



ESPAÑA

19	ES	11	NUMERO	10	A1
		21			
		22	FECHA DE PRESENTACION		

444800

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
P 25 05.645.5	11-febrero-1.975	ALEMANIA
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G 21 c	
64 TITULO DE LA INVENCION		
PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA LA LOCALIZACION DE LAS VARILLAS DE COMBUSTION DEFECTUOSAS DE UN ELEMENTO ACTIVO INTERIOR DE UN REACTOR NUCLEAR.-		
6 JUL. 1977		
CONCEDIDA		
71 SOLICITANTE (ES)		
Las firmas: BABCOCK-BROWN BOVERI REAKTOR , GmbH y BROWN BOVERI & CIE, AKTIENGESELLSCHAFT.		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
MANNHEIM (REP. FEDERAL ALEMANA) - Heppenheimerstr. 27 y 29 y MANNHEIM (REP. FEDERAL ALEMANA) - Kallstadter Str. 1		
72 INVENTOR (ES)		
Alfred Jester, Uwe Heidtmann y Hermann Birnbreier.		
73 TITULAR (ES)		
las firmas solicitantes		
74 REPRESENTANTE		
M.V. DE LA TORRE		

**POOR
QUALITY**



30

PATENTE DE INVENCION

que por veinte años para España, se solicita a favor de las FIEMAS BABCOCK-BROWN BOVERI REAKTOR GmbH, residente en MANNHEIM (REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA), Heppenheimerstr. 27-29 y BROWN BOVERI & CIE AKTIENGESELLSCHAFT, residente en MANNHEIM (REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA), Kallstadter Str. 1, ambas de entidad Alemana, por: -
"PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA LA LOCALIZACION DE LAS VARILLAS DE COMBUSTION DEFECTUOSAS DE UN ELEMENTO ACTIVO INTERIOR DE UN - - REACTOR NUCLEAR."

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a un procedimiento para la localización de las varillas de combustión defectuosas que están agrupadas para formar los elementos activos que se emplean en los reactores nucleares refrigerados por agua.-

5 El núcleo de un reactor refrigerado por agua normal se compone de aproximadamente 40 hasta 50.000 varillas de combustión que cada vez se encuentran agrupadas en sendos grupos de aproximadamente 200 piezas para formarlos llamados elementos activos. Un elemento activo está constituido por dos partes extremas, por los
10 tubos de guía para la colocación de las varillas de mando y de contaminación, respectivamente, por los distanciadores para el posicionamiento de las varillas de combustión así como por las mismas varillas de combustión. Las varillas de combustión cuyos envolven-



15 tes están hechos de Zircaloy-4 contienen combustible nuclear en --
forma de óxido, y las mismas están cerradas en ambos extremos por
unos tapones finales fijados por soldadura.-

20 Durante el funcionamiento es posible que en algunas vari-
llas se produzcan fugas de tipo local. Debido a ello queda facilitada
la fuga de los productos de escisión gaseiformes y la entrada
de los mismos en la corriente del medio de refrigeración, por lo --
que resulta aumentada la radiactividad de este líquido.-

25 En cierta medida pueden ser tolerados productos de esci-
sión dentro del sistema de refrigeración. Es recomendable, sin en--
bargo, mantener reducida la cantidad de los mismos, debido a la --
carga radiactiva, en la cercanía del sistema de refrigeración del
reactor.

30 Por el motivo antes mencionado, los elementos de combus-
tión son sometidos, por lo general durante cada intercambio de los
elementos de combustión, a una de las llamadas pruebas "Sipping".
En esta prueba, el elemento de combustión dentro del depósito de --
alojamiento de los elementos de combustión y bajo agua es introdu-
cido en un recipiente. Las varillas de combustión y el agua dentro
de este recipiente se calientan por el calor de desintegración pos-
35 defectuosas, se producen durante el calentamiento de estas varillas
defectuosas productos de escisión radiactivos que llegan a entrar
en el agua. En este caso, por la toma de unas muestras de agua y --
por la medición de la radiactividad puede ser comprobado si el ele-
mento contiene o no varillas defectuosas. Este procedimiento repre-
40 senta un método de tipo integral, es decir, que el mismo solamente
facilita constatar si un elemento de combustión comprende varillas
defectuosas, pero no proporciona ninguna indicación sobre la posi-
ción de las mismas. Con el fin de hacer volver un elemento de com-
bustión con varillas defectuosas otra vez a su disposición de fun-
45 cionamiento, se plantea la tarea de localizar las varillas defec-
tuosas dentro del elemento activo o de combustión de extraerlas a
continuación y de ocupar las posiciones libres con unas varillas --
nuevas o bien con unas varillas vacías. En los procedimientos cono



cidos hasta la presente para la localización de varillas de combustión, defectuosos, todas las varillas de un elemento de combustión, defectuosos, todas las varillas de un elemento de combustión son extraídas una tras otra por completo o bien sólo parcialmente, siendo las mismas sometidas a unas pruebas de corriente turbillosa o a pruebas de ultrasonido, con el fin de averiguar si tienen defectos. Las varillas, exentas de defectos se vuelven a introducir en el elemento de combustión, mientras que las varillas defectuosas son sustituidas por unas varillas nuevas.

Este procedimiento es muy engorroso y antieconómico. El mismo tiene otro inconveniente que consiste en que para hacer la comprobación, todas las varillas han de ser extraídas del elemento activo o de combustión por completo o bien sólo parcialmente. Durante la extracción y la reentrada de las varillas los distanciadores causan en el envolvente unas estrías y rasguños que pueden constituir el punto de partida para defectos que posteriormente se producen en las varillas de combustión.

Asimismo se conoce a través de la Patente alemana nº. OS 2.314.650 un procedimiento en que el tubo envolvente es calentado, por debajo del tapón final, por medio de energía de alta frecuencia. El agua, que se encuentra en la zona del calentamiento, se evapora, y a través de una medición del desarrollo temporal de la temperatura en el tapón final puede ser determinado si dentro de la varilla de combustión hay agua o no.

Este procedimiento tiene la desventaja de que las varillas de combustión pueden ser comprobadas únicamente una por una o bien tan sólo en pequeños grupos. En este caso se presentan dificultades considerables por la necesidad de tener que manipular la espira de calentamiento a través de una capa de agua de un espesor de varios metros por encima de la varilla de combustión con un diámetro de 11 mms.

Asimismo ha resultado como inconveniente que el desarrollo temporal de la temperatura de cada una de las varillas de combustión ha de ser medido de una manera individual, lo que tiene por consecuencia una inversión de tiempo de varios minutos por cada varilla. Hasta que se haya comprobado todas las varillas de combustión.



85 tión de un elemento activo habrá pasado un tiempo considerable, de modo que apenas es posible efectuar en un ciclo de intercambio de elementos activos la comprobación de todos estos elementos que contengan varillas de combustión defectuosas.-

90 Se ha presentado, por lo tanto, el problema de encontrar un procedimiento por medio del cual es posible efectuar una localización rápida y simultánea de todas las varillas de combustión defectuosas de un elemento activo.-

95 La solución de este problema consiste en el hecho de que el agua de fuga es acumulada dentro de la estructura capilar dispuesta en los huecos de los tapones finales y evaporada mediante calentamiento de estos tapones finales, en este caso, al ser alcanzado dentro de los huecos de los tapones finales la temperatura de ebullición, todas las varillas defectuosas de un elemento de combustión son comprobadas, simultaneamente con ayuda de un aparato de medición de temperatura por un monitor que se encuentra unido con el mismo. Con preferencia se emplea para la medición de la temperatura un aparato medidor de temperaturas de infrarrojos.-

105 La instalación prevista para la realización del procedimiento consiste en que por encima del soporte o bastidor que aloja los elementos activos y está situado dentro de un depósito para los elementos activos, se encuentra dispuesta una campana en cuya parte superior están montados los tubos de empalme que conducen a una fuente de gas caliente, una fuente de radiación calorífica y un aparato de medición de temperatura de infrarrojos unido con un monitor.-

110 El agua, que en un principio se encuentra en el interior de la campana, es desalojada por medio de gas que sale de las fuentes de gas caliente, siendo este agua mantenida al nivel "N".-

115 Con el fin de impedir en el interior de la campana la formación de vapor y, por consiguiente, perjuicios para los instrumentos y aparatos montados en la misma, se recomienda mantener la parte interior de la campana por medio de una corriente de gas seca y exenta de agua hasta que haya sido concluida la verificación



de todos los elementos de combustión que han de ser comprobados.-
Por medio de un carro dispuesto por encima del depósito de los ele-
120 mentos de combustión, esta campana es mantenida a una altura cons-
tante, y puede ser desplazada en sentido horizontal.-

La corriente de gas caliente y/o fuente de radiación ca-
lorífica son empleadas para el calentamiento de las superficies --
frontales de los tapones finales, con el fin de llevar a la evapo-
125 ración el agua de fuga que ha sido aspirada por la estructura capi-
lar. Con objeto de ahorrar energía el gas puede salir durante
el proceso de desalojamiento del agua, a temperatura ambiente de -
las fuentes de gas caliente.-

130 Ha resultado conveniente fabricar la estructura capilar,
por ejemplo, de malla o fieltro de un metal determinado, o bien de
pastilla cerámica porosa.-

Esta estructura capilar se encuentra colocada en los hue-
cos de un tapón o bien de los dos tapones finales de una varrilla
135 de combustión.-

Por regla general, el agua que ha penetrado en una varri-
lla de combustión defectuosa se acumula en la parte inferior de la
citada varilla. Por lo tanto, se ha comprobado que resulta conve-
niente colocar el elemento de combustión por debajo de la instala-
140 ción comprobadora en una posición girada por 180° con respecto a -
la situación dentro del núcleo del reactor. Para ello, el elemento
de combustión es depositado y enclavado en un bastidor dispuesto -
dentro del depósito que aloja los elementos de combustión. A conti-
nuación, el bastidor junto con el elemento de combustión es girado
145 por 180° por medio de unos ya conocidos dispositivos de manipula-
ción.-

En este caso, los extremos de las varillas de combustión
que dentro del núcleo del reactor son los inferiores, son al encon-
trarse por debajo de la instalación comprobadora los extremos supe-
150 riores. El agua penetrada fluirá conforme las leyes de la gravedad
hacia la parte inferior. Tan sólo el agua que se encuentra dentro
de la estructura capilar permanece en el mismo lugar y cumplirá --
así su misión como indicadora de las varillas defectuosas.-



De acuerdo con otra forma de realización existe la posibilidad de colocar dentro de los huecos de los tapones finales, en lugar de la estructura capilar, una caperuzita de chapa en forma de campana, que también garantiza que después de ser girado el elemento de combustión por 180° se encuentra una determinada cantidad de agua de fuga en los huecos de los tapones finales.

De vez en cuando puede ocurrir que la varilla de combustión contenga tanta agua que, además de la estructura capilar, también se encuentra llena de agua la cámara del gas de escisión.

En este caso, el procedimiento conforme a la presente invención puede ser aplicado de la misma forma. Con motivo de la mayor capacidad térmica solamente pasará más tiempo en alcanzar el punto de ebullición dentro del hueco de los tapones finales.

Después de la terminación de un ciclo del combustible, aproximadamente el 30% de una carga nuclear es reemplazado como gastado, mientras que el 70% permanece en su lugar o respectivamente es transformado, dentro del núcleo reactor.

Si este 70% dentro del núcleo es sometido a un control con respecto a varillas defectuosas ello proporciona otro ahorro de tiempo ya que los elementos de combustión no han de ser transportados hacia el depósito que aloja dichos elementos.-

Por este motivo se propone, además que desde la estructura capilar dispuesta en el extremo superior de la varilla se deje entrar una mecha en la cámara del gas de escisión, con el fin de transportar el agua de fuga acumulada en esta cámara a la estructura capilar.

A continuación, la campana es llevada por encima del elemento de combustión a examinar a la posición dentro del área nuclear bañada en agua.-

Sin embargo, esta disposición solamente puede ser empleada si en las varillas defectuosas, se ha acumulado agua en la respectiva cámara de gas de escisión superior. Por lo tanto, con esta variante de la realización tan sólo pueden ser localizadas aquellas varillas que están muy defectuosas.-



En este caso puede procederse de tal manera que después del primer -
ciclo de los elementos de combustión se controla dentro del núcleo
190 con el fin de localizar las varillas muy defectuosas comprobándose
después del segundo ciclo de los elementos de combustión dentro del
depósito para los elementos de combustión para localizar también los
elementos de combustión que sólo están ligeramente defectuosos.

A continuación se explican, por medio de las representa--
195 ciones esquematizadas de las figs.1 hasta 5, más detalles del proce-
dimiento conforme a la presente invención así como de la instala- -
ción que para el mismo es necesaria.

En la figura 1 está representado con la referencia 1 un -
depósito de agua que está lleno hasta la altura indicada por la re-
200 ferencia 2. Dentro de este depósito, que entre otras finalidades --
sirve también para el alojamiento de los elementos de combustión ya
radiados, está alojado un soporte 3 que sirve para el alojamiento de
los elementos activos o de combustión que han de ser sometidos a la
comprobación. Un elemento de combustión 4 de este tipo es introduci-
205 do en el soporte por medio de unos ya conocidos aparatos de eleva--
ción, siendo el mismo enclavado por unos elementos que aquí no han
sido representados. Los ya conocidos aparatos de elevación están --
equipados con unos dispositivos de manipulación correspondientes, -
con los cuales se efectúa el giro por 180º del soporte 3, en conjun-
210 to con el elemento de combustión 4 dispuesto en el mismo. Mientras
que está siendo manipulado el soporte junto con el elemento de com-
bustión, la campana 5 es desplazada hacia un lado, para ocupar la -
posición indicada por una línea de trazos. De igual manera se des--
monta en esta posición de la campana la pieza terminal 24, con el -
215 objeto de hacer accesibles las varillas de combustión que han de --
ser comprobadas. En este caso, el interior de la campana es manteni-
do seco y exento de agua por medio de la corriente de gas que sale
del tubo 15 que va unido con una fuente para gas caliente. Gracias
a ello queda impedida la formación de vapor que podría poner en peli-
220 gro el funcionamiento del aparato de medición de rayos infrarojos 6.
A continuación, la campana 5 es desplazada por medio de un carro --



que aquí no está representado a la posición dibujada en líneas con-
tinuas. Por medio de unos aparatos de elevación que aquí no han si-
do representados y que encajan en los corchetes 7 el soporte 3, en
225 conjunto con el elemento de combustión 4, que en el mismo está en-
clavado, es conducido verticalmente hacia arriba hasta tal extremo
que las varillas de combustión entren, en la campana 5 por aproxi-
madamente 30-100 m/m por encima del nivel N.

En la figura 2 está representada el área parcial de una
230 varilla de combustión 22 junto con el tubo envolvente 9, los pe-
llets de combustible 10, los tapones finales 11, fijados por solda-
dura junto con la estructura capilar 12, dispuesta en el hueco 21,
así como con el resorte distanciador 13 que está dispuesto dentro
de la cámara 25 del gas de escisión.-

Otra forma de realización para el lugar de acumulación -
235 del agua de fuga dentro del hueco 21 del tapón final puede ser des-
prendida de la figura 3. En este caso, una caperuzza de chapa 19, en
forma de campana, está ejecutada de tal modo que el vapor que se -
forma puede escapar por la abertura 20, acumulándose el agua de fu-
ga dentro de la cámara anular 26.-
240

En la fig.4 está representada una forma de realización -
de la estructura capilar, entrando una mecha 24 en la cámara del -
gas de escisión con el fin de conducir, en su caso, el agua de fu-
ga desde la cámara del gas de escisión a la estructura capilar.

245 La fuentes de radiación calorífica 14, dispuestas dentro
de la campana 5, y/o la corriente de gas caliente que procede del
tubo 15, calientan de una manera uniforme las superficies frontales
de los tapones finales. Durante el funcionamiento del reactor, en -
todas las varillas de combustión defectuosas ha entrado algo de --
250 agua de refrigeración que después de la desconexión del reactor se
ha acumulado en la parte inferior de las varillas de combustión.--

La estructura capilar 12, que está situada dentro del hue-
co del tapon final, se ha llenado con agua, y se encuentra después
de que el elemento de combustión haya sido girado por 180° dentro
255 de los tapones finales 11 que penetran en la campana. Todas las va



rillas de combustión defectuosas contienen en su estructura capilar aproximadamente la misma cantidad de agua de fuga. Esto significa que, en el caso de ser efectuado un calentamiento de las superficies frontales de los tapones finales se origina en todos los huecos de los tapones finales de las varillas defectuosas aproximadamente al mismo tiempo la temperatura de ebullición.-

También un tiempo determinado hasta que el agua de fuga se haya evaporado. Durante este tiempo, las superficies frontales de los tapones finales, a pesar de una proyección continua de calor por parte de las fuentes de radiación calorífica 14, son mantenidas por el calor de evaporación, absorbido, a una temperatura de aproximadamente 100°C. Las fuentes de calor se encuentran dispuestas de una manera tal que las mismas están en condiciones de calentar las superficies frontales de los tapones finales de las varillas intactas a por lo menos 125°C. El " Δt " y la duración del ciclo de evaporación dependen de la capacidad de calentamiento. Se produce, por lo tanto, un " Δt " de aproximadamente 15°C, entre las varillas intactas y las varillas defectuosas. En la figura 5 está representado de una forma gráfica, el desarrollo de la temperatura en las superficies frontales de los tapones finales de unas varillas defectuosas y de unas varillas intactas. En primer lugar, la temperatura asciende de una manera uniforme en todos los tapones finales. Con el comienzo de la evaporación, sin embargo, la temperatura de los tapones finales de las varillas defectuosas se mantiene durante el tiempo "t" a la temperatura de ebullición (véase la curva 18). La temperatura de los tapones finales de las varillas intactas, en cambio, sigue creciendo hasta aproximadamente 125°C.- (véase la curva 23). Después de la terminación del ciclo de evaporación se incrementa también la temperatura de los tapones finales de las varillas defectuosas hasta la temperatura de las varillas intactas, dado que ahora ya no hay agua dentro de la estructura capilar.- Si, después de ser alcanzado el punto de ebullición se realiza una medición con el aparato de medición de temperatura de rayos infrarrojos 6, entonces aparece en el monitor 16, que se en-



cuentra unido con el aparato de medición 6, una imagen en la que --
pueden ser reconocidas a simple vista las posiciones de todas las --
varillas defectuosas. Las varillas defectuosas aparecen como super-
ficies oscuras 17, mientras que las varillas intactas se presentan
295 como superficies claras 18.-

Por tal motivo, el procedimiento de la presente invención
posee con respecto al estado de la técnica la ventaja de que todas
las varillas de combustión defectuosas de un elemento activo podrán
ser localizadas de una forma simultánea y por unos medios sencillos.

300 Por una especie de toma fotográfica, todos los extremos --
de las varillas son proyectados sobre el monitor. El procedimiento
de la medición trabaja, por consiguiente, completamente libre de --
contactos.-

El procedimiento aquí descrito no está limitado, en cuanto
305 a su aplicación, tan sólo a los elementos activos o de combustión --
para los reactores refrigerados por agua normal, sino el mismo tam-
bién puede ser aplicado en los elementos de combustión para todos --
los tipos de reactores que están refrigerados por líquidos en gene-
ral.

310 Asimismo se quisiera hacer constar aquí que la localiza-
ción de diferentes temperaturas no está limitada al aparato de ra-
yos infrarrojos, sino en este procedimiento pueden ser empleados to-
dos los aparatos apropiados para la medición de temperaturas.

REIVINDICACIONES

315 1ª.- Procedimiento e instalación para la localización de las vari-
llas de combustión defectuosas de un elemento activo interior de un
reactor nuclear; refrigerado por agua, caracterizados porque el agua
de fuga es acumulada en la estructura capilar dispuesta en los nue-
cos de los tapones finales y se evapora por el calentamiento de estos
320 tapones finales, siendo comprobadas, al ser alcanzada la temperatu-
ra de ebullición en los huecos de estos tapones finales, simultanea-
mente todas las varillas defectuosas de un elemento de combustión --
por medio de un aparato de medición de temperatura en un monitor --
unido con el citado aparato.-

325 2ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicación 1ª, caracteri



- zados porque en la instalación se encuentra por encima del soporte que aloja el elemento activo o de combustión y que está situado dentro de un depósito para los elementos activos o de combustión, una campana en cuyo área superior están montados unos tubos de empalme
- 330 nacia una fuente de gas caliente, unas fuentes de radiación calorífica y un aparato de medición de temperatura de infrarrojos unido con un monitor.-
- 3ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 1ª y 2ª,- caracterizados porque el agua puede ser mantenida en su nivel N por
- 335 medio del gas que sale de los tubos de empalme.-
- 4ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 1ª hasta 3ª caracterizados por que las superficies frontales de los tapones finales son calentadas por un gas caliente que sale de los tubos de empalme y/o por fuentes de radiación calorífica.
- 340 5ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 1ª y 2ª,- caracterizados porque el interior de la campana es mantenida exenta de agua y seca mediante la corriente de gas durante el tiempo - necesario para que esté concluida la comprobación de todos los elementos de combustión de una carga nuclear que han de ser controla-
- 345 dos.-
- 6ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicación 1ª, caracte-rizados porque la estructura capilar está hecha de malla o bien de fieltro de un metal.-
- 7ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 1ª y 6ª,-
- 350 caracterizados porque la estructura capilar está hecha de una pastilla cerámica porosa.-
- 8ª.- Procedimiento e Instalación; según reivindicaciones 1ª, 6ª y 7ª caracterizados porque en función de dispositivo acumulador del agua de fuga una caperuza de chapa en forma de campana está dispuesta -
- 355 en los muecos de los tapones finales.
- 9ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 1ª y 6ª,- caracterizados porque la estructura capilar penetra con una mecha en la cámara del gas de escisión.-
- 10ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicación 2ª, carac-



360 terizados porque la campana es desplazada por debajo del nivel de agua en sentido horizontal, siendo mantenida exenta de agua y seca el interior de dicha campana mediante la corriente de gas caliente.-

11ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicaciones 2ª y 10
365 caracterizados porque la instalación se encuentra dispuesta dentro del área nuclear rodeada por agua y por encima del elemento de combustión que ha de ser comprobado.-

12ª.- Procedimiento e instalación; según reivindicación 2ª, caracterizados porque el soporte junto con el elemento activo o de combustión es desplazado en sentido vertical hasta por debajo del
370 dispositivo comprobador.-

13ª.- " PROCEDIMIENTO E INSTALACION PARA LA LOCALIZACION DE LAS VARILLAS DE COMBUSTION DEFECTUOSAS DE UN ELEMENTO ACTIVO INTERIOR DE UN REACTOR NUCLEAR."

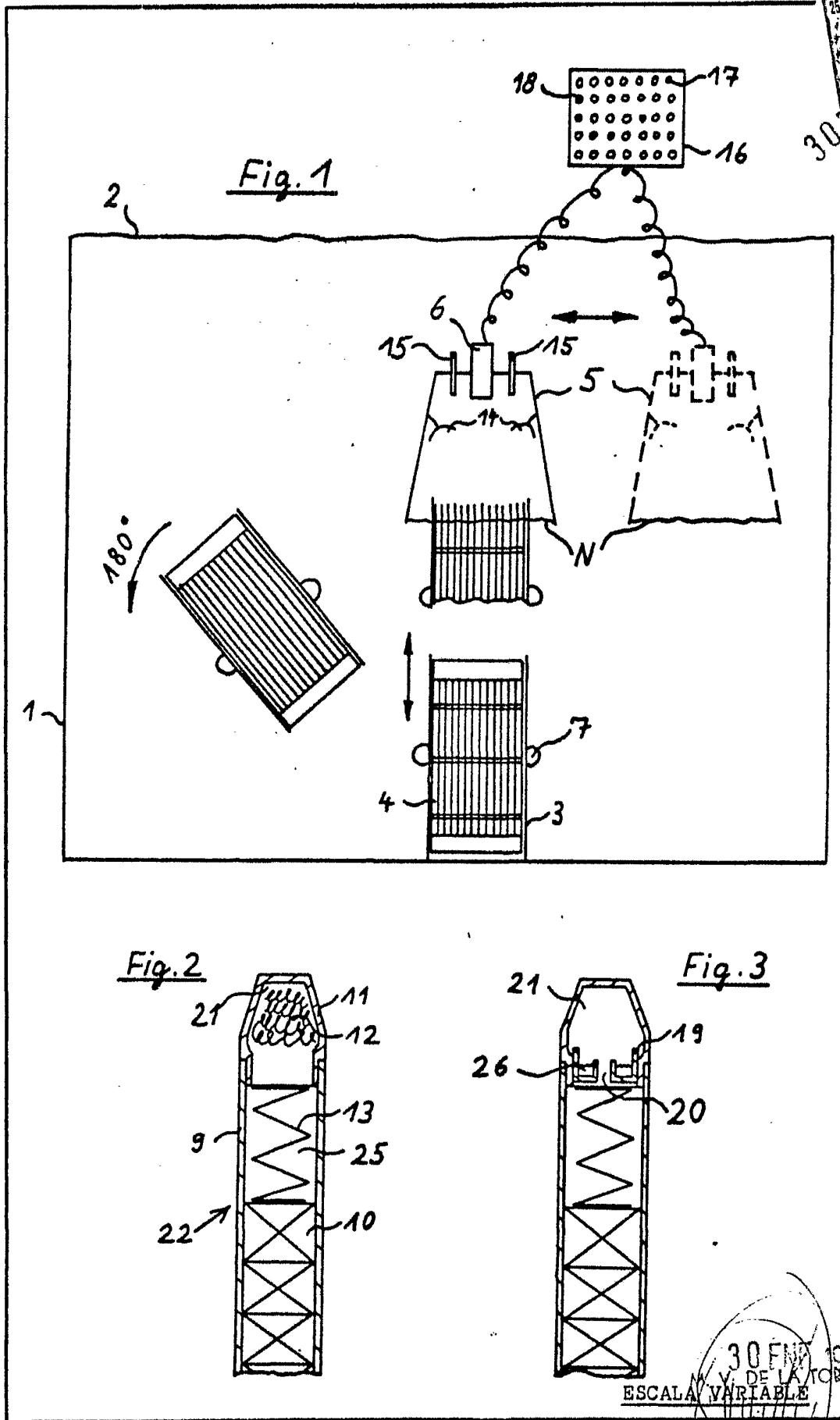
Consta la presente memoria descriptiva de doce hojas numeradas y mecanografiadas por una sola cara a las que se les acompañan dos planos para su mejor comprensión.-

Madrid,

30 ENE 1976

M. V. DE LA TORRE
P. R.

Emilio García Asteaga



30 ENERO 1976

30 ENERO 1976
V. DE LA TORRE
ESCALA VARIABLE

Emilio García Arteaga



30 ENF.

Fig. 4

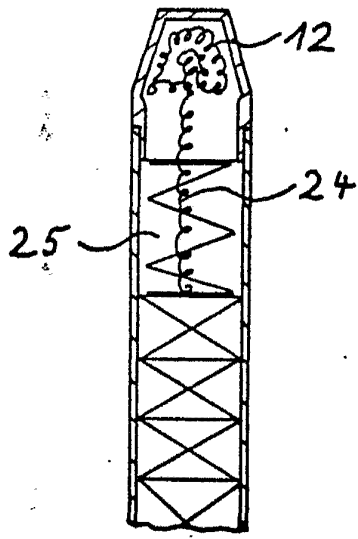
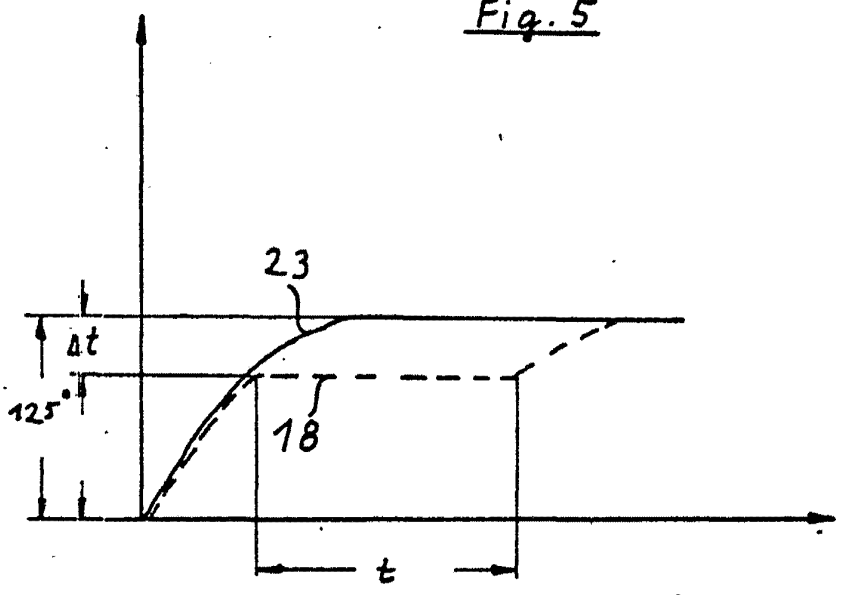


Fig. 5



30 ENF. 1076

ESCALA VARIABLEE/LA TORRE

[Handwritten signature]
Emilio García Artaaga