

MINISTERIO DE INDUSTRIA  
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

18 FEB 1976

10	ES	11	NUMERO	445067	10	A1
		21				
		22	FECHA DE PRESENTACION	11-2-1.976		

P.- 62.305

PATENTE DE INVENCION

B 5549.3 PG

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
EN 75/04334	12-2-75	Francia
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F23B, G21D//F28F	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"DISPOSITIVO GENERADOR DE VAPOR"		
71 SOLICITANTE (S)		
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
29, rue de la Fédération, Paris 15e, Francia.		
72 INVENTOR (S)		
Noël Lions.		
73 TITULAR (S)		
74 REPRESENTANTE		
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		

445067

P.- 62.305

B 5549.3 PG



5 El presente invento, debido a NOËL LIONS,  
se refiere a un generador de vapor, aplicable espe-  
cialmente en una instalación para la producción de  
energía eléctrica a partir del calor proporcionado  
por un reactor nuclear y, más especialmente, en el  
caso en que este reactor es del tipo de neutrones rá-  
pidos, refrigerado por circulación de un fluido pri-  
mario, especialmente de un metal líquido, cambiando és-  
te sus calorías en un cambiador intermedio con un flui-  
do secundario, generalmente de igual naturaleza, atra-  
vesando entonces el fluido secundario el generador de  
vapor, que baña exteriormente un haz de tubos alimen-  
tados por agua, realizando la evaporación de ésta. En  
la descripción que sigue, tal generador de vapor será  
designado por la expresión "generador de vapor del tipo  
especificado".

20 En los generadores de este tipo actualmente  
conocidos, adaptados a grandes potencias caloríficas,  
del orden, por ejemplo, de 750 MWth, el aparato com-  
prende generalmente una envolvente externa que contiene  
el metal líquido en circulación que suministra las ca-  
lorías y atravesada por un haz de tubos unidos a través

10.2.76

- 2 -



de las placas tubulares a colectores, respectivamente para la llevada del agua líquida a la entrada del generador y para la evacuación del vapor en su salida. Este haz de tubos puede atravesar la envolvente externa de parte a parte para unirse en sus extremos a dos placas tubulares generalmente paralelas, o bien incluso utilizar tubos en forma de horquilla o que presentan otra configuración, con objeto de aumentar el recorrido del agua en el aparato y mejorar el rendimiento en vapor producido. En estas soluciones, no obstante, el haz de los tubos se presenta, bien en forma de un conjunto monobloque que ocupa la mayor parte del espacio de la envolvente externa, bien según varios módulos próximos y separados, estando los tubos de estos módulos unidos a placas tubulares comunes, soportadas por la envolvente externa. En estas soluciones, sin embargo, se plantean algunos problemas para el control y el entretenimiento de estos tubos.

Se sabe, en efecto, que el problema principal planteado por la explotación de los generadores de vapor del tipo especificado, resulta de los riesgos de reacciones violentas entre el agua que recorre los tubos del haz y el metal líquido en la envolvente que baña exteriormente estos tubos, estando constituido, además, este metal líquido habitualmente por sodio o por



5 aleación de sodio y de potasio. En el curso de una  
fuga por uno o varios de los tubos del haz y según  
el caudal de estas fugas, se produce, en efecto, con  
el sodio, una reacción violenta que importa confinar  
al máximo, especialmente antes de que deteriore los  
tubos próximos al que presenta la fuga o incluso la  
envolvente del generador o las placas tubulares que  
le están asociadas. La solución consiste habitualmen-  
te en proceder a la identificación lo más rápida posi-  
10 ble de la fuga por detección del hidrógeno producido  
por la reacción, y luego en obturar el tubo defectuo-  
so, por taponado especialmente.

Ahora bien, con las realizaciones conocidas  
de los generadores de vapor del tipo especificado,  
15 las disposiciones prácticas adoptadas para el haz de  
tubos no permiten más que difícilmente evitar la propa-  
gación de los efectos del defecto constatado, no pudien-  
do ser evacuada rápidamente la masa global de agua en  
el aparato en caso de reacciones violentas y de fugas  
importantes. Por otro lado, en caso de fugas de menor  
20 importancia, es necesario todavía aislar la totalidad  
del aparato para proceder a la detección del tubo de-  
fectuoso y al taponado de éste, lo que constituye un  
inconveniente importante. En fin, para una reparación  
25 más importante, el haz de tubos en el interior de la

18 FEB 1976

5 envolvente debe ser retirado de modo global, lo que conduce a pérdidas de tiempo notable y a manipulaciones delicadas y costosas, sobre todo para generadores de potencia elevada en que el tamaño de los aparatos es importante.

10 El presente invento se refiere a una nueva disposición para un generador de vapor del tipo especificado, que presenta una notable fiabilidad, unida a facilidades de explotación y de entretenimiento mejoradas, que permiten, en particular, una intervención rápida y eficaz en caso de fugas en un tubo del haz y de reacción del agua de este tubo con el metal líquido.

15 A este efecto, el generador considerado, que comprende una envolvente externa cerrada, de revolución alrededor de un eje y recorrida interiormente por un metal líquido y una pluralidad de haces de tubos atravesados por agua líquida a transformar en vapor por cambio de calorías con el metal líquido, es-  
20 tando estos haces repartidos en la envolvente y constituyendo módulos independientes que se extienden paralelamente al eje de la envolvente, se caracteriza porque la alimentación de la envolvente por el metal líquido se realiza según su eje por una tubuladura  
25 central única, que comprende orificios de distribu-

10.2.76

18 FEB 1976

5 ción para el paso del metal líquido a compartimien-  
tos adyacentes dispuestos en la envolvente por medio  
de tabiques radiales que se extienden a partir de la  
tubuladura central en planos que contienen el eje de  
la envolvente, conteniendo cada compartimiento, por  
lo menos un haz modular de tubos, atravesando los tu-  
bos en cada haz modular la envolvente y estando unidos  
en sus extremos, en el exterior de la envolvente, por  
medio de una placa tubular, a dos colectores indivi-  
10 duales, respectivamente para la admisión del agua y  
la evacuación del vapor.

15 En un modo de realización preferido del in-  
vento, la envolvente externa comprende una virola la-  
teral cilíndrica de eje vertical, cerrada por dos fon-  
dos abombados sensiblemente esféricos y está recorri-  
da por una circulación de arriba a abajo de metal lí-  
quido, estando atravesados los tubos de los haces mo-  
dulares de abajo a arriba, a contracorriente del metal  
líquido.

20 Según una característica particular del gene-  
rador considerado, los tabiques radiales que delimitan  
los compartimientos en la envolvente externa, forman  
con la superficie interna de ésta una pequeña holgura  
raacial, para permitir una comunicación entre los com-  
partimientos e igualar el nivel del metal líquido en  
25

18 FEB 1976

éstos.

Según otra característica, la tubuladura central de alimentación del metal líquido en la envolvente externa está constituida por un conducto cilíndrico, estando dispuestos los orificios de distribución en el extremo de porciones acodadas llevada por este conducto. Ventajosamente, la disposición de los orificios y del caudal del metal líquido están determinados de tal manera, que el nivel de metal líquido en la envolvente pueda ser cubierto por un volumen de gas neutro destinado a amortiguar las ondas de presión en caso de fuga de un tubo y de reacción entre el agua y el metal líquido.

En un modo de realización igualmente preferido del invento, la evacuación del metal líquido fuera de la envolvente externa se realiza por un conducto central único, montado sobre el fondo inferior de la envolvente en la prolongación de la tubuladura central de alimentación. De preferencia, la tubuladura central está prolongada hasta cerca del conducto de evacuación y presenta en su extremo un contorno de revolución con generatriz perfilada para facilitar el paso de metal líquido fuera de la envolvente externa. En una variante, el fondo inferior de la envolvente externa comprende, bajo cada compartimiento, un conducto de

10.2.76



evacuación del metal líquido.

5 Ventajosamente, y cualquiera que sea la variante adoptada, el conducto de evacuación está provisto en el exterior de la envolvente de una membrana de seguridad para permitir un vaciado rápido de los compartimientos en caso de reacción sodio-agua violenta.

10 En lo que concierne al haz tubular, pueden ser adoptadas diferentes soluciones. Especialmente, los tubos de cada haz modular pueden ser tubos rectos, paralelos al eje de la envolvente externa, extendiéndose las placas tubulares de los colectores de extremo horizontalmente, comprendiendo estos tubos, en su caso, cerca de las placas tubulares, zonas de dilatación.

15 Según otro modo de ejecución, los tubos en cada haz modular pueden estar apretados cerca de su unión con las placas tubulares y más separados en el interior de los compartimientos en la envolvente externa, permitiendo esta solución realizar una mejor distribución de estos tubos en los compartimientos.

20 Otras características de un generador de vapor del tipo especificado establecido conforme al invento, aparecerán todavía a través de la descripción que sigue de un ejemplo de realización y de diversas



variantes de ejecución, dadas a título indicativo y no limitativo, con referencia a los dibujos anejos, en los cuales:

5

- la figura 1 es una vista esquemática en corte vertical y en perspectiva parcialmente arrancada de un generador de vapor según el invento,

- las figuras 2, 3 y 4 son vistas de detalle a mayor escala de un haz de tubos que entran en la realización del generador según la figura 1.

10

15

20

25

En la figura 1, la referencia 1 designa la envolvente externa del generador de vapor considerado, constituida, en el ejemplo representado, por medio de una virola lateral cilíndrica 2 de eje vertical, en los extremos de la cual están unidos fondos abombados, sensiblemente esféricos, tres y cuatro respectivamente, por medio de cordones de soldadura 5, por ejemplo. Esta envolvente externa está recorrida interiormente por un caudal de un metal líquido, habitualmente sodio, destinado a proporcionar calorías con el fin de producir vapor en el aparato, siendo llevado este metal líquido por una tubuladura central de alimentación 6, que penetra en la envolvente a través del fondo superior 4, estando unida a la parte central de éste por un casquillo de unión 7. En su extremo inferior, la tubuladura central 6 está provista de una serie de porciones aco-

10.2.76

18 FEB 1976

5 dadas 8, regularmente repartidas alrededor del eje de la tubuladura 6, presentando estas porciones orificios de extremo 9 que permiten repartir el caudal del metal líquido procedente de la tubuladura 6 alrededor de esta última en el interior de la envolvente, en diferentes compartimientos, formados en ésta de la manera que será descrita más adelante.

10 La tubuladura central 6 se prolonga bajo las porciones 8 por un cuerpo axial 10 que se extiende en el interior de la envolvente 1, estando su extremo inferior 11, situado en la proximidad de la parte central del fondo inferior 3, convenientemente perfilado de manera que favorezca la circulación del metal líquido en el exterior de la envolvente 1 por un  
15 conducto central de evacuación 12. Este comprende, en el exterior de la envolvente 1, una membrana de seguridad por rotura 13, que permite facilitar el vaciado rápido de la envolvente en caso de sobrepresión anormal en la envolvente 1, siendo evacuados los productos  
20 de la reacción entre el sodio y el agua hacia un colector (no representado) por un conducto 13a. El nivel del metal líquido en el interior de la envolvente, representado en 14 en el dibujo, está cubierto por un volumen conveniente 15 de un gas neutro bajo presión. Es-

10.2.76



te gas llevado al interior de la envolvente por una conducción 16 provista de una válvula de regulación 17, tiene por efecto limitar las ondas de presión en el volumen de metal líquido en caso de reacción violenta del agua con este metal líquido y de desprendimiento notable de hidrógeno.

Conforme al invento, el interior de la envolvente 1 está subdividido en compartimientos separados pero adyacentes, por medio de tabiques radiales 18, solidarizados en la mayor parte de su altura con la tubuladura central 6 y el cuerpo 10 contra los cuales están soldados. Estos tabiques radiales 18 se extienden en dirección a la virola lateral 2 y a los fondos 3 y 4 y forman con estos últimos una holgura estrecha 19, que permite que los diferentes compartimientos así formados en la envolvente comuniquen entre sí y mantengan a un valor sensiblemente idéntico en estos compartimientos el nivel 14 del metal líquido. El soporte de los tabiques 18 por la tubuladura central y su prolongación axial puede ser completado igualmente por medio de patas de fijación (no representadas) soldadas entre los tabiques y el fondo superior 4 del recinto. Ventajosamente, el fondo inferior 3 puede comprender órganos de guía, por ejemplo en forma de estribos (igualmente no representados) en el cual se aplican



los bordes inferiores de estos tabiques. Estas disposiciones permiten especialmente una retirada fácil de los tabiques con la tubuladura central 6, después de un simple corte del fondo superior 4, para reparación o entretanimiento.

Según el invento igualmente, los compartimientos así delimitados entre los tabiques adyacentes 18 están atravesados por haces modulares 20, en número de tres haces por compartimiento en el ejemplo considerado y constituidos, cada uno, por un conjunto de tubos 21 que se extienden paralelamente al eje de la envolvente 1. Estos tubos 21 atraviesan los fondos 3 y 4 y están unidos a placas tubulares que, en el ejemplo de realización ilustrado en las figuras, se extienden horizontalmente y están designadas, respectivamente, por las referencias 22 y 23, según estén situadas por debajo o por encima de los fondos 3 y 4. Estas placas tubulares delimitan con depósitos de agua 24 y 25 dos colectores, respectivamente reservados para la alimentación de los tubos 21 por agua líquida, en cuanto al depósito 24, y para la evacuación del vapor producido durante la travesía del generador, en cuanto al depósito 25. La alimentación del agua y la evacuación del vapor se efectúan a partir de cada depósito por tubuladuras 26 y 27, respectivamente. Los depósitos de agua

18 FEB 1973

24 y 25 están unidos a los fondos abombados 3 y 4  
de la envolvente 1 por medio de manguitos 28, provis-  
tos, cada uno, de un fuelle 29, que permiten tolerar  
5 las diferencias de dilatación correspondientes entre  
la virola 2 y los tubos 21. En el conducto 26 está  
prevista una válvula 30 que aísla el depósito de agua  
24 de un depósito de alimentación (no representado).  
Igualmente, el conducto 27 comprende una válvula 31  
entre el depósito 25 y un colector de vapor (igualmen-  
10 te no representado). En el conducto 26 está previsto  
finalmente una derivación 32 con una válvula 33 de  
unión con un circuito de descarga de agua de los tu-  
bos de los módulos.

Las figuras 2 a 4 ilustran diversas varian-  
15 tes de ejecución de los tubos 21 en los haces modula-  
res 20 aplicados en el generador considerado. En la  
figura 2, estos tubos 21 son especialmente tubos rec-  
tos, directamente unidos a las placas tubulares, por  
ejemplo, a la placa 22. En la variante según la figu-  
20 ra 3, estos mismos tubos están unidos a las placas tu-  
bulares por medio de curvas de dilatación 34. Final-  
mente, en la figura 4, los tubos 21 están, en cada haz  
20, sensiblemente apretados unos con otros cerca de  
sus uniones con la placa tubular correspondiente y se  
25 separan a continuación antes de ponerse paralelos al

10.2.76 .



interior de la envolvente 1, con objeto de asegurar una mejor distribución de estos tubos en la envolvente y un cambio térmico más regular con la circulación de metal líquido en esta envolvente.

5                   Se realiza así un generador de vapor, adaptable a potencias térmicas elevadas y que presenta numerosas ventajas, tanto en el plano económico como en el de su fiabilidad, especialmente en caso de reacción entre el metal líquido en la envolvente externa y el

10                   agua que circula en los tubos de los haces modulares en los compartimientos, en caso de fugas en uno o varios de estos tubos. El tabicado del aparato permite especialmente repartir la potencia global del aparato en los diferentes compartimientos y los haces que contienen. Por otro lado, la realización de depósitos de

15                   agua de pequeño diámetro permite la utilización de tubos sin curvas de dilatación, bastando los fuelles previstos en los manguitos de unión con los fondos de la envolvente para tolerar las variaciones dimensionales

20                   en funcionamiento. Hace posible la utilización de placas tubulares delgadas. Además, eligiendo juiciosamente el número de compartimientos, por ejemplo seis, se puede llegar a una disposición que asegura una mejor ocupación de la sección recta anular de la virola de la

25                   envolvente externa, facilitando al mismo tiempo la ins-

10.2.76

18 FEB 1976

pección de los tubos, la detección de las fugas y el  
vaciado parcial del generador. En el caso de que se  
produjera una pequeña fuga en un tubo de un haz modular,  
se comprende fácilmente, en efecto, que después de la  
5 detección de esta fuga, sea posible, por un simple  
corte de los depósitos de agua 24 y 25 asociados a es-  
te haz, proceder a la obturación del tubo defectuoso,  
sin tener que desmontar el conjunto del generador, lo  
que permite evitar una inmovilización demasiado prolon-  
10 gada del aparato. El tabicado de los diferentes haces  
modulares permite proteger mejor éstos unos de otros,  
en caso de fugas más importantes y, especialmente, evi-  
tar la propagación de los efectos de éstas de un haz al  
siguiente. Además, en el caso de tales fugas, es posible  
15 sacar solamente el haz de los tubos a reparar después  
del corte de los depósitos de agua 24 y 25, al exterior  
de las placas tubulares 22 y 23, y luego cortar la viro-  
la 2 al nivel del cordón de soldadura 5 con el fondo 4.  
La concepción del conjunto del generador permite, final-  
20 mente, poder utilizar, bien una sola geometría de tubos  
(caso de la figura 2), bien un número limitado de geome-  
tría diferentes (caso de la figura 4).

25

10.2.76

18 FEB 1976

REIVINDICACIONES

5                    Los puntos de invención propia y nueva,  
que se presentan para que sean objeto de esta so-  
licitud de Patente de Invención, en España, son los  
que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

10                    1ª.- Dispositivo generador de vapor, que com-  
prende una envolvente externa cerrada, de revolución  
alrededor de un eje y que contiene un metal líquido  
en circulación, y una pluralidad de haces de tubos  
atravesados por agua líquida a transformar en vapor  
por cambio de calorías con el metal líquido, atrave-  
15                    sando los tubos en cada haz la envolvente y estando  
unidos en el extremo de ésta por medio de placas tubu-  
lares a dos colectores individuales, respectivamente  
para la admisión del agua y la evacuación del vapor,  
estando repartidos estos haces en la envolvente para  
20                    constituir módulos independientes que se extienden pa-  
ralelamente al eje de esta envolvente, siendo realiza-  
da la alimentación por el metal líquido que llena la  
envolvente hasta un nivel dado, según su eje, por una  
tubuladura central única, caracterizado porque esta tu-  
25                    buladura de alimentación comprende orificios de distri-

10.2.76



5 bución para la circulación del metal líquido en com-  
partimientos adyacentes, dispuestos en la envolvonte  
por medio de tabiques radiales que se extienden a par-  
tir de la tubuladura central en planos que contienen  
el eje de la envolvonte, estando atravesado cada com-  
partimiento por al menos un haz de tubos, formando los  
tabiques radiales con la superficie interna de la en-  
volvonte una pequeña holgura para permitir una comuni-  
cación entre los compartimientos próximos e igualar  
10 el nivel del metal líquido en éstos.

15 2ª.- Dispositivo generador de vapor según la  
reivindicación 1ª, caracterizado porque la envolvonte  
externa comprende una virola lateral cilíndrica de eje  
vertical, cerrada por dos fondos abombados sensiblemente  
esféricos y está recorrida por una circulación de metal  
líquido de arriba a abajo, estando recorridos los tubos  
de los haces de abajo a arriba, a contracorriente del  
metal líquido.

20 3ª.- Dispositivo generador de vapor según la  
reivindicación 1ª, caracterizado porque la tubuladura  
central de alimentación del metal líquido en la envolv-  
onte externa está constituida por un conducto cilín-  
drico, estando dispuestos los orificios de distribución  
en el extremo de porciones acodadas llevadas por este  
25 conducto.

20.2.76

18 FEB 1977



5 4ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el nivel del metal líquido en la envolvente está cubierto por un volumen de gas neutro destinado a amortiguar las ondas de presión en caso de fuga de un tubo y de reacción entre el agua y el metal líquido.

10 5ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque la evacuación del metal líquido fuera de la envolvente externa es realizada por un conducto central único, montado en el fondo inferior de la envolvente en la prolongación de la tubuladura central de alimentación.

15 6ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 5ª, caracterizado porque la tubuladura de alimentación comprende una prolongación que se extiende hasta cerca del conducto de evacuación y presenta en su extremo un contorno de revolución de generatriz perfilada para facilitar la circulación del metal líquido fuera de la envolvente externa.

20 7ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el fondo inferior de la envolvente externa comprende, bajo cada compartimiento, un conducto de evacuación del metal líquido.

25 8ª.- Dispositivo generador de vapor según una

10.2.76



de las reivindicaciones 5ª ó 7ª, caracterizado porque el conducto de evacuación está provisto en el extremo de la envolvente de una membrana de seguridad para permitir un vaciado rápido de los compartimientos.

5

9ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque las tubuladuras de cada haz modular son tubos rectos, paralelos al eje de la envolvente externa, extendiéndose las placas tubulares de los colectores individuales horizontalmente.

10

10ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque los tubos en cada haz modular están apretados cerca de su unión con las placas tubulares y más separados en el interior de los compartimientos en la envolvente externa.

15

11ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque los colectores individuales están unidos a la envolvente externa por medio de manguitos provistos, cada uno, de un fuelle, con el fin de tolerar las diferencias de dilatación entre la envolvente externa y los tubos de los haces modulares.

20

12ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque cada haz modular comprende válvulas de aislamiento colocadas

25

10.2.76

18 FEB. 1976



5 en el conducto de admisión del agua y en el de evacuación del vapor, así como una válvula de vaciado colocada en el circuito de admisión del agua, con el fin de limitar la cantidad total de agua que puede reaccionar con el metal líquido en caso de fugas en los tubos del haz modular.

10 13ª.- Dispositivo generador de vapor según la reivindicación 1ª, caracterizado porque los tabiques radiales están solidarizados en la mayor parte de su altura con la tubuladura de alimentación central.

14ª.- Dispositivo generador de vapor.

15 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 veinte hojas escritas a máquina por una sola cara.

18 FEB. 1976

Madrid,

P.A.

Alberto de Elzaburu  
Por Poder

10.2.76  
IAG/

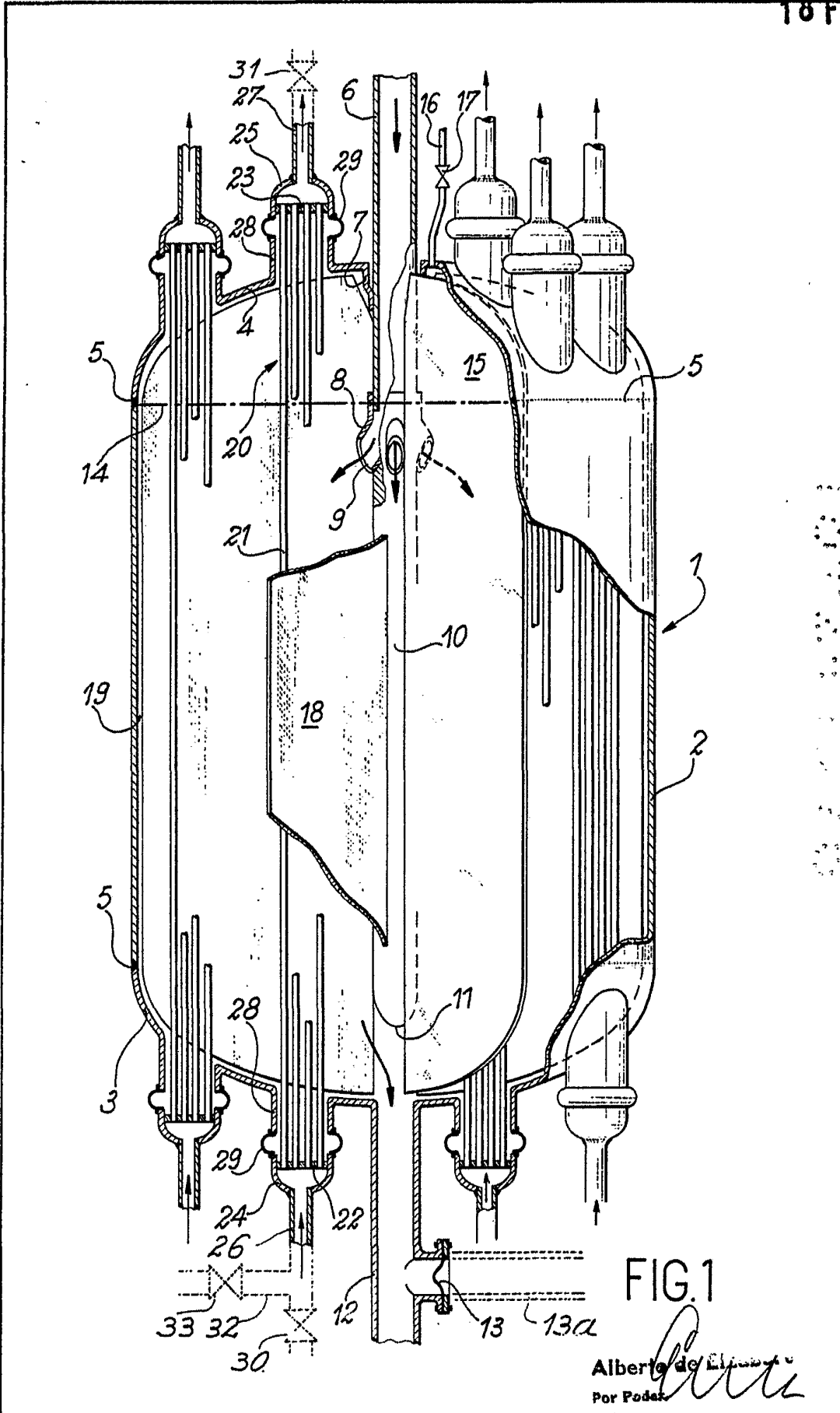


FIG. 1

Alberto de E...  
Por Poder...

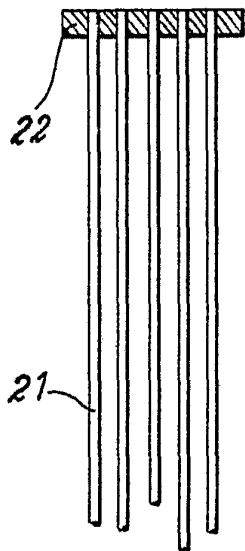


FIG. 2

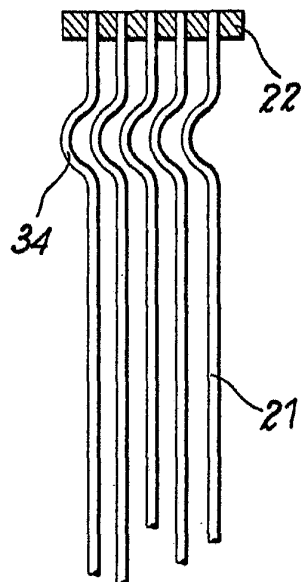


FIG. 3

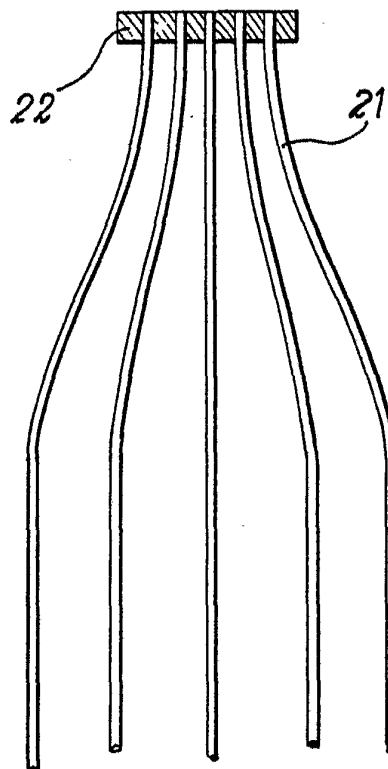


FIG. 4

Alberto *[Signature]*  
Per Padoa