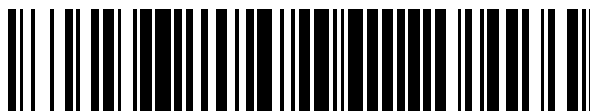


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 607**

51 Int. Cl.:

F22B 23/06 (2006.01)
F28F 9/013 (2006.01)
F28D 7/06 (2006.01)
F22B 1/02 (2006.01)
F22B 37/20 (2006.01)
F28F 19/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2012 PCT/US2012/052959**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **25.04.2013 WO13058873**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2012 E 12841305 (1)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2766661**

54 Título: **Haz de tubos de generador de vapor antiobstrucción**

30 Prioridad:

13.10.2011 US 201113272524

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.11.2018

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
 (100.0%)
 1000 Westinghouse Drive
 Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

**WEPFER, ROBERT, M.;
 SCHWALL, JAMES, R.;
 WEINDORF, CHRISTOPHER, A. y
 BALAVAGE, JOHN, R.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 688 607 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

Haz de tubos de generador de vapor antiobstrucción

Antecedentes**1. Campo**

- 5 La presente invención versa, en general, acerca de dispositivos de soporte de tubos para generadores de vapor y, más en particular, acerca de una disposición de soporte de tubos para un generador de vapor de tubos y carcasa que minimiza la obstrucción de los agujeros del flujo de recirculación en las placas de soporte de tubos en el exterior de los tubos de intercambio de calor.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Normalmente, un generador de vapor de un reactor nuclear de agua a presión comprende una carcasa orientada verticalmente, una pluralidad de tubos con forma de U dispuestos en la carcasa de manera que forme un haz de tubos, una placa de tubos para soportar los tubos en los extremos opuestos a la curvatura similar a una U, una placa divisoria que coopera con la placa de tubos y un cabezal inferior que forma un colector de entrada de fluido primario en un extremo del haz de tubos y un colector de salida de fluido primario en el otro extremo del haz de tubos. Una
15 tobera de entrada de fluido primario se encuentra en comunicación de fluido con el colector de entrada de fluido primario y una tobera de salida de fluido primario se encuentra en comunicación de fluido con el colector de salida de fluido primario. El lado secundario del generador de vapor comprende una camisa envolvente dispuesta entre el haz de tubos y la carcasa para formar una cámara anular compuesta de la carcasa en el exterior y de la camisa envolvente en el interior, y un anillo de distribución del agua de alimentación dispuesto encima del extremo de
20 curvatura similar a una U del haz de tubos.

- El fluido primario que ha sido calentado mediante su circulación a través del reactor entra en el generador de vapor a través de la tobera de entrada de fluido primario. Desde la tobera de entrada de fluido primario, el fluido primario es conducido a través del colector de entrada de fluido primario, a través del haz de tubos en U, saliendo del colector de salida de fluido primario y a través de la tobera de salida de fluido primario al resto del sistema de refrigerante del reactor. Al mismo tiempo, se introduce agua de alimentación en el lado secundario del generador de vapor, es decir,
25 el lado del generador de vapor conectado con el exterior del haz de tubos encima de la placa de tubos, a través de una tobera de agua de alimentación que está conectada con un anillo de distribución del agua de alimentación en el interior del generador de vapor. En una realización, tras entrar en el generador de vapor, el agua de alimentación se mezcla con el agua que regresa de los separadores de humedad. Esta mezcla, denominada flujo de la bajante, es conducida bajando por la cámara anular adyacente a la carcasa hasta que la placa de tubos ubicada en la parte inferior de la cámara anular provoca que el agua cambie de dirección, pasando con una relación de transferencia de calor con el exterior de los tubos en U y subiendo a través del interior de la camisa envolvente. Mientras el agua circula con una relación de transferencia de calor con el haz de tubos, el calor es transferido desde el fluido primario
30 en los tubos al agua que rodea los tubos provocando que una porción del agua que rodea los tubos sea convertida en vapor. Para diferenciar esta mezcla de vapor/agua del flujo de la bajante de fase única, se denomina a esta mezcla flujo del haz de tubos. Entonces, el vapor se eleva y es conducido a través de un número de separadores de humedad que separan el agua arrastrada del vapor, y luego el vapor sale del generador de vapor y se hace que circule, normalmente, a través de una turbina para generar electricidad de una forma bien conocida en la técnica.

- Dado que el fluido primario contiene materiales radiactivos y está aislado del agua de alimentación únicamente por las paredes de los tubos en U, las paredes de los tubos en U forman parte del límite primario para aislar estos materiales radiactivos. Por lo tanto, es importante que se mantengan los tubos en U libres de defectos al estar bien soportados, de forma que no se produzca ninguna rotura en los tubos en U que provoque que los materiales radiactivos del fluido primario entren en el lado secundario, lo que sería un resultado no deseable. El soporte para los tubos en U se logra principalmente mediante una pluralidad de placas de soporte de tubos transversales,
45 separadas en tándem que están colocadas axialmente en la altura del haz de tubos y a través de las cuales pasan los tubos de intercambio de calor con sus extremos extendiéndose a través de la placa de tubos, y estando fijados a la misma. Normalmente, los agujeros en las placas de soporte tienen superficies planas que soportan lateralmente los tubos de intercambio de calor y lóbulos entre las superficies planas que permiten el paso del flujo y del vapor del haz de tubos. Sin embargo, se ha documentado el ensuciamiento o la obstrucción de la placa de soporte de tubos en diversos generadores de vapor a lo largo de aproximadamente los últimos veinte años y ha sido un problema creciente, en particular en centrales con un pH bajo y niveles elevados de entrada de sólidos en los generadores de vapor. El ensuciamiento de la placa de soporte de tubos da lugar a una inestabilidad del nivel de agua, que debe ser abordado a corto plazo por reducciones del nivel de potencia, hasta que se pueda llevar a cabo una limpieza química de los generadores de vapor. Se ha observado que el ensuciamiento se produce en las porciones superiores del haz de tubos, en las que las caídas de presión y las velocidades son más elevadas y las densidades menores. Los explotadores de centrales han expresado interés en diseños de placa de soporte de tubos que reduzcan el potencial de ensuciamiento y eviten la necesidad de reducir los niveles de potencia.

El documento US 4 357 908 A enseña un generador de vapor que tiene zonas definidas de rama fría y de rama caliente, en el interior de la camisa envolvente, por medio de tabiques divisorios verticales que separan las ramas frías de las ramas calientes, y fuera de la camisa envolvente por medio de un faldón que rodea una porción de esta en el lado de la rama fría, formando con ella un espacio cerrado en sus lados y en su porción inferior mientras se
 5 deja un paso a la zona de la rama fría desde el interior de la camisa envolvente. El espacio está abierto en su parte superior, de forma que el agua reciclada pueda volver al haz de tubos en U a través de ambas zonas, pero el agua secundaria de alimentación circula, en su mayor parte, en la zona de la rama fría.

El documento US 4 120 350 A enseña un generador de vapor que tiene un conjunto de placas planas dotadas de aberturas que soportan los tubos de intercambio de calor. Cada abertura tiene al menos tres ensenadas que proporcionan pasos individuales de fluido cuando el tubo asociado está alojado en su lugar. Al menos tres miembros que se proyectan hacia dentro que separan las ensenadas restringen el movimiento de los tubos. El documento DE 22 43 402 A1 enseña un generador de vapor que tiene una placa de tubos, varios tubos con forma de U que se extienden hacia arriba desde la placa de tubos para formar un haz de tubos, y una placa perforada dispuesta, en general, adyacente y paralela a la placa de tubos, estando dispuesta la placa perforada de forma que provoca que el
 10 agua de alimentación fluya a través de la placa de tubos de tal forma que una cantidad sustancial fluya hasta la porción central de la porción de rama caliente del haz de tubos y, de ese modo, evita una ebullición prematura en esta área. El documento US 6 059 022 A enseña una placa de soporte de tubos del generador de vapor que tiene pasos con superficies planas que se extienden hacia dentro que soportan dos lados de cada uno de los cuatro tubos de intercambio de calor del generador de vapor, respectivamente, en las esquinas de los pasos. Placas alternas de las placas de soporte son sustancialmente idénticas, sin embargo, están dispuestas en el generador de vapor para acoplarse con los tubos en lados opuestos, de forma que entre las placas adyacentes de soporte los tubos de intercambio de calor estén soportados sobre cuatro lados.

En consecuencia, se desea un nuevo diseño de placa de soporte y de sistema de placas de soporte que reduzcan o eliminen la deposición de impurezas y de precipitados en los pasos de fluido del haz de tubos para mejorar la
 15 eficacia continua del generador de vapor para transferir calor del lado primario al lado secundario.

Un objeto adicional de las realizaciones descritas en la presente memoria es proporcionar una mejora de tal tipo que no reduzca el nivel de potencia de tal generador de vapor.

Sumario

Se logran estos y otros objetos mediante las realizaciones descritas en la presente memoria que proporcionan un generador de vapor de tubos y carcasa según se define mediante la reivindicación independiente 1 adjunta, que
 20 tiene, entre otros, una carcasa alargada con un eje que se extiende a lo largo de su dimensión alargada y una placa de tubos en el interior de la carcasa sustancialmente transversal al eje. Una pluralidad de tubos de intercambio de calor se extiende axialmente desde la placa de tubos, en el interior de la carcasa, formando la pluralidad de tubos de intercambio de calor un haz de tubos. El haz de tubos tiene varias placas de soporte de tubos separadas en tándem colocadas, respectivamente, de forma sustancialmente transversal al eje y que se extienden sustancialmente en la
 25 anchura del haz de tubos. Las placas de soporte de tubos están diseñadas para dejar pasar un fluido a través de las placas de soporte de tubos con un flujo del fluido regulado, de forma que el flujo sea mayor a través de algunas porciones de las placas de soporte de tubos que a través de otras porciones de las placas de soporte de tubos. Preferentemente, el flujo del fluido a través de las placas de soporte de tubos es regulado variando la geometría de los agujeros en las placas de soporte de tubos. De forma deseable, algunos de los agujeros a través de los cuales se extienden los tubos de intercambio de calor son mayores que otros de los agujeros a través de los cuales se extienden los tubos de intercambio de calor. En una realización, al menos una de una placa más alta de soporte de tubos tiene agujeros en torno a una periferia a través de los cuales se extiende el tubo de intercambio de calor que son menores que los agujeros a través de los cuales se extienden los tubos de intercambio de calor hacia el centro de la placa más alta de soporte de tubos; y, preferentemente, la placa más alta de soporte de tubos comprende una pluralidad de placas más altas de soporte de tubos. En otra realización, los agujeros a través de los cuales pasan los tubos de intercambio de calor tienen una pluralidad de lóbulos en una periferia de los agujeros, y los agujeros mayores tienen un mayor radio que se extiende desde la línea central de los agujeros hasta el lóbulo.

Normalmente, los tubos de intercambio de calor tienen una rama fría y una rama caliente, y al menos algunos de los agujeros en al menos algunas de las placas de soporte de tubos a través de los cuales pasan las ramas calientes son más pequeños que al menos algunos de los agujeros a través de los cuales pasan las ramas frías. Preferentemente, el generador de vapor tiene una pluralidad de placas superiores de soporte de tubos y una pluralidad de placas inferiores de soporte de tubos y al menos algunos de los agujeros en al menos algunas de las placas inferiores de soporte de tubos a través de los cuales pasan las ramas calientes son más pequeños que al menos algunos de los agujeros en al menos algunas de las placas superiores de soporte de tubos. En otra realización más, algunos de los agujeros en al menos algunas de las placas inferiores de soporte a través de los cuales pasan las ramas calientes son más pequeños que al menos algunos de los agujeros a través de los cuales pasan al menos algunas de las ramas frías. De forma deseable, algunos de los agujeros en al menos algunas de las placas inferiores de soporte a través de los cuales pasan las ramas calientes son más pequeños que
 30 sustancialmente todos los agujeros a través de los cuales pasan las ramas frías.

En otra realización más, el generador de vapor incluye tubos de intercambio de calor con forma de U que tienen una rama fría y una rama caliente, regulándose el flujo de fluido variando la porosidad de la placa de soporte de tubos, de forma que el flujo de fluido a través de la mayoría de los lados de las placas de soporte de tubos a través de las cuales pasan las ramas frías sea mayor que el flujo de fluido a través de la mayoría de los lados de las placas de soporte de tubos a través de las cuales pasan las ramas calientes. Por mayor se quiere que las condiciones de fluido, por ejemplo, uno o más de la velocidad, la calidad, el subenfriamiento, etc., son alteradas, a diferencia de los diseños que tienen una porosidad sustancialmente constante en toda la envergadura de una placa de tubos a cualquier elevación dada. Preferentemente, el generador de vapor tiene una pluralidad de placas superiores de soporte de tubos y una pluralidad de placas inferiores de soporte de tubos, y la porosidad de la placa de soporte de tubos a través de la periferia de las placas superiores de soporte de tubos es inferior a la porosidad de la placa de soporte de tubos a través de una porción central de las mismas placas superiores de soporte de tubos. Normalmente, los tubos de intercambio de calor con forma de U tienen una rama fría y una rama caliente en las que la porosidad de la placa de soporte de tubos a través de la periferia de las placas superiores de soporte de tubos es inferior a la porosidad de la placa de soporte de tubos a través de la porción central en un lado de la rama caliente de las placas superiores de soporte. En otra realización más, la porosidad de la placa de soporte de tubos es regulada, al menos parcialmente, mediante una serie de ranuras o de agujeros en un haz central de tubos en al menos algunas de las placas de soporte de tubos.

Breve descripción de los dibujos

Se puede obtener una mayor comprensión de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes cuando sea leída junto con los dibujos adjuntos, en los que:

- La Figura 1 es una vista en perspectiva, parcialmente recortada, de un generador de vapor vertical de tubos y carcasa;
- la Figura 2 es una representación gráfica isométrica de la distribución del bloqueo (obstrucción) del flujo de las placas de soporte de tubos en el área del haz de tubos de un generador de vapor de tubos y carcasa;
- la Figura 3 es una representación gráfica isométrica del patrón de deposición a lo largo de las placas de soporte de tubos de un generador de vapor de tubos y carcasa;
- la Figura 4 es una representación esquemática de la distribución de velocidades del flujo de dos fases en el entorno del haz de tubos de un generador de vapor de tubos y carcasa;
- la Figura 5 es una representación esquemática de la configuración relativa de agujeros empleada en las placas de soporte de tubos de intercambio de calor de un generador de vapor de tubos y carcasa según una realización descrita en la presente memoria;
- la Figura 6 es una representación esquemática de la configuración relativa de agujeros de tubos de intercambio de calor en la placa de soporte de un generador de vapor de tubos y carcasa según una segunda realización descrita en la presente memoria;
- la Figura 7A es una vista esquemática en planta de una configuración de agujeros de tubos de intercambio de calor de la placa de soporte de tubos de la técnica anterior;
- la Figura 7B muestra la configuración de agujeros ilustrada en la Figura 7A modificada por una realización de la presente invención; y
- la Figura 8 es una vista en planta de una representación gráfica esquemática de otra configuración de agujeros de placa de soporte de tubos descrita en la presente memoria.

Descripción de la realización preferente

Con referencia ahora a los dibujos, la Figura 1 muestra un generador 10 de vapor que utiliza una pluralidad de tubos con forma de U que constituyen un haz 12 de tubos para proporcionar la superficie de calentamiento requerida para transferir calor de un fluido primario para evaporar o hervir un fluido secundario. El generador 10 de vapor comprende una vasija que tiene una porción tubular 14 de carcasa orientada verticalmente y un compartimento superior o cabeza cóncava 16 que rodea el extremo superior y un cabezal inferior 18 con forma generalmente hemisférica que rodea el extremo inferior. La porción inferior 14 de la carcasa tiene un diámetro más pequeño que la porción superior 15 de la carcasa, y una transición 20 con forma troncocónica conecta las porciones superior e inferior. Se fija una placa 22 de tubos al cabezal inferior 18 y tiene una pluralidad de agujeros 24 dispuestos en la misma para recibir los extremos de los tubos 13 con forma de U. Una placa divisoria 26 está dispuesta centralmente en el cabezal inferior 18 para dividir el cabezal inferior en dos compartimentos 28 y 30, que sirven de colectores para el haz 12 de tubos. El compartimento 30 es el compartimento de entrada de fluido primario y tiene una tobera 32 de entrada de fluido primario en comunicación de fluido con el mismo. El compartimento 28 es el compartimento de salida de fluido primario y tiene una tobera 34 de salida de fluido primario en comunicación de fluido con el mismo. Por lo tanto, se hace que el fluido primario, es decir, el refrigerante del reactor que entra en el compartimento 30 de fluido, fluya a través del haz 12 de tubos y que salga a través de la tobera 34 de salida.

El haz 12 de tubos está rodeado por una camisa envolvente 36 que forma un paso anular 38 entre la camisa envolvente 36 y las porciones 14 y 20 de carcasa y de cono, respectivamente. La parte superior de la camisa envolvente 36 está cubierta por una placa inferior 40 de cubierta que incluye una pluralidad de aberturas 42 en comunicación de fluido con una pluralidad de tubos mayores 44. Hay dispuestos álabes deflectores 46 en los tubos

mayores 44 para provocar que el vapor que fluye a través de los mismos gire y elimine centrífugamente parte de la humedad contenida en el vapor según fluye a través de este separador centrífugo primario. El agua separada del vapor en este separador primario es devuelta a la superficie superior del placa inferior 40 de cubierta. Después de fluir a través del separador centrífugo, el vapor pasa a través del separador secundario 48 antes de alcanzar una tobera 50 de salida de vapor dispuesta centralmente en la cabeza cóncava 16.

La estructura de entrada de agua de alimentación de este generador incluye una tobera 52 de entrada de agua de alimentación que tiene una porción generalmente horizontal denominada anillo 54 de distribución y una pluralidad de toberas 56 de descarga elevadas encima del anillo de distribución. El agua de alimentación, que es suministrada a través de la tobera 52 de entrada de agua de alimentación, pasa a través del anillo 54 de distribución del agua de alimentación y sale a través de las toberas 56 de descarga y, en una realización de la técnica anterior, se mezcla con el agua que fue separada del vapor y a la que se hace recircular. Entonces, la mezcla fluye descendientemente desde encima de la placa inferior 40 de cubierta al interior del paso anular 38 de la bajante. Entonces, el agua entra en el haz 12 de tubos en la porción inferior de la camisa envolvente 36 y fluye entre el haz de tubos, y subiendo por el mismo, siendo calentada para generar vapor.

La acción de ebullición del agua y el flujo de fluidos por los tubos de intercambio de calor pueden provocar la excitación hidroelástica o la excitación por turbulencia, que puede tener como resultado vibraciones de los tubos de intercambio de calor que pueden acelerar su desgaste. Una pluralidad de placas 58 de soporte de tubos de intercambio de calor separadas en tándem está colocada transversal a la dimensión axial de la carcasa 14 y tienen agujeros a través de los cuales se extienden los tubos de intercambio de calor. Los agujeros están diseñados específicamente tanto para soportar los tubos de intercambio de calor como para proporcionar aberturas para que el agua de alimentación y el flujo de recirculación y el vapor pasen a través de los mismos.

Según se ha mencionado anteriormente, se ha documentado un ensuciamiento u obstrucción de las placas de soporte de tubos en diversos generadores de vapor durante aproximadamente los últimos veinte años. El ensuciamiento de la placa de soporte de tubos puede dar lugar a una inestabilidad del nivel de agua, lo que es preciso evitar. Se ha observado que el ensuciamiento se produce en las porciones superiores del haz de tubos en las que las caídas de presión y las velocidades son superiores y las densidades menores. Esto puede observarse en la representación gráfica de un número de la pluralidad de placas de soporte de tubos mostrada en la Figura 2, con el grado de bloqueo mostrado en la leyenda. Las dos placas inferiores 58 de soporte mostradas en la Figura 2 representan las placas primera y quinta de soporte de tubos, contando desde la superficie secundaria de la placa de tubos, mientras que las dos placas superiores 58 de soporte representan las placas octava y novena de soporte de tubos. La obstrucción puede observarse fácilmente en las placas 8 y 9 de soporte de tubos mediante referencia a la leyenda. También puede observarse que el ensuciamiento se produce principalmente en un lado de las placas de soporte a través de las cuales pasan las ramas calientes de los tubos de intercambio de calor del generador de vapor de tubos en U. Las ramas calientes son los lados de los tubos en U que se encuentran más cercanos al plenum primario de entrada del generador. No solo está el ensuciamiento sustancialmente limitado a las placas superiores de soporte, sino que también se produce, preferentemente, en la periferia de los lados de las ramas calientes de esas placas de soporte. El ensuciamiento es resultado de un depósito de óxidos presente en el agua del lado secundario, lo que tiene como resultado un bloqueo parcial o total de los lóbulos afectados de las placas de soporte de tubos que soportan los tubos de intercambio de calor. En cambio, como puede verse en la representación de las placas 1 y 5 de soporte de tubos, mostradas en la Figura 2, hay muy poco depósito de óxidos en las placas inferiores de soporte de tubos. Normalmente, el ensuciamiento se produce, preferentemente, hacia la parte inferior de las placas de soporte de tubos, en la que el agua recirculante entra en los lóbulos de los agujeros de soporte de los tubos de intercambio de calor.

La Figura 3 ilustra un patrón típico de deposición que puede producirse en las tuberías de intercambio de calor durante la operación de los generadores de vapor. Aunque es distinta del ensuciamiento de una placa de soporte de tubos, esta figura en este ejemplo ilustra que los depósitos pueden iniciarse, normalmente, en la periferia del haz de tubos cerca de los bordes de la cuarta placa de soporte de tubos y aumentar en el tramo de los tubos hasta las placas quinta, sexta y séptima de soporte de tubos (se debería hacer notar que la placa inferior es la placa difusora de distribución del flujo que no se cuenta entre las placas de soporte de tubos).

La Figura 4 muestra las distribuciones de las velocidades de flujo de dos fases calculadas para un generador típico de vapor de tubos y carcasa. Se observan mayores velocidades en el lado de la rama caliente en la periferia de las placas más altas de soporte. El ensuciamiento de la placa de soporte de tubos en el lado de la rama caliente parece estar razonablemente correlacionado con las regiones de mayor velocidad y, por lo tanto, una mayor caída de presión.

Las realizaciones descritas de aquí en adelante regulan el flujo del fluido de recirculación y del agua de alimentación a través de las placas de soporte de tubos para controlar la velocidad del flujo a través de las áreas de las placas de soporte de tubos que han presentado ensuciamiento. La Figura 5 es una representación esquemática de las placas 58 de soporte de tubos de intercambio de calor que emplean una realización descrita en la presente memoria para regular el flujo por el haz de tubos o en el lado de la carcasa (fluido de recirculación, agua de alimentación y vapor) subiendo por el haz de tubos para mejorar la capacidad antiobstrucción del generador de vapor. El planteamiento

ilustrado aborda el efecto de estratificación térmica que se produce en la periferia de la rama caliente de las placas superiores 58 de soporte de tubos proporcionando una porosidad de las placas de soporte de tubos con un coeficiente “estándar” de pérdida en un anillo circular 62 en la periferia de una o más de las placas más altas de soporte de tubos. Este enfoque se logra empleando el diseño estándar de agujeros que soporta los tubos de intercambio de calor en el anillo circular 62 a la vez que se emplea un diseño de agujero mayor en las áreas restantes 60. Con este enfoque, se dirige más flujo hacia el centro de las placas de soporte de tubos que tienen la configuración 62 de anillo circular, de forma que se reduzcan las velocidades en la periferia de esas placas de soporte. Dado que los modelos dinámicos no lineales del haz de tubos indican que las mayores cargas estructurales se producen en la dirección en el plano en las placas más altas de soporte de tubos, la integridad quedará relativamente no afectada con esta configuración de agujeros.

La Figura 6 muestra una segunda realización para mejorar la capacidad antiobstrucción de un generador de vapor. De forma similar a la estrategia descrita con respecto a la Figura 5, la realización mostrada en la Figura 6 sitúa la región de mayor resistencia (es decir, mayor factor K) de las placas inferiores de soporte de tubos más baja en el haz de tubos para reducir las velocidades en la región superior del haz. La porción de mayor resistencia de las placas de soporte de tubos se muestra en las áreas más oscuras 62 de las placas 2 y 3 y dirigen más flujo a la región de la rama fría, pero están situadas en una región menos propensa a una obstrucción que en la región superior del haz. En la presente realización, se emplea un factor K “estándar” en las áreas más claras 60 mientras que las áreas más oscuras mostradas en la figura emplean una región de “mayor” factor K utilizando agujeros ligeramente menores a través de los cuales pasan los tubos de intercambio de calor.

Se debería apreciar que el número de placas de soporte de tubos puede variar entre generadores, dependiendo del tamaño del generador y de su potencia de salida.

Las Figuras 7A y 7B ilustran una forma en la que se puede regular con facilidad el factor K en las placas de soporte de tubos, cambiando la distancia radial desde la línea central hasta los lóbulos de los agujeros brochados a través de los cuales pasan los tubos de intercambio de calor. La Figura 7A representa, de forma esquemática, una placa 58 de soporte de tubos en forma reducida e ilustra una realización de un diseño 64 de agujeros de las placas de soporte de tubos de la técnica anterior en las que están soportados los tubos de intercambio de calor. Las superficies planas 70 soportan los tubos mientras que los lóbulos 66 permiten que pase el flujo del haz de tubos hacia arriba a través de las placas de soporte. La Figura 7B ilustra cómo aumentar ligeramente, o, de hecho, reducir, en 72 el radio 68 de los lóbulos para obtener el factor K deseado. Pequeños cambios en el tamaño del lóbulo 66 pueden tener un efecto significativo sobre el coeficiente de pérdida de la placa.

Otros enfoques y disposiciones de regulación de los factores K de las placas de soporte de tubos tanto en las placas individuales de soporte de tubos como entre la “pila” vertical de las placas de soporte de tubos deberían ser evidentes a partir de la anterior exposición, para optimizar la capacidad antiobstrucción del haz de tubos. Por ejemplo, la Figura 8 muestra el diseño de placa superior de soporte de tubos descrito anteriormente con respecto a la Figura 5 con ranuras de flujo u otras aberturas adicionales 74 en el haz de tubos, que ayudan a reducir adicionalmente el flujo a través de los agujeros en torno a la periferia de la placa de soporte de tubos. En consecuencia, aunque se han descrito en detalle realizaciones específicas de la invención, los expertos en la técnica deberían apreciar que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas a esos detalles en vista de las enseñanzas generales de la divulgación. En consecuencia, se pretende que las realizaciones particulares divulgadas sean únicamente ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance de la invención, que es proporcionado por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un generador (10) de vapor de tubos y carcasa que comprende:

una carcasa alargada (14, 15, 20) que tiene un eje que se extiende a lo largo de la dimensión alargada;
 una placa (22) de tubos en el interior de la carcasa soportada de forma sustancialmente transversal al eje;
 una pluralidad de tubos (13) de intercambio de calor que se extienden axialmente desde la placa (22) de
 tubos en el interior de la carcasa, formando la pluralidad de tubos de intercambio de calor un haz (12) de
 tubos por el que pasa un fluido primario dentro de los tubos (13) de intercambio de calor y un fluido
 secundario pasa por el exterior de los tubos (13) de intercambio de calor; y comprende, además, una
 pluralidad de placas (58) de soporte de tubos separadas en tándem colocadas, respectivamente, de forma
 sustancialmente transversal al eje y que se extienden sustancialmente por la anchura del haz (12) de tubos,
 pasando cada uno de los varios tubos (13) de intercambio de calor a través de agujeros correspondientes
 (64) de soporte de tubos que se extienden axialmente a través de las placas (58) de soporte de tubos,
 siendo la placa más baja de soporte de tubos una placa difusora de distribución del flujo y las placas (58) de
 soporte de tubos por encima de la placa difusora de distribución del flujo están diseñadas para dejar pasar
 el fluido secundario a través de los agujeros de soporte de tubos en las placas (58) de soporte de tubos con
 un flujo del fluido secundario a través de los agujeros (64) de soporte de tubos en al menos algunas de las
 placas de soporte de tubos por encima la placa de distribución del flujo regulado de forma que el flujo sea
 mayor a través de algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos de las placas (58) de soporte de tubos
 que a través de otros de los agujeros (64) de soporte de tubos de las placas de soporte de tubos de una
 forma que se reduzcan las velocidades a través de algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en una
 región superior de los tubos (13) de intercambio de calor que, en caso contrario, presentarían
 ensuciamiento.

2. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 1, en el que el flujo del fluido secundario a través de las placas (58) de soporte de tubos es regulado variando la geometría de los agujeros (64) de soporte de tubos en las placas de soporte de tubos.

3. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 2, en el que algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en las placas (58) de soporte de tubos a través de los cuales se extiende, respectivamente, la pluralidad de tubos (13) de intercambio de calor son mayores que otros de los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales se extiende, respectivamente, la pluralidad de tubos de intercambio de calor.

4. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 3, en el que al menos una de las placas más altas (58) de soporte de tubos tiene los agujeros (64) de soporte de tubos en torno a una periferia (62) de la placa de soporte de tubos a través de los cuales se extiende, respectivamente, la pluralidad de tubos (13) de intercambio de calor que son más pequeños que los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales se extiende, respectivamente, la pluralidad de tubos de intercambio de calor hacia un centro (60) de la placa más alta de soporte de tubos.

5. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 4, en el que al menos una de las placas más altas (58) de soporte de tubos comprende una pluralidad de placas más altas de soporte de tubos.

6. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 3, en el que los agujeros (64) de soporte de tubos a través de los cuales se extiende, respectivamente, los varios tubos (13) de intercambio de calor tienen un lóbulo (66) en una periferia de los agujeros de soporte de tubos y los agujeros mayores de soporte de tubos tienen un radio mayor (68) que se extiende desde la línea central de los agujeros de soporte de tubos hasta el lóbulo.

7. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 3, en el que los varios tubos (13) de intercambio de calor tienen, respectivamente, una rama fría y una rama caliente y al menos algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en al menos algunas de las placas (58) de soporte de tubos a través de los cuales pasan las ramas calientes son más pequeños que al menos algunos de los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales pasan las ramas frías.

8. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 7, en el que el generador de vapor tiene una pluralidad de placas superiores (58) de soporte de tubos y una pluralidad de placas inferiores de soporte de tubos y en el que al menos algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en al menos algunas de las placas inferiores de soporte de tubos a través de los cuales pasan, respectivamente, las ramas calientes de la pluralidad de tubos de intercambio de calor son más pequeños que al menos algunos de los agujeros correspondientes de soporte de tubos en al menos algunas de las placas superiores de soporte de tubos.

9. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 8, en el que al menos algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en al menos algunas de las placas inferiores (58) de soporte a través de los cuales pasan, respectivamente, las ramas calientes son más pequeños que al menos algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos a través de los cuales pasan al menos algunas de las ramas frías.

10. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 9, en el que los al menos algunos de los agujeros (64) de soporte de tubos en al menos algunas de las placas inferiores (58) de soporte a través de los cuales pasan, respectivamente, las ramas calientes son más pequeños que sustancialmente la totalidad de los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales pasan, respectivamente, las ramas frías.
- 5 11. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 1, en el los varios tubos (13) de intercambio de calor son tubos con forma de U que tienen una rama fría y una rama caliente con el flujo de fluido regulado mediante una porosidad de las placas (58) de soporte de tubos, de forma que la porosidad de las placas de soporte de tubos de la mayoría de los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales pasa, respectivamente, la pluralidad de ramas frías de los tubos de intercambio de calor sea mayor que la porosidad de las placas de soporte de tubos de la mayoría de los agujeros de soporte de tubos a través de los cuales pasa, respectivamente, la pluralidad de ramas calientes de los tubos de intercambio de calor.
- 10
12. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 1, en el que el generador de vapor tiene una pluralidad de placas superiores (58) de soporte de tubos y una pluralidad de placas inferiores de soporte de tubos y una porosidad de las placas de soporte de tubos a través de la periferia (62) de las placas superiores de soporte de tubos es menor que la porosidad de la placa de soporte de tubos a través de una porción central (60) de las mismas placas superiores de soporte de tubos.
- 15
13. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 12, en el los varios tubos (13) de intercambio de calor son tubos con forma de U que tienen, respectivamente, una rama fría y una rama caliente en la que el flujo del fluido secundario a través de la periferia (62) de las placas superiores de soporte de tubos es regulado para que sea inferior al flujo del fluido secundario a través de la porción central (60) de las placas superiores (58) de soporte.
- 20
14. El generador (10) de vapor de la Reivindicación 1, en el que el flujo del fluido secundario está regulado, al menos parcialmente, mediante una serie de aberturas (74) en un haz central de tubos en al menos algunas de las placas (58) de soporte de tubos.

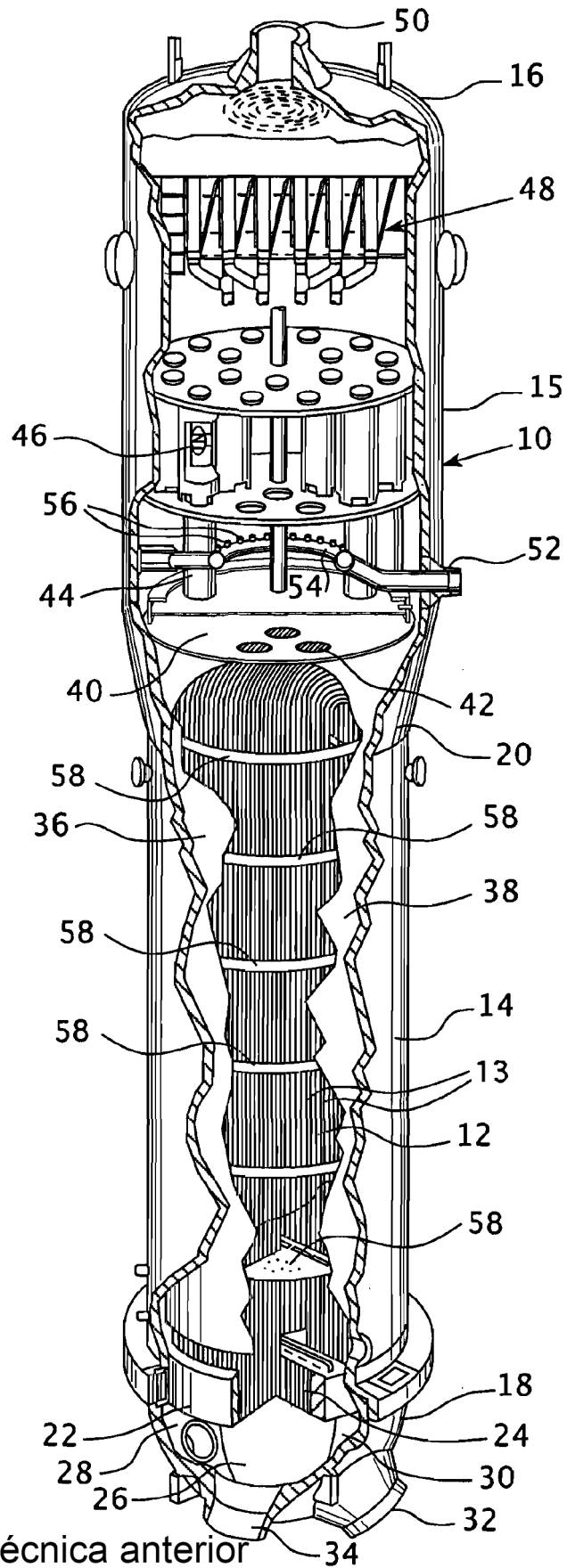


FIG. 1 Técnica anterior

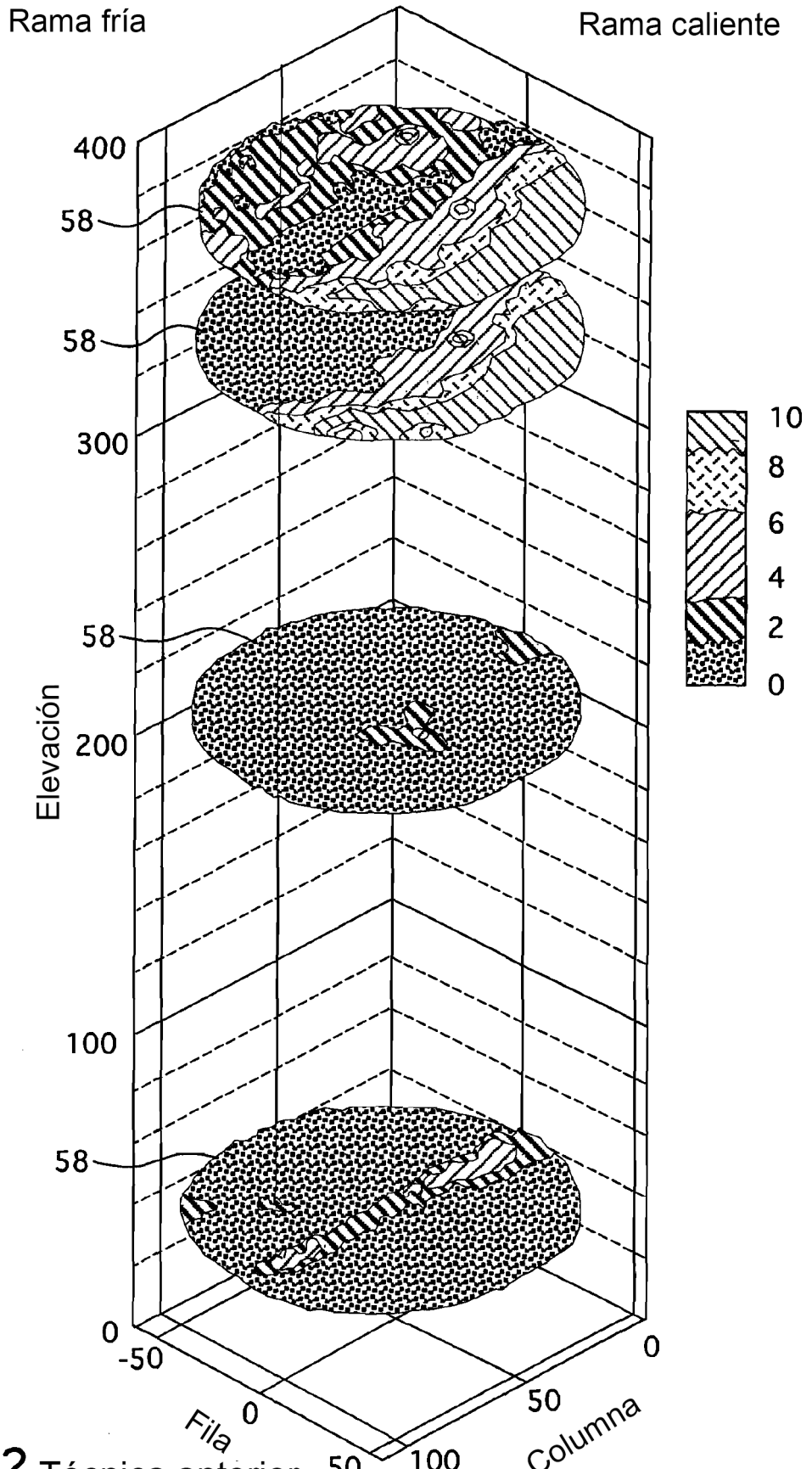


FIG. 2 Técnica anterior

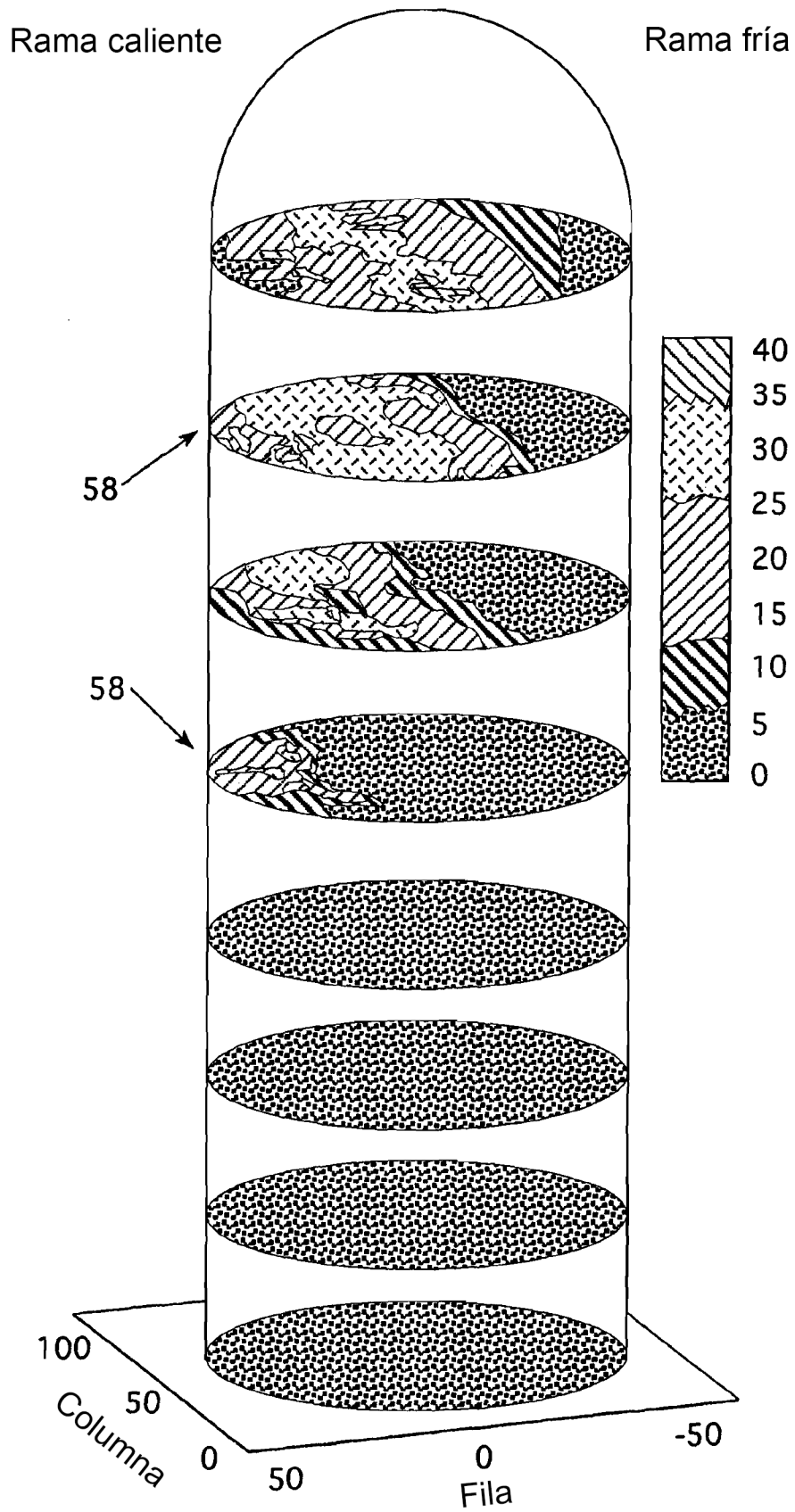


FIG. 3 Técnica anterior

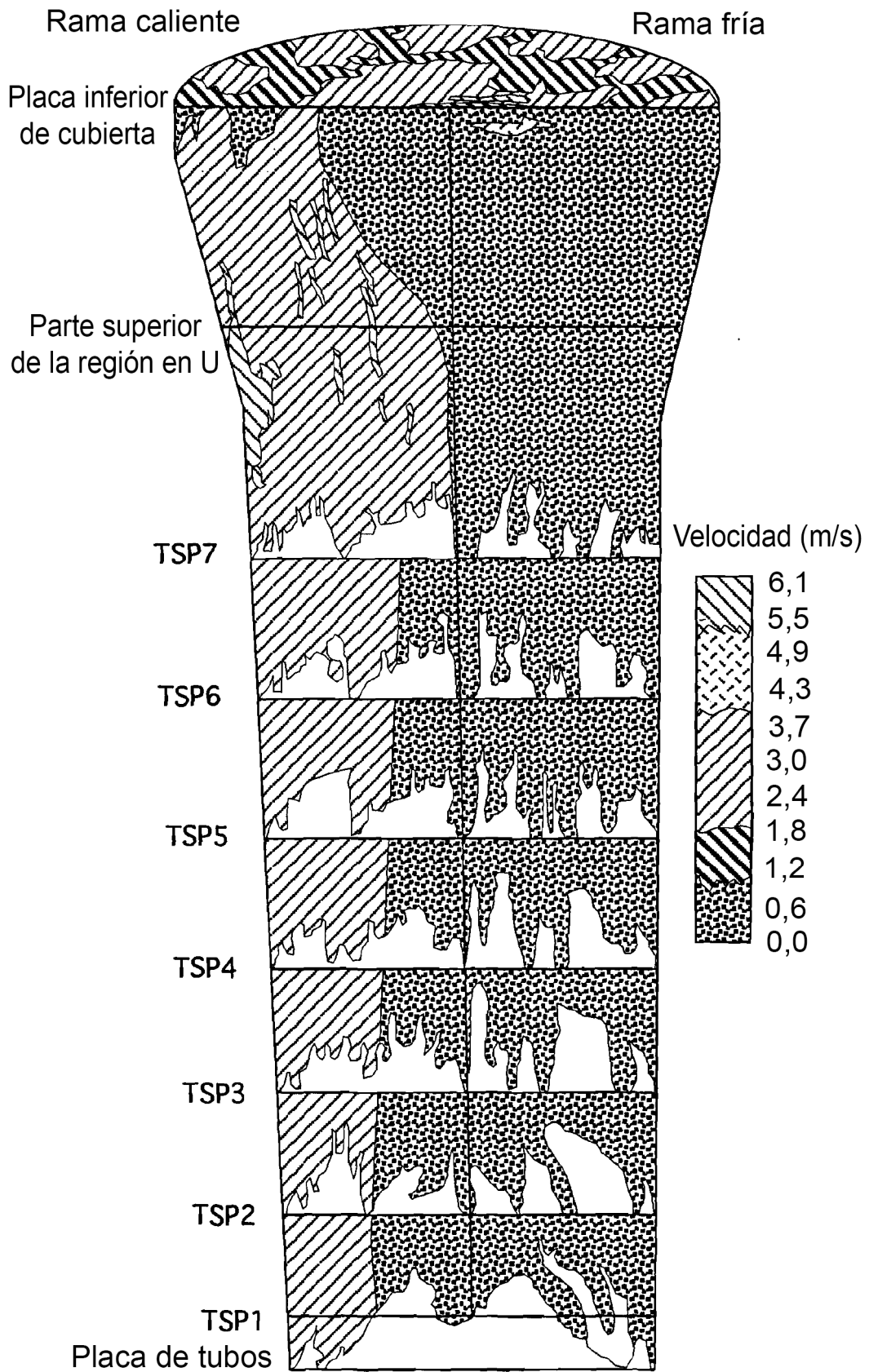


FIG. 4 Técnica anterior

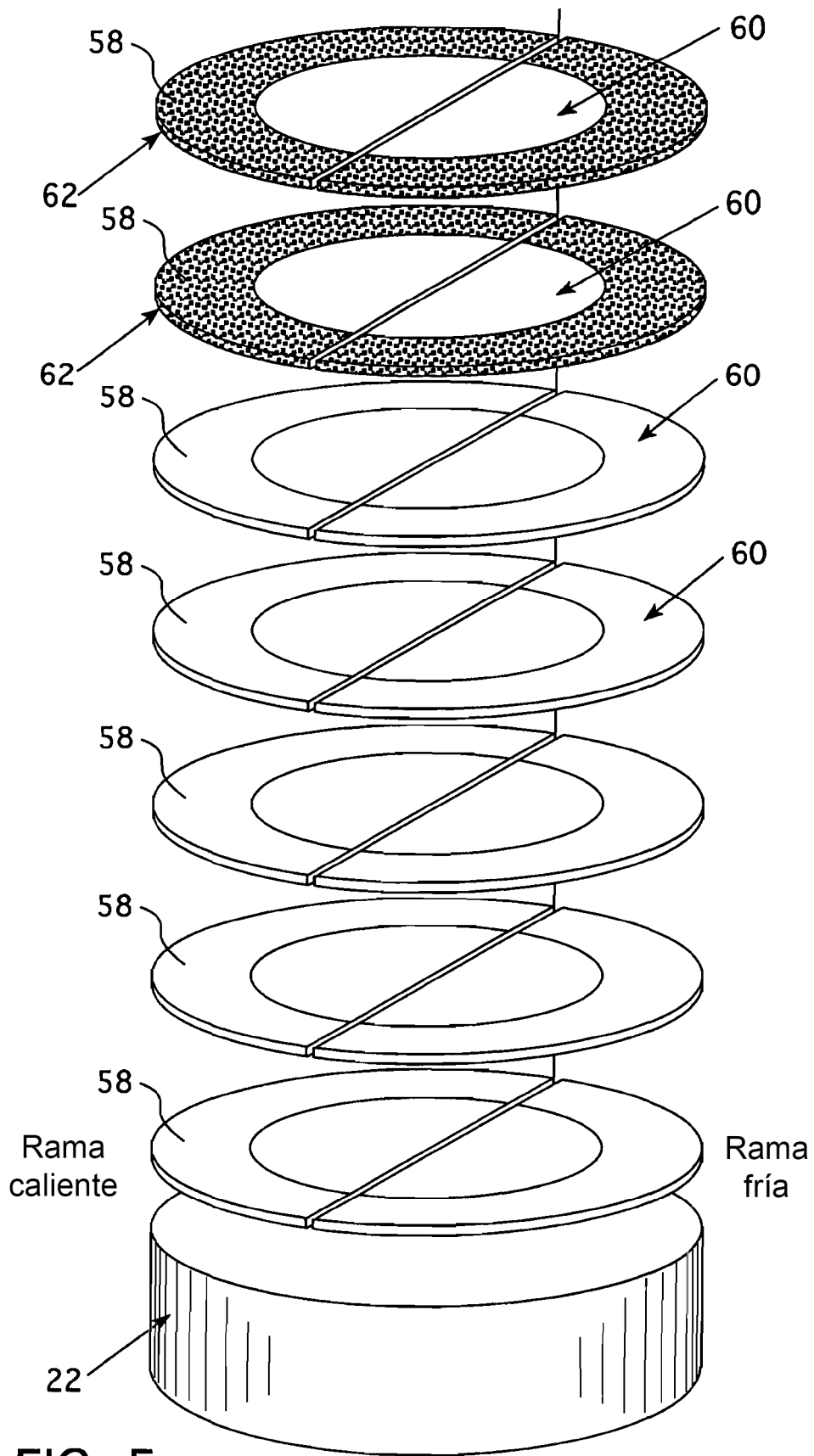


FIG. 5

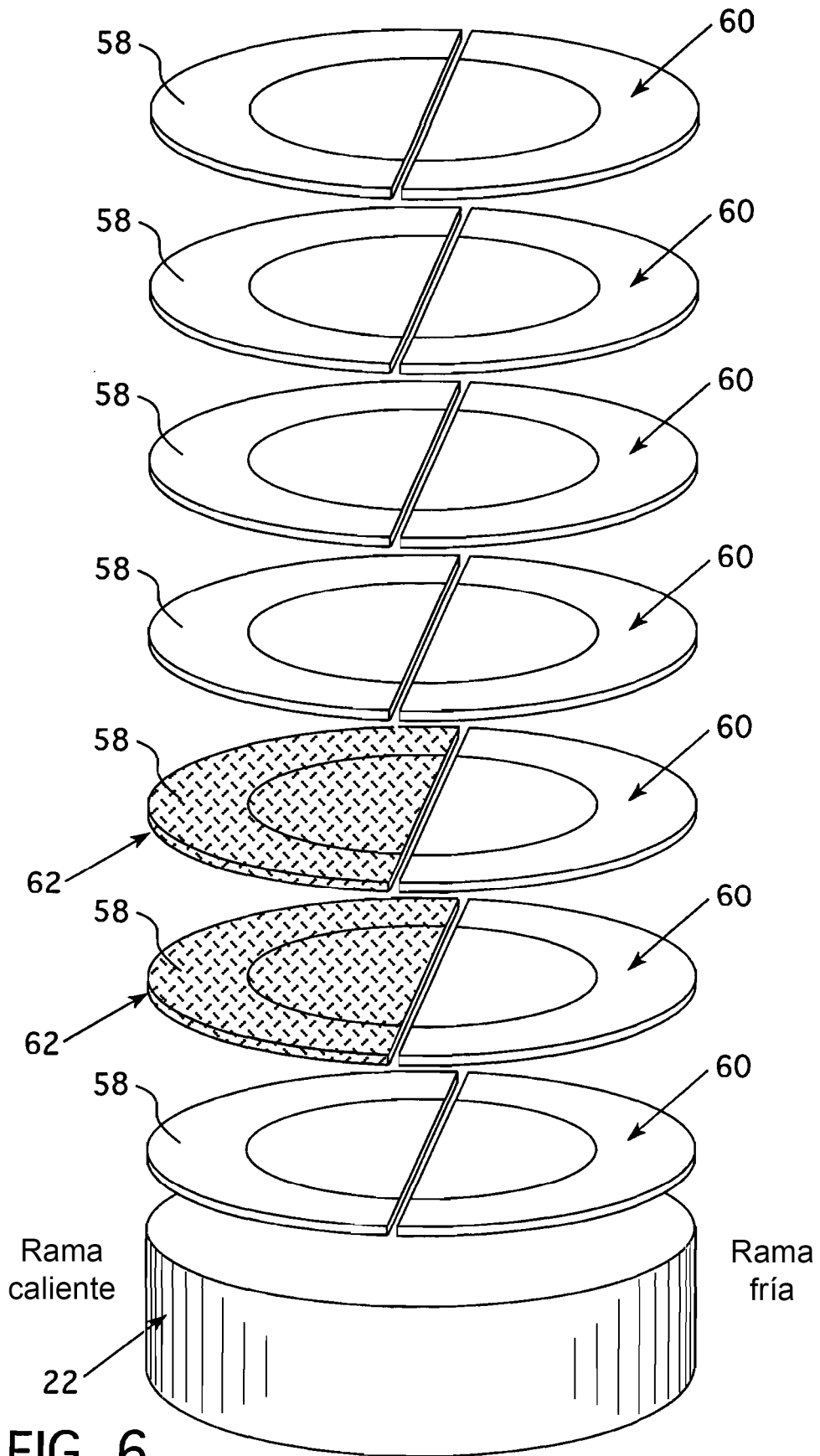


FIG. 6

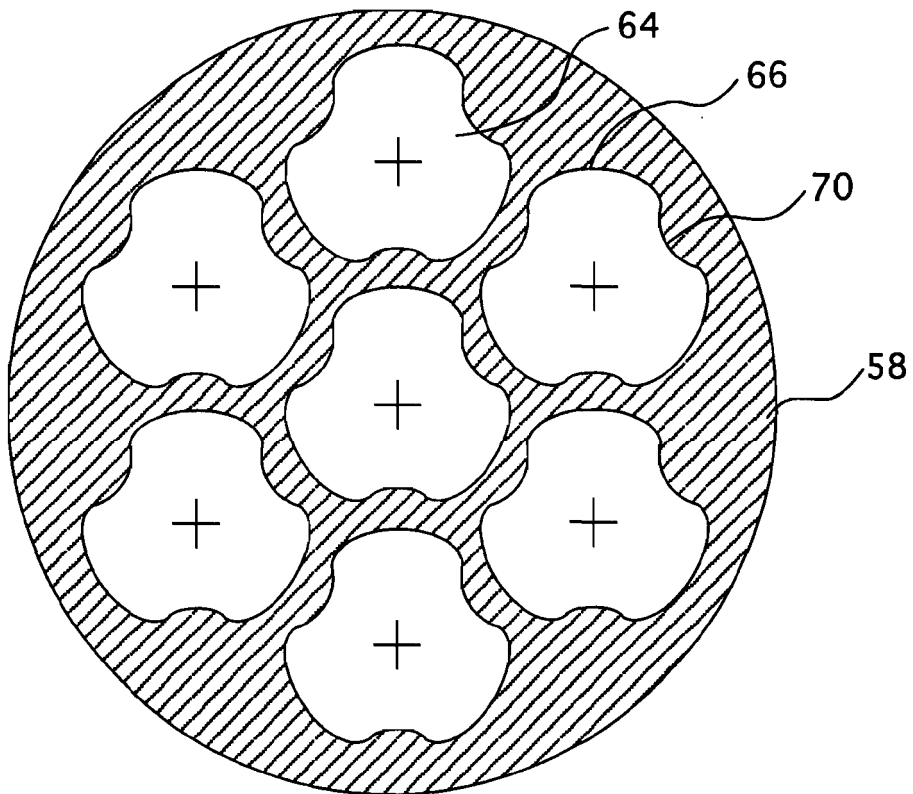


FIG. 7a Técnica anterior

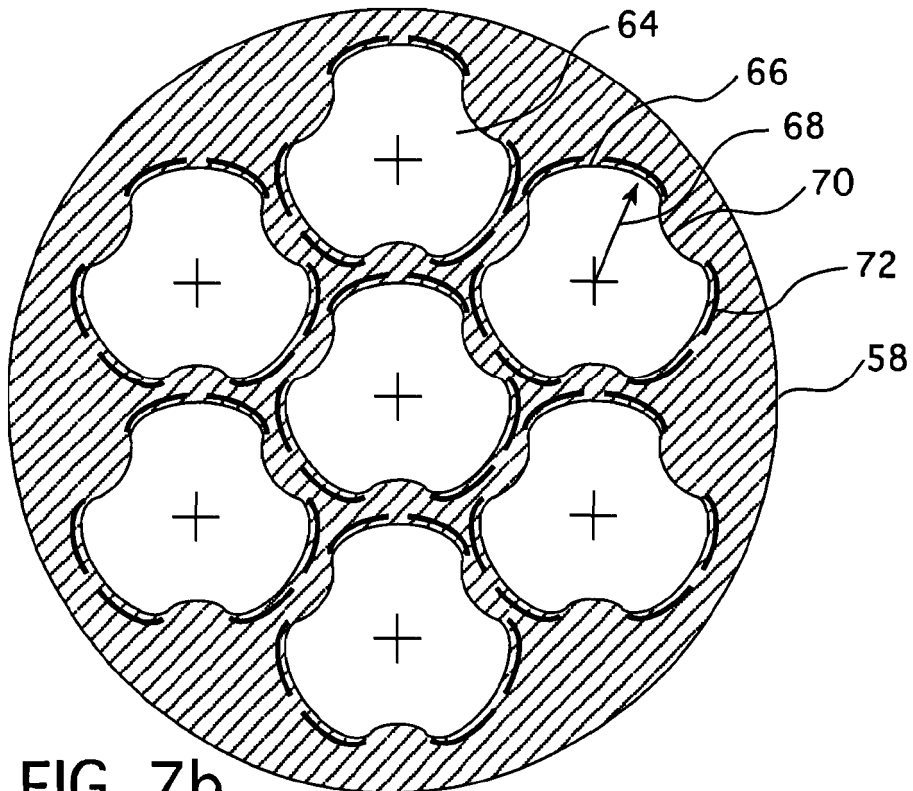


FIG. 7b

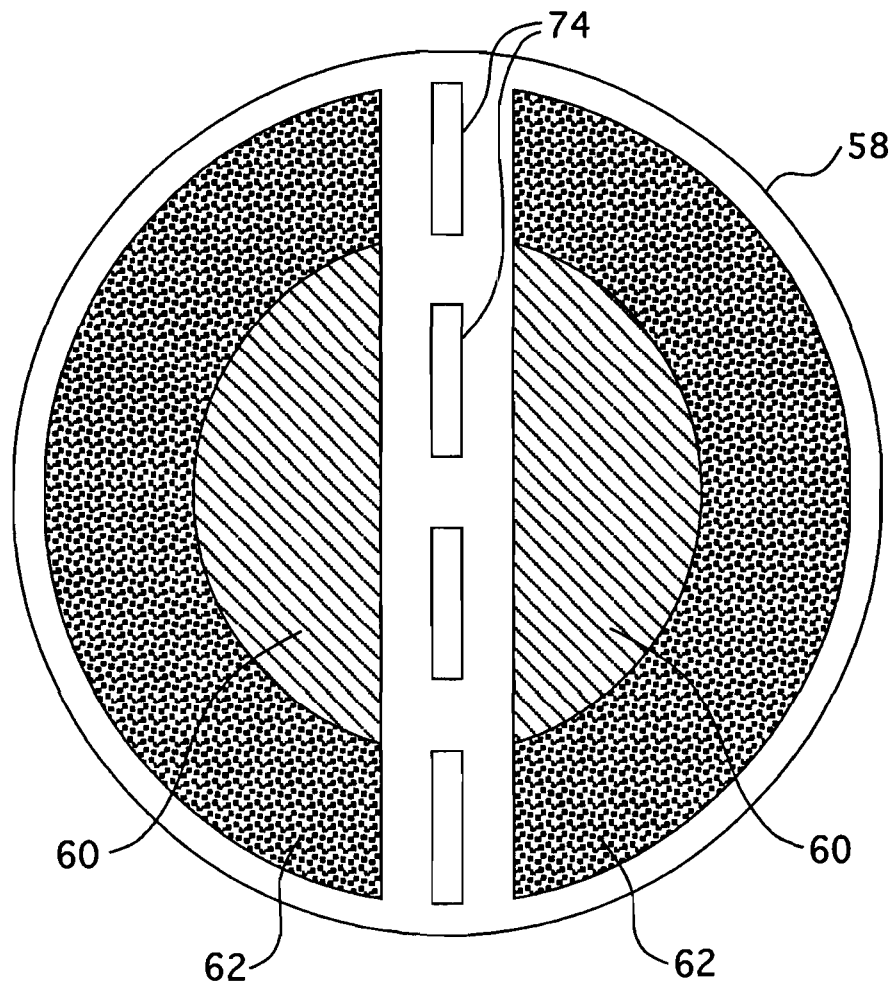


FIG. 8