

400311

14 MAR 1972



P.- 50.316

Case No DS 56528

Int. Cl.: F22B//G21D

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, G21f)

10.3.72

74
74
400311



ANTECEDENTES DE LA INVENCION

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 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 del incremento térmico de los componentes del generador de vapor y a causa de la erosión y la corrosión que son concomitantes con el empleo de sodio fluido.

10
15 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 averías.

RESUMEN DE LA INVENCION

25 Es un objeto de la presente invención el vencer las dificultades encontradas en la técnica anterior, tales como las discutidas anteriormente. En consecuencia, se crea un generador de vapor calentado por sodio, con un cuerpo alargado que se extiende verticalmente, en el cual están colocados varios juegos o conjuntos de tubos de bayoneta de manera que se extienden hacia abajo, hasta el interior de la masa de sodio líquido, para someter el agua a

400311

14 MAR 1972



5 un cambio indirecto de calor con el sodio a fin de produ-
cir vapor. Un tubo de escape central se extiende hacia
abajo entre deflectores o placas de desviación, a través
de las cuales se extienden los conjuntos de tubos de bayo-
neta, de modo que el sodio líquido, que fluye hacia abajo
entre el tubo de escape y la pared lateral del recipiente,
fluye axialmente hacia dentro y alternativamente hacia fue-
ra a través de los tubos de bayoneta hasta que alcanza el
fondo del recipiente. En el caso de una reacción acciden-
10 tal del sodio con agua, el tubo de escape está adaptado
para evacuar rápidamente el producto de la reacción fuera
del recipiente a fin de evitar una explosión violenta.

15 BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 muestra una vista frontal, par-
cialmente 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, parcialmen-
te 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, en corte
parcial, tomada substancialmente a lo largo de la línea
4-4 de la FIG. 1.

DESCRIPCION DE LA REALIZACION PREFERIDA

30 En la FIG. 1 se muestra un generador de va-

34



400311

por calentado por sodio indicado generalmente como 10.
Consta de un recipiente de presión 12 que está acampanado
hacia dentro en 14 para proporcionar un fondo y que tiene
en su extremo superior una sección de cabeza 16 con una
5 brida inferior 18 que está conectada a una brida 20 del re-
cipiente de presión. La sección de cabeza 16 incluye una
cámara anular 22 que está definida por una pared vertical
interior 24, una pared vertical exterior 26 y una cabeza
10 anular 28, la cual está fijada a la parte superior de la
sección de cabeza para cerrar completamente la cámara anu-
lar 22. Una chapa anular superior 30 de tubos se extien-
de a través de la cámara anular 22, estando asegurada por
sus porciones marginales entre la cabeza 28 y las partes
superiores de la pared vertical interior 24 y la pared verti-
15 cal exterior 26. La chapa superior 30 de tubos divide la
cámara anular 22 en una cámara superior 32 y una cámara
inferior 34. La cámara inferior 34 está definida por la
pared vertical interior 24, la pared vertical exterior 26,
la chapa superior 30 de tubos y una chapa inferior 36 de
20 tubos.

Prolongándose hacia abajo desde la sección
de cabeza 16 y por el interior del recipiente de presión
hay una serie de juegos o conjuntos de tubos de bayoneta
40. Los juegos de tubos de bayoneta 40 comprenden un tu-
25 bo interior 42 y un tubo exterior 44. Varios de estos jue-
gos están perfectamente indicados en la FIG. 2. Cada uno
de los tubos interiores 42 se extiende ascendentemente has-
ta la chapa superior 30 de tubos. Cada uno de los tubos
exteriores se extiende ascendentemente hasta la chapa in-
30 ferior 36 de tubos. Aunque los fondos de los juegos de

400311



5 tubos de bayoneta 40 no están indicados con detalle en los
dibujos, debe entenderse que los terminales inferiores de
los tubos exteriores 44 están cerrados, mientras que los
terminales inferiores de los tubos interiores 42 se extien
den 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 tubo interior
42 y el tubo exterior 44 de cada uno de los juegos de tu-
bos 40. Esto evita la aparición de ebullición nucleada,
10 es decir, la acumulación de bolsas de vapor que crean áreas
de poca absorción de calor y la consiguiente rotura de los
tubos exteriores. Ya se ha explicado que es necesario
prevenir, tanto como sea posible, la rotura de tubos que
daría por resultado una reacción del sodio con el agua.

15 Las entradas de agua 48 permiten que el
agua penetre en la cámara superior 32 y fluya descendente-
mente por los tubos interiores 42 y retorne ascendentem-
ente entre los tubos interiores 42 y los tubos exteriores
44 para ser transformada en vapor. El vapor se reunirá
20 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.

25 El sodio líquido que es utilizado para ge-
nerar 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 de la vasija de presión
12, a través de la chapa perforada de distribución de flu-
jo 54 hasta una cámara inferior 56 y fuera del recipiente
de presión 12 a través de una salida de sodio 58.

30 Para aislar el recipiente de presión 12 de

400311



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.

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 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

400311



sacar el agua y el sodio del generador para evitar el da-
ño que produce la presión creada por una reacción más am-
plia del sodio con el agua. El sodio caliente que fluye
sobre la envolvente de flujo 60 fluirá hacia abajo sobre
5 los juegos de tubos de bayoneta 40, según un recorrido
de flujo hacia dentro y alternativamente hacia fuera de-
bido a una serie de placas de desviación.

Para asegurar el flujo cruzado del sodio
líquido sobre los juegos de tubos de bayoneta 40, se pro-
10 porcionan placas de desviación interiores 66 y placas de
desviación exteriores 68. Las placas de desviación inte-
riores 66 están espaciadas a lo largo del generador 10 al-
ternativamente con las placas de desviación exteriores 68.
Una de las placas de desviación exteriores 68 se muestra
15 en planta en la FIG. 3. Dicha placa se extiende hacia den-
tro desde la envolvente de flujo 60 hasta un círculo equi-
distante de la envolvente y de un tubo de escape central 70,
cuya función será descrita luego. Con objeto de asegurar
la rigidez, unas bandas o brazos radiales que se extienden
20 hacia dentro permiten que las placas de desviación exterio-
res 68 estén conectadas con el tubo de escape central 70.

La FIG. 4 muestra una de las placas de des-
viación interiores 66. Dicha placa está conectada por una
banda o brazo 74 al tubo de escape central 70 y se extien-
25 de hacia fuera hasta su periferia 76. Las placas de des-
viación 66 y 68 están conectadas entre sí y con la chapa
perforada de distribución de flujo 54 y la chapa inferior
36 de tubos por medio de tirantes 80. El espaciamiento al-
ternativo de las placas de desviación interiores 66 y de las
30 placas de desviación exteriores 68 asegura que el sodio

14 M
400311



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.

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

Ya se ha explicado que a pesar de las precauciones, tales como las explicadas anteriormente, la rotura de tubos y la consiguiente reacción del sodio con el
20 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, el tubo de escape central 70, que está cerrado por su extremo inferior 81, tiene una serie de discos de
25 explosión 82, los cuales, en el caso de una reacción del sodio con el agua, se rompen para permitir que el sodio penetre en el tubo de escape 70 y fluya ascendentemente sin obstáculos hasta una posición en donde puede ser tratado
30 de manera segura. Para impedir que los discos de explosión

400311



82 se rompan inadvertidamente y prevenir una reacción del oxígeno y/o aire con el sodio líquido, el interior del tubo de escape central 70 está lleno de un gas inerte mantenido a una presión apropiada.

5 Después de fluir a través de la chapa perforada de distribución de flujo 54, el sodio líquido fluye a través de la cámara anular inferior 56 entre la sección de fondo acampanada hacia dentro 62 de la cubierta de flujo 60 y el tubo de escape central 70, hasta que alcanza
10 la salida de sodio 58 y después sale del generador de vapor 10.

 El sodio saliente fluye a través de un casquillo 84 colocado dentro de la salida de sodio 58. El fuelle 86 impide que el sodio contenido en el espacio anular, entre el fondo 14 del recipiente de presión y el fondo
15 acampanado hacia dentro 62 de la envolvente de flujo 60, pase a la salida de sodio. El fuelle 86 se extiende hacia abajo desde el fondo acampanado hacia dentro 62 hasta una brida 88, que está comprimida hacia abajo contra un asiento
20 90 sobre el fondo 14 del recipiente de presión 12 por un muelle 92. Esto produce un cierre hermético 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
25 inferior. De manera semejante, los "contenidos" pueden ser introducidos en su sitio y se formará el cierre en el asiento 90, porque el muelle 92 comprimirá la brida 88 contra el asiento 90.

 El generador de vapor está sostenido por los
30 soportes 94, que están conectados al generador de vapor 10

400311



5 en una posición razonablemente elevada para impedir que éste 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 la proximidad de la chapa perforada de distribución de flujo 54. La chapa 54 transmitirá las fuerzas recibidas de fuera alrededor del 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 al 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 saliente 96 y el casco 12 harán contacto para distribuir la fuerza y evitar un colapso catastrófico del generador 10.

10 Lo anterior sólo describe una realización preferida de la presente invención. Otras realizaciones son posibles, y se pueden hacer modificaciones sin rebasar el alcance de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones siguientes.

15 La presente solicitud que corresponde a la presentada en Estados Unidos de América, con fecha 2 de Marzo de 1971, bajo el número 120154, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

10.3.72

400311


14 MAR 1972



REIVINDICACIONES

5 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
los siguientes:

10 1.- Un generador de vapor calentado por so-
dio, que comprende un recipiente de presión alargado que
se extiende verticalmente, una serie de juegos o conjun-
tos de tubos de bayoneta que se extienden longitudinalmen-
te y por el interior del citado recipiente de presión, te-
niendo cada uno de los citados juegos de tubos de bayoneta
15 un tubo exterior cerrado por su extremo inferior y abierto
por su extremo superior y un tubo interior abierto por am-
bos extremos, situado dentro del citado tubo exterior, una
chapa de tubos superior y una chapa de tubos inferior, ex-
tendiéndose los citados tubos interiores hasta la citada
20 chapa de tubos superior, extendiéndose los citados tubos
exteriores hasta la citada chapa de tubos inferior, una
entrada de agua por encima de la citada chapa de tubos su-
perior y una salida de vapor entre la citada chapa de tu-
bos superior y la citada chapa de tubos inferior, una en-
25 trada de sodio líquido por debajo de la citada chapa de tu-
bos inferior y una salida de sodio líquido en la porción
inferior del citado generador, medios situados a lo largo
del eje geométrico longitudinal del citado generador para
descargar los productos de una reacción accidental del so-
30 dio con el agua, estando situados radialmente respecto a


10.3.72

400311

34 MAR 1947



5 dichos medios los citados juegos de tubos de bayoneta, una serie de placas anulares de desviación que se extienden hacia fuera desde los citados medios, 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 permiten que el sodio fluya descendentemente en cantidad substancial solamente cuando están espaciadas de dichos medios, y placas de desviación exteriores, espaciadas alternativa-
10 mente con respecto a las citadas placas de desviación primeramente definidas, y que permiten que el citado sodio fluya descendentemente sólo cuando está junto a los citados medios.

15 2.- El generador de vapor definido en la reivindicación 1, en el que las otras placas de desviación citadas tienen un conjunto de brazos o bandas radiales que se extienden hacia dentro hasta los citados medios, permitiendo los espacios entre los citados brazos radiales que el citado sodio fluya hacia abajo.

20 3.- El generador de vapor definido en la reivindicación 2 que comprende además una serie de tirantes fijados a la citada chapa de tubos inferior y que se extienden hacia abajo a través de las citadas placas de desviación, estando las citadas placas de desviación conectadas a los citados tirantes.
25

30 4.- El generador de vapor definido en la reivindicación 3, que comprende además una envolvente de flujo, extendiéndose verticalmente, espaciada hacia fuera respecto de dichos medios, la citada envolvente de flujo, extendiéndose el extremo superior de la citada envolvente

400311

14 MAR 1952



de flujo por encima de la citada entrada de sodio de modo que el sodio que fluye hacia el interior del citado generador a través de la citada entrada fluirá ascendentemente sobre la citada envolvente y luego descendentemente sobre las citadas placas de desviación y los citados juegos de tubos de bayoneta.

5
10
15
5.- El generador de vapor definido en la reivindicación 4, que comprende además un recipiente de presión, estando situada la citada envolvente de flujo dentro del citado recipiente con un pequeño espacio anular y vertical entre la citada envolvente y el citado recipiente, de modo que una pequeña porción del citado sodio que penetra por la citada entrada de sodio fluirá descendentemente en el citado espacio hasta que el espacio citado se llene de sodio.

20
6.- El generador de vapor definido en la reivindicación 5 en donde las citadas placas de desviación exteriores están unidas en su periferia externa con la citada envolvente de flujo.

25
7.- El generador de vapor definido en la reivindicación 6, en el que los citados medios están constituidos por un tubo de escape situado centralmente con un conjunto de aberturas espaciadas longitudinalmente en él y un disco de explosión que tapa a cada una de las citadas aberturas y que está destinado a romperse a una presión predeterminada a fin de permitir que los productos de una reacción del sodio líquido entren en el citado tubo de escape y sean dirigidos fuera del citado generador.

30
8.- El generador de vapor definido en la reivindicación 7, en el que la citada envolvente de flujo

14



400311

y el citado recipiente de presión están acampanados hacia dentro en los fondos de ellas y que comprende además un casquillo que se extiende hacia abajo desde el fondo de la citada envolvente de flujo para dirigir el sodio hasta la citada salida de sodio, un fuelle que se extiende hacia abajo desde el fondo de la citada envolvente hasta una brida, y un muelle situado entre la citada envolvente de flujo y la citada brida para comprimir hacia abajo a la citada brida contra el fondo del citado recipiente de presión.

5

10

9.- El generador de vapor definido en la reivindicación 8 que comprende además una brida sobre el citado fondo del citado recipiente de presión destinada a ser acoplada a la citada brida primeramente definida.

15

10.- 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 para los fines que se han especificado.

20

La presente Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

14 MAR 1972

Madrid,

P.A.

Alberto de Elizaburu
Por Poderes

10-.3J972

J.G.M.

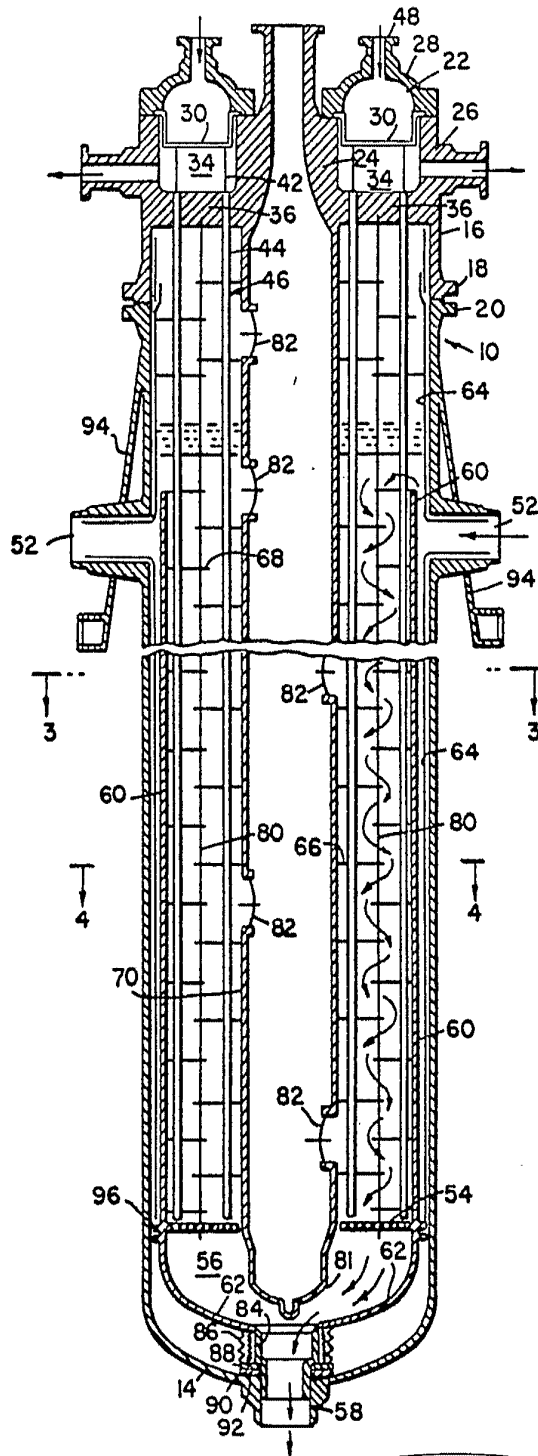
- 14 -

400311

21 MAR 1952



FIG. 1



Alberto de Bizaburu
Por Poder.

400311

21 MAR 1952



FIG. 3

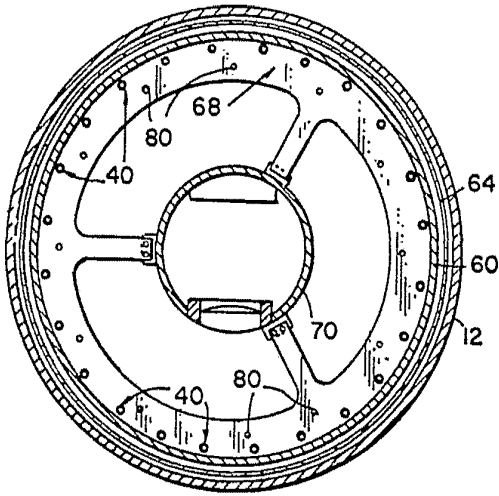


FIG. 2

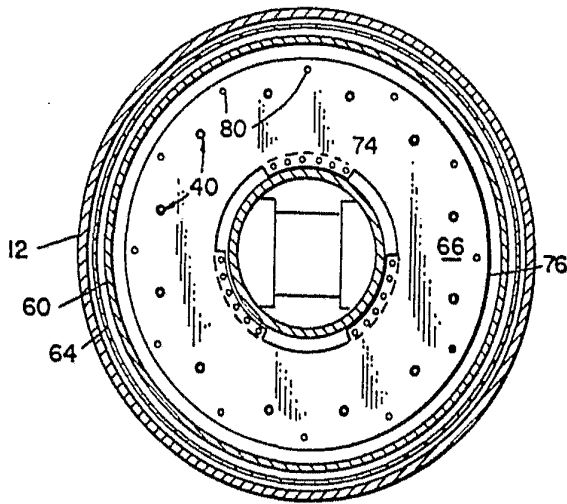
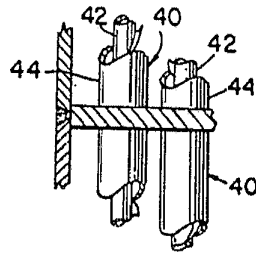
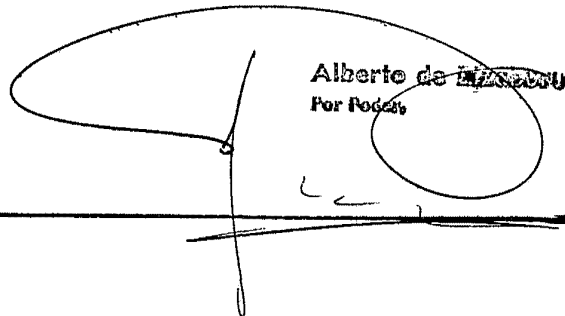


FIG. 4


Alberto de Bazzano
For Foster