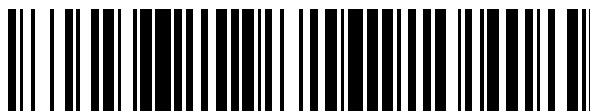


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 148**

51 Int. Cl.:

**G21C 1/09** (2006.01)

**G21C 13/032** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06292065 .7**

96 Fecha de presentación: **28.12.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1804252**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.07.2007**

54 Título: **PRESURIZADOR DE CENTRAL NUCLEAR DE AGUA A PRESIÓN.**

30 Prioridad:  
**29.12.2005 FR 0513466**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.11.2011**

73 Titular/es:  
**AREVA NP  
TOUR AREVA 1 PLACE DE LA COUPOLE  
92400 COURBEVOIE, FR**

72 Inventor/es:  
**Mathieu, Victor y  
Izard, Jean-Pierre**

74 Agente: **Curell Aguila, Marcelino**

**ES 2 369 148 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Presurizador de central nuclear de agua a presión.

5 La presente invención se refiere en general a los presurizadores de centrales nucleares de agua a presión.

Más precisamente, la invención se refiere a un presurizador de central nuclear de agua a presión del tipo que comprende:

- 10
- una envoltura externa que delimita un espacio interno;
  - un conducto que se extiende debajo de la envoltura y que es susceptible de recibir una derivación hacia el circuito principal de la central nuclear;
  - un elemento de derivación que comunica el espacio interno de la envoltura con el conducto, estando soldado este elemento de derivación sobre el conducto por una soldadura;
- 15
- un manguito de protección de la soldadura dispuesto en el interior del elemento de derivación y que presenta un borde periférico inferior que se ajusta en el conducto, definiendo el manguito con el elemento de derivación y el conducto un espacio anular susceptible de ser llenado con el líquido primario.

20 Se acumulan partículas radiactivas en el espacio anular próximo a la soldadura. Estas partículas crean un caudal de dosis elevada en proximidad del fondo del presurizador, lo que complica las operaciones de inspección y de mantenimiento del fondo del presurizador.

En este contexto, la invención pretende proponer un presurizador cuyo mantenimiento sea más fácil.

25 Con este fin, la invención propone un presurizador del tipo citado anteriormente, caracterizado porque el espacio anular está abierto a lo largo de al menos una parte del borde periférico inferior del manguito y desemboca así en el interior del conducto.

El presurizador puede presentar igualmente una o varias de las características siguientes, consideradas individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 30
- el espacio anular está abierto a lo largo de todo el borde periférico inferior del manguito;
  - el elemento de derivación define un canal interno que comunica el conducto y el espacio interno de la envoltura, comprendiendo el presurizador una corona rígidamente fijada al interior de la envoltura alrededor del canal interno, presentando el manguito una parte extrema superior fijada sobre la corona;
- 35
- la corona y/o la parte extrema superior del manguito comprenden unos orificios de circulación que comunican el espacio anular con el espacio interno de la envoltura;
  - la sección de paso de los orificios de circulación está calibrada para limitar el caudal de líquido primario a través del espacio anular a un valor máximo predeterminado;
- 40
- la sección de paso total de los orificios de circulación está comprendido entre 0,5% y 2% de la sección de paso del canal interno del elemento de derivación;
  - el espacio anular presenta a lo largo del borde periférico inferior del manguito una sección de paso comprendida entre 2% y 10% de la sección de paso del canal interno del elemento de derivación;
  - el manguito está montado de manera amovible sobre la corona;
- 45
- el presurizador comprende una alcachofa que cubre el canal interno del elemento de derivación y está montada de manera amovible sobre la corona;
  - la parte extrema superior del manguito está sujeta entre la alcachofa y la corona.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción, a título indicativo y en absoluto limitativo, haciendo referencia a las figuras adjuntas, entre las cuales:

- 50
- la figura 1 es una representación esquemática simplificada del circuito primario de un reactor nuclear de agua a presión, que comprende un presurizador según la invención;
  - la figura 2 es una vista parcial en sección axial del elemento de derivación del presurizador de la figura 1, que muestra además el manguito de protección dispuesto en el interior del elemento de derivación;
  - las figuras 3 y 4 son unas vistas ampliadas de detalles III y IV de la figura 2; y

- la figura 5 es una vista en sección perpendicularmente al eje del manguito, considerada según la incidencia de las flechas V de la figura 2.

La figura 1 representa un circuito primario 1 de reactor nuclear de agua a presión. Este circuito comprende una cuba 2 en la cual se encuentran unos conjuntos de combustible nuclear, un generador de vapor 4 provisto de unas partes primaria y secundaria, una bomba primaria 6 y un presurizador 8. La cuba 2, el generador de vapor 4 y la bomba 6 están unidos por unos segmentos de tubería primaria 10. El circuito 1 contiene agua primaria, siendo esta agua impulsada por la bomba 6 hacia la cuba 2, atravesando la cuba 2 y sufriendo un calentamiento al contacto con los conjuntos de combustible, y atravesando a continuación la parte primaria del generador de vapor 4 antes de volver a la aspiración de la bomba 6. El agua primaria calentada en la cuba 2 cede su calor en el generador de vapor 4 a una agua secundaria que atraviesa la parte secundaria de este generador. El agua secundaria circula en bucle cerrado en un circuito secundario no representado. Se evapora atravesando el generador 4, accionando el vapor de este modo producido una turbina de vapor.

El presurizador 8 está montado en derivación sobre la tubería primaria por un conducto 11 que recibe una derivación hacia el segmento 10 que une la cuba 2 al generador 4. Está dispuesto a una altura superior a la de la bomba 6 y la cuba 2. El presurizador 8 comprende una envoltura externa calderada 12 sensiblemente cilíndrica y de eje vertical, provisto de un domo 13 y un fondo inferior 14. El fondo inferior 14 comprende un orificio central 16 conectado al conducto 11 por un elemento de derivación 18 (figura 2).

El presurizador 8 comprende igualmente unos medios de aspersion 19 que comprende un elemento de derivación 20 que atraviesa el domo 13, una boquilla de aspersion 21 dispuesta en el interior de la envoltura 11 y montada sobre el elemento de derivación 20, una tubería 22 que une el elemento de derivación 20 a la tubería primaria, al nivel de la impulsión de la bomba 6, y unos medios (no representados) para autorizar o prohibir selectivamente la circulación de agua primaria en la tubería 22 hasta la boquilla 21.

El circuito primario 1 comprende igualmente un circuito de seguridad 23 que incluye un depósito de descarga 24, una tubería 25 que conecta el depósito 24 al domo 13 del presurizador, y una válvula de seguridad 26 interpuesta en la tubería 25 entre el depósito 24 y el presurizador 8.

El espacio interior del presurizador 8 está en comunicación con el circuito primario 1 por intermedio del elemento de derivación 18 y del conducto 11, de tal modo que el presurizador 8 está permanentemente lleno de forma parcial por el agua primaria, siendo el nivel de agua en el interior del presurizador función de la presión corriente de funcionamiento del circuito primario. El cielo del presurizador 8 se llena de vapor de agua a una presión sensiblemente igual a la presión del agua que circula en la tubería primaria 10 que une el generador 4.

En caso de sobrepresión en el presurizador, la válvula 26 se abre y el vapor de agua se evacúa hasta el depósito 24, en el que se condensa.

El presurizador 8 está equipado con varias decenas de cañas calefactoras eléctricas 28. Estas cañas están dispuestas verticalmente y están montadas sobre el fondo inferior 14. Atraviesan el fondo 14 por unos orificios previstos a este efecto, estando interpuestos unos medios de estanqueidad entre las cañas y el fondo 14.

El presurizador 8 tiene como función controlar la presión del agua en el circuito primario. Debido a que se comunica por el conducto 11 con la tubería primaria, juega un papel de vaso de expansión. De este modo, cuando aumente o disminuya el volumen de agua en circulación en el circuito primario, el nivel de agua en el interior del presurizador 8 se elevará o descenderá según el caso.

Esta variación del volumen de agua puede resultar, por ejemplo, de una inyección de agua en el circuito primario o de una variación de la temperatura de funcionamiento del circuito primario.

El presurizador 8 tiene igualmente como función aumentar o disminuir la presión de funcionamiento del circuito primario.

Para aumentar la presión de funcionamiento del circuito primario, se alimentan eléctricamente las cañas de calentamiento 28, de tal modo que éstas calientan el agua contenida en la parte inferior del presurizador y la llevan a su temperatura de ebullición. Una parte de esta agua hierve, de tal modo que aumenta la presión en el cielo del presurizador 8. Debido a que el vapor está constantemente en equilibrio hidrostático con el agua que circula en el circuito primario 1, aumenta la presión de funcionamiento de este circuito primario 1.

Para hacer que disminuya la presión de funcionamiento del circuito primario 1, se pone en funcionamiento la boquilla de aspersion 21 dispuesta en el cielo del presurizador 8, autorizando la circulación de agua en la tubería 22 con ayuda de los medios previstos a este efecto. El agua extraída de la tubería primaria 10 durante la impulsión de la bomba 6 es proyectada al cielo del presurizador 8 y provoca la condensación de una parte del vapor de agua que se encuentra allí. La presión del vapor de agua en el cielo del presurizador 8 disminuye, de tal modo que la presión de funcionamiento del circuito primario 1 se reduce también.

## ES 2 369 148 T3

5 Como se observa en la figura 2, el elemento de derivación 18 comunica el espacio interno de la envoltura 12 del presurizador con el conducto 11. El elemento de derivación 18 comprende una parte 30 de forma general cilíndrica y de eje vertical que presenta un extremo inferior fijado rígidamente al conducto 11 por medio de una soldadura 32. La parte cilíndrica 30 se prolonga hacia arriba por una parte 34 que forma un collarín soldado sobre los bordes de la abertura 16. La parte sensiblemente cilíndrica 30 del elemento de derivación delimita un canal interno 36 de eje X vertical que une el espacio interno de la envoltura 12 al conducto 11.

El elemento de derivación 18 es una pieza forjada de acero ferrítico. El conducto 11 se realiza en acero austenítico.

10 El presurizador comprende igualmente una corona 38 cilíndrica de eje X que rodea el canal interno 36 del elemento de derivación. La corona 38 está dispuesta en el interior de la envoltura 12 y está soldada sobre la cara 40 del collarín 34 vuelta hacia el interior de la envoltura 12. Esta cara 40 presenta una forma anular y rodea el canal interno 36.

15 El presurizador comprende todavía un manguito 42 de protección de la soldadura 32. El manguito 42 presenta una forma general cilíndrica de eje central X y está dispuesto en el canal interno 36 del manguito. Comprende una parte extrema inferior 44 ajustada en el conducto 11 y que presenta un borde periférico inferior libre 46. Comprende igualmente una parte extrema superior 48 que se extiende en el espacio interno de la envoltura 12. La parte 48 se prolonga radialmente hacia el exterior por un collarín 50 rígidamente fijado sobre la corona 38.

20 Como muestra la figura 4, la corona 38 presenta un segmento superior 52 que tiene radialmente un espesor importante y un segmento inferior 54 de espesor reducido soldado sobre la cara 40. La parte 52 está delimitada hacia arriba por un tramo 56 perforado, por ejemplo, por veinte orificios roscados 58 de ejes verticales. Los orificios 58 están distribuidos regularmente alrededor del eje X. El collarín 50 del manguito se apoya sobre la cara 56 y presenta unos orificios 60 dispuestos en coincidencia con los orificios 58.

25 Por lo demás, el presurizador comprende igualmente una alcachofa 62 dispuesta en el interior de la envoltura 12 y que cubre el canal interno 36 del elemento de derivación. La alcachofa 62 comprende una parte 64 de forma semiesférica perforada por unos orificios de filtración distribuidos sobre toda su superficie, prolongada por una parte cilíndrica 66 fijada por intermedio de un collarín 68 a la corona 38. Como muestra la figura 4, el collarín 50 del manguito está sujeto entre el collarín 68 de la alcachofa y la cara 56 de la corona.

30 El collarín 68 está perforado por unos orificios 70 dispuestos en coincidencia con los orificios roscados 58. Unos tornillos 72 atraviesan los orificios 70 y 60 y están atornillados en los orificios 58. Aseguran la fijación a la vez de la alcachofa 62 y del manguito 42 sobre la corona 38.

35 La alcachofa 62 tiene como función bloquear los elementos susceptibles de ser arrastrados hacia el circuito primario por el líquido primario. Tiene igualmente un papel de difusor y rompe los vórtices susceptibles de formarse en el flujo de líquido primario que entra o sale del presurizador.

40 El manguito 42 define con la parte cilíndrica 30 del elemento de derivación y con el conducto 11 un espacio anular 74 de eje X.

45 Como muestra la figura 3, el espacio anular 74 se abre hacia abajo a lo largo de todo el borde periférico inferior 46.

Como muestran las figuras 2 y 3, en la cara interna 77 del conducto 11 está formado un hombro periférico 76 al nivel del borde periférico inferior 46 del manguito. El hombro 76 está delimitado hacia arriba por una cara 78 que se extiende debajo del borde 46 y que define con éste un orificio inferior 79 del espacio anular 74.

50 La cara 78 está ligeramente inclinada hacia abajo y se une hacia arriba en dirección a la cara interna 77 del conducto 11 por una superficie curva.

55 El segmento inferior 54 de la corona 38 está perforado por cuatro orificios 80 que comunican el espacio anular 74 con el espacio interno de la envoltura 12 (figura 5). Además, el collarín 50 está perforado por ocho orificios 82 (figura 4) que comunican el espacio anular 74 con el espacio interno de la envoltura 12. Los orificios 80 y 82 están distribuidos regularmente alrededor del eje X.

Los orificios 82 sirven de respiraderos durante el llenado del presurizador.

60 La sección de paso de los orificios 80 está calibrada para limitar el caudal de líquido primario a través del espacio anular 74 a un valor máximo predeterminado.

Este valor se elige caso por caso, en función del dominio de temperatura de funcionamiento del reactor nuclear y de la geometría del presurizador.

65 La sección de paso del orificio inferior 79 del espacio anular se selecciona de entre un 2% y un 10% de la sección de

paso del canal interno 36 del manguito. En un ejemplo típico de realización, la separación entre la cara 78 y el borde 46 es de 5 mm aproximadamente, y la sección de paso es de alrededor de 10000 mm<sup>2</sup>. La sección de paso del espacio anular 74 está comprendida típicamente entre el 10% y el 15% de la sección de paso del canal 36.

5 La sección de paso acumulada de los orificios 80 está comprendida preferentemente entre el 0,5% y el 2% de la sección de paso del canal 36. En un ejemplo típico de realización, la sección de paso total de los orificios 80 es de aproximadamente 600 mm<sup>2</sup>.

10 Finalmente, cuatro tacos antivibratorios 84, distribuidos regularmente alrededor del eje X, están soldados sobre la superficie interna del elemento de derivación 18 (figuras 2 y 5). Su altura corresponde sensiblemente al espesor radial del espacio anular 74, de tal modo que el manguito 42 se apoya normalmente en estado libre sobre los tacos 84.

15 El presurizador descrito anteriormente presenta múltiples ventajas.

Debido a que el espacio anular 74 está abierto hacia la base, a lo largo de al menos una parte del borde periférico inferior del manguito 42, y desemboca así en el conducto 11, las partículas radiactivas no pueden acumularse en este espacio anular y se evacuan hacia el conducto 11.

20 Por lo demás, los orificios 80 practicados en la corona 38 permiten crear una circulación de fluido primario en el espacio anular 74. Por tanto, las partículas radiactivas que son susceptibles de acumularse en el espacio anular son arrastradas por el líquido primario, lo cual disminuye aún más la probabilidad de que se produzca una acumulación de partículas radiactivas entre el manguito y el elemento de derivación o el conducto.

25 Además, la parte inferior del espacio anular 74 está orientada de manera sensiblemente radial hacia el centro del conducto 11 y la transición entre la parte axial y la parte radial del espacio anular se hace según una curva de forma que no se creen ángulos muertos, en los cuales las partículas serían susceptibles de acumularse.

30 Por lo demás, la cara 78 que delimita la parte radial del espacio anular hacia abajo está ligeramente inclinada con respecto a la horizontal, lo cual facilita el arrastre de las partículas por el fluido primario que circula en el espacio anular.

35 Las secciones de paso de los orificios 80 en lo alto del manguito se eligen de manera que creen una pérdida de carga localizada predeterminada para el fluido primario que atraviesa el espacio anular. De esta manera, se limita el caudal de fluido primario a través del espacio anular a un valor máximo predeterminado. Los orificios 80 podrían realizarse también en el collarín 50 del manguito.

40 Se observará que el fluido primario es susceptible de circular en el espacio anular desde el conducto 11 hacia el interior de la envoltura 12 (hacia arriba) o en sentido inverso desde el interior de la envoltura 12 hacia el conducto 11 (hacia abajo). La geometría de los orificios 80 y del orificio inferior 79 permite crear una pérdida de carga en los dos sentidos de circulación del fluido y, por tanto, limitar el caudal en los dos sentidos de circulación posibles.

45 El hecho de que la parte inferior del espacio anular 74 esté orientada en dirección sensiblemente radial contribuye a limitar el caudal de líquido primario en el espacio anular 74 cuando este líquido circula desde la tubería primaria hacia el presurizador. Esta orientación hace igualmente más difícil que unas partículas radiactivas arrastradas por el fluido primario penetren por abajo en el espacio anular.

50 La limitación del caudal de fluido primario en el espacio anular 74 permite limitar la rapidez de las variaciones de temperatura al nivel de la soldadura 32. Esto es importante, ya que la soldadura se interpone entre dos piezas (elemento de derivación 18 y conducto 11) realizadas en materiales diferentes y que presentan coeficientes de dilatación térmica diferentes. Por tanto, el impacto de las tensiones térmicas y mecánicas al nivel de la soldadura y en el conjunto del elemento de derivación 18 está fuertemente limitado en consecuencia.

55 Finalmente, se aprovecha ventajosamente la presencia de la corona de fijación 38 del manguito 42 para montar la alcachofa 62 sobre esta corona.

60 La alcachofa 62 y el manguito 42 pueden desmontarse fácilmente. Se retiran primero los tornillos 72, que son fácilmente accesibles. Se retira a continuación la alcachofa 62, y después se extrae el manguito 42 del elemento de derivación 30 por la parte superior.

65 Como variante, es posible elegir la sección de paso del orificio inferior 79 de manera que se cree una pérdida de carga localizada como complemento de la creada por los orificios 80.

Es posible que el orificio inferior 79 se extienda sobre toda la periferia del borde periférico inferior 46 o bien solamente sobre una parte del mismo. El orificio 79 puede ser continuo o puede estar dividido en varias aberturas separadas unas de otras.

**REIVINDICACIONES**

1. Presurizador (8) de central nuclear de agua a presión, que comprende:

- 5           – una envoltura externa (12) que delimita un espacio interno, comprendiendo la envoltura externa (12) un fondo inferior (14);
- un conducto (11) que se extiende debajo de la envoltura (12) y que es susceptible de recibir una derivación hacia el circuito primario (1) de la central nuclear;
- 10          – un elemento de derivación (18) que conecta el conducto (11) al fondo (14) y que comunica el espacio interno de la envoltura (12) con el conducto (11), estando soldado este elemento de derivación (18) sobre el conducto (11) por una soldadura (32);
- un manguito (42) de protección de la soldadura (32) dispuesto en el interior del elemento de derivación (18) y que presenta un borde periférico inferior (46) que se ajusta en el conducto (11), definiendo el manguito (42) con el elemento de derivación (18) y el conducto (11) un espacio anular (74) susceptible de ser llenado con el líquido primario;
- 15

caracterizado porque el espacio anular (74) está abierto a lo largo de al menos una parte del borde periférico inferior (46) del manguito (42) y desemboca en el interior del conducto (11).

20          2. Presurizador según la reivindicación 1, caracterizado porque el espacio anular (74) está abierto a lo largo de todo el borde periférico inferior (46) del manguito (42).

              3. Presurizador según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque el elemento de derivación (18) define un canal interno (36) que comunica el conducto (11) y el espacio interno de la envoltura (12), comprendiendo el presurizador (8) una corona (38) fijada rígidamente al interior de la envoltura (12) alrededor del canal interno (36), presentando el manguito (42) una parte extrema superior (48) fijada sobre la corona (38).

25

              4. Presurizador según la reivindicación 3, caracterizado porque la corona (38) y/o la parte extrema superior (48) del manguito (42) comprenden unos orificios de circulación (80) que comunican el espacio anular (74) con el espacio interno de la envoltura (12).

30

              5. Presurizador según la reivindicación 4, caracterizado porque la sección de paso de los orificios de circulación (80) está calibrada para limitar el caudal de líquido primario a través del espacio anular (74) a un valor máximo predeterminado.

35          6. Presurizador según la reivindicación 5, caracterizado porque la sección de paso total de los orificios de circulación (80) está comprendida entre el 0,5% y el 2% de la sección de paso del canal interno (36) del elemento de derivación (18).

              7. Presurizador según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, caracterizado porque el espacio anular (74) presenta a lo largo del borde periférico inferior (46) del manguito (42) una sección de paso comprendida entre el 2% y el 10% de la sección de paso del canal interno (36) del elemento de derivación (18).

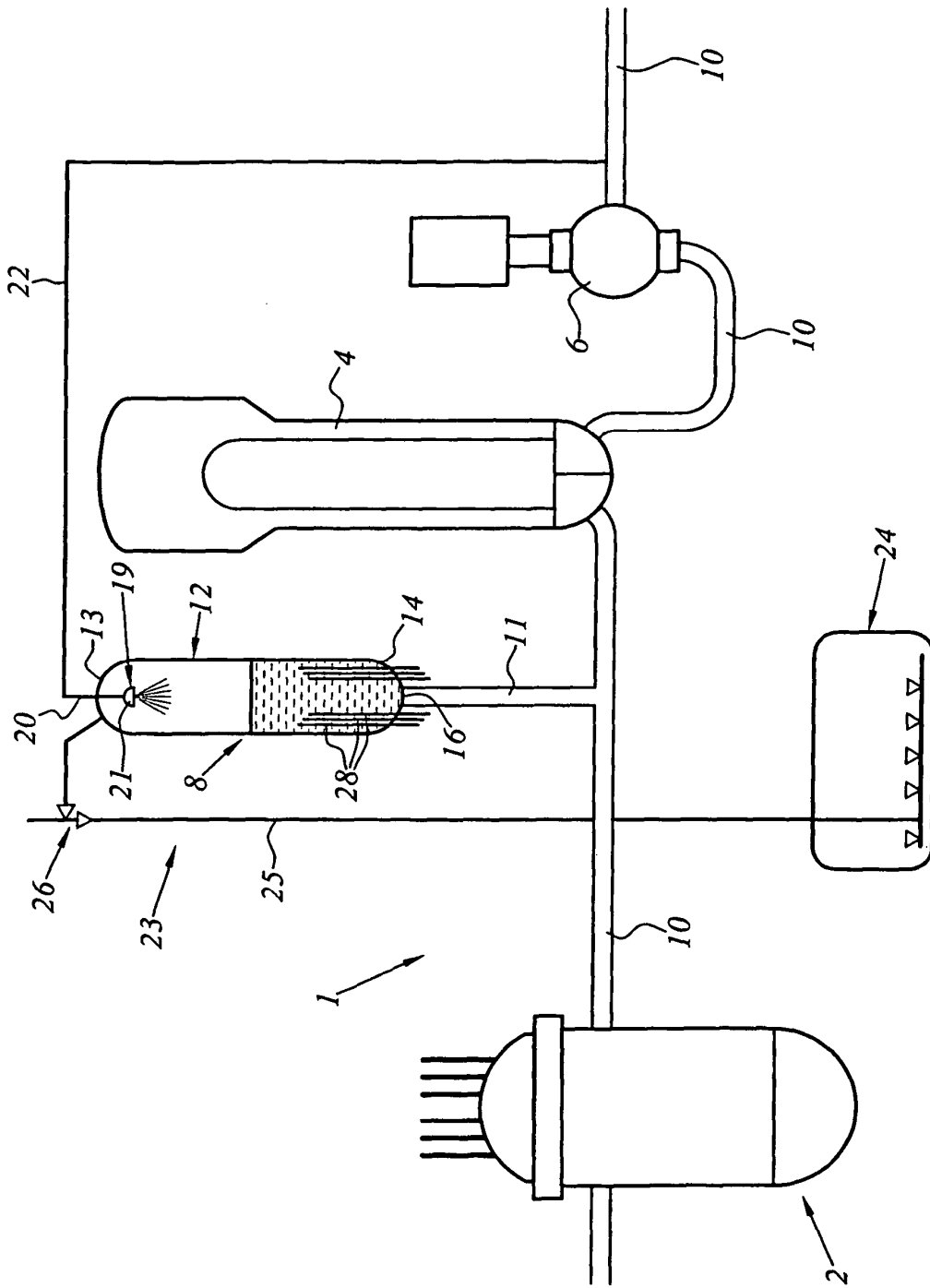
40

              8. Presurizador según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, caracterizado porque el manguito (42) está montado de manera amovible sobre la corona (38).

45

              9. Presurizador según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 7, caracterizado porque comprende una alcachofa (62) que cubre el canal interno (36) del elemento de derivación (18) y está montada de manera amovible sobre la corona (38).

50          10. Presurizador según la reivindicación 9, caracterizado porque la parte extrema superior (48) del manguito (42) está dispuesta entre la alcachofa (62) y la corona (38).



**FIG. 1**

