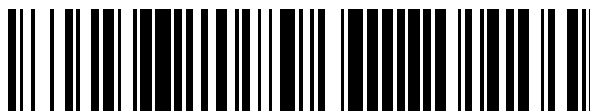


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 657**

51 Int. Cl.:

F22B 21/00 (2006.01)

F28D 7/08 (2006.01)

F28D 7/16 (2006.01)

F28F 9/00 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2008 E 08015786 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.04.2016 EP 2161525**

54 Título: **Intercambiador térmico en modo de construcción modular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.09.2016

73 Titular/es:

**BALCKE-DÜRR GMBH (100.0%)
Theodorstrasse 180
40472 Düsseldorf, DE**

72 Inventor/es:

**BRUCKMANN, WILHELM;
HEGNER, WOLFGANG, DR. y
BAND, DIRK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 582 657 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

Intercambiador térmico en modo de construcción modular

5 La invención se refiere a un intercambiador de calor en modo de construcción modular para instalaciones en las cuales aparecen grandes oscilaciones de cargas y/o de temperatura, en particular en centrales solares. Un intercambiador de calor de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 2 se conoce por el documento GB 653 540 A.

10 Por el documento DE 29510720 U1 del solicitante se conoce un intercambiador de calor que se ha acreditado excelentemente bien en particular como refrigerador de aire de refrigeración para turbinas de gas. Este presenta tubos para la separación del medio de emisión de calor y del medio de absorción de calor. Los tubos están dispuestos discurriendo en forma de meandro entre un tubo colector de entrada y un tubo colector de salida y a través de ellos circula un medio de absorción de calor. El medio de absorción de calor circula alrededor estos tubos que discurren en forma de meandro.

15 Con ayuda del intercambiador de calor conocido por el documento DE 29510720 U1 las cargas de tipo mecánico y térmico que aparecen debido a los cambios de carga y de temperatura frecuentes pueden reducirse con éxito. Además la configuración en forma de meandro de los haces de tubo permite un "downsizing" (reducción del tamaño) del intercambiador de calor con una potencia constante. A pesar de las ventajas expuestas existe además la demanda de intercambiadores de calor todavía más compactos y todavía más eficientes que pueden fabricarse e manera flexible y sin embargo de manera económica. Los intercambiadores de calor para centrales solares, en particular centrales de canales parabólicos deben presentar además velocidades de arranque más rápidas con gradientes de temperatura elevados.

20 Por lo tanto el objetivo de la invención se basa en mejorar adicionalmente el intercambiador de calor conocido por el documento DE 29510720 U1 e indicar un intercambiador de calor que posibilite un modo de construcción todavía más compacto, de manera que se requiere todavía menos demanda de espacio para el intercambiador de calor. Además es objetivo de la invención posibilitar, además de la bajada de los costes de producción un modo de construcción flexible.

25 El objetivo se consigue mediante un intercambiador de calor de acuerdo con las reivindicaciones dependientes 1 y 2. En las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos preferentes.

30 El intercambiador de calor de acuerdo con la invención está construido de manera modular. Los módulos de intercambiador de calor que son al menos un módulo de precalentador, al menos un módulo de vaporizador y al menos un módulo de recalentador se disponen en un revestimiento externo común en el que un medio de emisión de calor circula alrededor de los módulos de intercambiador de calor con haces de tubo que discurren en forma de meandro: el intercambiador de calor reúne por tanto al menos tres aparatos diferentes en uno. El intercambio de calor se realiza según el principio de contracorriente o de corrientes cruzadas. Los tubos en forma de meandro son atravesados por un medio de absorción de calor, por ejemplo agua. Mediante la disposición en forma de meandro de los haces de tubo se reduce el tamaño de construcción del intercambiador de calor, se mejora la transferencia de calor del medio de emisión de calor al medio de absorción de calor, y además aumenta la elasticidad térmica de la construcción.

35 La invención se basa entre otros en el conocimiento de que mediante la disposición de los módulos de intercambiador de calor individuales en un revestimiento externo común se reduce claramente el tamaño de construcción del intercambiador de calor con la misma capacidad de rendimiento, o incluso aumentada, del intercambiador de calor. Una ventaja adicional del modo de construcción modular consiste en la posibilidad de la adaptación flexible de módulos de intercambiador de calor según las exigencias. Así, por ejemplo, según la demanda pueden añadirse módulos individuales o modificarse solamente módulos individuales por ejemplo mediante la modificación de las longitudes de haz de tubo. Por ello se omite el gasto para un diseño global extenso del intercambiador de calor. Además pueden bajarse los costes de producción dado que en lugar de la fabricación individual costosa de componentes de intercambiador de calor pueden emplearse piezas iguales o módulos iguales. Mediante el ahorro de uniones de tubo adicionales entre los módulos individuales y mediante el modo de construcción compacto no solamente se rebajan los costes de material, sino que también aumenta la eficiencia del intercambiador de calor dado que la pérdida de calor en el entorno gracias a la disminución de la superficie que está en contacto con el ambiente entorno se reduce de manera efectiva.

40 Mediante la conexión en paralelo de varios módulos de vaporizador mediante un tambor de vapor se aumenta adicionalmente la flexibilidad y la eficiencia. Aun encima puede alcanzarse un arranque más rápido con gradientes de temperatura más altos, lo que es de enorme importancia en el caso de condiciones de carga y de temperatura alternas de por ejemplo centrales solares. Según una variante de realización preferente de la invención los tubos a través de los cuales circula el medio de absorción de calor desde el colector de salida del módulo de vaporizador respectivo hacia el tambor de vapor están conectados entre sí de manera que presentan solamente una única entrada común al tambor de vapor. Por ello se reducen además costes de material y también la pérdida de calor al entorno.

Igualmente de acuerdo con un perfeccionamiento ventajoso adicional de la invención los tubos, a través de los cuales circula el medio de absorción de calor desde el tambor de vapor hacia el colector de entrada del módulo de vaporizador respectivo, están unidos entre sí de manera que presentan una única salida común desde el tambor de vapor.

5 De acuerdo con la invención el intercambiador de calor puede instalarse o bien en horizontal o en vertical. La instalación en vertical permite un aprovechamiento de superficie todavía mejor. En este caso varios de los intercambiadores de calor de acuerdo con la invención pueden accionarse unos al lado de otros en paralelo en una superficie relativamente pequeña. En particular en centrales solares las relaciones de espacio no son favorables dado que los colectores de canales parabólicos ocupan mucho espacio. El modo de construcción que ahorra espacio de los intercambiadores de calor de acuerdo con la invención permite una instalación casi independiente del lugar de manera que los trayectos de circulación de los medios calentados hacia el intercambiador de calor pueden acortarse de manera conveniente. Las temperaturas del medio de emisión de calor durante la entrada en el intercambiador de calor son más altas de manera que el rendimiento térmico se mejora.

15 La invención prevé que el módulo de intercambiador de calor en una instalación en horizontal presente un número de capas de tubo horizontales, formándose cada capa de tubo de un mismo número de tubos, y que las capas de tubo estén dispuestas de manera que los tubos de las capas de tubo individuales estén orientadas en dirección vertical situadas exactamente unas encima de otras, siendo opuestas las direcciones de flujo del medio de absorción de calor en las secciones de tubo adyacentes en vertical, dispuestas transversalmente al eje central del revestimiento externo. La realización de los haces de tubo en capas de tubo individuales posibilita un modo de construcción extremadamente compacto. Gracias a que los tubos están dispuestos en vertical exactamente unos encima de otros pueden emplearse distanciadores convencionales entre los tubos. El flujo opuesto en las secciones de tubo adyacentes en vertical que están dispuestas transversalmente al eje central del revestimiento externo favorece la distribución de temperatura simétrica en el intercambiador de calor con respecto al eje central. Lo correspondiente vale también en el caso de la instalación vertical del intercambiador de calor. En este caso entonces las capas de tubo rotan 90° con respecto a la instalación horizontal, unas al lado de otras en vertical, siendo de manera conveniente el módulo de precalentador en el revestimiento externo común el más profundo.

25 Preferentemente los colectores de entrada y de salida presentan una sección transversal circular. En este caso los tubos de una capa de tubos en un plano periférico del colector de entrada y de salida respectivo están unidos con el colector de entrada y de salida respectivo desplazados unos de otros en el mismo ángulo. De esta manera se facilita el procedimiento de fabricación dado que se ofrece suficiente espacio para trabajos de soldadura, fabricación con arranque de virutas o demás trabajos en los colectores.

30 De manera adicionalmente preferente los tubos de las capas de tubo adyacentes están unidos con el colector de entrada y de salida respectivo, de manera que los tubos de una de las capas de tubo respectivas están dispuestos desplazados en un ángulo en un plano periférico adyacente del colector de entrada y de salida respectivo. Por ello las superficies periféricas de los colectores de entrada o de salida se aprovechan de manera óptima, de modo que la disposición de las capas de tubo puede configurarse de manera compacta. Siempre queda suficiente espacio para trabajos de soldadura, fabricación por arranque de virutas o demás trabajos en los colectores.

35 De acuerdo con un perfeccionamiento preferente de la invención los tubos de los módulos de intercambiador de calor están dispuestos en una carcasa interna común que está dispuesta de manera concéntrica dentro del revestimiento externo y presenta una abertura de entrada y de salida para el medio de emisión de calor. El perfil de sección transversal de la carcasa interna es de manera ventajosa rectangular, de modo que los haces de tubo se rodean por esta carcasa interna de la manera más ajustada posible. Mediante el cerco adicional de los componentes de intercambio de calor se crea un aislamiento adicional entre los módulos de intercambiador de calor y el entorno. Alternativamente puede emplearse el espacio entre el revestimiento externo y la carcasa interna como canal de flujo adicional para el medio de emisión de calor. De esta manera el tiempo de permanencia del medio de emisión de calor en el intercambiador de calor se prolonga, de manera que la transferencia de calor al medio de absorción de calor se mejora.

A continuación la invención se describe con más detalle mediante las figuras. Muestran esquemáticamente:

50 Fig. 1 un corte longitudinal a través de una primera variante de realización con representación de los tramos de flujo en el lado de tubo en el caso de una instalación vertical;

Fig. 2 un corte longitudinal como en la Fig. 1, aunque con representación de los trayectos de corriente en el lado del revestimiento;

Fig. 3 un corte longitudinal a través de una segunda variante de realización en una instalación en horizontal;

Fig. 4 una vista seccionada a lo largo de la línea B-B de la figura 3;

55 Fig. 5 una vista detallada ampliada de la figura 4;

Fig. 6 una vista en planta de la figura 5;

Fig. 7 una vista detallada ampliada de la figura 3;

Fig. 8 una vista seccionada a lo largo de la línea A-A de la figura 3.

La figura 1 muestra un primer ejemplo de realización. El intercambiador 1 de calor está instalado en vertical en un modo que ahorra espacio. En el revestimiento externo 70 se encuentra una carcasa interna 80, que presenta un perfil de sección transversal rectangular. En la carcasa interna están dispuestos los tubos 120 que discurren en forma de meandro de los módulos 10, 20, 30, 40, 50 de intercambiador de calor individuales. El medio de absorción de calor, por ejemplo agua, entra a través del conducto 91 de tubo en el colector 11 de entrada del módulo 10 de precalentador. Tras el paso de los tubos 120 del módulo 10 de precalentador entra a través del colector 12 de salida del módulo 10 de precalentador y a través del conducto 92 de tubo en el tambor 60 de vapor. Desde el tambor 60 de vapor entra el agua calentada a través de los conductos 93, 94, 95 de tubo en los módulos 20, 30, 40 de vaporizador conectado en paralelo. A través de un conducto 96 de flujo de retorno común la mezcla de agua-vapor sale de los módulos 20, 30, 40 de vaporizador de nuevo al tambor 60 de vapor. El tambor de vapor 60 presenta medios (no mostrados en este caso) para la separación del agua de la mezcla agua-vapor, de manera que el vapor seco llega al recalentamiento a través del conducto 97 de tubo al colector 51 de entrada del módulo 50 de recalentador. El vapor recalentado ahora en el módulo 50 de recalentador sale a través del conducto 98 de tubo del intercambiador de calor y llega por ejemplo para la generación de corriente a la turbina conectada aguas abajo.

La figura 2 muestra el mismo ejemplo de realización de la figura 1, no obstante en este caso el trayecto de corriente del medio de emisión de calor se representa de manera más exacta. El medio de emisión de calor, que en este caso es un aceite térmico calentado a través de la energía solar, entra a través de la tubuladura 71 de entrada del revestimiento externo 70 con una temperatura de aproximadamente 400°C. A través del canal 73, que se forma mediante el revestimiento externo 70 y la carcasa interna 80 el aceite térmico entra en la carcasa interna 80, en la que el aceite térmico circula alrededor de los tubos 120 del módulo 50 de recalentador, de los tres módulos 40, 30, 20 de vaporizador y del módulo 10 de precalentador por orden y por ello emite el calor al agua. A continuación el aceite térmico refrigerado fluye a través de la tubuladura 72 de salida desde el intercambiador 1 de calor.

La figura 3 muestra un ejemplo de realización adicional de la invención, en el que el intercambiador 1 de calor está instalado en este caso en horizontal.

En la figura 4, en la vista seccionada a lo largo de la línea B-B de la figura 3 puede verse el modo de construcción modular del intercambiador 1 de calor de la mejor manera. El módulo 10 de precalentador con el colector 11 de entrada y el colector 12 de salida presenta tubos 120 que discurren en forma de meandro. El modo de construcción de los otros módulos de intercambiador de calor, concretamente de los módulos 20, 30, 40 de vaporizador, así como del módulo 50 de recalentador 50 es idéntico. Se diferencian únicamente en sus dimensiones. No obstante los módulos 20, 30, 40 de vaporizador son exactamente iguales. El número de los módulos 20, 30, 40 de vaporizador puede adaptarse según la demanda. Dado que se emplean piezas exactamente iguales se producen por ello ventajas en cuanto a los costes de fabricación. Además, en el caso de averías pueden desmontarse de manera sencilla uno o varios módulos de intercambiador de calor defectuosos y sustituirse por nuevos.

En la figura 5 se representa ampliado un colector de acuerdo con la invención. Se trata en este caso del colector 42 de salida del tercer módulo 40 de vaporizador. Esencialmente los colectores de entrada y de salida de los diferentes módulos de intercambiador de calor se diferencian solo esencialmente unos de otros. También pueden distinguirse aquí ventajas adicionales del modo de construcción modular. De acuerdo con una variante de realización preferente los tubos 101, 102, 103, 104 de una primera capa 100 en un plano horizontal desplazados en el mismo ángulo α desembocan en el colector 42. Igualmente los tubos 111, 112, 113, 114 de una segunda capa 110 desembocan desplazados en el mismo ángulo α en el colector 42.

La figura 6 muestra una vista en planta del colector 42. El ángulo α en el que está desplazado un tubo de una capa del siguiente tubo de la misma capa asciende en este caso a 45° respectivamente. La segunda capa 110, que es adyacente en vertical a la primera capa 100 está desplazada sobre el colector 42 con respecto a la primera capa 100 exactamente en $\beta = 22,5^\circ$, de manera que los tubos 111, 112, 113, 114 de la segunda capa 110 puede verse en la figura 6 en cada caso en el centro entre los tubos 101, 102, 103, 104 de la primera capa 100. Mediante esta disposición desplazada regularmente en horizontal y vertical de desembocaduras en el colector 42, a pesar de la elevada compacidad permanece siempre una distancia suficiente para trabajos de soldadura o etapas de fabricación adicionales.

La figura 7 muestra la vista detallada ampliada "X" de la figura 3. Todos los tubos de las diferentes capas están dispuestas de tal manera que están dispuestas exactamente en vertical unas sobre otras. Mediante la orientación exacta en horizontal y vertical pueden disponerse de manera regular distanciadores 130 sencillos. Una ventaja adicional en la disposición de los tubos 120 en capas consiste en que las direcciones de flujo en las secciones 210 de tubo adyacentes en vertical, que están dispuestas transversalmente al eje central 200 del revestimiento externo 70 son opuestas.

La figura 8 muestra una ventaja adicional de la invención. Mediante la disposición adyacente de los colectores 42, 51 de entrada o de salida de los módulos 40, 50 de intercambiador de calor adyacentes puede reducirse adicionalmente la longitud total del intercambiador 1 de calor. De manera convencional los colectores se dispusieron en el centro en el eje central 200 del portador 1 de calor.

Las figuras 9 y 10 muestran la construcción de las capas 100 y 110 de tubo individuales. En las secciones 210 de tubo, que están dispuestas transversalmente al eje central 200 del revestimiento externo 70, cada tubo presenta con respecto a su tubo adyacente en vertical, en el caso de una instalación en horizontal, o con respecto a su tubo adyacente en horizontal, en el caso de una instalación vertical, una dirección opuesta al flujo de tubo

REIVINDICACIONES

1. Intercambiador (1) de calor en modo de construcción modular, en particular para instalaciones accionadas con grandes cambios de carga y/o de temperatura, con un revestimiento externo (70) y un número de módulos de intercambiador de calor, en el que cada módulo de intercambiador de calor, que es o bien un módulo (10) de precalentador, (20, 30, 40) de vaporizador o (50) de recalentador, presenta un colector (11, 21, 31, 41, 51) de entrada, un colector (12, 22, 32, 42, 52) de salida, así como tubos (120) que discurren en forma de meandro, a través de los cuales el medio de absorción de calor, en particular agua, fluye desde el colector (11, 21, 31, 41, 51) de entrada al colector (12, 22, 32, 42, 52) de salida, y además los módulos de intercambiador de calor están dispuestos en el revestimiento externo (70) común, de manera que a su alrededor fluye el mismo medio de emisión de calor, estando conectados en paralelo los módulos (20, 30, 40) de vaporizador a través de un tambor (60) de vapor dispuesto fuera del revestimiento externo (70) y pudiendo instalarse el intercambiador (1) de calor en horizontal o en vertical, **caracterizado porque** el módulo de intercambiador de calor en el caso de una instalación en horizontal presenta un número de capas (100, 110) de tubo horizontales, formándose cada capa (100, 110) de tubo de un mismo número de tubos, y porque los tubos de las capas (100, 110) de tubo están orientados en dirección vertical situados exactamente uno encima de otros, en el que las direcciones de flujo del medio de absorción de calor en secciones (210) de tubo adyacentes en vertical de capas (100, 110) de tubo adyacentes, dispuestas transversalmente al eje central (200) del revestimiento externo (70) son opuestas.
2. Intercambiador (1) de calor en modo de construcción modular, en particular para instalaciones accionadas con grandes cambios de carga y/o de temperatura, con un revestimiento externo (70) y un número de módulos de intercambiador de calor, presentando cada módulo de intercambiador de calor, que es o bien un módulo (10) de precalentador, (20, 30, 40) de vaporizador o (50) de recalentador, un colector (11, 21, 31, 41, 51) de entrada, un colector (12, 22, 32, 42, 52) de salida, así como tubos (120) que discurren en forma de meandro, a través de los cuales el medio de absorción de calor, en particular agua, fluye desde el colector (11, 21, 31, 41, 51) de entrada al colector (12, 22, 32, 42, 52) de salida, y además los módulos de intercambiador de calor están dispuestos en el revestimiento externo (70) común, de manera que a su alrededor fluye el mismo medio de emisión de calor, estando conectados en paralelo los módulos (20, 30, 40) de vaporizador a través de un tambor (60) de vapor dispuesto fuera del revestimiento externo (70) y pudiendo instalarse el intercambiador (1) de calor en horizontal o en vertical, **caracterizado porque** el módulo de intercambiador de calor en el caso de una instalación vertical presenta un número de capas (100,110) de tubo verticales, formándose cada capa (100, 110) de tubo de un mismo número de tubos, y porque los tubos de las capa (100, 110) de tubo están orientados en dirección horizontal situados exactamente unos al lado de otros, en el que las direcciones de flujo del medio de absorción de calor en secciones (210) de tubo adyacentes en horizontal, de capas (100, 110) de tubo adyacentes, dispuestas transversalmente al eje central (200) del revestimiento externo (70) son opuestas.
3. Intercambiador de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los colectores (11, 21, 31, 41, 51) de entrada y (12, 22, 32, 42, 52) de salida presenta una sección transversal circular, y los tubos (101, 102, 103, 104) de una capa (100) de tubos en un plano periférico del colector (41) de entrada y (42) de salida están conectados desplazados uno de otro en un mismo ángulo (α) con el colector (41) de entrada y (42) de salida respectivo.
4. Intercambiador (1) de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los tubos (101, 102, 103, 104, 111, 112, 113, 114) de las capas (100, 110) de tubo adyacentes están conectados con el colector (41) de entrada y (42) de salida respectivo de manera que los tubos (111, 112, 113, 114) de una de las capas (110) de tubo con respecto a los tubos (101, 102, 103, 104) de la capa (100) de tubo adyacente están dispuestos desplazado en un ángulo (β) sobre un plano periférico adyacente del colector (41) de entrada y (42) de salida respectivo.
5. Intercambiador de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los tubos (120) de los módulos de intercambiador de calor están dispuestos en una carcasa interna (80) común que está dispuesta concéntricamente dentro del revestimiento externo (70), y presenta una abertura de entrada y de salida para el medio de emisión de calor.
6. Intercambiador (1) de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los tubos (96a, 96b, 96c), a través de los cuales fluye el medio de absorción de calor desde el colector (22, 32, 42) de salida del módulo (20,30, 40) de vaporizador respectivo hacia el tambor (60) de vapor están unidos entre sí de manera que presentan una única entrada (96) común en el tambor (60) de vapor.
7. intercambiador (1) de calor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los tubos (93, 94, 95), a través de los cuales fluye el medio de absorción de calor desde el tambor (60) de vapor hacia el colector (21, 31, 41) de entrada del módulo (20, 30, 40) de vaporizador respectivo, están conectados entre sí de manera que presentan una única salida común desde el tambor (60) de vapor.

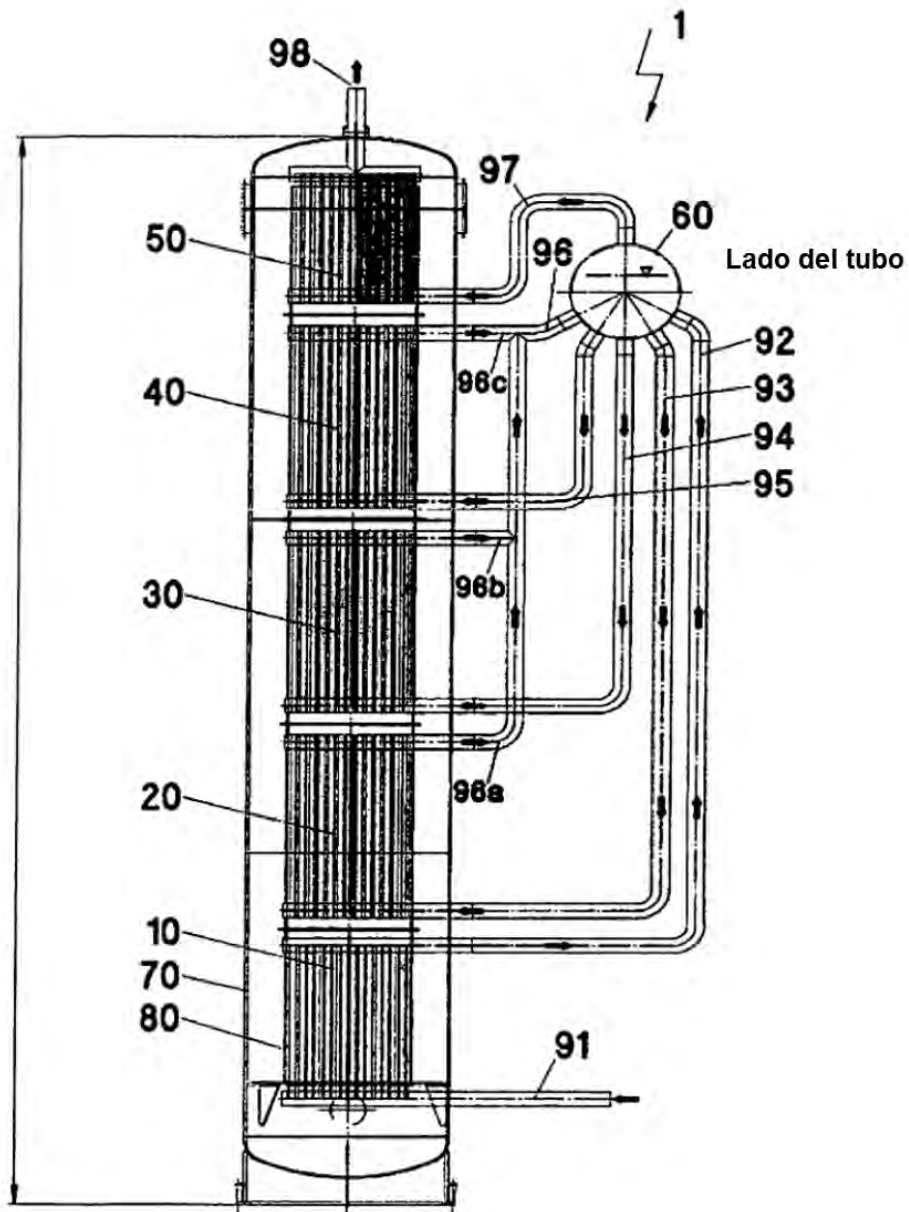


Fig. 1

Lado del
revestimiento

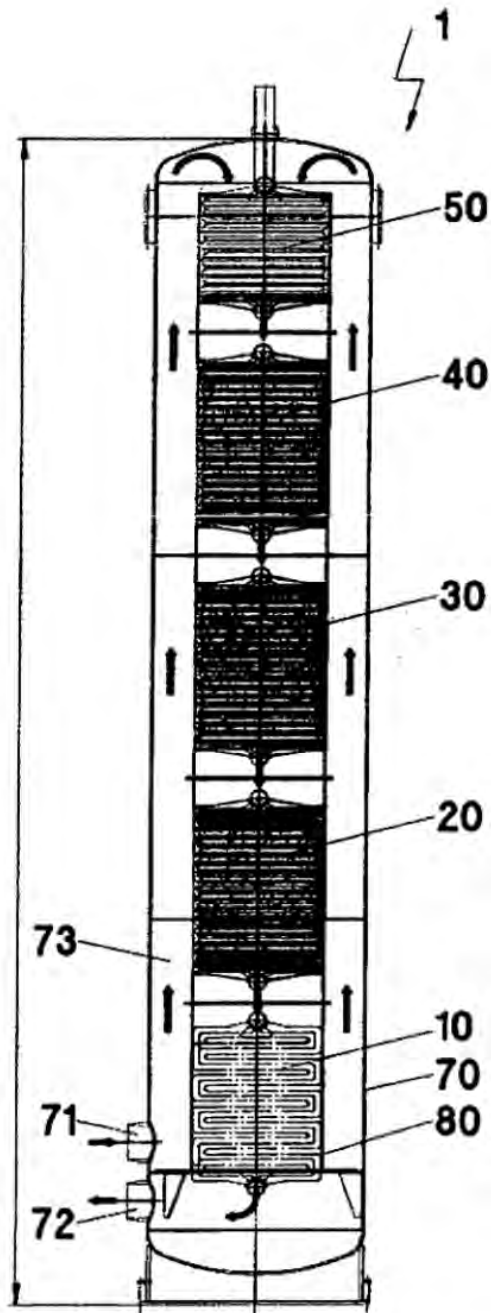


Fig. 2

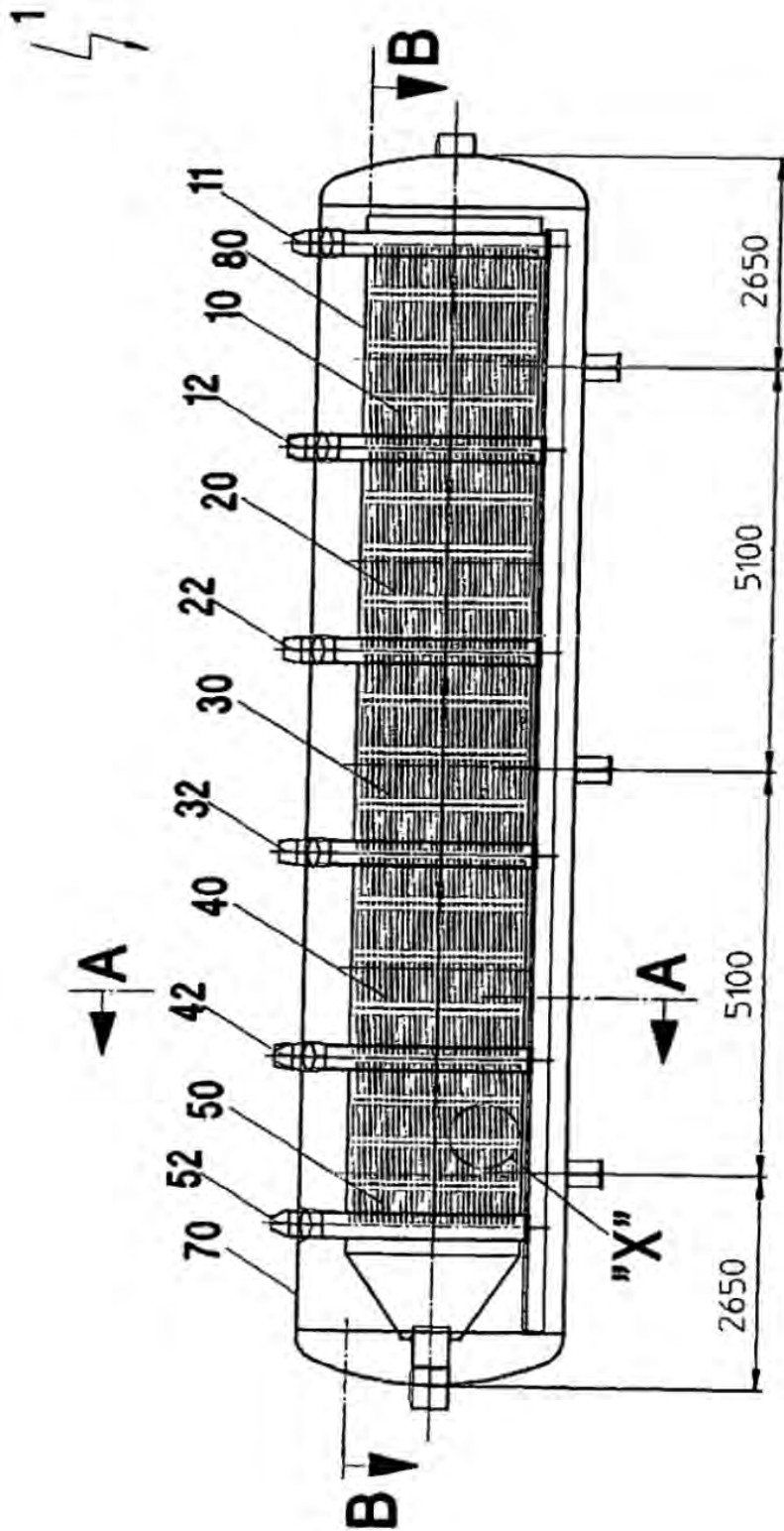


Fig. 3



SECCIÓN B-B

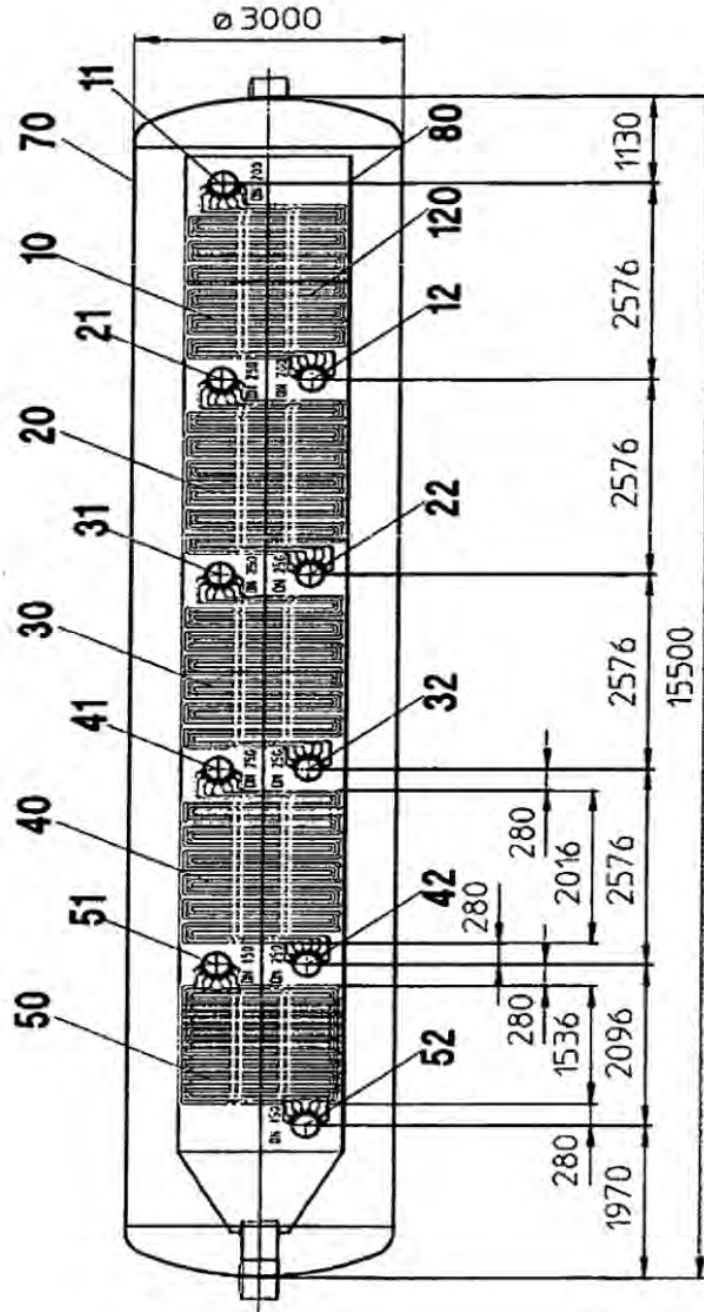
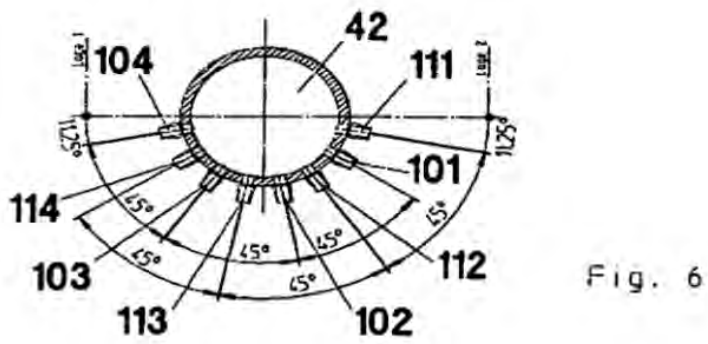
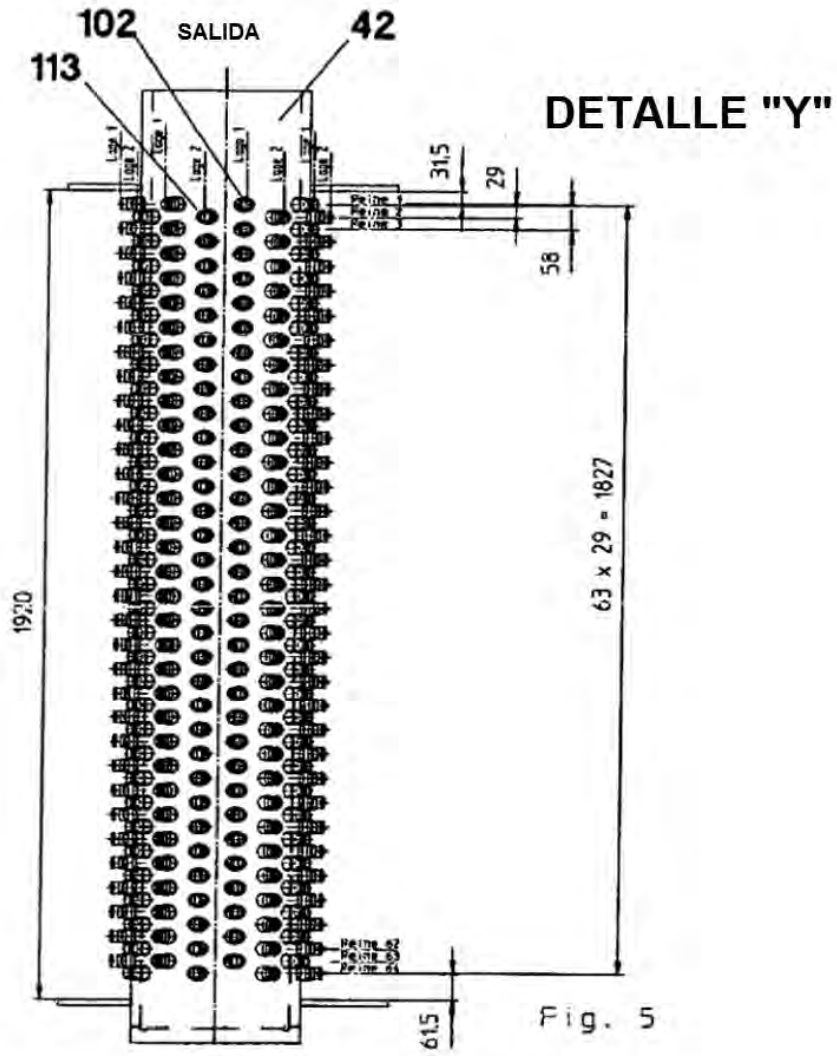


Fig. 4



DETALLE "X"

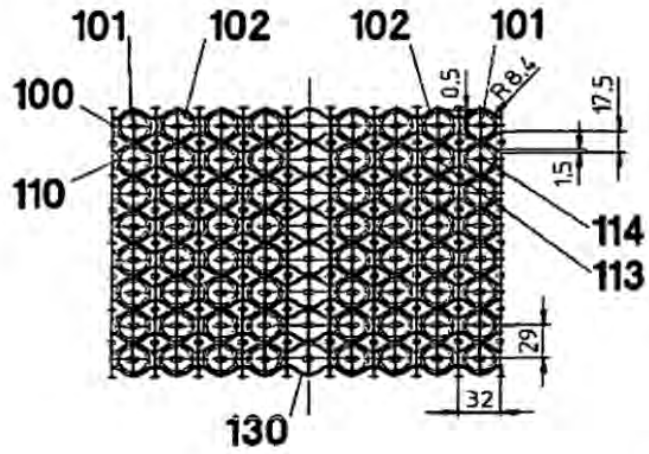


Fig. 7

SECCIÓN A - A

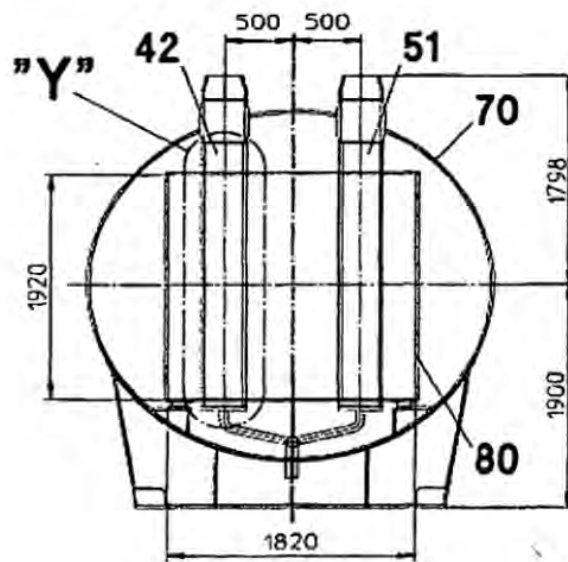


Fig. 8

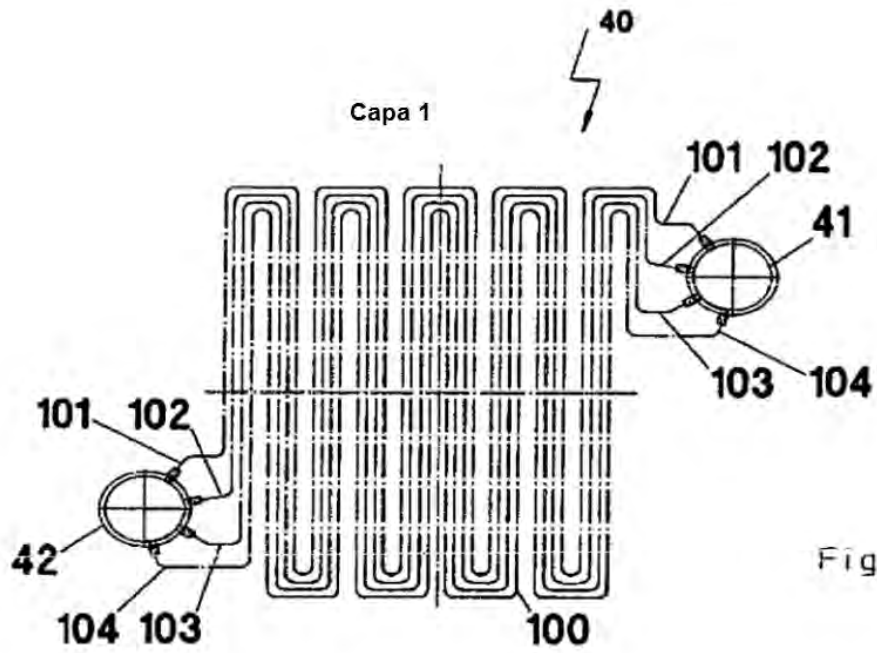


Fig. 9

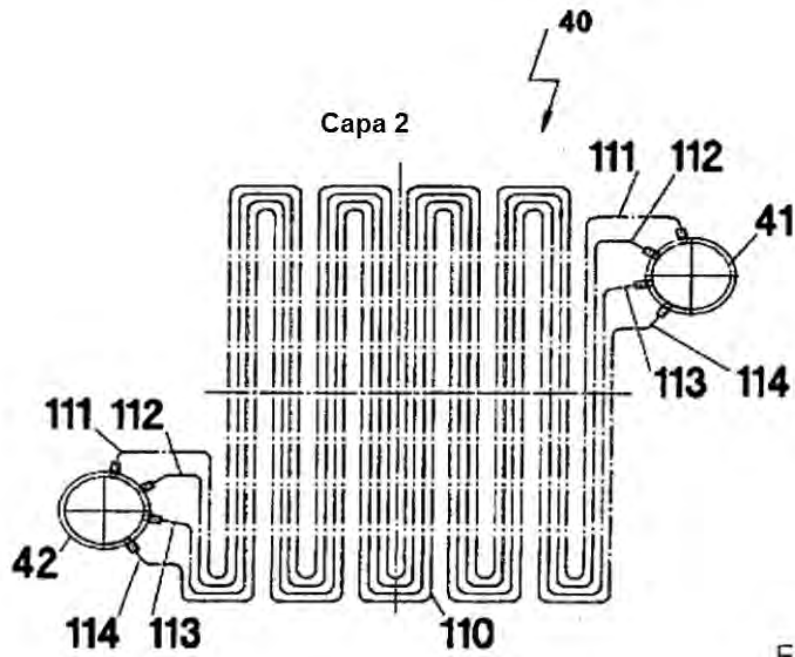


Fig. 10