracterizado porque los termopares se encuentran distribuidos dentro del canal central de la varilla cilíndrica, alrededor de un dedo central de centrado y posicionado.

15
20
11.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con la reivindicación séptima, caracterizado porque la vaina de cada uno de los termopares se prolonga más allá de la zona de medida correspondiente, continuando extendiéndose por toda la longitud del canal central.

25
12.- Dispositivo de medida de la potencia local en un conjunto de elementos combustibles de un reactor nuclear, en todo de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la varilla cilíndrica se une a una fuente de corriente externa que permite realizar, por efecto Joule, un desprendimiento de calor con el que se consigue un calibrado previo.

30
13.- "DISPOSITIVO DE MEDIDA DE LA POTENCIA LOCAL EN UN CONJUNTO DE ELEMENTOS COMBUSTIBLES DE UN REACTOR NUCLEAR".

1
5
10
15
20
25
30

Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria descriptiva que consta de veintiuna hojas mecanografiadas por una sola cara acompañada de sus correspondientes dibujos.

Madrid, **23 DIC. 1977**

El Agente Oficial.

MIGUEL FERNANDEZ-LOAISA PINZON
P.P.

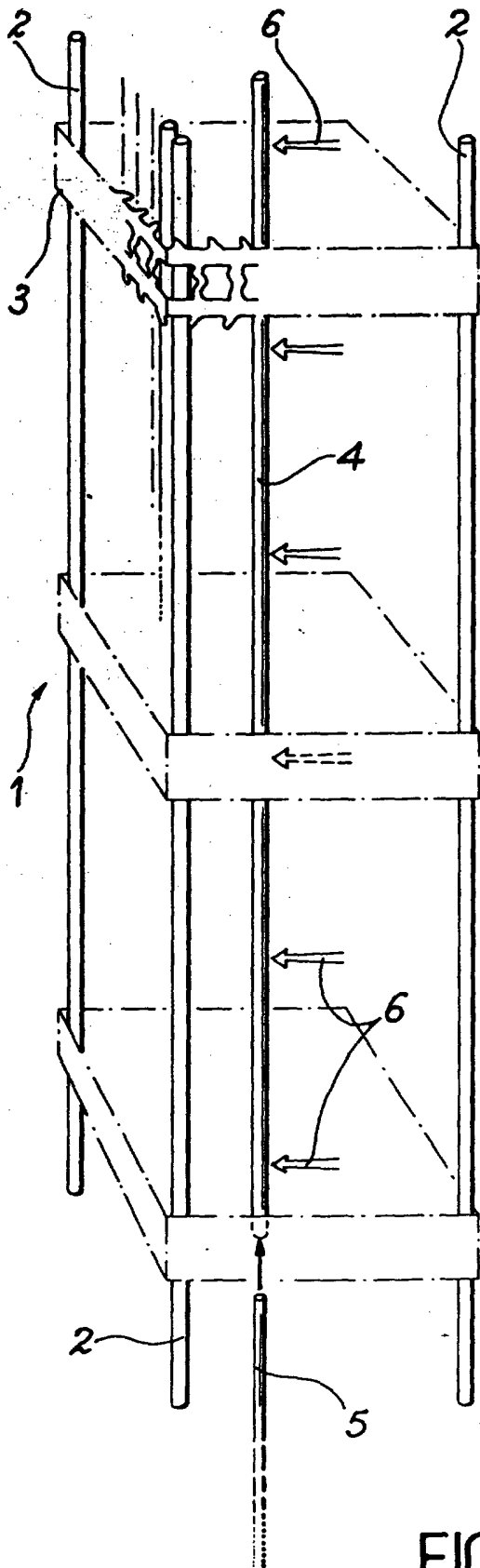


FIG. 1

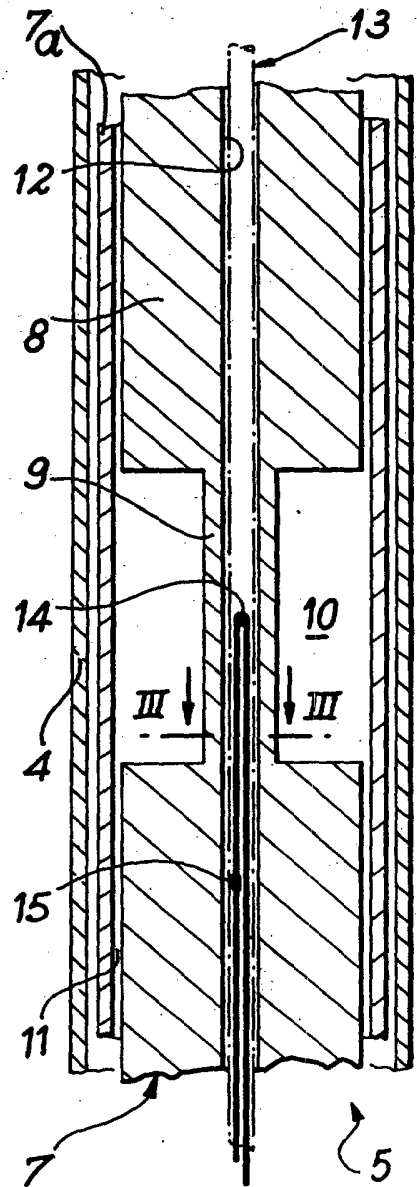


FIG. 2

Escala variable

Madrid

El Agente Oficial

MIGUEL FERRAZ GARCIA PINZON
P. P.

23 DIC. 1977

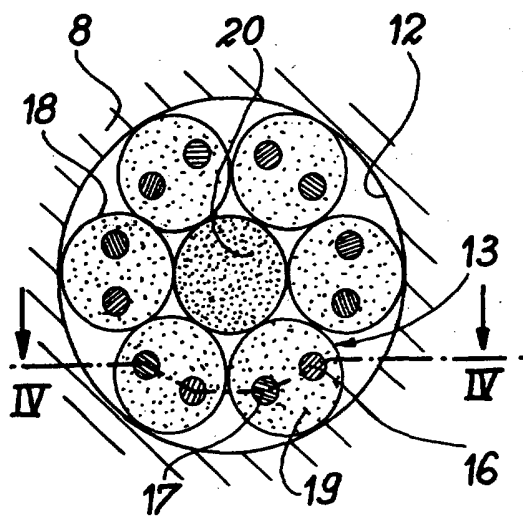


FIG. 3

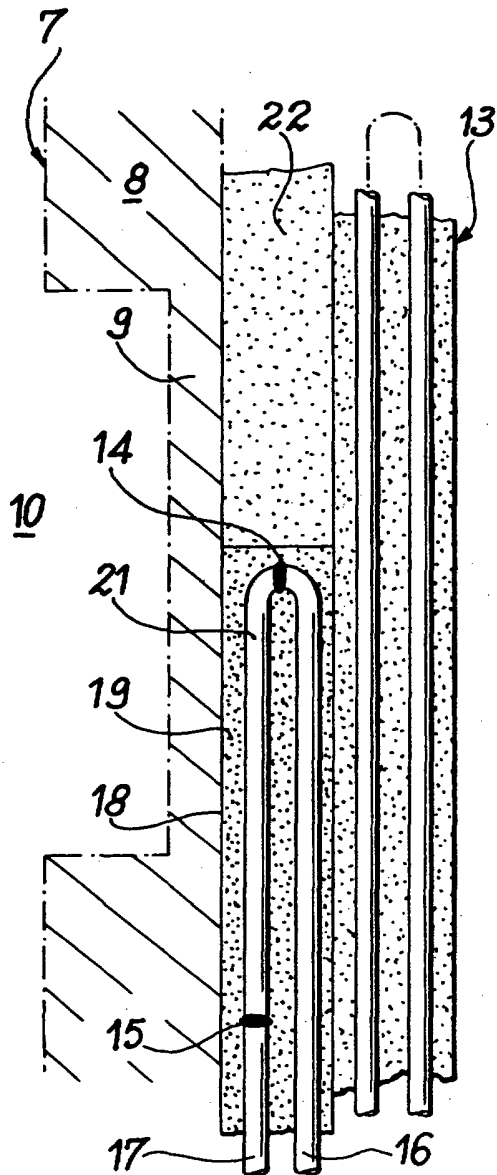


FIG. 4

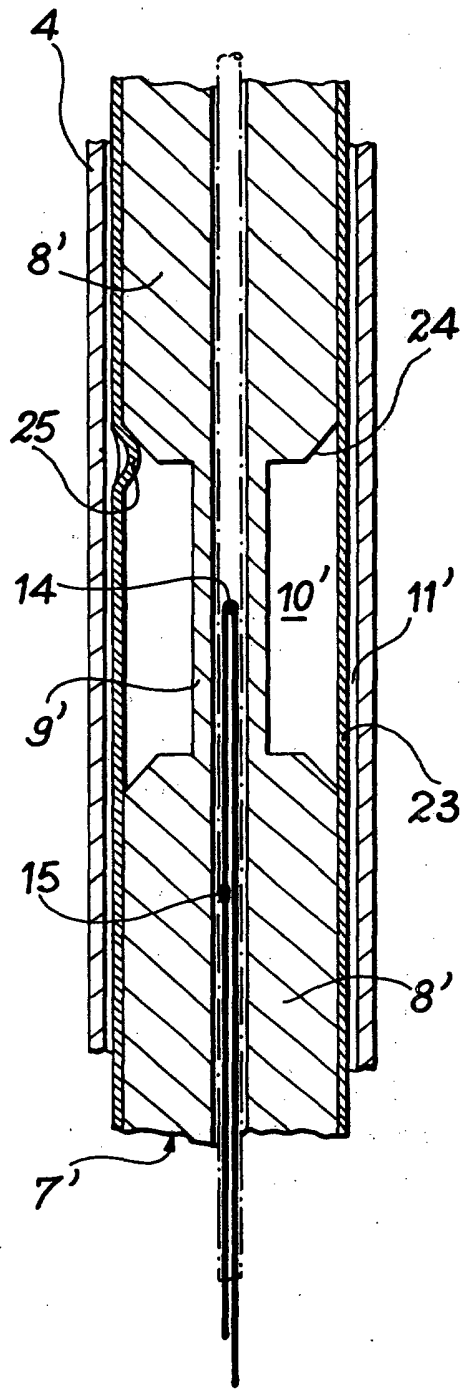


FIG. 5

Escala variable
Madrid
El Agente Oficial

MIGUEL FERNÁNDEZ-ALBA PUZOS
P. P.

