

400312

P.- 50.317

Case No DS 56529

Int. Cl.: F22B//G21D



17 MAR 1972

Memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de FOSTER WHEELER CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 110 South Orange Avenue, Livingston,
Nueva Jersey, Estados Unidos de América.

por: "UN GENERADOR DE VAPOR CALENTADO POR SODIO"
(Clase Internacional F22b)

400312

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

17 MAR 1972



5 En el tipo más familiar de central nuclear de potencia se utiliza sodio líquido para refrigerar el reactor y para transferir calor al agua a fin de producir vapor. Un sistema tal presenta un riesgo de seguridad, porque el sodio líquido debe ser sometido a un cambio indirecto de calor con agua. En el caso de una rotura de material, el sodio líquido y el agua podrían entrar en
10 contacto, con el resultado de una explosión debida a la consiguiente elevación súbita de presión. La posibilidad de una reacción del sodio líquido está siempre latente a causa de la dilatación térmica de los componentes del generador de vapor y a causa de la erosión y la corrosión
15 que son concomitantes con el empleo de sodio fluido.

Aún otro problema encontrado en los generadores de vapor calentados por sodio es el problema del estancamiento de sodio causado por una falta de agitación del sodio que fluye a través del generador. La prevención del estancamiento de sodio incrementa la eficacia y reduce las probabilidades de sobrecalentamiento y rotura de tubos.
20

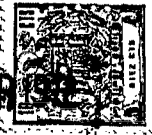
RESUMEN DE LA INVENCION

25 Es un objeto de la presente invención vencer las dificultades encontradas en la técnica anterior, tales como las expuestas anteriormente. En consecuencia, se crea un generador calentado por sodio, con un cuerpo alargado que se extiende verticalmente, en el cual están
30 colocados varios juegos o conjuntos de tubos de bayoneta.

11.3.72

400312

17 MAR 1968



de manera que se extienden hacia abajo, hasta el interior
de la masa de sodio líquido, para someter el agua a un -
cambio indirecto de calor con el sodio a fin de producir
vapor. Un canal de escape central se extiende hacia aba-
5 jo a través de placas de desviación, a través de las -
cuales se extienden los juegos de tubos de bayoneta, de
modo que el sodio líquido, que fluye hacia abajo, pasa -
axialmente hacia dentro y alternativamente hacia fuera
a través de los tubos de bayoneta hasta que alcanza el
10 fondo de la vasija o recipiente. En el caso de una reac-
ción accidental del sodio con agua, el canal de escape
está adaptado para evacuar rápidamente el producto de -
la reacción fuera del recipiente a fin de evitar una ex-
plosión violenta.

15

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra una vista frontal, parcial-
mente en corte, de un generador de vapor calentado por
sodio, hecho de conformidad con la presente invención.

20

La FIG. 2 es una vista fragmentaria que mues-
tra varios de los tubos de bayoneta de la FIG. 1.

La FIG. 3 es una vista superior, parcialmente
en corte, tomada substancialmente a lo largo de la lí-
nea 3 - 3 de la FIG. 1.

25

La FIG. 4 es una vista superior, parcialmente
en corte, tomada substancialmente a lo largo de la lí-
nea 4 - 4 de la FIG. 1.

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

30

En la FIG. 1, se muestra un generador de vapor



calentado por sodio indicado generalmente como 10. Cons-
ta de una vasija o recipiente de presión 12 que está a-
campanado hacia dentro en 14 para proporcionar un fondo
y que tiene en su extremo superior una sección de cabe-
za 16 con una brida inferior 18 que está conectada a -
una brida 20 del recipiente de presión. La sección de -
cabeza 16 incluye una cámara anular 22 que está defini-
da por una pared vertical interior 24, una pared verti-
cal exterior 26 y una cabeza anular 28, la cual está fi-
jada a la parte superior de la sección de cabeza para -
cerrar completamente la cámara anular 22. Una chapa anu-
lar superior 30 de tubos se extiende a través de la cá-
mara anular 22, estando asegurada por sus porciones mar-
ginales entre la cabeza 28 y las partes superiores de -
la pared vertical interior 24 y la pared vertical exte-
rior 26. La chapa superior 30 de tubos divide la cámara
anular 22 en una cámara superior 32 y una cámara infe-
rior 34. La cámara inferior 34 está definida por la pa-
red vertical interior 24, la pared vertical exterior 26,
la chapa superior 30 de tubos y una chapa anular infe-
rior 36 de tubos.

Prologándose hacia abajo desde la sección de
cabeza 16 y por el interior del recipiente de presión -
hay una serie de juegos de tubos de bayoneta 40. Los -
juegos de tubos de bayoneta 40 comprenden un tubo inte-
rior 42 y un tubo exterior 44. Varios de estos juegos -
están perfectamente indicados en la FIG. 2. Cada uno de
los tubos interiores 42 se extiende ascendentemente hasta
la chapa superior 30 de tubos. Cada uno de los tubos ex-
teriores se extiende ascendentemente hasta la chapa in-

400312

17 MAR 1968



ferior 36 de tubos. Aunque los fondos de los juegos de
tubos de bayoneta no están indicados con detalle en los
dibujos, debe entenderse que los terminales inferiores
de los tubos exteriores 44 están cerrados, mientras que
5 los terminales inferiores de los tubos interiores 42 se
extienden casi hasta los extremos de los tubos exteriores
pero están abiertos. Tal como se muestra en la FIG. 2, -
aletas en espiral se extienden hacia abajo entre el tu-
bo interior 42 y el tubo exterior 44 de cada uno de los
10 juegos de tubos 40. Esto evita la aparición de ebulli-
ción nucleada, es decir, la acumulación de bolsas de -
vapor que crean áreas de poca absorción de calor y la con-
siguiente rotura de los tubos exteriores. Ya se ha expli-
cado que es necesario prevenir, tanto como sea posible,
15 la rotura de tubos, que daría como resultado una reac-
ción del sodio con el agua.

Las entradas de agua 48 permiten que el agua -
penetre en la cámara superior 32 y fluya descendentemen-
te por los tubos interiores 42 y retorne ascendentemen-
te entre los tubos interiores 42 y los tubos exteriores
20 44 para ser transformada en vapor. El vapor se reunirá
en la cámara inferior 34 y luego saldrá a través de las
salidas de vapor 50 para ser finalmente utilizado, por
ejemplo, en una turbina de vapor.

El sodio líquido que es utilizado para gene-
rar el vapor es introducido en el recipiente de presión
12 a través de las entradas de sodio 52 y se permite -
que fluya descendentemente a través del recipiente de -
presión 12, a través de la chapa perforada de distribu-
ción de flujo 54 hasta una cámara inferior 56 y fuera -
30



del recipiente de presión 12 a través de una salida de sodio 58.

5 Para aislar el recipiente de presión 12 de las temperaturas sumamente elevadas del sodio entrante, se proporciona una envolvente de flujo 60. La envolvente de flujo 60 es de configuración generalmente cilíndrica, pero tiene un fondo acampanado hacia dentro 62 que dirige el flujo descendente de sodio hacia la salida de sodio 58. Tal como se muestra en la FIG. 1, la envolvente de flujo 60 está espaciada hacia dentro desde el recipiente de presión 12 y se extiende hasta una situación ligeramente por encima de la entrada de sodio 52. El sodio que penetra a través de la entrada de sodio 52 fluirá primeramente hacia arriba sobre la envolvente de flujo, pero parte de él fluirá descendentemente entre la envolvente de flujo 60 y el recipiente de presión 12 para llenar por completo el espacio entre esos dos miembros. Durante el funcionamiento, este espacio estará completamente lleno de sodio, que aislará el recipiente de presión 12 de las elevadas temperaturas del sodio que es recibido por el generador de vapor 10.

15 La superficie interior de la entrada de sodio y la mayor parte de la superficie interior del recipiente de presión 12 están cubiertas con un forro de acero inoxidable 64, que en el caso de una fuga en la envolvente de flujo 60 retardará al sodio antes de que empiece a arder a través del recipiente de presión 12 durante un tiempo lo suficientemente largo como para que la instrumentación indique la existencia de la fuga y se puedan ejecutar los procedimientos de emergencia. Un sistema -

400312

17 MAR 1972



apropiado detectaría, por ejemplo, la presencia de hidrógeno que se libera cuando el sodio líquido arde a través del forro de acero inoxidable 64. Con una alarma adecuada, se puede sacar el agua y el sodio del generador de vapor para evitar el daño que produce la presión creada por una reacción más amplia del sodio con el agua. El sodio caliente que fluye sobre la envolvente de flujo 60 fluirá hacia abajo sobre los juegos de tubos de bayoneta 40, según un recorrido de flujo hacia dentro y alternativamente hacia fuera debido a una serie de placas de desviación.

Para asegurar el flujo cruzado del sodio líquido sobre los juegos de tubos de bayoneta 40, se disponen placas de desviación interiores 66 y placas de desviación exteriores 68. Las placas de desviación interiores 66 están espaciadas a lo largo del generador 10 alternativamente con las placas de desviación exteriores 68. Una de las placas de desviación exteriores 68 se muestra en planta en la FIG. 3. Dicha placa se extiende hacia dentro desde la envolvente de flujo 60 hasta un círculo equidistante de la envolvente y de uno de una serie de collares espaciados axialmente 70, cuya función será descrita luego. Con objeto de asegurar la rigidez, unos brazos o bandas radiales que se extienden hacia dentro permiten que las placas de desviación exteriores 68 sean conectadas con los collares 70.

La FIG. 4 muestra una de las placas de desviación interiores 66. Dicha placa está conectada por un brazo o banda 74 a uno de los collares 70 y se extiende hacia fuera hasta su periferia 76. Las placas de desvia



5 ción 66 y 68 están conectadas entre sí y con la chapa -
perforada de distribución de flujo 54 y la chapa infe-
rior 36 de tubos por medio de tirantes 80. El espacia-
miento alternativo de las placas de desviación interiores
66 y de las placas de desviación exteriores 68 asegura -
que el sodio fluirá a través de los juegos de tubos de
bayoneta 40 a lo largo de todo su recorrido descendente
por el generador de vapor hasta la salida de sodio 58.

10 Los juegos de tubos de bayoneta 40 no están -
fijados a las placas de desviación 66 y 68, sino que pa-
san a través de ellas bastante holgadamente para permitir
que los juegos de tubos de bayoneta se dilaten y se con-
traigan sin impartir tensiones a la estructura circundan-
te. El empleo de tubos de bayoneta que solo están fija-
15 dos por uno de sus terminales a una chapa de tubos y -
que están fijados en forma deslizante a las placas de -
desviación, las cuales están fijadas por un tirante so-
lamente en un extremo a una chapa de tubos fijada, ha -
reducido al mínimo los problemas de dilatación térmica,
20 que en muchos generadores de vapor calentados por sodio
crean el riesgo de rotura de tubos y su consiguiente -
reacción del sodio con el agua.

25 Ya se ha explicado que a pesar de las precau-
ciones, tales como las expuestas anteriormente, la rotu-
ra de tubos y la consiguiente reacción del sodio con el
agua es una posibilidad siempre latente. Con el fin de
descargar del presente generador de vapor los productos
de tal reacción y eliminar de ese modo la posibilidad -
de una explosión, los collares 70, que definen un canal
30 de escape central 81, tienen una serie de válvulas de -

400312

17



5 un sentido que constan de puertas de trampilla 82 conec-
tadas con los collares 70 para abrir solamente hacia -
arriba. En el caso de una reacción del sodio con el agua,
las puertas se abren para permitir que el sodio y los -
10 productos de la reacción pasen al canal 81 y fluyan as-
cendentemente sin obstáculos hasta una posición en don-
de pueden ser tratados de manera segura. Durante la ope-
ración normal, las puertas permanecen cerradas, de modo
que el sodio que fluye descendentemente puede, en el ni-
vel de cada par de puertas 82, fluir solamente según -
una orientación radialmente hacia fuera respecto del ca-
nal 81, a causa de la barrera creada por las puertas 82,
el collar 70 y la placa de desviación interior 66. Una
15 vez que pasa por la placa de desviación 66, el sodio -
puede fluir descendentemente por el interior del canal
71 pero no por los alrededores de la envolvente de flu-
jo, a causa de la placa de desviación exterior 68. El -
espaciamiento alterno de las placas de desviación 66 y
20 68 asegura por tanto el flujo cruzado del sodio a tra-
vés de los juegos de tubos de bayoneta 40 y produce agi-
tación suficiente para prevenir el estancamiento de so-
dio.

Después de fluir a través de la chapa perfora-
da de distribución de flujo 54, el sodio líquido fluye
25 a través de la cámara anular inferior 56 entre la sec-
ción de fondo acampanada hacia dentro 62 de la envolven-
te de flujo 60 y el canal central 81, hasta que alcanza
la salida de sodio 58 y después sale del generador de -
vapor 10.

30 El sodio saliente fluye a través de un casqui



llo 84 colocado dentro de la salida de sodio 58. Las placas 86 impiden que el sodio contenido en el espacio anular, entre el fondo 14 del recipiente de presión y el fondo acampanado hacia dentro 62 de la envolvente de flujo 60, pase a la salida del sodio. Las placas 86 prolongan alternativamente el fondo acampanado 62 y una brida 88 montada sobre un asiento 90 en el fondo 14 del recipiente de presión 12. Esto forma un cierre y permite que los "contenidos", es decir, todo el generador 10 salvo el casco 12 y su fondo 14, sean sacados para la inspección o reparación sin romper ninguna de las partes del cierre inferior. De manera semejante, los "contenidos" pueden ser introducidos en su sitio y se formará el cierre, porque las placas 86 se intercalarán y evitarán que fluya el sodio.

El generador de vapor está sostenido por los soportes 94, que están conectados al generador de vapor 10 en una posición razonablemente elevada para impedir que este se vuelque incluso en el caso de un terremoto. Para impedir que el generador de vapor se balancee en una eventualidad tal, el generador de vapor puede estar soportado lateralmente en el entorno de la chapa perforada de distribución de flujo 54. La placa 54 transmitirá las fuerzas recibidas de fuera en torno al casco 12 y a la envolvente de flujo 64 a través de los salientes 96, que se prolongan radialmente hacia fuera, desde la envolvente de flujo 64 hacia el casco 12. Los salientes 96 no tocan el casco 12, pero en el caso de que se ejerza una excesiva fuerza lateral externa en el entorno de la chapa perforada de distribución de flujo, el salien-



te 96 y el casco 12 harán contacto para distribuir la -
fuerza y evitar un colapso catastrófico del generador -
10.

5 Lo anterior sólo describe una realización pre-
ferida de la presente invención. Son posibles otras rea-
lizaciones, y se pueden hacer modificaciones sin reba-
sar el alcance de la presente invención, tal como se de-
fine en las reivindicaciones siguientes.

10 La presente solicitud, que corresponde a la -
presentada en Estados Unidos de América, el 3 de Marzo
de 1971, bajo el Nº 120.434, se acoge a los beneficios
del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad In-
dustrial.

REIVINDICACIONES

20 Los puntos de invención propia y nueva, que -
se presentan para que sean objeto de esta solicitud de
Patente de Invención en España, por VEINTE años, son -
25 los siguientes:

30 1.- Un generador de vapor calentado por sodio
que comprende un recipiente de presión alargado que se
extiende verticalmente, una serie de juegos de tubos de
bayoneta que se extienden longitudinalmente y por el in-

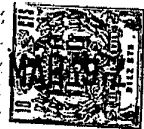
400312

17 MAR 1972



5 terior del citado recipiente de presión, teniendo cada uno de los citados juegos de tubos de bayoneta un tubo exterior cerrado por su extremo inferior y abierto por su extremo superior y un tubo interior abierto por ambos extremos situado dentro del citado tubo exterior, - una chapa de tubos superior y una chapa de tubos inferior, extendiéndose los citados tubos interiores hasta la citada chapa de tubos superior, extendiéndose los citados -
10 tubos exteriores hasta la citada chapa de tubos inferior, una entrada de agua por encima de la citada chapa de tubos superior y una salida de vapor entre la citada chapa de tubos superior y la citada chapa de tubos inferior, una entrada de sodio líquido por debajo de la citada -
15 chapa de tubos inferior y una salida de sodio líquido - en la porción inferior del citado generador, un canal de flujo central en el eje geométrico longitudinal del citado generador para descargar los productos de una reacción accidental del sodio con el agua, teniendo el citado canal de flujo una serie de collares espaciados -
20 axialmente, puenteados por puertas que se abren solamente hacia arriba, estando situados radialmente respecto del citado canal los citados juegos de tubos de bayoneta, una serie de placas anulares de desviación que se -
25 extienden hacia fuera desde el citado canal, extendiéndose holgadamente a través de las citadas placas de desviación los citados tubos de bayoneta, incluyendo las - citadas placas de desviación placas de desviación interiores, que se extienden cada una hacia fuera desde uno de los citados collares y que permiten que el sodio fluya descendentemente en cantidad substancial solamente -
30

11.3.72



cuando están espaciadas respecto del citado canal, y -
placas de desviación exteriores espaciadas alternativa-
mente con respecto a las citadas placas de desviación -
primeramente definidas y que permiten que el citado so-
5 dio fluya descendentemente solo cuando están adyacentes
al citado canal.

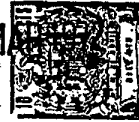
2.- El generador de vapor definido en la rei-
vindicación 1, que comprende además una serie de tirantes
fijados a la citada chapa de tubos inferiores y que se -
10 extiende hacia abajo a través de las citadas placas de
desviación, estando las citadas placas de desviación co-
nectadas a los citados tirantes.

3.- El generador de vapor definido en la rei-
vindicación 2, que comprende además una envolvente de -
15 flujo, extendiéndose la citada envolvente de flujo ver-
ticalmente y espaciada hacia fuera respecto del citado
canal, extendiéndose el extremo superior de la citada -
envolvente de flujo por encima de la citada entrada de
sodio de modo que el sodio que fluye hacia el interior
20 del citado generador a través de la citada entrada flui-
rá ascendentemente sobre la citada envolvente y luego -
descendentemente sobre las citadas placas de desviación
y los citados juegos de tubos de bayoneta.

4.- El generador de vapor definido en la rei-
vindicación 3, que comprende además un recipiente de -
25 presión, estando situada la citada envolvente de flujo
dentro del citado recipiente con un pequeño espacio anu-
lar y vertical entre la citada envolvente y dicho reci-
piente de modo que una pequeña porción del citado sodio
30 que penetra por la citada entrada de sodio fluirá des-

400312

17 MAR



cendientemente en el citado espacio hasta que el espacio
citado se llene de sodio.

5 5.- El generador de vapor definido en la rei-
vindicación 4, en donde las citadas placas de desviación
exteriores están unidas en su periferia externa con la
citada envolvente de flujo.

10 6.- El generador de vapor definido en la rei-
vindicación 5, en el que la citada envolvente de flujo
y el citado recipiente de presión están acampanados ha-
cia dentro en los fondos de los mismos y que comprende
además placas que se extienden hacia abajo desde el ci-
tado fondo de la envolvente de flujo, y placas que se -
extienden hacia arriba desde el fondo del citado reci-
15 piente de presión, estando las citadas placas que se ex-
tienden hacia arriba intercaladas con las citadas pla-
cas que se extienden hacia abajo.

20 7.- Un generador de vapor calentado por sodio.
Tal y como se ha descrito en la Memoria que -
antecede, representado en los dibujos que se acompañan
y con los fines que se han especificado.

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

Madrid,

17 MAR 1972

P.A.

Alberto de Ezaburu
Por Poderes

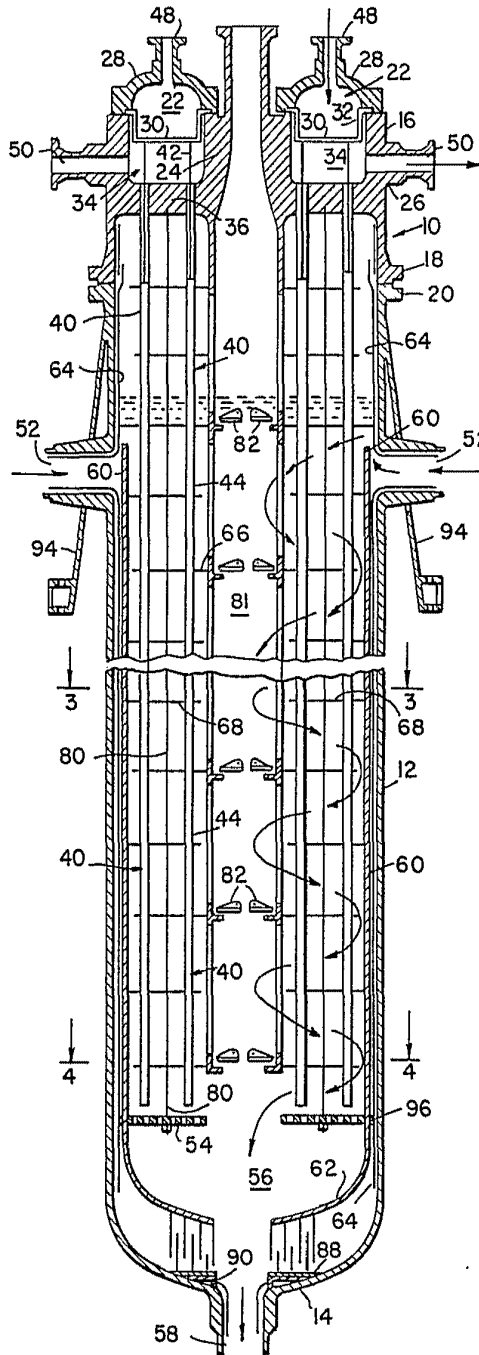
25
11.3.72
MCL

P50317

400312

20 MAR 1972

FIG. 1



Alberto de Lencastre
Per Pedro

P50317

400312

20 MAR 1972



FIG. 3

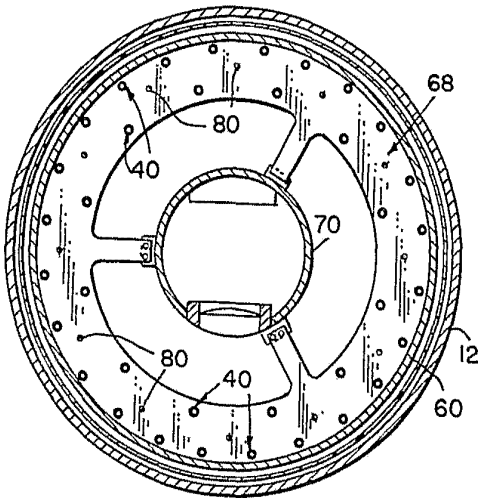


FIG. 2

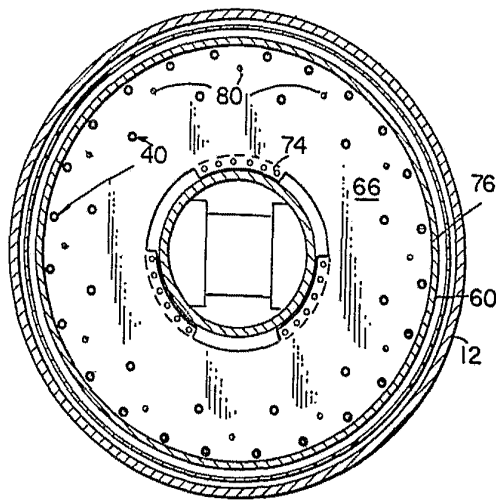
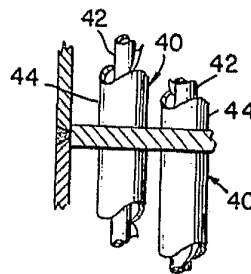


FIG. 4

Alberto de Lizaburu
Per Poder