

332815

270



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

por "PERFECCIONAMIENTOS EN LA CONSTRUCCION DE ELEMENTOS TUBULARES CAMBIADORES DE CALOR", a favor de la firma francesa FIVES-PENHOET, S.A., domiciliada en "340, rue Saint-Honoré" - PARIS 12 (Seine) - Francia.

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención tiene esencialmente por objeto un elemento tubular cambiador de calor, en particular para cambiador de calor-generador de vapor de circulación forzada, del tipo que consta de un tubo de forma general rectilínea alrededor del cual circula un fluido caloportador y en el interior del cual circula el fluido a recalentar que se presenta sucesivamente en el estado líquido en el economizador, en el estado de mezcla vapor-líquido en el vaporizador, llevando este vaporizador a su vez una primera zona en la cual el coeficiente de cambio

5.

10.



térmico es elevado y una segunda zona en la cual el coeficiente de cambio térmico es débil, y en fin, en el estado de vapor en el "sobrecalentador" siguiendo dicho fluido, sobre una porción, a lo menos, de su recorrido, una trayectoria helicoidal gracias a aletas o análogas en forma de hélice alojadas en el interior del precitado tubo.

5.

Los cambiadores-generadores de vapor de circulación forzada llevan esencialmente haces de tubos rectos verticales alojados en una envoltura, efectuándose la circulación del fluido caloportador exteriormente a los tubos y paralelamente a sus ejes en el sentido descendente, mientras que el fluido a recalentar, constituido por ejemplo por agua ordinaria, circula en los tubos en el sentido ascendente.

10.

Se sabe que el recalentamiento del agua, después su vaporización y en fin su sobrecalentamiento, exigen en general un largo recorrido por el interior de los tubos.

15.

Ya se ha propuesto, para economizar agua, un recorrido suficientemente largo, por el interior del tubo, pero con la limitación que supone la longitud del tubo, lo que obliga a que el agua realice un recorrido helicoidal disponiendo en el interior del tubo aletas o análogas en forma de hélice.

20.

Sin embargo, las diferentes disposiciones que han sido propuestas hasta ahora para imponer al agua una tal trayectoria helicoidal, no han tenido en cuenta nunca los estados sucesivos bajo los cuales se presenta este agua a medida que recorre el tubo cambiador.

25.

Los estados sucesivos bajo los cuales se encuentra el fluido a recalentar, por ejemplo el agua, en circulación en los tubos cambiadores ha llevado a considerar, en un generador de vapor, las partes siguientes:

30.

27 00



12)- El economizador, en el cual el agua se presenta únicamente bajo fase líquida, correspondiendo este economizador, en el cambiador-generador del tipo considerado, a la parte inferior del tubo cambiador;

5. 28)- El vaporizador, en el cual circula una mezcla de las fases líquida y vapor, correspondiendo este vaporizador, en el ejemplo mencionado, a la parte media del tubo, es decir, a la que se encuentra por encima del economizador.

10. Este vaporizador consta a su vez de dos zonas distintas que se diferencian entre sí por la composición de las mezclas de las dos fases líquida y vapor:

15. Una primera fase líquida en la zona que sigue inmediatamente al economizador, en la cual dicha agua en estado líquido está en ebullición y presenta, a causa de convecciones importantes consecuentes de la referida ebullición, un elevado coeficiente de cambio térmico. En esta primera zona la pared interior del tubo está recubierta por una película líquida.

20. Una segunda zona que sigue a la primera zona, en la cual se presenta la mezcla agua-vapor bajo forma de una emulsión de gotitas de agua en el vapor, no siendo esta mezcla asiento de corrientes de convección tan importantes y presentando por consiguiente un coeficiente de cambio térmico relativamente débil. En esta zona, la pared interior del tubo está recubierta de vapor.

25. Conviene hacer notar que el límite entre las precitadas zonas primera y segunda está ligada al valor del flujo térmico y corresponde a riquezas en vapor diferentes según que se alcance o no el flujo crítico correspondiente a la presión, al gasto de fluido y a la geometría de su circulación.

30. 32)- El sobrecalentador que sigue a la precitada segunda



zona y que corresponde por consiguiente a la parte superior del tubo, en cuyo sobrecalentador circula únicamente la fase vapor.

Falta el haber tomado en consideración los estados bajo los cuales se presenta el fluido a recalentar, en particular el agua; las soluciones propuestas hasta ahora para mejorar el coeficiente térmico de transferencia, no han suministrado, sobre el plan práctico, las ventajas que se esperaba en derecho alcanzar de ellas.

10. La presente invención tiene por objeto un elemento tubular cambiador de calor del tipo precitado, realizado teniendo en cuenta estados sucesivos del fluido en circulación, por ejemplo el agua, y caracterizado principalmente por constar de un núcleo o análogo alojado interiormente y coaxialmente al referido tubo y extendiéndose sobre la totalidad de la longitud de este último, de manera de definir, en el economizador, el vaporizador y el sobrecalentador, un espacio anular cuya sección transversal es sensiblemente la misma para las tres partes, y en el cual circula el fluido a recalentar, estando previstas en el economizador las mencionadas aletas en forma de hélice en dicha segunda zona del vaporizador y en el sobrecalentador.

20. Se ve, según la invención, que el tubo cambiador ofrece al paso del agua a recalentar, un espacio anular cuya forma y dimensiones permanecen idénticas sobre todo el recorrido de este agua, imponiendo a este agua, al principio de su recorrido, es decir, cuando el agua se encuentra bajo fase líquida y a débil temperatura, con lo que es débil su coeficiente de cambio térmico, una trayectoria helicoidal que, aumentado su recorrido y las convecciones, tiende a aumentar la importancia del cambio de las calorías: Después, cuando el agua alcanza el punto



270

de ebullición y por consiguiente su coeficiente térmico de cambio ha tomado un valor elevado, la trayectoria es rectilínea en el precitado espacio anular; en fin, desde que predomina el vapor como única fase existente a forciiori, y por consiguiente, cuando el coeficiente de cambio térmico se ha vuelto de nuevo débil, una trayectoria es de nuevo helicoidal en el recorrido.

5.

El dispositivo según la invención permite pues adaptar las condiciones de circulación del agua a las variaciones de su coeficiente de cambio térmico consecuencia de estos cambios de estado.

10.

Según otra característica de la invención, el precitado núcleo está constituido por un cuerpo tubular o análogo, hueco, que tiene a lo menos dos partes aplanadas, encontrándose una en la proximidad del límite entre el economizador y el vaporizador, coincidiendo la otra sensiblemente con el límite entre la primera y la segunda zona del vaporizador.

15.

Esta configuración del tubo central formando núcleo permite su mantenimiento y su centraje en el tubo cambiador propiamente dicho no creando soluciones de continuidad de la sección del precitado espacio anular más que en las zonas que corresponden a cambios del estado del agua en circulación.

20.

Según otra característica de la invención, el núcleo o cuerpo tubular hueco antes citado está provisto de orificios que permiten poner en comunicación su espacio interior y el referido espacio anular de manera de crear una igualación de presión entre los expresados espacio interior y espacio anular.

25.

Esta igualación de presión permite evitar la deformación del núcleo interior y el nacimiento de contracciones en este núcleo por consecuencia de las considerables presiones en el espacio anular.

30.



27 OCT

Según otra característica de la invención, los precitados orificios están previstos en la proximidad de dichas partes aplanadas, así como en la proximidad del extremo del referido núcleo por el cual penetra el líquido a recalentar. El orificio previsto del lado de la entrada del agua, es decir, en la base del núcleo, permite el vaciado de este último.

5.

Según otra característica de la invención, el precitado núcleo está constituido de preferencia a lo menos por tres tubos, aplanados en cada uno de sus extremos y soldados unos a otros por dichos extremos aplanados.

10.

La fabricación del núcleo por soldadura extremo a extremo de tubos separados permite eliminar las dificultades encontradas para la obtención de elementos tubulares rectilíneos de muy grande longitud y permite por consiguiente simplificar su construcción y disminuir su precio de venta.

15.

Otras características de la invención se pondrán de manifiesto en el curso de la descripción siguiente, con referencia a los dibujos anexos que ilustran una realización del invento como ejemplo sin caracter limitativo:

20.

La fig. 1ª es una vista en corte de un elemento tubular cambiador, según la invención; y

La fig. 2ª es un corte parcial según la línea II-II de la fig. 1ª, mostrando las partes aplanadas del núcleo.

25.

Según el modo de realización representado, el elemento tubular cambiador de calor, según la invención, consta de un tubo recto 1 de sección cilíndrica provisto exteriormente de aletas o nervaduras rectilíneas 2 y comunicando, de una parte, con una tubulura 3a de conducción del fluido a recalentar, en su entrada, por ejemplo agua en fase líquida, a la cual esté empalmado por una parte cónica la y, de otra parte, con una tubulura 3b

30.



de evacuación del fluido a recalentar, ya recalentado, por ejemplo vapor de agua sobrecalentado, a la cual está empalmado por una parte cónica lb.

5. Este tubo 1 lleva sucesivamente, en el sentido de la circulación del agua (representado por las flechas F): el economizador E en el cual el agua circula en fase líquida, el vaporizador V en el cual el agua circula bajo forma de una mezcla de agua líquida y de vapor de agua, llevando a su vez este vaporizador una primera zona Z1, en la cual la pared interior del tubo 1 está recubierta de una película líquida, y una segunda zona Z2 en la cual la pared interior del tubo 1 está recubierta de vapor, en fin, el sobrecalentador S en el cual únicamente circula el vapor de agua.

15. En el interior del tubo 1 está alojado un núcleo de forma general tubular designado de una manera general por 4, y dispuesto coaxialmente al tubo exterior 1 y extendiéndose sobre la totalidad de su longitud entre los empalmes la y lb. Este núcleo 4 presenta un diámetro sensiblemente más pequeño que el del tubo 1, de suerte que queda formado un espacio anular 5 entre el tubo 1 y el núcleo 4 para la circulación del fluido.

20. El núcleo 4 está formado con tres tubos elementales 6, 7 y 8, estando cada uno de estos tubos elementales aplastado en sus extremos y presentando por consiguiente aplastamientos 6a, 6b; 7a, 7b, 8a, 8b. Los tubos 6 y 7 y los tubos 7 y 8 están soldados por sus extremos adyacentes.

25. El tubo 6 está situado en la parte que forma economizador E y se prolonga ligeramente en la parte V donde se efectúa el principio de la vaporización. Se sabe que en un generador de un solo paso, el principio de la vaporización es función de la carga, de suerte que la prolongación del tubo 6 en la parte que forma

30.



vaporizador está determinada esencialmente en función de la carga nominal, teniendo en cuenta no obstante condiciones de funcionamiento en sobrecarga y condiciones de funcionamiento a carga débil del elemento tubular cambiador.

5. Para asegurar el equilibrio de las presiones entre el interior del tubo 6 y el espacio anular 5 precitado, se prevé un orificio de comunicación 9 practicado en la proximidad del extremo 6a por el cual penetra el agua en fase líquida, a fin de permitir el vaciado cuando, a lo menos, como es el caso general, el elemento tubular cambiador funciona en posición vertical.

10. El tubo 6 está provisto, sobre su cara exterior, de una aleta o nervadura en forma de hélice 10 constituida, por ejemplo, por una hoja engastada o soldada, que define, en el espacio anular 5, una trayectoria helicoidal para el agua en fase líquida. Esta hélice presenta un paso constante cuyo valor es elegido de manera de dar al agua la velocidad óptima correspondiendo a las condiciones óptimas de cambio térmico y de pérdida de carga. Esta pérdida de carga es adaptada para asegurar una buena estabilidad de circulación.

15. El tubo 6 se encuentra lleno de agua en ligera sobrepresión en su parte superior, cuya sobrepresión es función de fugas en su extremo superior, es decir, del espesor e (ver la fig. 2^a) del paso que deja subsistir su extremo aplanado 6b con el extremo aplanado 7a del tubo siguiente 7.

20. El tubo 7 es un tubo liso que está situado en la zona 21 del vaporizador en la cual el agua se encuentra en ebullición y presenta por ello un coeficiente elevado de cambio aún en ausencia de convección forzada apreciable. Por el hecho del elevado valor de este coeficiente de cambio, se puede aceptar

30.



una débil velocidad de circulación del agua, es decir, suprimir el filete helicoidal. A débil carga se puede conseguir la vaporización casi completa, pero la caída del coeficiente de cambio no tiene importancia porque se dispone entonces de un exceso de superficie de cambio.

5.

El tubo 7 está provisto, en la proximidad de sus dos extremos aplanados, de orificios tales como 11a y 11b destinados a hacerle comunicar con el espacio anular 5. Conviene hacer notar que los extremos de los tubos están aplanados de manera de dejar subsistir una pequeña comunicación de un tubo a otro.

10.

Se beneficia en estas condiciones de una débil pérdida de carga de circulación del agua en ebullición. En la parte interior del tubo 7 no se puede alcanzar completamente la temperatura del agua en la parte anular 5, de suerte que el nivel del agua en este tubo 7 es, bien entendido, función de la pérdida de carga y, en ciertos casos, puede establecerse una ligera circulación descendente, haciéndose la alimentación de esta circulación por los orificios 11b.

15.

El tubo 8 está colocado a la vez en la zona Z2 del vaporizador y en el sobrecalentador S y está provisto, como el tubo 6, de aletas en forma de hélice 12.

20.

En la zona Z2 este tubo 8 mejora de manera importante el coeficiente de cambio térmico. Este mejoramiento se produce en todos los casos en que la riqueza de la mezcla en vapor es tal que la pared interior del tubo 1 está desecada. Además, cuando el flujo térmico alcanza y rebasa al flujo crítico, la presencia de aletas helicoidales permite proseguir la vaporización con un coeficiente muy elevado a causa de la centrifugación del agua que conduce a prolongar, hasta elevadas riquezas en vapor, la película de agua sobre la pared interior del tubo 1. Pasa

25.

30.



pués todo como si el flujo crítico necesario para la rotura de la película de agua sobre la pared interior del tubo 1 estuviera considerablemente aumentada.

5. En el sobrecalentador S, el tubo 8 mejora el coeficiente de cambio térmico a consecuencia del aumento de la velocidad del vapor.

10. El paso de las aletas helicoidales 12 puede tener un vapor diferente en la zona Z2 y en el sobrecalentador. En el caso representado, las aletas presentan un paso que va creciendo entre la parte donde se produce la vaporización con coeficiente elevado de cambio y la parte correspondiente a las riquezas en vapores muy elevadas. Se puede, además, con el fin de disminuir las pérdidas de carga, aumentar el paso al fin de sobrecalentamiento.

15. Están previstos orificios tales como 13 igualmente en la proximidad del extremo 8a del tubo 8 que está empalmado al tubo 7.

20. El interior del tubo 8 no contiene vapor, eventualmente ligeramente húmedo en la parte baja. La sobrepresión interior está fijada por la pérdida de carga del vapor y por el débil gasto de fuga en el extremo aplanado 8b que, como el extremo 8a, deja subsistir un débil paso. Esta sobrepresión queda limitada de suerte que no hay riesgo alguno de explosión del tubo y de envío de cantidad de agua no vaporizada.

25. Los aplastamientos 6a y 8b están previstos para coincidir con los empalmes 1a y 1b del tubo 1, mientras que los aplastamientos 6b, 7a, 7b y 8a están previstos para presentar, en su mayor dimensión, una longitud muy ligeramente inferior al diámetro interior del tubo 1, de suerte que el conjunto constituido por los tubos 6, 7 y 8, soldados entre sí, pueda ser enfi-

30.



lado al interior del tubo 1.

Se prevé eventualmente entre el tubo 7, desprovisto de aletas, y el tubo 1, entretoesas 14.

5. De la misma manera las aletas 10 y 12 fijadas sobre el contorno de los tubos 6 y 8 respectivamente, presentan un diámetro exterior muy ligeramente inferior al diámetro interior del tubo 1, de manera de permitir el enfilamiento del núcleo en el interior de este último.

10. Resulta que existe un paso entre la aleta y la pared interior del tubo de suerte que la circulación del fluido en los filetes helicoidales no se hace sin fugas. Estas fugas no juegan papel alguno negativo en las condiciones normales de tolerancia, porque el paso del fluido a gran velocidad contra la pared del tubo 1, tal como se hace, da lugar pues a un muy buen coeficiente de transferencia térmica.

15. Se puede prever ventajosamente una expansión local en uno o en varios puntos de los tubos 6 y 8 de manera que las aletas 10 y 12 vienen a colocarse sin juego contra la pared interior del tubo 1. Asimismo, las entretoesas 14 situadas entre el tubo 7 y el tubo 1 pueden ser ventajosamente entretoesas elásticas. Este modo de montaje permite evitar las vibraciones eventuales del núcleo en el interior del tubo 1.

20. El elemento tubular cambiador así realizado presenta la particularidad de tener una pérdida de carga muy débil aunque funcione como un tubo de generador de vapor de un solo paso. En efecto, en la zona 21, es decir, en la mayor parte del vaporizador, la pérdida de carga es extremadamente débil a causa de la ausencia de aletas. La pérdida de carga global es apenas superior a la que se tiene en un generador de vapor de circulación natural. Esta pérdida de carga es un factor favorable a una buena

30.



repartición entre los diferentes elementos tubulares del generador de vapor.

5. Por otra parte, el volumen interior del elemento tubular, según la invención, es relativamente elevado y por el hecho de las comunicaciones previstas en el núcleo interior 4, el espacio interior de los tubos que forman este núcleo se encuentra lleno de agua sobre una gran parte de su longitud. Se tiene así una inercia térmica favorable a la estabilidad y el agua del tubo 6 juega un papel completamente análogo al del contenido en el depósito de un generador de vapor de circulación natural.

10. Las aletas helicoidales que, en el caso representado, están constituidas por hojas llevadas sobre el contorno de los tubos 6 y 8 y soldadas a estos tubos, pueden ser igualmente obtenidas maquinándolas o por moleteado de las paredes de estos tubos, o por cualquier otro procedimiento.

15. Por otra parte, los aplastamientos previstos en los extremos empalmados de los tubos 6, 7 y 8 y que están destinados a separar entre sí las partes del núcleo, sin buscar sin embargo la estanqueidad total, pueden tener una forma distinta a la representada, pudiendo ser, por ejemplo, cruciformes. Estos aplastamientos pueden ser reemplazados igualmente por tabiques o tapones previstos en los extremos de los tubos, dotados de pequeños orificios de paso, presentándose entonces el núcleo bajo la forma de un elemento tubular de sección constante.

20. Bien entendido, que la invención no queda limitada en manera alguna a los modos de realización descritos y representados, que han sido dados únicamente como ejemplos.



N O T A

Hecha la descripción del presente invento se hace constar, que esta solicitud se acoge a la prioridad de la solicitud de Patente francesa N^o 36.788, depositada el 29 de Octubre de 1965, y que se declaran como nuevas y de propia invención las reivindicaciones siguientes:

5.

1.- Perfeccionamientos en la construcción de elementos tubulares cambiadores de calor, en particular un elemento tubular para cambiador-generador y vapor a circulación forzada, del tipo que consta de un tubo de forma general rectilínea alrededor del cual circula el fluido caloportador y en el interior del cual circula el fluido a recalentar que se presenta sucesivamente en estado líquido, en el economizador, en estado de mezcla vapor-líquido en el vaporizador, llevando a su vez este vaporizador una primera zona en la cual el coeficiente de cambio térmico es elevado y una segunda zona en la cual el coeficiente de cambio térmico es débil, y en fin, en estado de vapor en el sobrecalentador, siguiendo dicho fluido, sobre una porción, a lo menos, de su recorrido, una trayectoria helicoidal gracias a aletas o análogas en forma de hélice, alojadas en el interior del precitado tubo, c a r a c t e r i z a d o s porque el elemento tubular en cuestión consta de un núcleo o análogo, interior y coaxialmente alojado en el referido tubo, y extendiéndose sobre la totalidad de la longitud de este último de manera de definir, en el economizador, el vaporizador y el sobrecalentador, un espacio anular cuya sección transversal es sensiblemente la misma para estas tres partes y el cual circula el fluido a recalentar, estando previstas las mencionadas aletas en forma de hélice en el economizador, en dicha segunda zona del

10.

15.

20.

25.



vaporizador y en el sobrecalentador.

5. 2.- Perfeccionamientos, según la reivindicación 1, c a -
r a c t e r i z a d o s porque el precitado núcleo está cons-
tituido por un cuerpo tubular o análogo hueco, constando de, a
lo menos, dos partes aplanadas, encontrándose una en la proxi-
midad del límite entre el economizador y el vaporizador, coin-
cidiendo el otro aplanamiento, sensiblemente, con el límite en-
tre la primera y la segunda zona del vaporizador.
10. 3.- Perfeccionamientos, según las reivindicaciones 1 o 2,
c a r a c t e r i z a d o s porque el precitado núcleo o cuer-
po tubular hueco está provisto de orificios que permiten poner
en comunicación su espacio interior y el referido espacio anu-
lar para crear una igualación de presión entre los mencionados
espacios interior y anular.
15. 4.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones
precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque los precita-
dos orificios están previstos en la proximidad de dichas par-
tes aplanadas así como en la proximidad del extremo del referi-
do núcleo por el que penetra el líquido a recalentar.
20. 5.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones
precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque los precita-
dos aplanamientos tienen, en su mayor dimensión, una anchura
muy ligeramente inferior al diámetro interior del mencionado tu-
bo, de suerte que toman apoyo contra la pared interior de este
25. tubo, pudiendo eventualmente deslizarse por el interior.
30. 6.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones
precedentes, c a r a c t e r i z a d o s porque el precitado
núcleo está constituido, de preferencia, por tres elementos de
tubos, a lo menos aplsatados en cada uno de sus extremos y sol-
dados unos a otros por dichos extremos aplanados.



27 OCT

5. 7.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque las aletas precitadas, en forma de hélice, presentan un paso que es elegido en función de las condiciones de cambio térmico y de pérdida de carga, teniendo este paso un valor constante relativamente débil en el economizador y un valor más importante en la segunda zona del vaporizador así como en el sobrecalentador.

10. 8.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque, según un modo de realización, el paso de las aletas en forma de hélice en la segunda zona del vaporizador y en el sobrecalentador, va creciendo a medida que se aleja del límite entre dicha primera zona y la referida segunda zona del vaporizador.

15. 9.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque las precitadas aletas están constituidas por una hoja o análogo, insertada entre el núcleo y el referido tubo exterior.

20. 10.- Perfeccionamientos, según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizados porque, según una variante de realización, las precitadas aletas están constituidas por nervaduras o análogas, obtenidas por trabajo a máquina de los elementos de tubos que forman el expresado núcleo.

11.- Perfeccionamientos en la construcción de elementos tubulares cambiadores de calor.

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

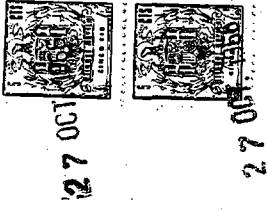
Madrid, a 27 de Octubre de 1966.

FIVES-PENHOET, S.A.

p. a.

JAMES ISERN

Firmado: JOSE RODRIGUEZ



27 OCT

27 OCT

Fig. 1.

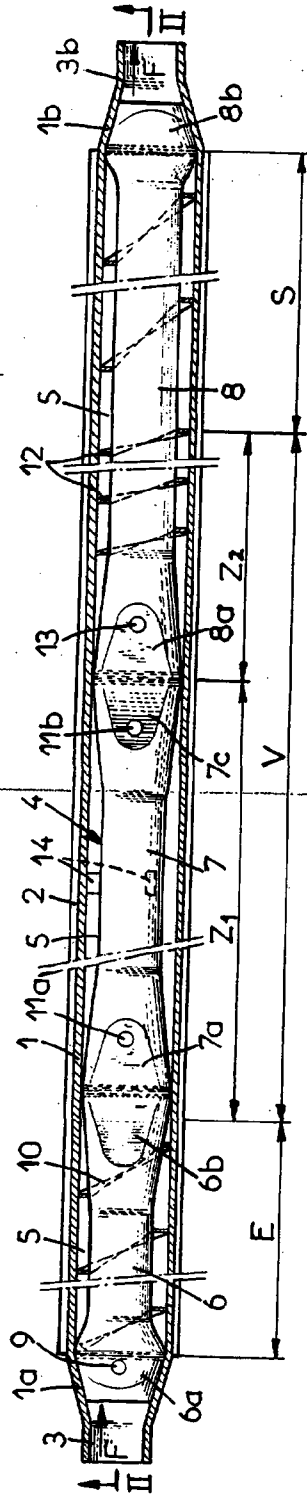
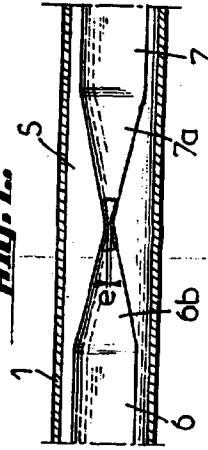


Fig. 2.



Madrid, a 27 de Octubre de 1966

JAIMIE ISEERN

Firmado: JOSE RODRIGUEZ