



19 ES	11 NUMERO 456.346	10 A1
	21 FECHA DE PRESENTACION 28 FEBRERO 1.977	

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:	52 FECHA	53 PAIS
51 NUMERO 681.670 715.704	29 Abril 1.976 20 Agosto 1.976	EE.UU. de Norteamerica. EE.UU. de Norteamerica.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL F28D;F28F	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	---	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION "APARATO DE SOPORTE PARA UNA PLURALIDAD DE TUBOS DISPUESTOS EN FORMA DE HAZ EN UN INTERCAMBIADOR TÉRMICO".

71 SOLICITANTE (ES) PHILLIPS PETROLEUM COMPANY.
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE BARTLESVILLE, Oklahoma, U.S.A.

72 INVENTOR (ES) WILLIAM MAURICE SMALL.
--

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE MODESTO POLO SANZ, Agente Oficial de la Propiedad Industrial.

- [La presente invención se refiere a un aparato para soportar una multiplicidad de tubos. Especialmente la invención se refiere a intercambiadores térmicos, tales como intercambiadores del tipo de envoltura y tubos, y se refiere también a la aplicación a un método y a un aparato para soportar radialmente los tubos en dichos intercambiadores térmicos.

La transferencia de calor forma una parte importante de cualquier proceso industrial. Como es bien conocido una transferencia de calor desde un medio a otro se efectúa generalmente utilizando intercambiadores térmicos, de los cuales existen numeros tipos. Por ejemplo existen intercambiadores térmicos de tubos dobles, de envoltura de tubos, de placas, así como otros. Bien es verdad que la técnica de diseño de los intercambiadores térmicos se ha desarrollado en un grado elevado, pero sin embargo existe todavía la posibilidad de mejorarlos en un cierto número de zonas, por ejemplo reduciendo la pérdida de carga, aumentando los coeficientes generales de transferencia de calor, reduciendo la contaminación, y en los intercambiadores térmicos que utilizan un haz de tubos, tales como los intercambiadores térmicos del tipo de envoltura y tubos, mejorando el soporte de los tubos. En numerosos casos, los tubos de un intercambiador térmico del tipo de envoltura y tubos fallan prematuramente porque los tubos vibran o frotan los unos contra los otros o contra determinadas partes del intercambiador térmico, como por ejemplo un tabique o la envoltura.

En las aplicaciones anteriores, se ha reconocido la necesidad de soportar los tubos.

30 [Los tabiques del tipo de placa han sido utilizados]

456346

- en los intercambiadores térmicos durante numerosos años. Es-
tos tabiques soportan los tubos por lo menos en un cierto
grado. El intercambiador térmico provisto de tabiques del
tipo de placa en dos segmentos es bien conocido por los pe-
5 ritos en la materia, y aunque los intercambiadores térmicos
utilizando tabiques del tipo de placa han aparecido relati-
vamente temprano en el diseño de los intercambiadores térmi-
cos, estos intercambiadores térmicos se siguen utilizando am-
pliamente hoy en día. En la mayoría de los intercambiadores
10 térmicos provistos de tabiques del tipo de placa, los pasi-
llos formados en los tabiques de placa a través de los cua-
les pasan los tubos tienen un diámetro ligeramente superior
al diámetro externo de los tubos para facilitar la construc-
ción del intercambiador, y por consiguiente pueden producir-
15 se vibraciones de los tubos, y de hecho se producen estas
vibraciones que dan lugar frecuentemente a un fallo prematu-
ro de los tubos.

En la patente de los Estados Unidos de norteameri-
ca, número 2.018.037, a nombre de Everett Norman Sieder del
20 22 de octubre de 1.935, se describe un intercambiador térmi-
co que tiene un haz de tubos soportados en el cual una plura-
lidad de barras están dispuestas en los espacios formados en
tre las hileras de tubos. Una barra está dispuesta en cada
espacio y está sujeta a un anillo que rodea el haz de tubos,
25 de tal manera que las barras formen una serie de cuerdas pa-
raleslas dispuestas en un plano perpendicular al eje longitu-
dinal del haz de tubos. Cuando se observa una sección trans-
versal del eje longitudinal del haz de tubos que se ilustra
en las figuras 2), 3) y 6) de la patente, se ve una barra en
30 cada uno de estos espacios. Por tanto, dos grupos o multipli-

- [ciudades de barras aseguran el soporte radial de cada tubo]
contenido en el haz de tubos. Aunque esta estructura asegura
un soporte excelente de los tubos contenidos en el haz de
tubos, presenta el inconveniente de crear una pérdida de car
5 ga relativamente importante, la cual, además de desperdiciar
energía, tiene un valor generalmente superior al que puede
ser tolerado. De hecho, aunque este modelo patentado tenga
unos 30 años, no ha sido aceptado favorablemente por la in-
dustria como lo evidencia el hecho de que apenas se utiliza.

10 Un soporte de tubos que se emplea y que asegura
efectivamente una reducida pérdida de carga, es el que se
describe en la patente norteamericana número 3.708.142, con-
cedida el 2 de enero de 1.973 al mismo inventor que el de la
presente invención. El diseño de la presente invención apor-
15 ta una mejora sustancial en los coeficientes de transferen-
cia de calor y en la resistencia a la contaminación con un
incremento relativamente reducido de la pérdida de carga en
comparación con la invención anterior mencionada más arriba.
Por tanto, aunque la pérdida de carga es generalmente infe-
20 rior en el caso de un intercambiador construido de acuerdo
con la patente norteamericana número 3.708.142, en compara-
ción con un intercambiador térmico construido de acuerdo con
la presente invención, este último proporciona una solución
de compromiso generalmente más favorable, teniendo en cuenta
25 al mismo tiempo la pérdida de carga y el coeficiente de
transferencia de calor. Además, los haces de tubos soportados
de acuerdo con el invenco, son en ciertos casos, algo más
económicos de fabricar en comparación con los de la invención
anterior.

30

[Dicha invención constituye un descubrimiento impor-]

- [tante en el diseño de los intercambiadores térmicos porque
el hecho de soportar un haz de tubos según se preconiza li-
mita los fallos en los tubos debidos a factores tales como
vibraciones, mejora el coeficiente general de transferencia
5 de calor en comparación con los intercambiadores de la téc-
nica anterior, y al mismo tiempo reduce la pérdida de carga
en comparación con los intercambiadores térmicos dotados de
tabiques del tipo de placa, bien conocidos en la técnica.
Igualmente, los intercambiadores térmicos que utilizan los
10 tabiques según el invento y el aparato de soporte correspon-
diente, pueden competir económicamente con los intercambiado-
res térmicos de la técnica anterior, y al mismo tiempo per-
miten obtener un rendimiento general superior.

Un objeto de la invención consiste en soportar
15 los tubos de un haz de tubos.

Otro objeto de la invención consiste en reducir la
pérdida de carga en el lado de la envoltura de un intercam-
biador térmico del tipo de envoltura y tubos, manteniendo un
coeficiente de transferencia de calor más elevado en compa-
20 ración con los intercambiadores térmicos conocidos en la téc-
nica.

Otro objeto de la invención consiste en proteger
los tubos de un haz de tubos contra fallos debidos a vibra-
ciones.

25 Un objeto más de la invención consiste en reducir
la contaminación externa de los haces de tubos, tales como
la contaminación que se produce en el lado de la envoltura
de un intercambiador térmico del tipo de envoltura y tubos,
y la resultante pérdida de capacidad de transferencia de ca-
30 lor.

Otro objeto más de la invención consiste en proporcionar un soporte de tubos que reduce sustancialmente los fallos de los tubos contenidos en un haz de tubos y al mismo tiempo mejora los coeficientes de transferencia térmica y reduce la pérdida de carga en el lado de la envoltura de un intercambiador térmico del tipo de envoltura y tubos.

De acuerdo con la invención, un tabique incluye un anillo externo adecuado para rodear una multiplicidad de tubos paralelos que forman por lo menos una primera multiplicidad de hileras de tubos paralelos y una segunda multiplicidad de hileras de tubos paralelos y unos espacios entre por lo menos una parte de las hileras de tubos adyacentes, y una multiplicidad de barras paralelas que cooperan con dicho anillo externo y están sujetas en éste para formar una multiplicidad de cuerdas paralelas con dicho anillo externo, pudiendo dichas barras pasar en los espacios formados en los tubos que constituyen las hileras de tubos paralelas adyacentes de una multiplicidad de hileras de tubos paralelos y siendo el número de las barras que atraviesan el tabique sustancialmente inferior al número total de barras que podrían situarse en los espacios formados entre las hileras de tubos de una multiplicidad de hileras de tubos paralelos.

Además, de acuerdo con la invención, un aparato de soporte para una multiplicidad de tubos en forma de un haz de tubos, en el cual los tubos están dispuestos para formar por lo menos una primera multiplicidad de hileras de tubos paralelos y una segunda multiplicidad de hileras de tubos paralelos y unos espacios entre por lo menos una parte de las hileras de tubos adyacentes, incluye por lo menos un grupo de tabiques que aseguran el soporte radial de cada tubo y que

456346

- [incluye por lo menos tres tabiques, siendo cada tabique del tipo que se describirá más adelante.]

Además, de acuerdo con la invención una multiplicidad de tubos están soportados situándolos en forma de un haz de tubos que incluye por lo menos una primera multiplicidad de hileras de tubos paralelos y una segunda multiplicidad de hileras de tubos paralelos y que incluye unos espacios entre, por lo menos, una parte de las hileras de tubos adyacentes, formando, por lo menos, un grupo de tabiques que incluye unos tabiques cuyo número en cada conjunto es suficiente para soportar radialmente cada tubo del haz de tubos, y formando cada uno de dichos tabiques situando un anillo externo alrededor del haz de tubos e introduciendo una multiplicidad de barras a través de una parte de los espacios formados entre las hileras de tubos paralelos adyacentes de una multiplicidad de hileras de tubos paralelos para cooperar con el anillo externo con el objeto de formar una multiplicidad de cuerdas paralelas en la cual cada una de dichas barras tiene un tamaño suficiente para soportar los tubos de las hileras de tubos adyacentes a la barra y siendo el número de dichas barras introducidas para formar cada tabique, sustancialmente inferior al número total de barras que podrían situarse en los espacios formados entre las hileras de tubos de la multiplicidad de hileras de tubos paralelos.

25 A continuación se hará una descripción completa de la aludida invención con referencia a los planos que se acompañan, en los cuales se representa, a simple título de ejemplo, no limitativo, una forma preferente de realización susceptible de todas aquellas modificaciones de detalle que no
30 [alteren fundamentalmente sus características esenciales.]

456346

En dichos dibujos:

La figura 1), es una vista en alzado y sección convencional a lo largo del eje longitudinal de un intercambiador térmico que utiliza un modo de realización de la invención.

La figura 2), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 2-2 de la figura 1), y que representa un tabique de acuerdo con la invención.

La figura 3), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 3-3 de la figura 1), que representa otro tabique según la invención, adecuado para ser empleado en combinación con el de la figura 2.

La figura 4), es una vista en sección transversal sustancialmente tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 1), y que representa otro tabique según la invención adecuado para ser utilizado con los tabiques de las figuras 2) y 3).

La figura 5), es una vista en alzado de una multiplicidad de tubos en forma de haz de tubos en una variante de realización de la invención.

La figura 6), es otra vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5), y que representa un tabique según la invención.

La figura 7), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 7-7 de la figura 5), que representa otro tabique según la invención adecuado para ser utilizado con el de la figura 6).

La figura 8), es una vista en sección tomada sustancialmente a lo largo de la línea 8-8 de la figura 5), que

- [representa otro tabique según la invención adecuado para ser
utilizado con los tabiques de las figuras 6) y 7).]

5 La figura 9), es una vista en sección transversal
tomada sustancialmente a lo largo de la línea 9-9 de la figu-
ra 5), que representa otro tabique según el invento adecuado
para ser utilizado con los de las figuras 6), 7) y 8).

10 Las figuras 10 á 15), ilustran un conjunto de ta-
biques de acuerdo con otra variante de realización de la in-
vención, que incluye 6 tabiques en los cuales los tubos del
haz de tubos están dispuestos con una configuración hexago-
nal.

15 La figura 16), ilustra gráficamente el coeficiente
general de transferencia de calor medido en función de la
velocidad de circulación en el lado de la envoltura, en el
caso de un intercambiador térmico realizado de acuerdo con
el presente invento, y con relación a dos intercambiadores
térmicos de la técnica anterior.

20 La figura 17), es una ilustración gráfica de la
pérdida de carga en el lado de la envoltura, medida en fun-
ción de la velocidad de circulación en el lado de la envoltu-
ra, que utiliza los intercambiadores térmicos empleados para
determinar los valores representados en el gráfico de la fi-
gura 16).

25 La figura 18), ilustra gráficamente la relación en-
tre el coeficiente general de transferencia de calor y la
pérdida de carga, medida en función de la velocidad de cir-
culación en el lado de la envoltura, cuando se utilizan los
mismos intercambiadores térmicos que han sido empleados para
determinar los valores representados en los gráficos de las
30 [figuras 16) y 17).]

- [Con referencia a las figuras 16), 17) y 18), se ha-
ce constar que la gráfica se refleja en un sistema coordinado
en el que abscisas corresponde siempre a la velocidad de cir-
culación en el lado de la envoltura en tanto que ordenadas
5 corresponde respectivamente, figura 16), a coeficiente general
de transferencia, figura 17) a la pérdida de carga en el sis-
tema de circulación y finalmente en la figura 18), a la rela-
ción general de transferencia del calor y la pérdida de car-
ga.

10 En estos dichos gráficos se analizan tres diferen-
tes sistemas de soporte de manera que cada gráfica obtenida
queda diferenciada en los puntos analizados en el entendimien-
to de la aclaración de que cada punto representado en un
triángulo equilátero (∇) corresponde a un intercambiador tér-
mico de placa segmentada doble, los puntos referenciados como
15 un cuadrado (\square) corresponden a un intercambiador térmico de
tabiques de barras segmentado vertical, según la invención
que se preconiza y la gráfica marcada e indicada en pequeños
circulitos (0) corresponde a un intercambiador de barras cru-
zadas.
20

Para la mejor interpretación por parte de los ex-
pertos en la materia se hace constar que las gráficas quedan
relacionadas al sistema de medidas británico, aclarando a con-
tinuación los coeficientes normalizados de transformación al
25 sistema métrico decimal.

La figura 19), es una vista en alzado de una mul-
tiplicidad de tubos bajo la forma de un haz de tubos, que uti-
liza otro modo de realización de la invención.

La figura 20), es una vista en sección transversal,
30 [tomada sustancialmente a lo largo de la línea 20-20 de la fi-]

456346

- [gural9), que representa un tabique según la invención.]

5. La figura 21), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 21-21 de la figura 19), que representa otro tabique según la invención adecuado para ser utilizado con el de la figura 20).

La figura 22), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 22-22 de la figura 19), que representa otro tabique según la invención adecuado para ser utilizado con los de las figuras 20) y 21),

10 La figura 23), es una vista en sección transversal tomada sustancialmente a lo largo de la línea 23-23 de la figura 19), que representa otro tabique según la invención adecuado para ser utilizado con los de las figuras 20), 21) y 22).

15 Las elevadas velocidades de circulación de los fluidos que atraviesan un intercambiador térmico producen frecuentemente vibraciones en los tubos del haz de tubos si éstos no están radialmente soportados, lo cual a su vez, produce el fallo prematuro de uno o varios de los tubos, es decir el fallo de éstos antes de la fecha prevista, basándose en los materiales utilizados para construir los tubos y la utilización del intercambiador térmico. Dos métodos corrientes para reducir estas vibraciones consisten en añadir tabiques en forma de placa para soportar más completamente los tubos del haz de tubos y/o reducir la velocidad del fluido a través de los tubos. La adición de tabiques en forma de placa dá lugar a un incremento sustancial de la pérdida de carga a través del lado de la envoltura del intercambiador térmico y la reducción de la velocidad de circulación en el lado de la envoltura necesita un intercambiador de mayores dimensiones y más costoso

20

25

30

456346

- de lo necesario. La presente invención aporta una solución al problema de las vibraciones sin aumentar sustancialmente la pérdida de carga en el lado de la envoltura ni reducir sustancialmente la velocidad de circulación por el lado de la envoltura. Tal y como se utilizan aquí, los términos "pérdida de carga" y "reducción de presión" son sinónimos.

Haciendo referencia a la figura 1), un intercambiador térmico, representado de manera general por la referencia numérica (10), que utiliza un modo de realización según la invención, tiene dos placas de tubo (17a y 17b) y tres tabiques (12, 14 y 16) que soportan los tubos (18), los cuales tienen la forma de un haz de tubos (20) dispuestos dentro de la envoltura (19). Aunque se representa cada uno de los tabiques (12, 14 y 16) dispuesto en un plano perpendicular al eje longitudinal del haz de tubos (20), es posible utilizar tabiques que no están situados en un plano perpendicular, sino que están situados oblicuamente respecto al eje longitudinal del haz de tubos (20); sin embargo, los tabiques dispuestos en el plano perpendicular, tal y como se representan, son de construcción más cómoda y más económica, y por tanto son preferibles. El lado de los tubos del intercambiador térmico (10) tiene una boquilla de entrada (22) y una boquilla de salida (24) para permitir que un primer fluido pase sobre la superficie interna de los tubos, y el lado de la envoltura tiene una boquilla de entrada (26) y una boquilla de salida (28) para que un segundo fluido pueda pasar sobre la superficie externa de los tubos cuando se utiliza la circulación a contra corriente de los medios de intercambio térmico. Los tubos (18) del intercambiador térmico (10) están dispuestos de acuerdo con una configuración de triángulo equilátero como se

456346

- [vé claramente en los tabiques de las figuras 2) á 4), y forman una primera, una segunda y una tercera pluralidad de hileras de tubos paralelos orientadas a 60° las unas respecto a las otras. El tabique (12) de la figura 2) representa la primera multiplicidad de hileras de tubos paralelos que están dispuestos paralelamente a las barras (31). Las hileras de tubos paralelos adyacentes forman un espacio a través del cual están dispuestas las barras. Un ejemplo del espacio formado por las hileras de tubos adyacentes y a través del cual pasa una barra, se indica por el número de referencia (34). El tabique (14) de la figura 3) representa la segunda multiplicidad de hileras de tubos paralelos que están dispuestos paralelamente a las barras (31). Un ejemplo de espacio formado por las hileras de tubos adyacentes y a través del cual pasa una barra se indica por el número de referencia (36). El deflector (16) de la figura 4) representa la tercera multiplicidad de hileras de tubos paralelos que están situados paralelamente a las barras (33). Un ejemplo de espacio formado por las hileras de espacios adyacentes y a través del cual pasa una barra, se indica por la referencia numérica (38). Los deflectores (12, 14 y 16) constituyen un conjunto de tabiques porque se necesitan los tres deflectores para que los tubos del haz de tubos estén soportados radialmente. Tal y como se utiliza aquí, la expresión "soportados radialmente" se refiere a la limitación del movimiento de los tubos en todas las direcciones perpendiculares al eje longitudinal del tubo.

Cada tabique de las figuras 2), 3) y 4) estará constituido por un anillo externo (30) que rodea los tubos (18) del haz de tubos (20). Las barras (31) están dispuestas

- en el espacio formado entre hileras adyacentes de tubos (34) de la figura 2), las barras (32) están situadas entre las hileras adyacentes de tubos (36) de la figura 3), y las barras (33) están dispuestas entre las hileras adyacentes de tubos (38) de la figura 4), para cooperar con el anillo externo (30) con el objeto de formar una multiplicidad de cuerdas paralelas con el anillo externo (30). Generalmente, las barras (31), (32) y (33) están sujetas en el anillo externo (30), por ejemplo soldándolas en el anillo o atornillándolas en el anillo utilizando unos elementos de fijación (40), (41) para el tabique (12); (42), (43) para el tabique (14) y (44), (45) para el tabique (16), conjuntamente con unos pernos (46). Las barras (31), (32) y (33) deben tener un tamaño suficiente para soportar los tubos de las hileras de tubos en un punto adyacente a cada barra. El número total de barras utilizadas en cada tabique debe ser sustancialmente inferior al número de barras que podrían situarse en los espacios formados entre las hileras de tubos del tabique.

20 Cuando un conjunto de tabiques está constituido solamente por tres tabiques, siendo el número de tres tabiques el menor número de tabiques que puede ser utilizado de acuerdo con la invención cuando los tubos están dispuestos en una configuración de triángulo equilátero, no se necesita en cada tabique un número de barras superior al número que asegura el soporte radial de cada tubo contenido en el haz de tubos. Generalmente se utiliza el mismo número de barras en todos los tabiques; sin embargo, son numerosos los casos en los cuales se observa una variación en el número de barras empleadas en los tabiques individuales de un grupo. Se necesita, por lo
30 menos, un grupo de tabiques, de acuerdo con la invención,

- [pero también pueden utilizarse un número de tabiques superior
a los que se necesitan para constituir un conjunto de tabi-
ques, conjuntos de tabiques parciales inclusive. Por ejemplo,
cuando se necesitan tres tabiques para un conjunto de tabiques
5 pueden utilizarse cinco tabiques de acuerdo con el invento, y
si los tabiques están separados igualmente entre las placas
de tubos, la mayor distancia de tubo no soportada es igual a
tres veces la distancia entre cualquiera de los tabiques.

Ya que uno de los aspectos más importantes de la
10 invención consiste en reducir los fallos de los tubos debidos
a vibraciones, la máxima distancia no soportada de los tubos
constituye un factor extremadamente importante para el diseño
del aparato de soporte. Puesto que es conveniente impedir que
los tubos adyacentes choquen entre los puntos de soporte, el
15 aparato de soporte está generalmente diseñado de tal manera
que la flexión máxima admisible de los tubos bajo carga, sea
igual a un valor algo inferior a la mitad del espacio entre
tubos adyacentes.

Las figuras 5) á 9) ilustran un modo de realización
20 preferido del invento porque los tubos (50) de un haz de tu-
bos (52) provistos de placas de tubo (51a y 51b) están situa-
dos con una configuración cuadrada y porque generalmente
una disposición cuadrada de los tubos asegura una superficie
más importante por un diámetro de envoltura dado en un apara-
to construído según la invención. Por ejemplo, existen 61 tu-
25 bos en el modo de realización que se representa en las figu-
ras 5) á 9) y solamente 57 tubos en el modo de realización del
invento representado en las figuras 1) á 4), estando ambos
modos de realización dibujados a la misma escala. El invento
30 [que se ilustra en las figuras 5) á 9) representa cuatro tabi-

- [ques (54, 56, 58 y 60 y un aparato de soporte que necesita
cuatro tabiques para constituir un conjunto de tabiques. En
las figuras 6) y 7) existe una primera multiplicidad de hile-
ras de tubos paralelos (hileras de tubos horizontales) y en
5 las figuras 8) y 9) existe una segunda multiplicidad de hile-
ras de tubos paralelos (hileras de tubos verticales). Las ba-
rras (62 y 62a) están situadas en el espacio formado entre
las hileras de tubos de la mitad superior y de la mitad infe-
rior de las hileras de tubos horizontales de las figuras 6) y
10 7), respectivamente, y cooperan con los anillos externos (66)
para formar una multiplicidad de cuerdas paralelas con los
anillos externos (66). Un ejemplo de un espacio formado entre
hileras de tubos adyacentes se representa en la figura 6) por
la referencia numérica (61a) y en la figura 7) por la refe-
15 rencia numérica (61b). Las barras (64 y 64a) están igualmente
dispuestas en el espacio formado en las hileras de tubos de
la mitad izquierda y de la mitad derecha de las hileras de tu-
bos verticales de las figuras 8) y 9), respectivamente, y coo-
peran con los anillos externos (66) para formar una multipli-
20 cidad de cuerdas paralelas con los anillos externos (66). Un
ejemplo de un espacio entre hileras de tubos adyacentes se re-
presenta en la figura 8) por la referencia numérica (63a) y
en la figura 9) por la referencia numérica (63b). Las barras
(62, 62a, 64 y 64a) tienen un tamaño suficiente para soportar
25 los tubos situados en las hileras de tubos en un punto adya-
cente a cada barra y el número de barras de cada tabique es
sustancialmente inferior al número total de barras que podrían
situarse en los espacios formados entre las hileras de tubos.
Las barras de los tabiques representados en las figuras 5) á
30 9) están mantenidas en su posición por unos elementos de fija

- [ción (70) atornillados en los anillos (66) utilizando unos
pernos (80).]

En el modo de realización de la invención que se
representa en las figuras 5) á 9), se ilustran los tabiques
5 en el modo de realización preferido actualmente, en el cual
los anillos (66) tienen simplemente una forma anular en
comparación con los anillos (30) de las figuras 1) á 4), en
las cuales el borde interno de los anillos (30) está cortado
para asegurar un soporte parcial de los tubos situados en un
10 punto adyacente al borde interno de los anillos; sin embargo
resulta difícil realizar estos cortes circulares para sopor-
tar parcialmente los tubos situados en un punto adyacente al
borde interno de los anillos (30), de modo que los tubos no
puedan realizar ningún movimiento radial. El diseño de los
15 tabiques (54, 56, 58 y 60) de las figuras 5) á 9) evita esta
dificultad simplemente no dotando el anillo de dichos cortes
y utilizando una barra suplementaria para soportar los tubos
que hubiesen sido soportados parcialmente por los cortes for-
mados en el anillo. La barra suplementaria se representa por
20 (62a) en las figuras 6) y 7) y por (64a) en las figuras 8) y
9). Además, el diseño de los tabiques con anillos de forma
anular (66) en las figuras 5) á 9) es preferible porque este
diseño reduce todavía más la pérdida de carga a través del
intercambiador térmico ya que la parte del anillo que limita
25 ba la circulación del fluido en el lado de la envoltura ha
sido eliminada. Por consiguiente, este diseño simplifica la
construcción de los tabiques y en particular de los anillos
(66), ayuda a impedir un fallo prematuro de los tubos debido
al frotamiento de los tubos contra el borde interior relati-
30 vamente vivo de los anillos, y reduce todavía más la pérdida

- [de carga a través del lado de la envoltura del intercambiador
término.]

En el modo de realización de la invención que se representa en las figuras 19) á 23), los tabiques son muy similares a los que se representan en las figuras 5) á 9). En las figuras 19) á 21), las barras (162) están introducidas en unos espacios alternos entre hileras de tubos adyacentes de cada tabique, mientras que las barras (62) que se ilustran en las figuras 5) á 7), están introducidas en unos espacios adyacentes entre hileras de tubos adyacentes. En las figuras 19), 22) y 23), las barras (164) están introducidas en espacios alternos entre hileras de tubos adyacentes de cada tabique, mientras que en las figuras 5), 8) y 9), las barras (64) están introducidas en espacios adyacentes entre hileras de tubos adyacentes. Sin embargo, en cualquiera de los modos de realización del invento, las barras están introducidas só lamente en una parte de los espacios formados entre hileras de tubos adyacentes. Las figuras 19) á 23) ilustran más completamente los anillos (166) que rodean los tubos (150) que forman un haz de tubos (152), pasando las barras a través del haz de tubos (152) y estando sujetas en los anillos (166) utilizando unos elementos de fijación (160) atornillados en los anillos (166) por medio de pernos (180).

Los tabiques de las figuras 19) á 23) están contruidos de la misma manera que los que se representan en las figuras 5) á 9) ya que los anillos (166) de las figuras 19) á 23) y los anillos (66) de las figuras 5) á 9) son simplemente anillos de forma anular y no del mismo tipo que los anillos (30) representados en las figuras 1) á 4), cuyo borde interno está recortado de modo que se adapte parcialmente

456346

- alrededor de los tubos para contribuir a soportarlos. Ya que los anillos (166) son anillos de forma anular, se necesita emplear barras suplementarias (162a) en las figuras 20) y 21) y barras suplementarias (164a) en las figuras 22) y 23). Las -barras (162a) y (164a) se necesitan por el mismo motivo que las barras (62a y 64a) de las figuras 6) á 9), tal y como se ha indicado anteriormente. Además, los tabiques de cualquier modo de realización de la invención pueden situarse en un plano que no es perpendicular, es decir que está situado oblicuamente respecto al eje longitudinal de los tubos, lo mismo que en un plano perpendicular a dicho eje. Se prefiere actualmente construir el aparato de soporte del invento utilizando tabiques situados en un plano perpendicular al eje longitudinal de los tubos, porque los anillos(166) pueden ser de forma circular contrariamente a la forma elíptica de construcción más difícil que es necesaria en el caso de tabiques dispuestos en un plano no perpendicular al eje longitudinal de los tubos. Naturalmente, se entiende que los tabiques dispuestos en un plano perpendicular al eje longitudinal de los tubos, lo mismo que los tabiques dispuestos en un plano no perpendicular a dicho eje están comprendidos en el alcance del presente invento.

Se hará resaltar el hecho de que un aparato de soporte de acuerdo con la invención necesita solamente que las barras de cada tabique introducidas en los espacios entre hileras de tubos adyacentes de una multiplicidad de hileras de tubos paralelos están introducidas en un número de estos espacios inferior a su número total, y además que cuando las barras están introducidas en estos espacios formados en los tabiques, se necesitan por lo menos tres tabiques para sopor

- [tar radialmente cada tubo del haz de tubos. No tiene impor-
tancia el hecho de que las barras estén introducidas en espa-
cios adyacentes, en espacios alternos, en dos espacios adya-
cetes después de los cuales se saltan dos espacios, o de
5 acuerdo con cualquier variación deseada. Los tabiques repre-
sentados en las figuras 6) á 9) son esencialmente idénticos
a los tabiques representados en las figuras 20) á 23) a todos
los efectos prácticos.

Los 6 tabiques representados en las figuras 10) á
10 15) que ilustran otro modo de realización de la invención, se
necesitan para realizar un conjunto de tabiques utilizando
la disposición de tubos que queda representada. El grupo de
tabiques asegura el soporte radial de cada tubo y solamente
tres barras son tangentes a cada tubo. Tres barras dispues-
15 tas alrededor de cada tubo constituyen el número mínimo nece-
sario para asegurar el soporte radial de cada tubo siempre y
cuando la separación total entre las tres barras es superior
a 180°, lo que es el caso de las figuras 10) á 15).

En las figuras 10) á 15), se representan los tabi-
20 ques (90, 92, 94, 96, 98 y 100), respectivamente, que inclu-
yen unos anillos (102) que rodean los tubos (104) bajo la
forma de un haz de tubos en el cual los tubos están dispues-
tos con una configuración hexagonal. Los anillos (102) tienen
la misma forma anular que los anillos (66) representados en las
25 figuras 5) á 9). En los tabiques (90 y 92), las barras (106)
están dispuestas en el espacio (108) formado entre hileras
de tubos paralelos de una primera multiplicidad de hileras
de tubos paralelos. En los tabiques (94 y 96), las barras
(114) están dispuestas en unos espacios (116) entre hileras
30 de tubos paralelos de una segunda multiplicidad de hileras de

456346

- [tubos paralelos. En los tabiques (98 y 100), las barras (118) están dispuestas en los espacios (120) entre hileras de tubos paralelos en la tercera multiplicidad de hileras de tubos paralelos. Las barras de cada tabique están mantenidas en su sitio por unos elementos de fijación (110) atornillados en los anillos (102) utilizando pernos (112).

5
10 El número mínimo de barras en un tabique es el número suficiente para que el conjunto de tabiques asegure el soporte radial de cada tubo que integra el haz de tubos. Es preferible que esta limitación funcional se utilice también para determinar el número máximo de barras en un tabique, porque la pérdida de carga a través del lado de la envoltura de un intercambiador térmico del tipo de envoltura y tubos, es la más reducida cuando se utiliza el número mínimo de barras para formar los tabiques; sin embargo, es esencial utilizar una cantidad suficiente de barras en cada tabique del conjunto de tabiques para obtener el soporte radial de cada tubo.

20 Cuando un conjunto de tabiques consiste en cuatro elementos, las barras de cada tabique se situarán aproximadamente en 50 á 60% de los espacios entre hileras de tubos adyacentes de una multiplicidad de hileras de tubos paralelos. Si un conjunto de tabiques consiste en ocho tabiques, entonces aproximadamente el 25 á 35% de los espacios contendrán barras. Si los tubos del haz están dispuestos de acuerdo con una configuración cuadrada, entonces un conjunto de tabiques debe contener por lo menos cuatro tabiques o un conjunto de tabiques puede contener números de tabiques pares superiores a cuatro, tales como 6, 8, 10, 12, etc. Si los tubos del haz de tubos están dispuestos de acuerdo con una configuración

25
30 [

456346

- [triangular, un conjunto de tabiques debe contener un mínimo]
de tres tabiques, Sin embargo, pueden utilizarse múltiplos de
tres tabiques para constituir un conjunto de tabiques, por
ejemplo, 6, 9, etc., aunque tambien es posible utilizar 4 ta-
5 biques o un número par de tabiques superior a 4 para consti-
tuir un conjunto de tabiques. Si los tubos están dispuestos
de acuerdo con una configuración hexagonal según se represen-
ta en las figuras 10) á 15), entonces se necesitan, por lo
menos, 6 tabiques por cada grupo de tabiques con el objeto de
10 asegurar el soporte radial de cada tubo del haz de tubos. El
número de tabiques que constituyen un conjunto de tabiques
descrito más arriba, no debe ser confundido con el número
total de tabiques utilizado en el haz de tubos, ya que este
último número puede ser cualquier número superior al número
15 mínimo necesario en un conjunto de tabiques, y el número to-
tal de tabiques en el haz de tubos es independiente del nú-
mero de tabiques de un conjunto de tabiques.

En la descripción que antecede de las figuras 1) á
15) y las figuras 19) á 23), se observará que el número mí-
20 nimo de tabiques por cada grupo de tabiques depende de la
disposición de los tubos. En los dibujos se representan tres
disposiciones de tubos diferentes; sin embargo, pueden uti-
lizarse otras disposiciones de tubos en las cuales el número
mínimo de tabiques de un conjunto puede ser diferentes de los
25 números mínimos indicados específicamente. Sin embargo, con
cualquier disposición de los tubos se necesitan por lo menos
tres tabique por cada conjunto, con el objeto de llevar a la
práctica el invento, y las disposiciones particulares de tu-
bos que se describen aquí se dan a título ilustrativo y sin
30 carácter limitativo.]

456346

- [Se cree actualmente que la pérdida de carga en el]
lado de la envoltura de cualquier intercambiador térmico da-
do diseñado de acuerdo con la invención, estará notamente
localizada en, o cerca de, las regiones de entrada y de sali-
da de la envoltura, y por tanto, se recomienda utilizar unos
5 modelos de boquillas de entrada y de salida de envoltura que
tienen características de turbulencia y pérdida de carga re-
ducidas. Por ejemplo, pueden utilizarse boquillas divergen-
tes, boquillas múltiples y distribuidores anulares para ob-
10 tener una reducida pérdida de carga y una reducida turbulen-
cia en las regiones de entrada y de salida del lado de la en-
voltura. Cuando se diseña un aparato según la invención es
importante observar que el fluido situado en el lado de la
envoltura del aparato fluye esencialmente en la dirección
15 longitudinal, es decir de manera esencialmente paralela al
eje longitudinal de los tubos. Por tanto, se recomienda re-
ducir lo más posible los canales o conductos de circulación
longitudinal que son relativamente importantes con relación
al espacio entre los tubos, ya sea mediante la eliminación
20 propiamente dicha de dichos conductos, o mediante su obtu-
ración con tabiques adecuados.

Una característica inherente al diseño del aparato representado en las figuras 1) á 15) y en las figuras 19) á 23), es la incorporación de un tabique anular y de
25 una base para las barras que forman el tabique de barras. El tabique anular limita la circulación del fluido en el lado de la envoltura entre la envoltura y el haz de tubos y constituye también una base de sujeción de las barras con el objeto de formar el tabique de barras.

30 [Los peritos en la materia se darán cuenta que pue-

456346

- [den diseñarse intercambiadores térmicos de acuerdo con la in-
vención que incluyen una variedad de configuraciones conoci-
das en la técnica bajo el nombre de tubos en U, tubos de
efectos múltiples, modelos de cabezales flotantes, etc.

5 Como se ha indicado anteriormente, es preferible
situar los anillos externos y por tanto los tabiques, en un
plano perpendicular al eje longitudinal al haz de tubos, por-
que estando los anillos externos en esta posición, resulta
generalmente más fácil construir los tabiques; sin embargo,
10 se incluyen en la aplicación de la invención los tabiques
situados en un plano que no es perpendicular, es decir que
es oblicuo respecto al eje longitudinal del haz de tubos.

Para facilitar la descripción de la invención, se
describe el siguiente ejemplo:

15 E J E M P L O

Se construyeron y comprobaron tres intercambiado-
res térmicos del tipo de envoltura y tubos de simple efecto
del tipo de contracorriente. Cada intercambiador térmico con-
tenía 137 tubos de acero al carbono de 2,96 m. (9,7 pies) de
20 largo, con un diámetro externo de 1,27 cm. (0,5 pulgadas)
dispuestos en una configuración cuadrada de 1,7463 cm. de
lado (0,6875 pulgadas) y con un diámetro interno de envoltu-
ra de 26,04 cm. (10,25 pulgadas). Cada intercambiador térmi-
co ha sido diseñado para que tenga la misma distancia de so-
25 porte de los tubos, es decir 24,89 cm. (9,8 pulgadas). Tanto
el flujo del lado de la envoltura como el fluido del lado de
los tubos era agua, y la velocidad de circulación de los tu-
bos era de 1,28 m/segundo (4,2 pies/segundo), con un caudal
de 52.527 kg/hora (115.800 libras/hora). La temperatura de
30 [entrada del fluido caliente (lado de la envoltura) era gene-

- ralmente de 73,9°C (165°F) aproximadamente, y las temperatu-
ras de entrada del fluido frío, (lado de los tubos) utiliza-
das tenían valores adecuados incluidos entre 26,7°C y 54,4°C
(80°F y 130°F). Por tanto, la aproximación de temperatura en
5 cada extremidad de un intercambiador comprobado se mantuvo
superior a 6°C (10°F) para obtener una fuerza de arrastre de
intercambio térmico adecuada, como conocen los peritos en la
materia, a partir del cual se calcularon resultados de prue-
ba consistentes. La velocidad de circulación en el lado de
10 la envoltura, W, se varió desde 1.134 á 9.72 kg/hora aproxi-
madamente (2.500 á 20.000 libras/hora). Las figuras 16), 17)
y 18) ilustran gráficamente los resultados de las pruebas en
las cuales el coeficiente de transferencia térmico general U;
la pérdida de carga ΔP ; y la relación $U/\Delta P$ se determinaron
15 en función de la velocidad de circulación en el lado de la
envoltura, W, utilizando métodos de cálculo adecuados bien
conocidos por los peritos en la materia, partiendo de datos
tomados durante pruebas comparables. En la referencia ante-
rior a dichos dibujos, se indican los factores de conversión
20 para transformar los datos desde unidades del sistema inter-
nacional en unidades inglesas.

Un modelo de intercambiador térmico utilizado ha
sido el intercambiador térmico provisto de tabique en forma
de placa segmentada doble mencionado más arriba como intercam-
25 biador térmico de tabique de placa segmentada. El corte en
el tabique representaba el 50% de su superficie, es decir
que el tabique estaba cortado de modo que proporcione una
superficie abierta igual aproximadamente al 50% de la sec-
ción transversal total de la envoltura menos el espacio
30 ocupado por los tubos. Este tipo de intercambiador se utili-

- [za frecuentemente y se considera como uno de los modelos nor-
malizados en la industria. La distancia de soporte de los tu-
bos era de 24,89 cm. (9,8 pulgadas); por tanto, la separación
de los tabiques era de 12,45 cm. (4,9 pulgadas)

5 El segundo modelo de intercambiador térmico utili-
zado ha sido el que se describe en la patente norteamericana
número 3.708.142, mencionado más arriba bajo el nombre de in-
tercambiador térmico de tabique de barras cruzadas. En este
10 modelo, cada tabique asegura el soporte radial de cada tubo
del haz de tubos; por tanto, para una distancia de soporte de
los tubos de 24,89 cm. (9,8 pulgadas) se utilizó una separa-
ción de tabiques de 24,89 cm. (9,8 pulgadas).

El tercer modelo de intercambiador térmico fué el
de la presente invención, llamado a continuación intercambia-
15 dor térmico de tabique de barras segmentado vertical, cons-
truido de acuerdo con las figuras 5) á 9) descritas anterior-
mente, salvo que los anillos externos se construyeron de
acuerdo con el modo de realización representado en las figu-
ras 2) á 4). Se utilizaron cuatro tabiques por cada conjunto
20 de tabiques con una separación de tabiques de 6,09 cm. (2,4
pulgadas) para obtener una distancia de soporte de tubos de
24,89 cm. (9,8 pulgadas), es decir la misma distancia que se
utilizó en los otros dos intercambiadores térmicos descritos
más arriba. El número de las barras utilizadas en cada tabi-
25 que fué de 24, es decir el número mínimo que permitía obte-
ner el soporte radial de cada tubo en el haz de tubos. Las
barras de cada tabique se situaron aproximadamente en 50% de
los espacios entre hileras de tubos adyacentes de una multi-
plicidad de hileras de tubos paralelos.

30 [Como puede verse en la figura 16), el intercambia-

456346

- [dor térmico de tabiques de barras segmentado vertical, permiti-
tió obtener un incremento sustancial e imprevisto del coefi-
ciente de transferencia de calor respecto a los otros dos
intercambiadores térmicos. En toda la gama de velocidades de
5 circulación utilizadas, el intercambiador térmico de tabique
de barras segmentado según la invención, permitió obtener
coeficientes de transferencia de calor superiores aproxima-
damente entre 11 y 14% respecto al intercambiador térmico de
tabique de placa segmentada doble, y superior aproximadamen-
10 te en 50 á 60% respecto al intercambiador térmico de tabique
de barras cruzadas.

La figura 17) indica que la pérdida de presión en
el lado de la envoltura del intercambiador térmico de tabi-
que de barras segmentado vertical es casi tan baja como la
15 del intercambiador térmico de tabique de barras cruzadas y
que la pérdida de carga en cualquiera de estos dos intercam-
biadores térmicos es sustancialmente más favorable que la
pérdida de carga del intercambiador térmico de tabique de
placa segmentada doble. Los datos de pérdida de carga en el
20 caso del intercambiador térmico de barras segmentado verti-
cal según la invención, es particularmente sorprendente, ya
que este intercambiador térmico es el que ha proporcionado
los mejores coeficientes de transferencia térmica. Los in-
tercambiadores térmicos que utilizan el aparato de soporte
25 de tubos según la invención, no solamente son capaces de fun-
cionar con una pérdida de carga muy inferior a la de un in-
tercambiador de tabiqué de placa segmentada doble de tamaño
comparable, sino que al mismo tiempo permiten obtener unos
coeficientes de transferencia de calor sustancialmente supe-
30 riores en comparación con un intercambiador térmico de tabi-

456346

- que de placa segmentada doble comparable o con un intercambiador térmico de tabique de barras cruzadas comparable.

5 La figura 18) indica que la relación entre el coeficiente de transferencia de calor y la pérdida de carga para una velocidad de circulación en el lado de la envoltura dada, es sustancialmente superior en el caso del intercambiador térmico de tabique de barras segmentado vortical en comparación con los intercambiadores térmicos de la técnica anterior. Este gráfico que combina los resultados de las figuras 16) y 17) dá un cuadro general de los resultados excelentes que se obtienen cuando se utilizan el método y el aparato de soporte de tubos según la invención, porque se tienen en cuenta al mismo tiempo tanto la pérdida de carga como el coeficiente de transferencia de calor.

15 Estos tres gráficos, y en particular la figura 18) demuestran claramente que la presente invención permite obtener resultados inesperados en comparación con los intercambiadores anteriormente utilizados, incluso los intercambiadores térmicos en los cuales los tabiques están constituidos por barras.

20 La forma, dimensiones y materiales podrán ser variables y en general cuanto sea accesorio o secundario, siempre que no altere, cambie o modifique la esencialidad del objeto que se describe.

25 Los términos en que queda redactada esta Memoria son ciertos y fiel reflejo del objeto descrito, debiéndose tomar con carácter amplio y nunca en forma limitativa.

30 La solicitante se reserva el derecho de obtención de los oportunos Certificados de Adición complementarios por las mejoras o perfeccionamientos que en lo sucesivo pudiera

456346

- aconsejar la práctica.

5

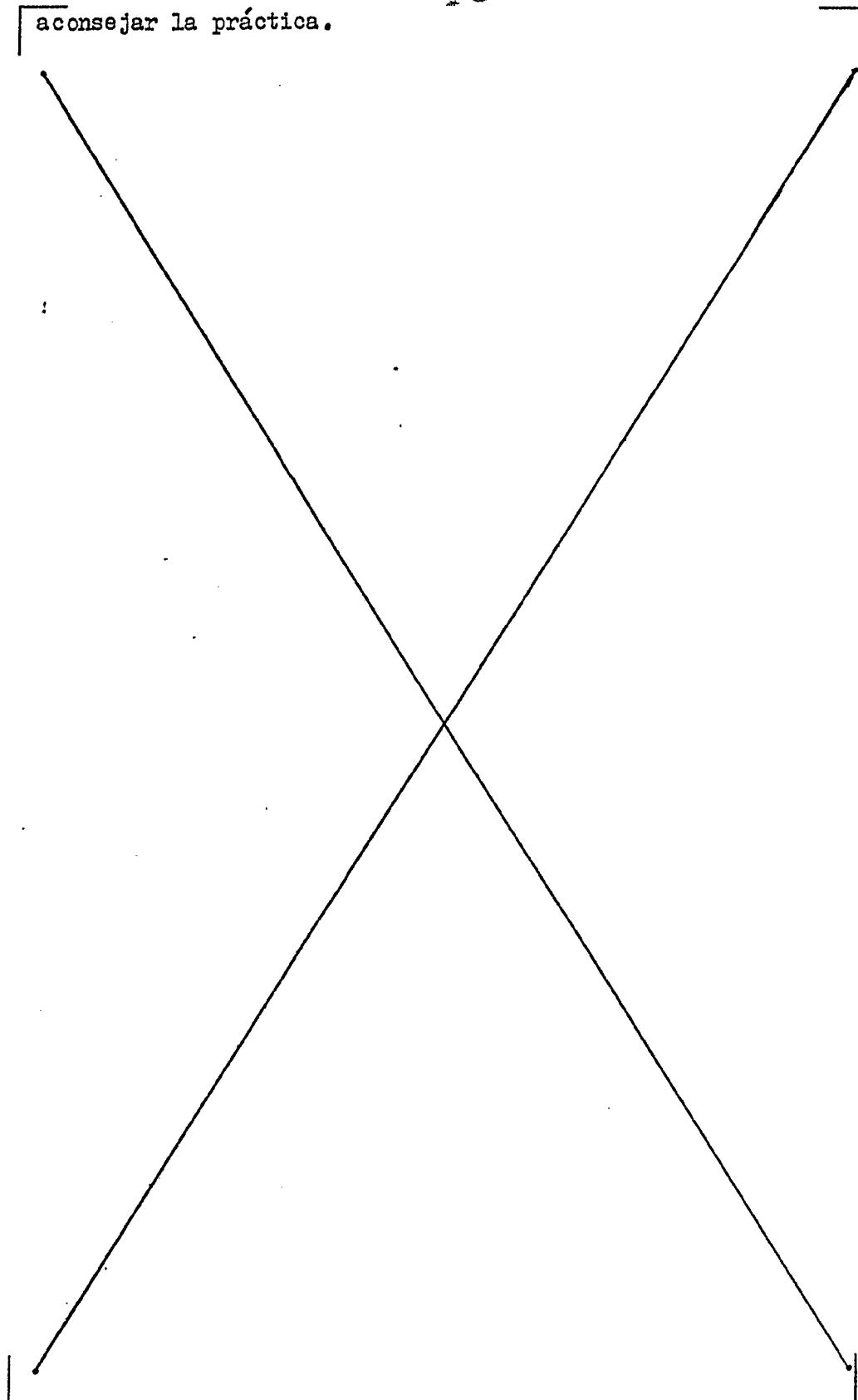
10

15

20

25

30



456346

REIVINDICACIONES:

1). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, estando dichos tubos en disposición de formar por lo menos una primera pluralidad de hileras de tubos paralelos y una segunda pluralidad de hileras de tubos paralelos y unos espacios entre por lo menos una parte de las hileras de tubos adyacentes, comprendiendo al menos un conjunto de tabiques para asegurar el soporte radial de cada tubo, y que incluye un anillo externo que rodea cada haz de tubos, caracterizado por comprender al menos tres tabiques, que constituyen una pluralidad de barras dispuestas en una parte de los espacios formados entre hileras de tubos adyacentes de una pluralidad de hileras de tubos paralelos y que cooperan con dicho anillo externo para formar una pluralidad de cuerdas paralelas con dicho anillo externo, teniendo cada una de dichas barras un tamaño conveniente para soportar los tubos situados en las hileras de tubos en un punto adyacente a dicha barra, y siendo el número de las barras contenidas en cada tabique sustancialmente inferior al número total de barras que podrían situarse en los espacios formados entre las hileras de tubos de la pluralidad de hileras de tubos paralelos.

2). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según la reivindicación 1), caracterizado porque el número de barras en un tabique es suficiente para que el conjunto de tabiques asegure el soporte radial de cada tubo en el haz de tubos.

3). Aparato de soporte para una pluralidad de tu-

456346

- [bos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según las reivindicaciones 1) ó 2), caracterizado porque los tabiques están posicionados según planos perpendiculares al eje longitudinal del haz de tubos.]

5 4) Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según las reivindicaciones 1) ó 2), caracterizado porque los tabiques están posicionados según planos oblicuos respecto al eje longitudinal de dicho haz de tubos.

10 5). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 3), caracterizado porque los tubos están dispuestos de acuerdo con una configuración cuadrada, y cada conjunto de tabiques comprende por lo menos cuatro tabiques.

15 6). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según la reivindicación 5), caracterizado porque la pluralidad de barras están dispuestas en espacios alternos entre hileras de tubos adyacentes de una pluralidad de hileras de tubos paralelos.

20 7). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 3) ó 5), caracterizado porque el número de tabiques en un conjunto de tabiques es de ocho.

25 8). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según las reivindicaciones 1), 2) ó 3), caracterizado porque los tubos están dispuestos en una configuración triangular.

30

9). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 5) y según las reivindicaciones 7) y 8), caracterizado porque cada conjunto de tabiques incluye por lo menos cuatro tabiques.

10). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 5), y/o de acuerdo con la reivindicación 8), caracterizado porque el número de barras de un tabique no es superior al número necesario para que el conjunto de tabiques asegure el soporte radial de cada tubo en el haz de tubos.

11). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 3), caracterizado porque los tubos están dispuestos con una configuración hexagonal y cada conjunto de tabiques incluye seis tabiques.

12). Aparato de soporte para una pluralidad de tubos dispuestos en forma de haz en un intercambiador térmico, según una cualquiera de las reivindicaciones 1) á 5) y 7) á 11), caracterizado porque todas las barras de cada tabique están dispuestas en los espacios entre hileras de tubos adyacentes de una pluralidad de hileras de tubos paralelos.

13). "APARATO DE SOPORTE PARA UNA PLURALIDAD DE TUBOS DISPUESTOS EN FORMA DE HAZ EN UN INTERCAMBIADOR TÉRMICO".

==.==.==.==.==.==.

30 [Todo, según queda expuesto en la presente Memoria,]

- [que consta de treinta y tres hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara. y siete hojas de dibujos que con la misma se acompaña.

MADRID, 28 de Febrero de 1.977.

5

P.A.

Modesto Polo

F. F.

Mauricio

10

15

20

25

30



FIG. 1

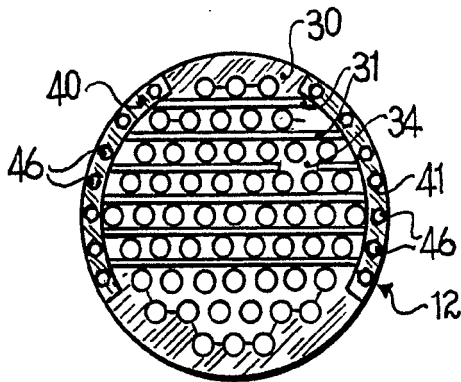
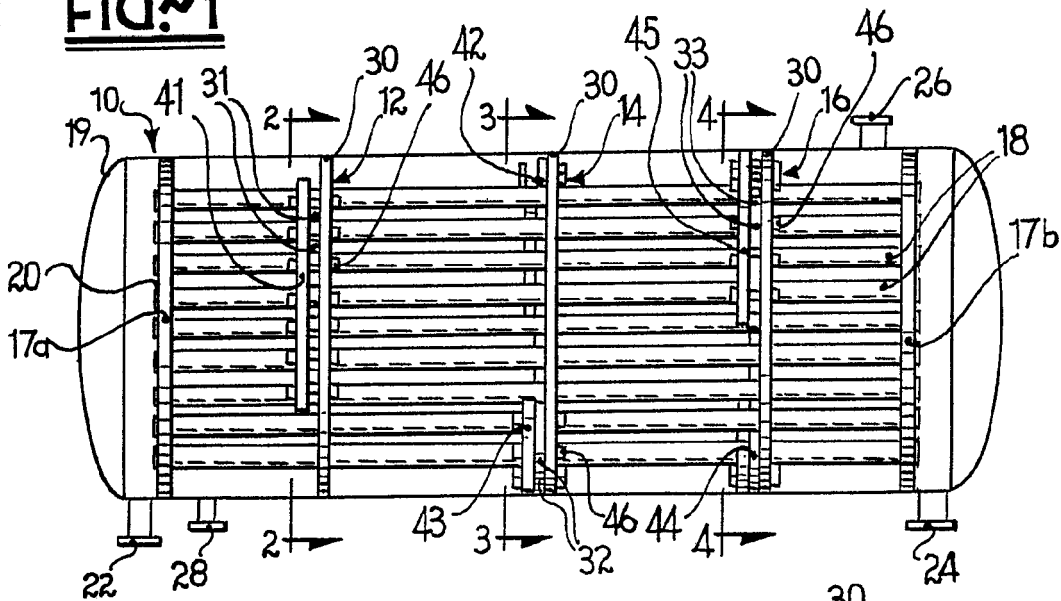


FIG. 2

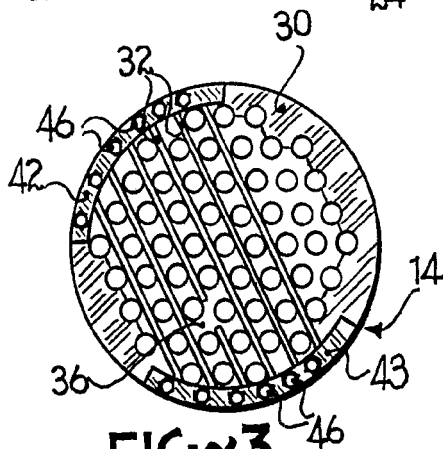


FIG. 3

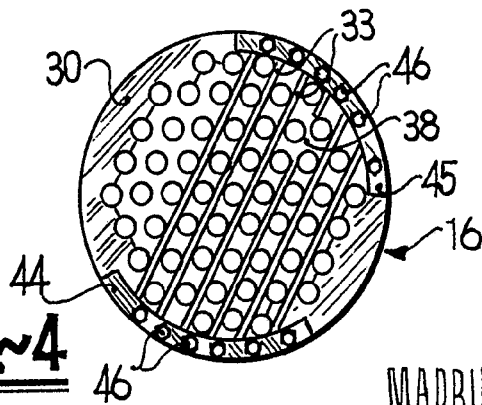


FIG. 4

MADRID,

Antonio P. de

ESCALA VARIABLE

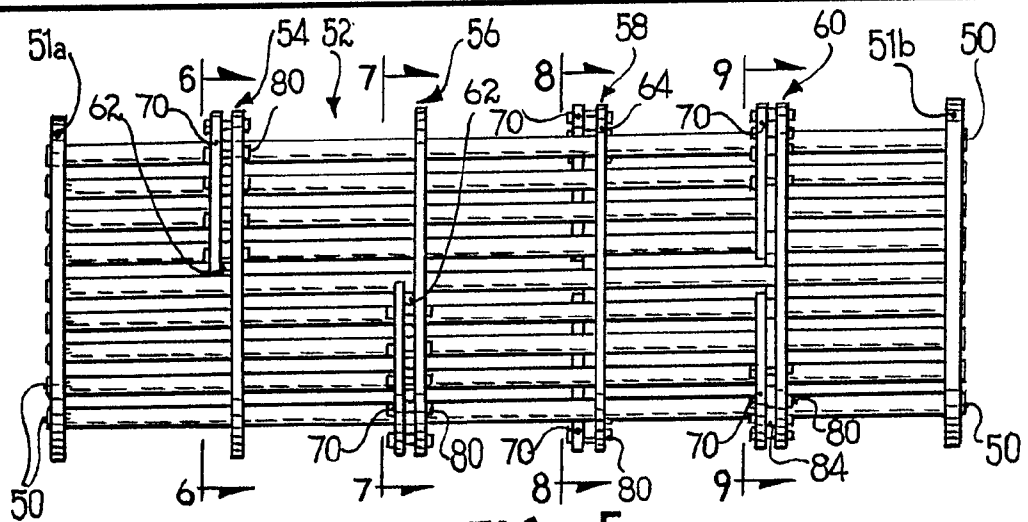


FIG. 5

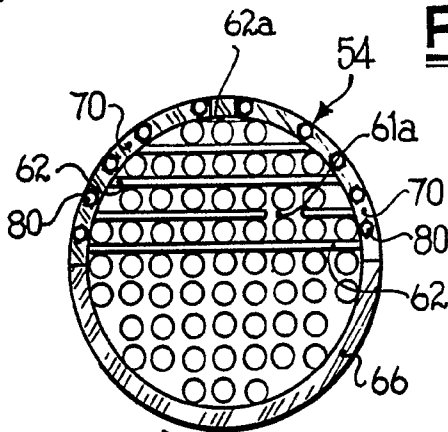


FIG. 6

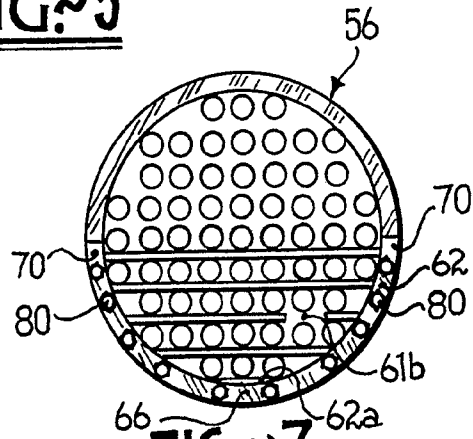


FIG. 7

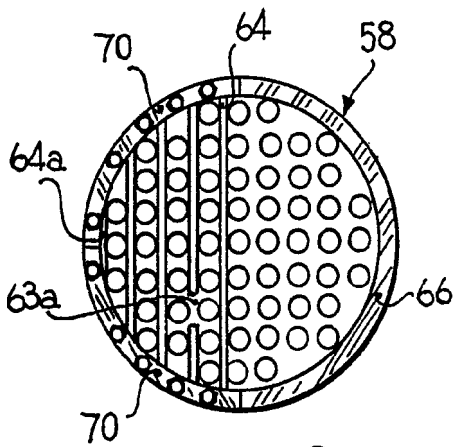


FIG. 8

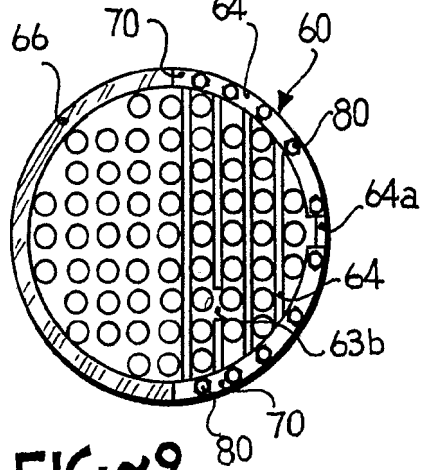


FIG. 9

MADRID,

Madrid
20/11/54

ESCALA VARIABLE

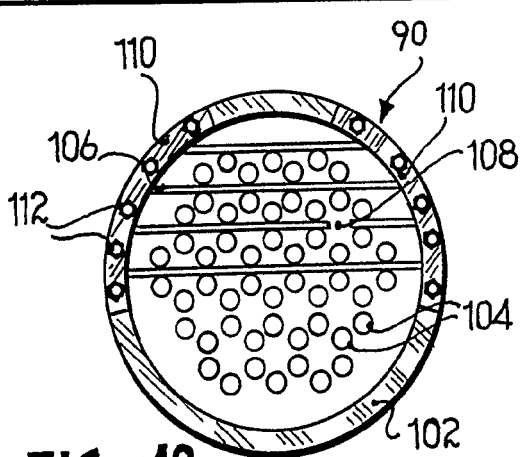


FIG. 10

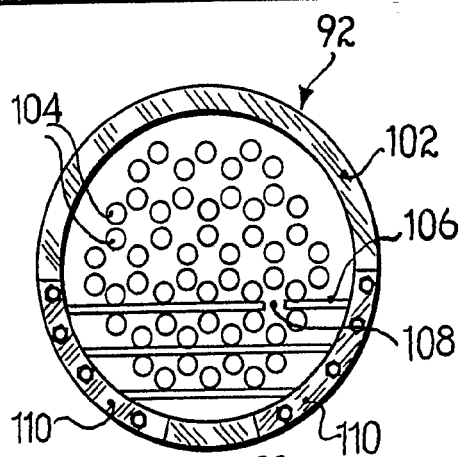


FIG. 11

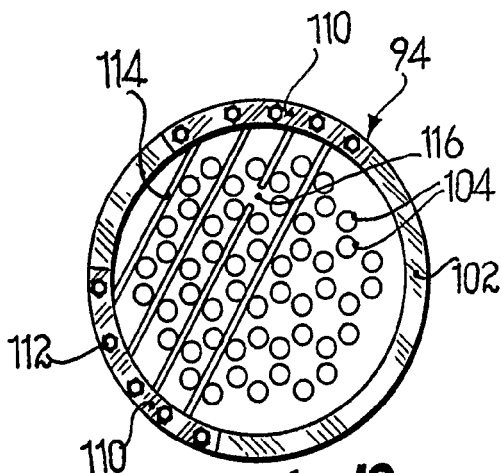


FIG. 12

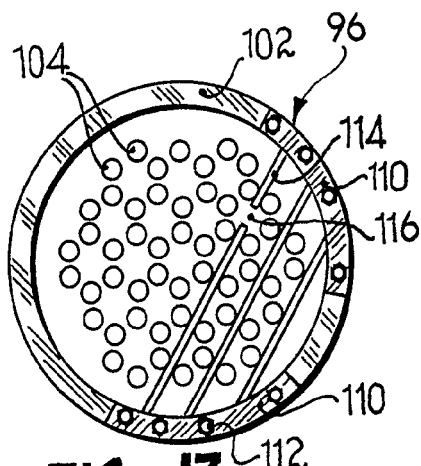


FIG. 13

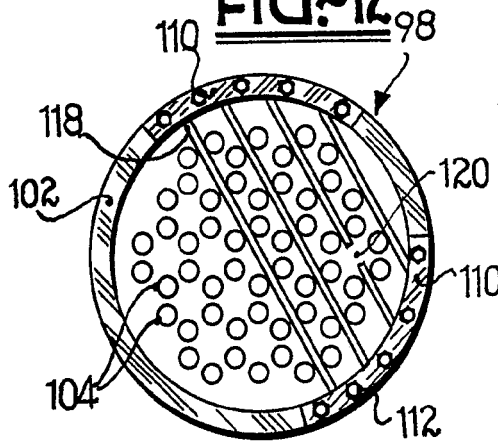


FIG. 14

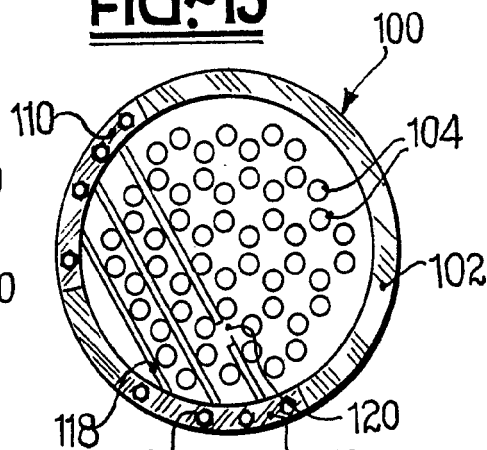


FIG. 15

MADRID,

[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE

4597

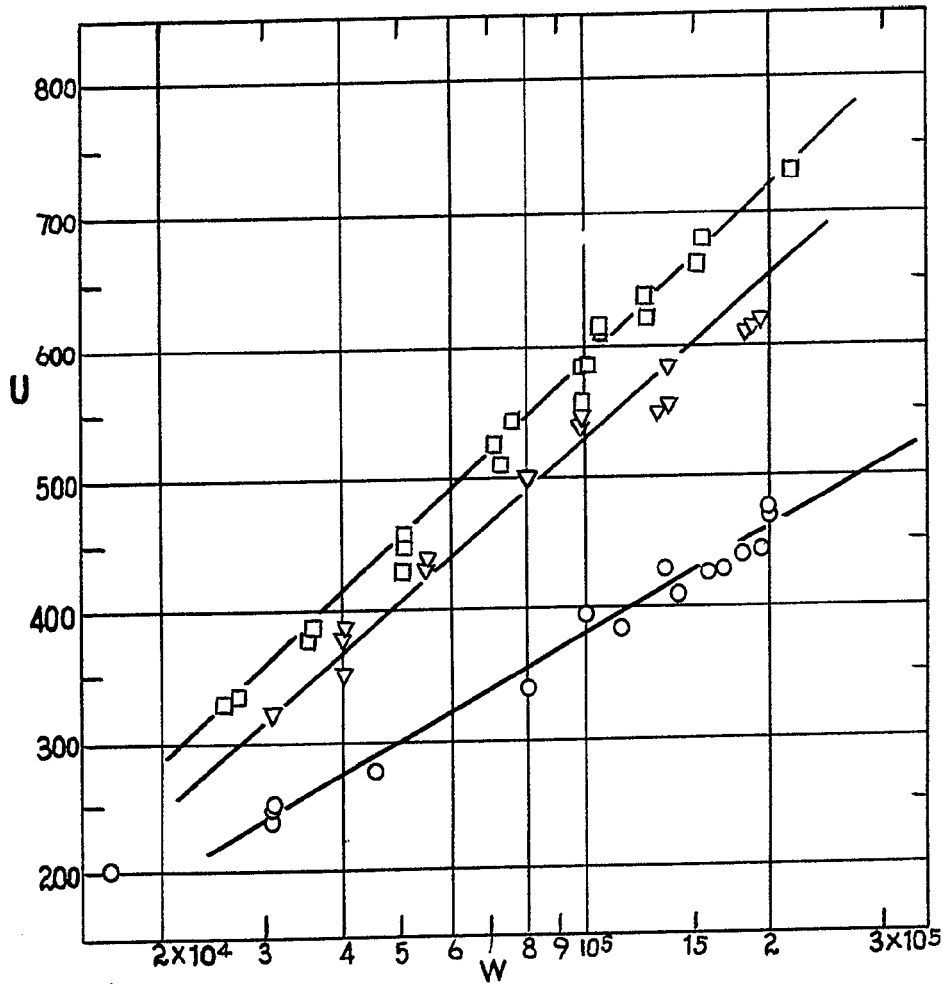


FIG. 16

MADRID,

ESCALA VARIABLE

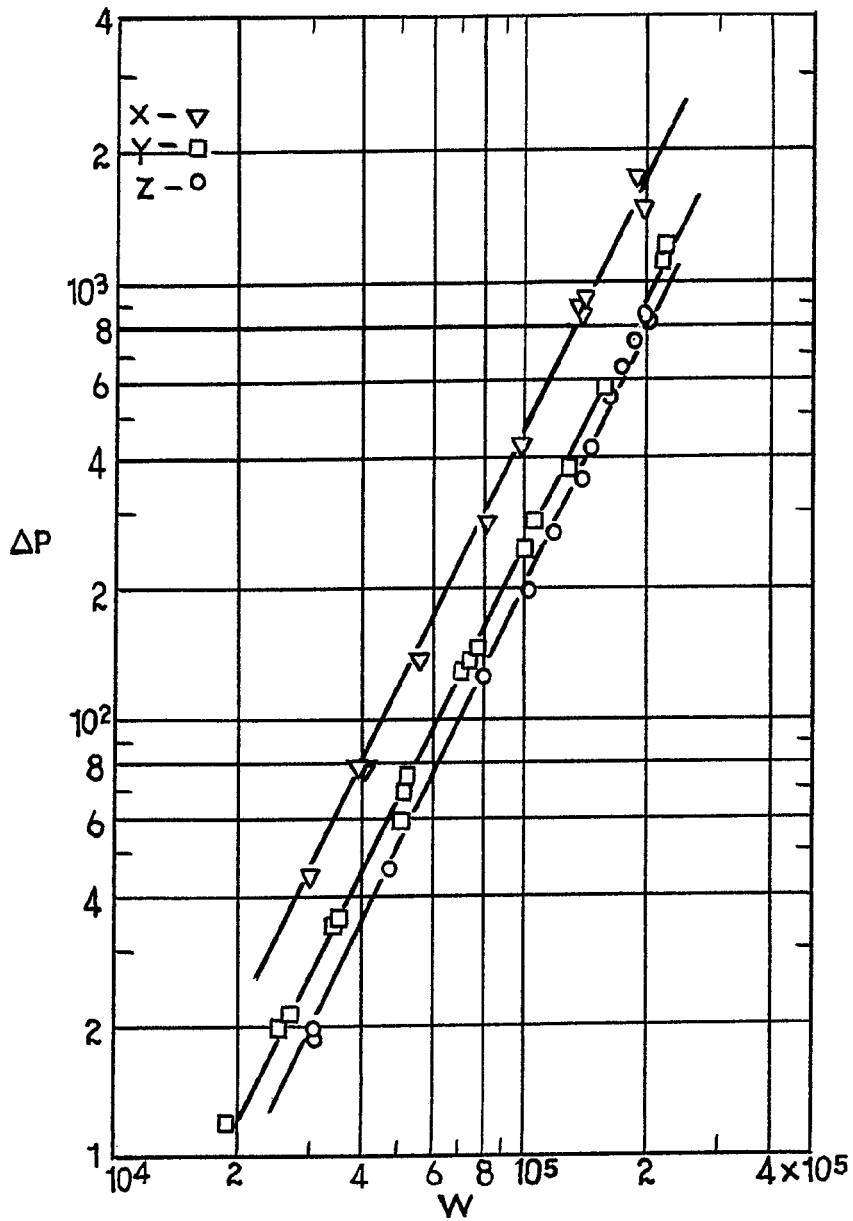


FIG. ~ 17

MADRID,

1977
[Handwritten signature]

ESCALA VARIABLE

