



318151

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE CAMBIADORES DE CALOR, PRINCIPALMENTE PARA REACTOR NUCLEAR", a favor de DON PIERRE LEGRAND, de nacionalidad francesa, domiciliado en "98, rue de Rennes" - PARIS (Seine) - Francia.

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención se refiere a perfeccionamientos en la construcción de cambiadores de calor, principalmente para reactor nuclear, en particular del tipo que consta de un haz denso de tubos rectos y paralelos en los cuales circula un primer fluido y alrededor de los cuales circula, de preferencia a contra-corriente, un segundo fluido.

5. Cuando, por ciertas razones, se debe pasarse sin las placas tubulares que clásicamente colectan los numerosos extremos de tales haces de tubos, se está obligado por razones de construcción y de montaje, principalmente de accesi-

10.

318151



bilidad de las soldaduras, evitar la ligazón individual de cada tubo a su colector: se ha pues conducido a reagrupar localmente tubos vecinos en haces elementales, de manera que el número de enlaces al colector sea reducido a un submúltiplo del número total de tubos, en proporción al número de tubos que constituye cada haz elemental.

5.

Estando en general los tubos repartidos sobre la sección del cambiador de manera regular y a igual distancia unos de otros, por ejemplo, según los nudos de una red hexagonal centrada, ha podido parecer ventajoso que cada haz elemental sea formado con un cierto número de tubos inmediatamente próximos, de manera de reducir al mínimo la longitud de las conexiones internas de dicho haz elemental: es además ventajoso que los tubos así reagrupados estén dispuestos según un motivo tal que todos los tubos del cambiador puedan ser reagrupados en haces elementales idénticos yuxtapuestos.

10.

15.

La solución más natural y la más evidente consiste en reagrupar en un mismo haz elemental un cierto número de tubos contiguos situados sobre una misma línea paralela a un lado de la malla de la red, y disponer tales haces en filas paralelas a otro lado de la malla de la red y ramificados sobre un mismo colector.

20.

Ahora bien, en explotación, se puede ser llevado a suprimir la circulación del fluido en el interior de uno o varios haces elementales, y esto por dos razones:

25.

Primeramente, se ha llevado a interrumpir definitivamente la circulación del fluido en un tubo que es puesto en abandono: en una red de tubos poco densa, esto puede ser obtenido simplemente por seccionamiento y obturación del tubo en cuestión: pero en una red densa de tubos, estas operaciones se han vuelto

30.

318151



prácticamente imposibles por la dificultad de acceso al tubo al que concierne el aislamiento: sin embargo, puesto que los tubos están reagrupados en haces elementales que solos están ligados al colector, se hace posible interrumpir definitivamente la circulación del fluido en el haz elemental comprendiendo el tubo

5. desfalleciente cortando su ligazón al colector.

En segundo lugar, se puede ser llevado a interrumpir temporalmente la circulación del fluido en una fracción importante del número total de los tubos del cambiador, si estos últimos están agrupados en familias independientes ligada cada una a su, o a sus, colectores propios, como es el caso (por razones de seguridad) en los cambiadores de calor de muy gran volumen integrados en los reactores nucleares.

10.

La interrupción de la circulación del fluido interno en un haz elemental tiene dos consecuencias locales nocivas, una de orden térmico y la otra de orden mecánico.

15.

El primer inconveniente tiende a que el fluido exterior que circula alrededor del haz elemental aislado no cede su calor y por consiguiente forma una columna o una capa de fluido longitudinal a temperatura sensiblemente constante constituyendo una derivación térmica, resultando una baja del rendimiento global del cambiador.

20.

El segundo inconveniente está ligado a las distorsiones locales de temperatura que acompañan a la precitada derivación térmica y creando distorsiones mecánicas entre tubos vecinos, lo que es perjudicial si los empalmes entre tubos son cortos y faltos de flexibilidad.

25.

Una primera solución aproximada a estos problemas ha sido ya propuesta en la patente española Nº 307.374 de 30 de Diciembre de 1964, depositada a nombre del actual solicitante, en la cual

30.



se prevé tubos de cambio provistos de un núcleo axial y de apéndices helicoidales internos y externos que condicionan enteramente, para un gasto mínimo de energía, las circulaciones de fluidos, asegurando respectivamente la centrifugación del fluido interno y la difusión transversal constante del fluido externo, tendiendo pues a homogeneizar la repartición de las temperaturas de los tubos de cambio en todo el cambiador, oponiéndose a la formación de la precitada derivación térmica, longitudinal.

5.

La presencia de un núcleo y de los apéndices helicoidales internos reduce la sección de paso ofrecida al fluido interno: por continuidad de sección, los tubos de empalme son pues de diámetro netamente inferior, necesariamente, al de los tubos de cambio, y se tiene pues una cierta flexibilidad para compensar las dilataciones diferenciales entre tubos vecinos.

10.

La presente invención trata de eliminar completamente los precitados inconvenientes, y puede ser ventajosamente combinada con la solución antes descrita expuesta en la patente precedentemente mencionada.

15.

Un cambiador de calor conforme a la invención, principalmente del tipo en el cual los tubos de cambio están dispuestos en los nudos de una red de malla hezagonal centrada, y en el cual los tubos vecinos están reagrupados localmente para formar haces elementales poseyendo sus ligazones particulares con sus colectores, caracterizado principalmente porque cada uno de dichos haces elementales está formado con, a lo menos, tres tubos no inmediatamente adyacentes, distantes dos a dos en $\sqrt{3}$ veces el lado de la malla de la red, y situado uno en el centro de una tal malla y los otros sobre las mediatrices de, a lo menos, dos lados distintos de la referida malla.

20.

25.

Según otra característica de la invención, los haces elementa-

30.



les precitados están imbricados de manera que un tubo cualquiera de un haz quede inmediatamente rodeado por seis tubos pertenecientes a otros haces.

Según todavía otra característica de la invención, los precitados haces están dispuestos en filas paralelas.

Aun según otra característica de la invención, los haces sucesivos de una misma fila están ligados a colectores diferentes por permutación circular.

Resulta inmediatamente de las disposiciones que preceden, que en un cambiador dispuesto según el procedimiento de la invención, la interrupción de la circulación de fluido interno, ya sea definitiva en un solo haz o bien temporal en una familia de haces, no puede dar lugar a la formación de una derivación térmica longitudinal de importancia apreciable.

Según un modo de puesta en práctica de la invención, particularmente cómodo, los precitados haces elementales están formados por tubos dispuestos en capa, es decir, situados en un mismo plano.

Otras características y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en la lectura de la siguiente descripción dada con referencia a los dibujos anexos que muestran a título de ejemplo no limitativo, una realización de la misma.

En los dibujos:

La fig. 1ª es una vista esquemática ilustrando un modo de reagrupamiento en haces de los tubos de cambio de un cambiador, realizado conforme a la invención, siendo esta vista tomada sensiblemente en corte transversal respecto a los diferentes tubos:

Las figuras 2ª y 3ª son esquemas de principio mostrando como los tubos de los haces de la fig. 1ª están reagrupados y ligados a los colectores de sus familias respectivas:

318151

5



La fig. 4ª es una vista a mayor escala y en elevación mostrando un haz elemental del tipo utilizado en las figuras precedentes: y

5. La fig. 5ª es una vista en corte transversal, a mayor escala y con arranques parciales, hecha a la altura de la línea V-V de la fig. 4ª de tubos de algunos haces dispuestos lado a lado e imbricados, del tipo mostrado en la fig. 4ª.

10. Según el modo de realización mostrado en las figuras 1ª a 3ª de los dibujos, es supuesto que los tubos del cambiador estaban dispuestos en nudos de una red de mallas hexagonales centradas. En la figura 1ª han sido figuradas y referenciadas 1 a 4 cuatro mallas hexagonales de tales tubos. Los tubos de estas cuatro mallas (en número de siete por cada malla) han sido representados en línea de puntos. Para no sobrecargar la figura, los otros tubos del haz no han sido, en general, representados.

15. Conforme a la invención, los diferentes tubos del cambiador han sido reagrupados en haces elementales de siete tubos alineados. Un tal haz de siete tubos referenciado en 5 ha sido mostrado con sus siete tubos, respectivamente 6 a 12. El tubo 12 es el más central del haz elemental. Para aligerar la figura, los otros haces elementales similares del cambiador han sido solamente referenciados por su tubo central tal como, por ejemplo, 13, 14 o 15, encuadrado de cada lado por trazos que figuran la obstrucción aproximada de los tres tubos adyacentes a cada tubo central en cada haz elemental.

20. Además, en el ejemplo aquí mostrado, se ha supuesto que cada haz elemental de siete tubos pertenecía a una de cuatro familias de tubos y para distinguir estas familias se ha utilizado para diferenciarlas un signo convencional propio, sea respectivamente, un triángulo, un cuadrado, el signo + o el signo x.

25. 30.

318151



Cada una de estas familias tiene sus colectores propios, que están reagrupados familia por familia.

- Habiendo precisado así los símbolos utilizados en la fig. 1ª, se ve que se puede además considerar que el cambiador está
5. constituido por la yuxtaposición de bloques tales como los referenciados 16, 17 y 18, de forma general sensiblemente rectangular, que por si mismos están constituidos por la yuxtaposición de haces elementales de siete tubos. Una construcción mecánica por bloques elementales así reunidos es evidentemente práctica.
10. Si ahora se considera una de las mallas hexagonales cualquiera 1 a 4, se comprueba que un tubo cualquiera del cambiador, sea por ejemplo el tubo 19 central de la malla 3, perteneciente a la familia simbolizada por un triángulo, está rodeado inmediatamente por seis tubos adyacentes, respectivos 20 a 25, pertenecientes a las otras familias (los tubos 20 y 23 pertenecen a la familia simbolizada por el signo \times , los tubos 21 y 25 pertenecen a la familia simbolizada por el signo \dagger y los tubos 22 y 24 pertenecen a la familia simbolizada por un cuadrado). Se comprende que en estas condiciones no es de temer derivación térmica alguna apreciable, que sea llamada a interrumpir la circulación en
15. un haz elemental o aún en toda una familia de tubos del cambiador.
20. Esto se ha hecho posible, conforme a la invención, eligiendo un espaciamiento entre dos tubos de un mismo haz elemental igual a $\sqrt{3}$ veces el lado de la malla de red utilizada, y constituyendo
25. cada haz elemental por a lo menos tres tubos de los cuales uno está situado en el centro de una malla de la red y los otros sobre las mediatrices de a lo menos 2 lados distintos de dicha malla. La disposición de haces elementales en siete tubos alineados es un modo de realización particularmente cómodo de la invención. Sin embargo, el reagrupamiento de los tubos en haces ele-
- 30.



mentales estrellados o en zig-zag con respecto a la disposición de formación que explícitamente se trató en el párrafo anterior es perfectamente utilizable para los fines de la invención.

5. La puesta en su sitio de cada bloque de tubos tal como el 16, 17 o 18 constituido por haces elementales adyacentes de siete tubos, tales como 5, se hace simplemente por imbricación sucesiva de estos haces.

10. En la fig. 2ª se ha mostrado las conexiones entre cada haz de tubos y más exactamente entre cada tubo central de dichos haces y sus colectores respectivos. Así, se ve la ligazón con cuatro colectores 26 a 29, perteneciendo respectivamente a las familias simbolizadas por los signos \dagger , cuadrado, triángulo, \times , de los diferentes tubos centrales de los haces elementales mostrados en la figura precedente. Es así, principalmente, que el tubo 21 está ligado al colector 26, que el tubo 22 lo está al colector 27, que los tubos 19, 12, 13 están ligados al colector 28 y que el tubo 23 lo está al colector 29.

15. En la fig. 3ª se ha esquematizado en vista de elevación, los bloques 16, 17 y 18 de las precedentes figuras 1ª y 2ª, mostrando la puesta en su sitio de los tubos, de los colectores de agua y de vapor y de los diferentes empalmes. Así, los tubos 6 a 12 del haz 5 están ligados al colector de agua 28' y al colector de vapor 28 por su tubo central 12. En 30 se ha esquematizado el alma soporte del bloque 16. Es de notar que los colectores de vapor están elásticamente soportados por su tubo de empalme con los diferentes tubos centrales de los haces elementales. Se observará que haces sucesivos de un mismo bloque o de una misma fila tales como 16, 17, 18 están ligados a los diferentes colectores 26 a 29, 26' a 29' por permutación circular. Los diferentes colectores ligados a los haces elementales están a su vez rea-

20.

25.

30.

318151^E5



5. grupados en colectores sucesivos de importancia creciente (no representados), pero conservando en el momento de cada reagrupación la individualidad de cada familia. En el caso interesante en que los colectores principales de entrada de agua y de salida de vapor deban atravesar el piso inferior del cambiador, los precitados reagrupamientos de cada familia de colectores se efectúan para el vapor, sea en alto, sea en bajo del cambiador, y en este último caso los cuatro colectores elementales de cada bloque (tal como 16) descienden individualmente por ejemplo sobre el contorno del bloque considerado en el cual han sido omitidos algunos tubos para permitir este descenso, conservando el bloque su contorno standard rectangular que permite la juxtaposición precisa de tales haces.

15. En las figuras 4ª y 5ª de los dibujos, se ha mostrado de manera precisa como podría estar constituido un haz elemental de siete tubos del tipo utilizado en las figuras precedentes 1ª a 3ª y como podrían estar imbricadamente montados tales haces.

20. El haz mostrado en la fig. 4ª puede ser, por ejemplo, el haz 5 de las figuras precedentes. Se ve claramente que el tubo central 12 está flanqueado en cada lado por tres tubos vecinos, respectivamente 6 a 8 y 9 a 11. Estos tubos están ventajosamente constituidos por los tubos de cambio precedentemente mencionados y descritos en la antes citada patente. Cada haz elemental 5 se presenta así a modo de un candelero plano de siete brazos que, 25. por ejemplo, apoya por intermedio de un talón o collarín 31 en la base del tubo central 12, pudiendo este talón estar soportado a su vez por el alma 30 (fig. 3ª). El alma 30 apoya sobre una parrilla 35 que puede estar apoyada sobre caballetes 36 de cabeza rodante que a su vez apoyan sobre el piso 37.

30. En la fig. 5ª se muestra de manera precisa como deben ser



pinzados y deformados los tubos centrales (tales como 12, 32 a 34) de los haces individuales en su lugar de junta con los otros tubos del haz, de manera de permitir la puesta en su sitio de los diferentes haces elementales de tubos, sin pérdida alguna de sitio en el interior del cambiador.

5.

Los tubos laterales 6 a 8 y 9 a 11 son pinchados sobre las dos prolongaciones 38, 39 del tubo central 12. Estas prolongaciones son realizadas en tubos de fuerte espesor y presentan a este efecto salientes 40 a 45 y 46 a 51 opuestos dos a dos y respectivamente sobre tres niveles. Para aumentar la compacidad del cambiador, las prolongaciones 38, 39 en la zona de ensanchamientos tienen una sección aplanada rectangular.

10.

La verticalidad de los haces elementales autoportadores está asegurada por la retención lateral de los colectores superiores ligados a su vez por varillas horizontales que, también a su vez, son solidarias de estructuras fijas, sea en tope sobre ellas.

15.

Bien entendido, que la invención no queda limitada en modo alguno a la realización descrita y representada que ha sido dada únicamente a título de ejemplo.

N O T A

20.

Hecha la descripción del presente invento se hace constar, que esta solicitud se acoge a la prioridad de la solicitud de patente francesa Nº 990.429, depositada el 6 de Octubre de 1964, y que se declaren como nuevas y de propia invención las reivindicaciones siguientes:

25.

1.- Perfeccionamientos en la construcción de cambiadores de

318 15 15



- qalor, principalmente para reactor nuclear, del tipo que consta principalmente de un denso haz de tubos rectos y paralelos dispuestos en los nudos de una red de malla hexagonal centrada, en el cual los tubos vecinos están reagrupados localmente para formar haces elementales individuales que poseen sus ligazones particulares con sus colectores, c a r a c t e r i z a d o s porque cada uno de dichos haces elementales está formado con, a lo menos, tres tubos no inmediatamente adyacentes, distantes dos a dos $\sqrt{3}$ veces el lado de la malla de la red, y situados, uno en el centro de tal malla y los otros sobre las mediatrices de, a lo menos, dos lados distintos de la referida malla.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- 2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, c a r a c t e r i z a d o s porque los precitados haces elementales están imbricados de tal manera que un tubo cualquiera de un haz queda inmediatamente rodeado por seis tubos pertenecientes a otros haces.
 - 3.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1 y 2, c a r a c t e r i z a d o s porque los precitados haces están dispuestos en filas o bloques paralelos.
 - 4.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque los haces sucesivos de una misma fila están ligados a colectores diferentes por permutación circular.
 - 5.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque los precitados haces elementales están formados de tubos dispuestos en capa, es decir, situados en un mismo plano.
 - 6.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque las capas llevan siete tubos, a saber, un tubo central y seis tubos laterales empalmados al primero por sus extremos.



- 7.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque las ligazones entre los diferentes tubos de un mismo haz y el precitado tubo central o su prolongación, son realizadas por medio de tubos de enlace acodados de diámetro inferior al de los tubos de cambio y llevando un ensanchamiento en cada extremo, comportando el tubo central o su prolongación zonas ensanchadas radiales, y terminándose los otros tubos de los haces por un estrechamiento correspondiente a los precitados ensanchamientos de los tubos de ligazón.
- 5.
10. 8.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el tubo central lleva en cada extremo una prolongación de mayor espesor de sección sensiblemente rectangular en la cual estén practicados los precitados ensanchamientos radiales.
15. 9.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque el tubo central o su prolongación inferior lleva un entrante formando un escalón exterior por medio del cual está soportado el haz por un collarin, un anillo o análogo solidarios de las estructuras del cambiador.
20. 10.- Perfeccionamientos en la construcción de cambiadores de calor, principalmente para reactor nuclear.

Según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de doce hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara y de dos láminas de dibujos.

Madrid a 5 de Octubre de 1964.

Pierre L E G R A N D

P. a.

JAIME ISERN

B. P.



Fig. 1.

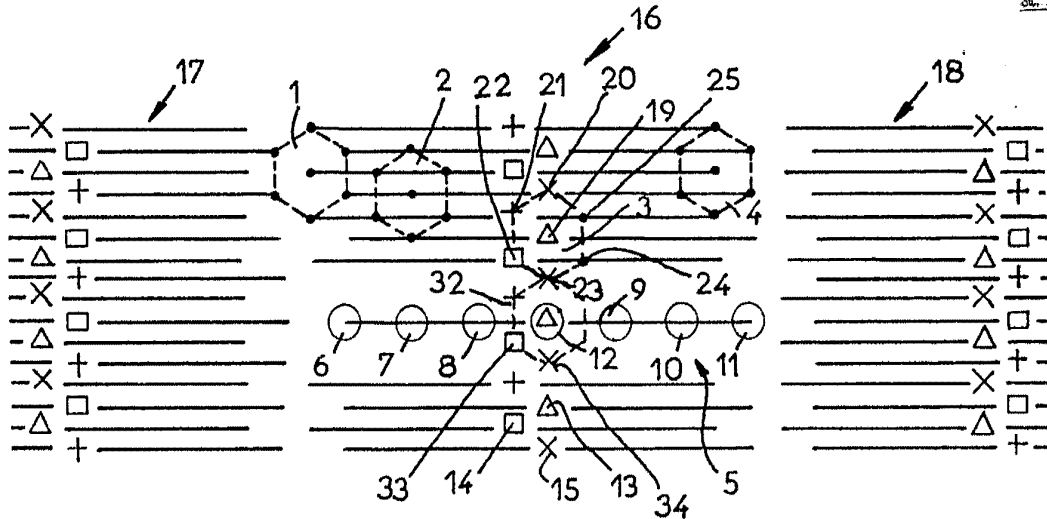
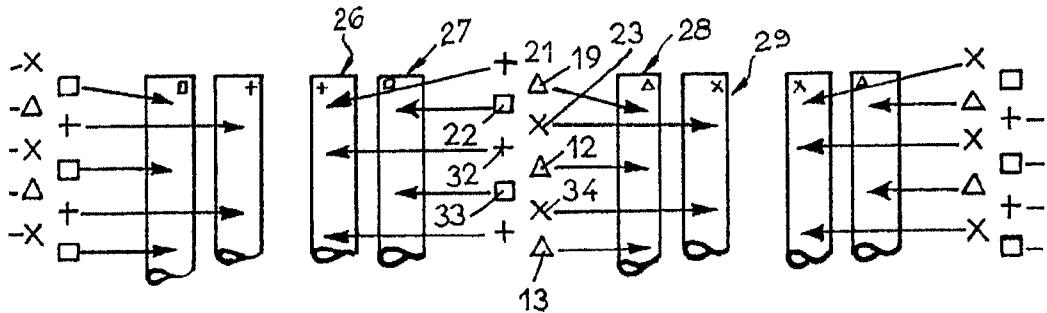


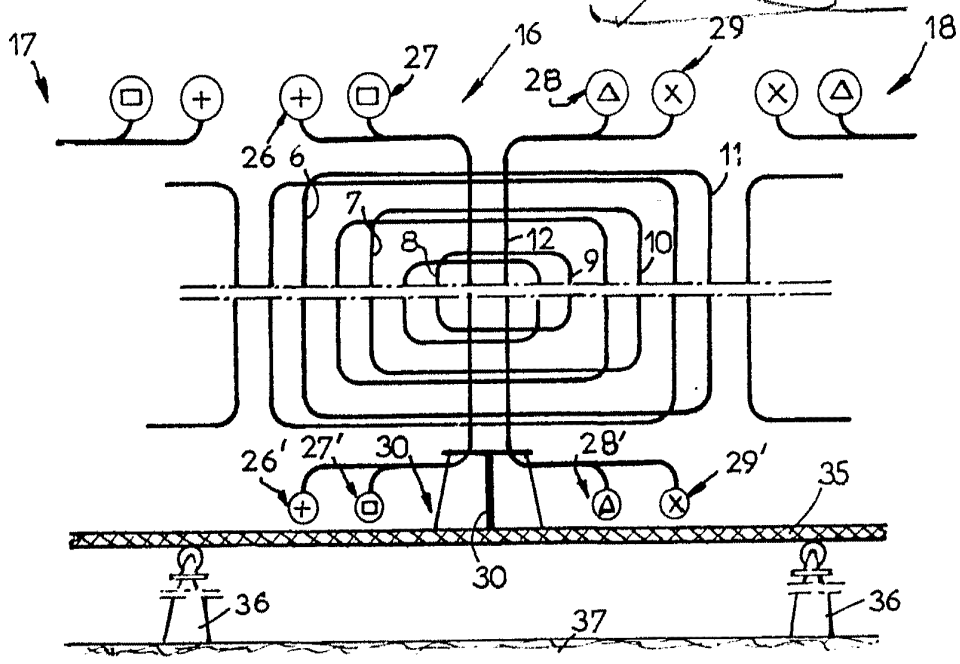
Fig. 2.



Madrid, a 5 de Octubre de 1965

Fig. 3.

JOAQUIN ISEPP

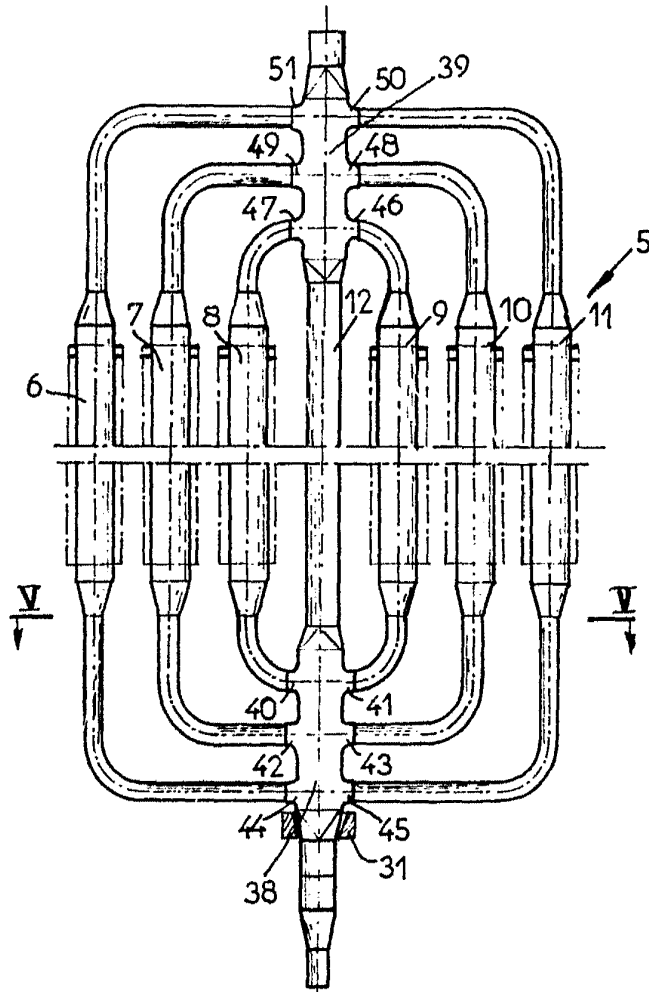


Escala variable



Fig. 4.

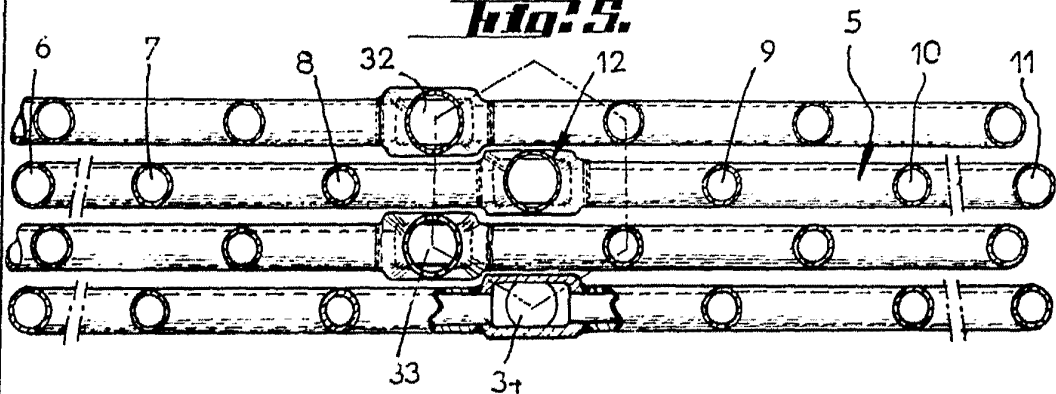
318151



Madrid, a 5 de Octubre de 1965

J. M. G. S. P. *[Signature]*

Fig. 5.



Escala variable