



ESPAÑA

ES	11	NUMERO	455958	A1
	21	FECHA DE PRESENTACION	3-12-76	

P.- 64.489
L-8782-SP-3

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
709.640	29-7-76	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	F01P	
64 TITULO DE LA INVENCION		
"PERFECCIONAMIENTOS INTRODUCIDOS EN UN INTERCAMBIADOR DE CALOR"		
71 SOLICITANTE (S)		
UNION CARBIDE CORPORATION		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
270 Park Avenue, Nueva York, N.Y. 10017, Estados Unidos de América.		
72 INVENTOR (ES)		
Leslie Charles Kun.		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON FERNANDO DE ELZABURU MARQUEZ		

LFG

1 La presente invención se refiere a un elemento aca-
nalado de intercambio o transmisión de calor, de chapa metá-
lica delgada o de plástico, y a la manufactura del mismo, ele-
mento que tiene en una parte de su superficie unos contornos
5 de isotensiones (isotensos), con unos salientes unidireccio-
nales de apoyo de pared dispuestos de manera esencialmente
uniforme.

Desde hace mucho tiempo se viene haciendo sentir
en la industria la necesidad de disponer de elementos de in-
10 tercambio de calor ligeros y poco costosos, para diversas
aplicaciones de transmisión de calor. La industria del auto-
móvil está constantemente a la búsqueda de un radiador com-
pacto y de poco peso, para uso en la refrigeración del motor
de combustión interna. Se han diseñado diversos tipos y mode-
15 los de radiadores, tales como los de tubos redondos con ale-
tas individuales, los de tubos de aire de forma exagonal con
pasajes de agua entre los tubos, y los de pasajes de agua
planos y ondulados, con pasajes de aire entre ellos. Los mo-
tores de los automóviles anteriores al año 1.942 estaban di-
20 señados para suministrar entre 50 y 125 caballos de fuerza,
y requerían unos radiadores para funcionar a presiones próxi-
mas a la atmosférica. Por lo tanto, bastaba con un sencillo
radiador hecho a base de aletas de cobre y soldado con esta-
ño para refrigerar el motor, de baja potencia, del automóvil,
25 sin gran peligro de sobrecalentamiento. Durante este período
anterior a 1.942 se han diseñado diferentes radiadores de
cobre con salientes superficiales de forma de copa o tronco-
cónicos, pero el de cobre con aletas demostró ser más adecua-
do y tuvo más éxito para las aplicaciones al automóvil.

30 Ahora bien, en la era posterior a 1.945, la indus-

1 tria del automóvil se embarcó en el proyecto de motores de
mayores potencias nominales tratando, simultáneamente, de
hacerlos lo más compactos (del mínimo volumen específico de
ocupación) posible. Este doble enfoque de proyecto, en unión
5 del empleo de lubricantes perfeccionados, dió por resultado
un motor de combustión interna capaz de funcionar a elevadas
temperaturas admisibles. Para satisfacer los requisitos de
transmisión de calor de tan compactos motores de gran poten-
cia nominal y evitar la pérdida de refrigerante, los radia-
10 dores de tubos y aletas de cobre se diseñaron para funcionar
a presión, para así aumentar la temperatura de ebullición del
refrigerante. Ahora bien, en los últimos años se añadieron
al automóvil nuevos equipos accionados por fuerza motriz, ta-
les como los acondicionadores de aire y similares, aumentán-
15 dose con ello todavía más las demandas de fuerza del motor
de combustión interna y, por consiguiente, de capacidad de
trabajo del sistema de eliminación del calor. Esto ha hecho
necesario proyectar los radiadores de hoy en día de modo que
funcionen a presiones hasta de 1 atmósfera manométrica, para
20 impedir el recalentamiento y las pérdidas de refrigerante.
Se prevé que la temperatura de trabajo del motor de automó-
vil llegue a niveles aún mayores en un futuro próximo, hacien-
do así necesario un sistema de transmisión de calor capaz de
funcionar con los refrigerantes existentes en condiciones de
25 presión todavía más alta. El radiador de tipo usual, de cobre
con aletas, no funcionará satisfactoriamente en un ambiente
de mayor temperatura, debido a las características de bajas
tensiones mecánicas inherentes a la soldadura blanda, o de
aleación de estaño, a elevadas temperaturas, siendo dicha
30 soldadura el medio de fijación entre los tubos y aletas del

1 radiador. Además, el constante aumento del precio del cobre está trayendo como consecuencia que el cobre se convierta en un material nada deseable, desde un punto de vista económico, para aplicarlo a radiadores.

5 Como solución alternativa a la de los radiadores de cobre con aletas de tipo usual, para aplicaciones de transmisión de calor en el automóvil, está la de sustituir las aletas de cobre soldadas con estaño por aletas de aluminio. Aun cuando el aluminio es menos costoso que el cobre, la
10 unión por fusión de aletas de aluminio a los tubos de un radiador usual, por métodos de soldeo a mayores temperaturas (soldadura fuerte) resulta costosa. Además, si se usa un fundente corrosivo, los depósitos dejados por el baño de sales del procedimiento de soldeo a mayor temperatura deben eliminarse con meticulosidad. Otros métodos y técnicas alternati-
15 vos de soldeo con soldadura fuerte, como el de soldeo al vacío, se hallan aún en la etapa experimental y, una vez perfeccionados, su coste probablemente absorberá con creces las economías obtenidas de otro modo con el uso del aluminio, en lugar del cobre, para fabricar radiadores de automóvil.
20 Se han adelantado otras propuestas, tales como la de emplear una unión con adhesivo entre las aletas y los tubos de un radiador. Sin embargo, la poca conductividad térmica de los adhesivos de hoy en día hace que este enfoque resulte ineficaz para las aplicaciones a los radiadores.

25 En las aplicaciones de intercambio de calor que requieran paredes sometidas a presiones como superficie primaria de intercambio de calor, la presente invención permite fabricar dichas paredes a base de un material térmicamente conductor más delgado de lo que en la actualidad es necesario
30 para los transmisores de calor primarios de tipo usual. Pa-

1 ra utilizar materiales de chapa o lámina relativamente delga-
dos, las paredes de los transmisores de calor primarios de
tipo usual han de ser reforzadas por medio de numerosos mien-
5 tros de apoyo o sustentación, para así reducir esfuerzos o
tensiones en las paredes. Ahora bien, las paredes reforzadas
no son normalmente practicadas, por las siguientes razones:

a) se siguen produciendo elevadas concentraciones
de esfuerzos en la pared, en el punto de fijación de los
refuerzos;

10 b) se requiere una cantidad apreciable de mate-
rial en los refuerzos, y tales refuerzos en los cambiadores
de calor contribuyen sólo indirectamente, si es que lo ha-
cen de algún modo, a la transmisión de calor; y

c) los numerosos refuerzos son costosos y laborio-
15 sos de instalar, particularmente en los transmisores o inter-
cambiadores de calor en los cuales la separación entre pare-
des es muy pequeña y a menudo inaccesible.

La presente invención supera los inconvenientes in-
dicados, disponiendo para ello una superficie de intercambio
20 de calor con contorno isotenso o de isotensiones tal que,
sometida a una presión diferencial de un lado a otro de su
pared, se obtenga como resultado en la pared una distribu-
ción esencialmente uniforme de esfuerzos o tensiones en las
fibras. Esta distribución uniforme de tensiones elimina esen-
25 cialmente los puntos de concentración de tensiones en la pa-
red de un elemento de intercambio de calor, permitiendo de
ese modo que el elemento se fabrique a base de chapas o lámi-
nas bastante delgadas de un material térmicamente conducti-
vo.

30 Otro enfoque de la eliminación de paredes reforzadas

1 en intercambiadores de calor por superficie primaria es el
que se revela en la solicitud de patente afín nº 407.585,
presentada simultáneamente y que se refiere a unos salien-
tes troncocónicos dimensionalmente dispuestos según tamaño
5 y repartidos en unas paredes térmicamente conductivas.

La presente invención tiende a un elemento acana-
lado de intercambio de calor por superficie primaria, de
uso general, que tiene en por lo menos una parte de su super-
ficie unos contornos isotensos con unos salientes unidirec-
10 cionales de apoyo o sustentación de pared, dispuestos de ma-
nera esencialmente uniforme. El elemento de intercambio de
calor es económico de fabricar y, empleado en unidades yux-
tapuestas o apiladas, resulta admirablemente adecuado como
transmisor o intercambiador de calor para uso con motores
15 de combustión interna.

El intercambiador de calor por superficie primaria
de esta invención comprende fundamentalmente por lo menos
un elemento de canal formado y limitado por al menos un ma-
terial de pared delgada, metálico o plástico térmicamente
20 conductivo, teniendo dicho elemento de canal una abertura
de entrada, una abertura de salida y multitud de contornos
isotensos en una parte de su superficie de pared, con unos
salientes unidireccionales de apoyo o sustentación de pared
dispuestos de manera esencialmente uniforme y hechos salien-
do de la pared en una relación dimensional que se estudiará
25 más adelante. Los salientes de apoyo de pared están dispues-
tos de modo que casen o concuerden llegando a tope con unos
salientes de apoyo de pared correspondientes de una pared
isotensa semejante contigua. Dos por lo menos de tales cana-
les, alineados en relación de yuxtaposición, constituirán
30

1 un intercambiador de calor dotado de un primer grupo o juego
de pasajes definidos y delimitados por las paredes conducti-
vas de cada canal, y de un segundo grupo o juego de pasajes
definidos por, y dispuestos entre, los canales yuxtapuestos.
5 de modo que a través de uno de los juegos de pasajes pueda
hacerse pasar un primer medio, en tanto que por el otro jue-
go de pasajes pueda hacerse pasar un segundo medio enfria-
dor, efectuándose con ello un intercambio de calor entre los
medios sin que los medios se entremezclen.

10 Con la denominación de intercambiador de calor por
superficie primaria se hace referencia a los transmisores o
intercambiadores de calor en los cuales esencialmente todo
el material que conduce calor entre dos medios comprende o
constituye las paredes que separan los dos medios. Por con-
15 traste, los intercambiadores de calor por superficie secun-
daria contienen una importante cantidad de material en forma
de aletas que no separan los medios, siendo por el contrario
un solo medio el que toma contacto con ellas en virtualmente
todas las superficies. Además, en las aplicaciones de inter-
20 cambio de calor en las cuales existe una diferencia de pre-
sión entre los dos medios del sistema, esencialmente la to-
talidad del material del intercambiador de calor está some-
tido a esfuerzos o tensiones neumáticamente. Dicho de otra
manera, al hablar de un intercambiador de calor por superfi-
25 cias primarias se hace referencia a un intercambiador de ca-
lor que consta principalmente de placas o láminas y que no
tiene miembros internos adicionales o independientes, tales
como aletas, de modo que el intercambiador está hecho de pla-
cas o láminas cada uno de cuyos lados o caras se halla en
30 contacto con un fluido diferente, y la transmisión de calor

1 se hace directa y esencialmente entre las placas y el fluido.

Una superficie isotensa es una superficie continuamente curva dotada de multitud de contornos isotensos, o de isotensiones, en los que cada contorno tiene multitud de radios sin teóricamente segmento llano alguno, y se asemeja al contorno curvo de una membrana en "pompa de jabón", exenta de esfuerzos cortantes. La falta de segmentos de superficie llanos o aguzados elimina esencialmente los puntos de concentración de esfuerzos o tensiones, presentes en las superficies onduladas o dotadas de concavidades, de tipo usual, cuando tales superficies se hallan sometidas a diferencias de presión de una a otra de sus áreas superficiales. Así, se obtiene una carga esencialmente de tracción pura o de compresión pura, mediante el uso del elemento acanalado de pared delgada, con contornos isotensos, de la presente invención. Cuando una pared de espesor finito y sujeta a presiones se halla sometida a cargas de tracción pura o de compresión pura, se obtiene como resultado la distribución esencialmente uniforme de esfuerzos o tensiones en las fibras en toda el área de la sección recta de la pared paralela a su superficie. Para yuxtaponer o hacer llegar a tope dos o más paredes de contornos isotensos, una con otra, se disponen unos salientes unidireccionales de sustentación o apoyo de pared, en una relación espacial o de separación previamente alineada en la superficie de cada elemento, de modo que, al yuxtaponerse las paredes, las extremidades exteriores de los salientes de apoyo de pared, a los que en lo sucesivo se denominará aquí "botones", se estén tocando mutuamente. Con referencia a un par cualquiera de paredes con-

1 tiguas sometidas a presión, en el cual los botones de ambas
paredes sobresalen hacia dentro, entrando en el espacio o
hueco de separación entre las paredes, se equilibrarán esen-
cialmente las fuerzas debidas a la presión, sea exterior,
5 sea interior, de la pareja; esto es, el contacto asegurado
entre los botones sostendrá a tracción o a compresión la
fuerza entera debida a la presión, y no será necesario nin-
gún otro miembro estructural para absorber la carga. Así,
la fuerza de la presión será contrarrestada por una fuerza
10 limitativa desarrollada entre las dos paredes, sin necesi-
dad de estructura exterior alguna.

Con referencia a un par cualquiera de paredes con-
tiguas resistentes a la presión, en el que los botones de
ambas paredes sobresalgan hacia fuera desde el hueco o espa-
15 cio de separación entre las paredes, la presión, sea exterior,
sea interior, de la pareja no estará equilibrada, y se nece-
sitará en cada cara expuesta de la pareja un miembro exte-
rior a ésta que absorba la carga, mediante contacto de sus-
tentación con los botones sea a tracción, sea a compresión.
20 Así, pues, entre las dos paredes que formen la pareja no se
desarrollará la fuerza limitativa que equilibre la fuerza de
la presión. En una serie, pila o disposición regular de pa-
redes, el miembro exterior de la pareja puede ser asimismo
otra pared de contornos isotensos, con botones que concuer-
den con los de la superficie yuxtapuesta de la pareja.
25

Con referencia a una serie, pila o formación regu-
lar cualquiera de paredes resistentes a la presión, de con-
tornos isotensos, en la cual los botones de las dos paredes
más exteriores de la formación sobresalgan hacia dentro en
30 dirección a la serie o formación, las fuerzas debidas a la

1 presión quedarán sensiblemente equilibradas en toda la formación, y no se necesitará ningún otro miembro estructural para absorber la carga de presión y contener las paredes evitando que se deformen o desvíen hacia fuera de la formación.

5 Con referencia a cualquier serie, pila o formación regular de paredes de contornos isotensos, resistentes a las presiones, en la que los botones de las dos paredes más exteriores de la formación sobresalgan hacia fuera desde la pila, las fuerzas debidas a la presión no estarán equilibradas dentro de la pila o formación, y se necesitará un miembro estructural yuxtapuesto en contacto de sustentación con los botones de cada pared más exterior, para absorber la carga de presión y sujetar la pila o formación.

15 Como el canal de contornos isotensos está diseñado como canal de intercambio de calor por superficies primarias, el material de su pared no necesita ser muy conductor del calor y, por tanto, puede elegirse de entre por lo menos uno de los grupos que constan de metales, aleaciones metálicas, revestimientos metálicos, plásticos (tales como el Mylar), metales recubiertos de plástico y similares. El criterio de selección del material para el canal isotenso de intercambio térmico es el de que sea sólo lo bastante conductor térmicamente para que, al hacerse pasar un medio caliente por el canal, el calor del medio sea conducido por la pared del canal a un medio enfriador exterior y contiguo al canal, que puede absorber el calor, efectuándose así con éxito una transmisión de calor entre los medios sin que dichos medios se entremezclen. Son adecuados para esta aplicación los materiales tales como el aluminio, el cobre, el acero, el latón, el titanio y el Mylar.

1 La expresión de "salientes de apoyo de pared dis-
puestos de manera esencialmente uniforme" debe entenderse
con la amplitud suficiente para que incluya un diseño de
distribución de salientes de apoyo de pared cuya distancia
5 de separación mutua varíe progresivamente a lo largo de por
lo menos uno de los ejes geométricos del elemento de inter-
cambio de calor. Además, como más adelante se declara, es
posible disponer salientes adicionales de apoyo de pared a
lo largo de la parte curva del canal que puedan tener una
10 relación de separación o espaciamento distinta de la de
los salientes de apoyo de pared que ocupan la parte central
del elemento de intercambio de calor.

Las dimensiones de los botones salientes de apoyo
de pared, y la relación dimensional entre los mismos, en
15 la superficie de contornos isotensos, son en cierto modo res-
trictivas según el ambiente de uso final del canal de inter-
cambio de calor. El diseño de distribución de los botones
salientes de apoyo de pared puede disponerse en forma de
cuadrado, rombo, triángulo u otra configuración cualquiera
20 de diseño, que depende en cierto modo de la forma real y
efectiva del canal y de la presión diferencial prevista, a
la cual se someta la pared del canal en el ambiente a que
se le destine. Para reducir al mínimo la resistencia a la
circulación y llevar al máximo la efectividad de la transmi-
25 sión de calor de un área cualquiera definida de paso o cir-
culación de un canal de intercambio de calor, los botones de
sustentación o apoyo de pared, de una forma seleccionada,
han de proyectarse y disponerse sólo en tamaño, número y
diseño tales que den la limitación o restricción necesaria
30 para resistir la máxima diferencia de presiones (presión

1 diferencial) para la cual se haya proyectado el canal en el
ambiente a que se le destine. Una vez determinados el tama-
ño y el diseño deseados de los botones salientes de apoyo
de pared, es posible dar las características de superficie
5 de contornos isotensos, necesaria para la máxima transmisión
de calor en el ambiente a presión de uso final a que se le
destine, a la superficie de una lámina de material térmica-
mente conductivo de pared delgada, en unión de los contornos
de botones salientes de apoyo de pared, por medio de una
10 técnica cualquiera tal como las de prensado, estampación,
laminado o embutición, o similar.

Una lámina térmicamente conductiva de contornos
isotensos y con salientes de botón de apoyo de pared, así
preparada, puede plegarse longitudinalmente sobre sí misma
15 de modo que los botones salientes se enfrenten, sea hacia
dentro, sea hacia fuera, y los segmentos de lámina plegada
estén separados lo bastante para definir entre ellos un pa-
saje. Cuando los botones sobresalgan hacia dentro del pasaje
han de concordar o casar y tomar contacto con los botones
que se extiendan hacia dentro salvando el pasaje desde la
20 pared opuesta. La anchura del pasaje así formado queda, pues,
definida por las alturas de proyección o saliente de los bo-
tones de apoyo de pared. Como puede aparecer una concentra-
ción de esfuerzos en el área de doblado de la lámina, en el
ambiente de funcionamiento a que se le destine, puede haber
25 unos salientes adicionales de apoyo de pared dispuestos en
las proximidades de dichas áreas para así igualar o compen-
sar los esfuerzos por toda la estructura de canal. Los bor-
des longitudinalmente concordantes de la lámina pueden luego
cerrarse herméticamente por medio de técnicas usuales como,
30

1 por ejemplo, las de soldadura blanda, soldadura fuerte, soldadura autógena o con una unión de trabazón mecánica rellena
de adhesivo, para hacerla estanca. Este canal de perfiles
isotensos, con botones salientes unidireccionales de apoyo
5 de pared, queda así dispuesto para su empleo como elemento
de intercambio de calor. Cuando se forme un canal isotenso
con botones que sobresalgan hacia dentro y destinado a con-
tener una presión interna, las superficies que tengan boto-
nes en contacto dentro de los pasajes han de unirse entonces
10 entre sí por métodos usuales, como los de soldadura blanda,
soldadura fuerte o con un adhesivo. Una formación regular
de canales así formada, con los botones salientes de apoyo
de pared tocándose, puede luego ensamblarse adecuadamente
hasta obtenerse un eficaz intercambiador de calor compacto,
15 por superficies primarias. Cuando los botones salientes de
apoyo de pared estén dispuestos hacia fuera, los canales
pueden entonces estar superpuestos en la relación de contac-
to entre botones, en la cual las alturas de los botones sa-
lientes definan el tamaño del pasaje entre canales adyacen-
tes. Cuando los botones salientes de apoyo de pared estén
20 dispuestos hacia dentro, los canales tendrán entonces que
estar separados entre sí por unos medios adicionales que
definan un pasaje entre canales adyacentes. Podría entonces
hacerse pasar por los canales un medio a presión, tal como
agua caliente, en tanto que se podría hacer pasar un medio
25 refrigerante, tal como aire frío, por entre y en contacto
con la superficie exterior de los canales, efectuándose de
ese modo una transmisión de calor entre ambos medios. La lá-
mina de botones salientes de apoyo de pared y contornos iso-
tensos podría también fabricarse en forma de canal circular
30

1 o en espiral, o bien de un canal de cualquier número de la-
dos, mediante métodos apropiados de doblar y/o plegar. Los
elementos acanalados de intercambio de calor así formados
pueden recibir también un perfil de una configuración curvi-
5 línea cualquiera y superponerse luego unos sobre otros, de-
jando entre ellos unos pasajes definidos que formen un inter-
cambiador de calor de geometría simple o compleja dotado de
multitud de pasajes acanalados confinados y multitud de pa-
sajes separados o independientes definidos por y entre las
10 superficies exteriores de los elementos acanalados de inter-
cambio de calor contiguos. Mediante el recurso de hacer pa-
sar un medio por los pasajes acanalados y al propio tiempo
dirigir un segundo medio refrigerante a través de los pasa-
jes definidos por y entre las superficies exteriores de los
15 elementos adyacentes, se obtiene un transmisor o intercambia-
dor de calor por grandes superficies primarias, eficaz. En
un modo operativo de intercambio de calor con flujos cruza-
dos, el intercambiador de calor de esta invención dará una
reducida área frontal y una reducida pérdida de carga de
20 fluido exterior. El área frontal es el área de la proyección
de la formación regular entera de canales de intercambio de
calor sobre un plano normal a la dirección del paso o circu-
lación de fluido por los pasajes acanalados (hechos en forma
de canal). La reducida pérdida de carga de fluido exterior
es la caída de presión o pérdida de carga estática a lo lar-
25 go del trayecto de paso del medio refrigerante exterior.

Los medios pueden recorrer sus pasajes respectivos
en una relación mutua de paralelismo, en una relación perpen-
dicular o en una relación angular cualquiera entre ambos.

En los dibujos adjuntos:

1 - la figura 1 representa una superficie de contorno isotenso;

5 - la figura 2 ilustra un aparato de moldeo en coquilla o a presión isotenso (con reparto uniforme de tensiones);

- la figura 2A es una vista tomada por la línea 2A - 2A de la figura 2;

- la figura 2B es una vista del aparato de la figura 2, funcionando bajo vacío;

10 - la figura 3 es una gráfica logarítmica de tensiones o esfuerzos en función de la altura de superficie o saliente de una superficie de contorno isotenso en una chapa de aluminio de 0,18 mm. de espesor;

15 - la figura 3A es el perfil de una superficie de contorno isotenso;

- la figura 4 es una gráfica de presiones aplicadas en función de la desviación o deformación de la superficie, para varias superficies de contorno de aluminio;

20 - la figura 4A es el perfil de una superficie de conos truncados;

- la figura 5 es una vista isométrica de un radiador de automóvil en el que se emplean los elementos de intercambio de calor de la presente invención;

25 - la figura 5A es una vista de detalle de los bordes longitudinales de un elemento de intercambio de calor de la figura 5;

- la figura 5B es una vista lateral de detalle de los elementos 1 de la figura 5;

30 - la figura 5C es una forma alternativa o variante de ejecución de los elementos 1 de la figura 5;

1 - la figura 5D es una variante de ejecución de los bordes longitudinales de los elementos 1 de la figura 5;

5 - la figura 6 es una vista isométrica de una formación o disposición regular de canales isotensos, con botones salientes hacia fuera;

- la figura 6A es una vista en sección recta transversal de los canales de la figura 6, tomada por la línea 6A - 6A;

10 - la figura 6B es una vista lateral en sección de los canales de la figura 6, tomada por la línea 6B - 6B;

- la figura 7 es una vista isométrica de una formación regular de canales isotensos, con botones salientes hacia dentro; y

15 - la figura 7A es una vista lateral en sección de los canales de la figura 7, tomada por la línea 7A - 7A.

20 En la figura 1 se representa un segmento de superficie A de contorno isotenso, que se asemeja al contorno o perfil de una membrana en "pompa de jabón", exenta de esfuerzos cortantes. Al perfil de membrana en "pompa de jabón" se llegó con bastante exactitud utilizando para ello una película delgada, flexible y elástica de un material semejante al caucho. Se utilizaron unos miembros B para asegurar los bordes del segmento cuadrado A a un plano horizontal, definido como plano X - Y, en tanto que el área C, definida como área contenida dentro del cuadrado limitado por los so-

25 portes B, se sometía a una presión hidrostática para formar un contorno isotenso con una dimensión de altura H medida a lo largo del eje Z a partir del plano X - Y, en la intersección de coordenadas $X = 0$, $Y = 0$. La acción de someter una estructura delgada, dotada de un contorno isotenso como

30

1 el representado en la figura 1, a una presión diferencial de
 un lado a otro de su área de pared C, dará como resultado
 el de comunicar a la pared unas fuerzas sensiblemente puras
 de tracción o de compresión, desprovistas de toda fuerza
 5 apreciable de flexión o de cizalladura; esto es, la tracción
 pura o la compresión pura da por resultado una distribución
 uniforme de esfuerzos de fibras en el área I de la sección
 recta de la pared A paralela a su área de superficie C, se-
 gún lo indicado por medio de las flechas en la figura 1. Así,
 10 una membrana delgada que tenga un contorno isotenso puede
 resistir, sin deformación ni ruptura, una mayor presión di-
 ferencial que una membrana no isotensa de tamaño y espesor
 idénticos. Es posible fabricar una pared de contorno o per-
 fil isotenso utilizando la ecuación siguiente, desarrollada
 15 para una membrana ideal en "pompa de jabón", exenta de esfuer-
 zos cortantes. La ecuación relaciona la fuerza ΔP exterior-
 mente aplicada y la resistencia interna σ con el contorno
 de la pompa o burbuja, expresado en función de dZ/dX y de
 dZ/dY , del modo siguiente:

20 (A)

$$\frac{\Delta P}{\sigma} = \frac{\left[1 + \left(\frac{dZ}{dY} \right)^2 \right] \frac{d^2Z}{dX^2} - 2 \frac{dZ}{dX} \frac{dZ}{dY} \frac{d^2Z}{dXdY} + \left[1 + \left(\frac{dZ}{dX} \right)^2 \right] \frac{d^2Z}{dY^2}}{\left[1 + \left(\frac{dZ}{dX} \right)^2 + \left(\frac{dZ}{dY} \right)^2 \right]^{3/2}}$$

25 y en ella:

ΔP = presión diferencial (diferencia de presiones)
 de un lado a otro de la pared de membrana de la superficie
 (por ejemplo, kg/cm^2);

30 σ = tensión superficial de la membrana en pompa

1 de jabón exenta de esfuerzos cortantes (por ejemplo, kg/cm)
y

dZ/dX y dZ/dY = las derivadas parciales de la función de superficie $Z(X, Y)$ respecto a las coordenadas X e Y .

5 La ecuación (A) precedente puede usarse para proyectar una pared de contornos isotensos suponiendo $\sigma = St$, siendo S el esfuerzo de fibras desarrollado en un material delgado, de un espesor t finito, sometido a una diferencia de presiones neumáticas ΔP de un lado al otro de la pared.

10 La solución de la ecuación depende de que se definan las condiciones ya conocidas existentes a lo largo de los límites de un segmento simétrico tipo del área curva contenida dentro del diseño repetitivo de soportes, eligiéndose este segmento simétrico tipo de tal modo que se conozcan sus condiciones

15 de lindero o contorno. El segmento ha de ser todo lo pequeño que la simetría lo permita, a fin de simplificar el cálculo. Es de notar que la ecuación (A) es aplicable para cualquier diseño de soportes, con tal que el segmento simétrico tipo se elija de acuerdo con el diseño específico empleado, de tal modo que se conozcan las condiciones en los

20 límites o linderos de dicho segmento simétrico. En general, la derivada parcial de la normal a cualquier borde de un segmento simétrico respecto a un eje perpendicular al plano que contiene los puntos de sustentación o apoyo es cero.

25 Así, la pendiente en los bordes de lindero de un segmento simétrico, respecto al plano que contiene los apoyos, es cero, lo que indica que no hay componente vertical de fuerza.

30 Para un diseño cuadrado de distribución de apoyos B como el indicado en la figura 1, el más pequeño segmento simétrico tipo del área A es el triángulo J definido por los

1 bordes E, F y G. El triángulo J es un segmento simétrico,
porque el área A contiene ocho de estos triángulos idénticos.
Así, conociendo las condiciones de lindero del más pequeño
segmento repetible de un área, se simplificará la resolución
5 de la ecuación (A). La punta del triángulo J cubierta por el
apoyo B se excluye del segmento simétrico del área. A lo
largo de los bordes E, F y G, la derivada parcial de $Z(X, Y)$
respecto a la normal a dichos bordes es cero; por ejemplo,
 $dz/dN = 0$, siendo N cualquier línea paralela al plano de re-
10 ferencia X - Y y normal a los bordes E, F y G, respectivamen-
té, del triángulo J.

Ahora bien, si se asignan valores a D, H y \underline{d} , pa-
ra una aplicación específica, es posible obtener entonces
un valor para $\Delta P/\sigma$. Recordando la suposición de que
15 $\sigma = St$, el proyectista puede elegir valores para dos de
los factores o parámetros ΔP , S y \underline{t} , y calcular el otro.
Por ejemplo, una pared cuadrada de aluminio, de contorno
isotenso y de 0,23 mm. de espesor, con una dimensión H de
0,76 mm. en su centro, una dimensión D de 10 mm. y un radio
de dimensión de apoyo B de 1,5 mm, tenía según los cálculos
20 una tensión en fibras S de 282 kg/cm² al estar sometida a
una diferencia de presiones de 1,8 kg/cm².

Como alternativa, pueden asignarse valores a ΔP ,
S y \underline{t} y hallarse para H una solución en función de D. Esto
25 permite al proyectista elegir entre numerosos juegos de va-
lores de D y H que resulten adecuados a los requisitos de
gasto o caudal de paso de fluido y los de transmisión de ca-
lor.

Otro uso más de la ecuación es el de delimitar o
30 representar el contorno de la superficie. Supóngase que se

1 han establecido las condiciones de lindero y se han asigna-
do valores a ΔP , S , t , D y H . La ecuación puede resolver-
se para una familia de valores de X , Y hasta obtener los va-
lores correspondientes de Z . Esto da una lista de coordena-
5 das en numerosos puntos de la superficie, las cuales pueden
emplearse, por ejemplo, para construir una matriz de formar.

Las superficies en cono truncado aplicadas como
en la figura 4A, si se hacen del mismo material y tienen el
mismo espesor y tamaño que el segmento de pared cuadrado de
10 contorno isotenso de 10 mm. arriba descrito, no podría fun-
cionar, bajo una presión diferencial de 1,8 kilogramos por
centímetro cuadrado, igual de bien que la superficie isoten-
sa, y sería más susceptible al fallo por carga de fatiga,
entendiéndose por carga de fatiga la acción de cargar y des-
15 cargar intermitentemente una estructura. Un material térmica-
mente conductivo y de pared delgada, tal como una chapa de
aluminio de espesor inferior a aproximadamente 0,5 mm, al
que se aplicase o en el que se formase una superficie de
contornos isotensos con unos salientes unidireccionales de
20 apoyo de pared, y se convirtiese luego en una estructura
acanalada, producirá un elemento de intercambio térmico ad-
mirablemente adecuado para diversas aplicaciones de transmi-
sión de calor, tales como la de los radiadores destinados a
motores de combustión interna.

25 Un método para construir matrices dotadas de una
superficie de contorno isotenso con salientes unidirecciona-
les de apoyo de pared repartidos a distancia, para uso en la
fabricación de elementos de intercambio de calor, consisti-
ría fundamentalmente en fabricar un bloque dotado, en su su-
30 perficie, de multitud de apoyos a modo de salientes vertica-

1 les, formando un diseño de distribución y estando dimensio-
nados en cuanto a tamaño en relación con el diseño de dis-
tribución y con el tamaño de los salientes de apoyo de pared
deseados en una superficie de contorno isotenso. En torno a
5 los bordes del bloque se prevén unos lados o costados que
se extienden hacia arriba, obteniéndose así un entrante o
cavidad que contiene los apoyos verticales. La cavidad se
conectaría a unos medios productores de presión de modo que,
10 al haber un material flexible asegurado a tracción en la
parte alta de la cavidad y también en contacto con y soste-
nido por los apoyos salientes verticales, los medios produc-
tores de presión pudiesen hacerse funcionar forzando a la
parte no sostenida de dicho material flexible a entrar en
15 la cavidad, en tanto que los apoyos salientes verticales
impiden la deflexión o deformación de la parte sostenida
del material flexible, haciendo de ese modo que el material
flexible adopte un contorno isotenso dotado de salientes de
apoyo de pared. A continuación es posible depositar sobre
20 dicho material flexible un material que se endurezca mante-
niendo su forma (material formante de horma) de manera que,
una vez adecuadamente curado o endurecido, pudiesen desacti-
varse los medios productores de presión. El material endure-
cido, dotado de la superficie de contorno isotenso con salien-
tes de apoyo de pared unidireccionales dispuestos de manera
25 esencialmente uniforme, queda entonces dispuesto para ser
usado como matriz, para fabricar los elementos de intercam-
bio de calor, de contornos isotensos, de la presente inven-
ción.

30 A continuación se describirá un ejemplo ilustrati-
vo de este método de fabricación de matrices o coquillas, en

1 relación con las figuras 2, 2A y 2B. Un bloque de presión
21 tiene unas aberturas 22 interconectadas a un pasaje 23
que a su vez está acoplado a una bomba de vacío 24, una vál-
vula de purga 25 y un manómetro 32. Los salientes 26, repar-
5 tidos a distancia para obtener el diseño de distribución de-
seado de una superficie de contornos isotensos, sobresalen
de la superficie 33 a una distancia que excede de la altura
máxima H de la superficie de contornos isotensos deseada
ilustrada en la figura 1, estando dicha altura H medida ver-
10 ticalmente desde un plano horizontal que contiene las áreas
aseguradas bajo unos miembros de sustentación B, hasta la
cresta de la superficie curva, situada en la intersección
de las diagonales de la superficie C, a lo largo del eje Z,
como se ilustra en la figura 1. En la periferia del bloque
15 de presión 21 se monta firmemente un marco o bastidor 27,
utilizando unos medios de fijación por tornillos 28, basti-
dor o marco que sobresale por encima del perímetro del blo-
que de presión 21 en una magnitud sensiblemente igual a la
altura de los salientes 26. En el marco 27 se coloca atiran-
20 tada una membrana flexible 29, tal como de caucho natural o
sintético, asegurada al marco por medio de tachuelas o simi-
lares (no representadas). De preferencia, la membrana flexi-
ble 29 descansa encima de los salientes 26. Encima del mar-
co 27 se coloca un segundo marco o bastidor 30, esencialmen-
te semejante al marco 27 y sujeto a éste por sus esquinas
25 y/o en torno a todo el marco, por medio de tornillos 31 co-
locados a distancias de separación prefijadas.

Con la membrana flexible 29 asegurada al bloque
de presión 21 de manera hermética, por medio de los marcos
27 y 30, se activa la bomba de vacío 24 de modo que la mem-
30

1 brana flexible 29 entra por aspiración en las aberturas 35
situadas entre salientes 26, como se ilustra en la figura
2B. Regulando mediante la válvula de purga 25 la presión
creada por la bomba de vacío 24 e indicada en el manómetro.
5 32, es posible dar un contorno isotenso a la membrana flexi-
ble 29 entre salientes 26. Los salientes 26 han de ser de
una altura suficiente para impedir que la membrana flexible
29 toque, deformándose, a la superficie 33 de las aberturas
35. Al alcanzarse el contorno isotenso deseado en la membra-
10 na 29 para una aplicación particular de uso final previsto,
el material 34 formante de horma, tal como resinas epoxídi-
cas, termoplásticos, hormigón, cemento o similar, se deposi-
ta en el marco 30 donde queda sostenido por la membrana fle-
xible 29. A continuación se deja endurecer el material for-
15 mante de horma 34. La superficie horizontal 36 de los salien-
tes 26 comunica a la membrana flexible 29 y, por tanto, al
material 34 formante de horma, unos salientes 37 dirigidos
hacia adentro que presentan, cada uno, un segmento de botón
horizontal 38. Aun cuando este segmento de botón horizontal
20 38 de cada saliente 37 dirigido hacia adentro se representa
plano, puede ser curvo, ondulado o dotado de nervaduras ade-
cudadas, con tal que su forma case o concuerde con otros seg-
mentos de botón dispuestos en salientes de tipo semejante,
repartidos en una superficie de contornos isotensos cooperan-
25 te de modo que cuando con tales superficies se formen cana-
les, éstos puedan apilarse o colocarse yuxtapuestos, forman-
do una estructura de canales múltiples. A continuación, se
desactiva la bomba de vacío 24, se desmonta el marco 30 y
se retira el material formante de horma 34 ya endurecido.
30 Esta superficie de contornos isotensos con salientes 37 de

1 apoyó de pared puede entonces usarse como modelo de colada
o moldeo para la fabricación de un molde, o bien puede usar-
se apropiadamente como coquilla o matriz, con o sin recubri-
miento adecuado de moldeo en coquilla. La matriz isotensa de
5 curvas múltiples fabricada de ese modo puede luego emplear-
se, usando técnicas habituales, para fabricar superficies
de contornos isotensos que tengan unos salientes unidirec-
cionales de apoyo de pared, a base de un material en lámina
delgada. Las láminas o chapas pueden luego tratarse del mo-
10 do arriba descrito hasta obtener un elemento de intercambio
de calor de la forma deseada que, ensamblado con otros ele-
mentos de intercambio de calor, estructuralmente semejantes
o estructuralmente diferentes, dé como resultado un intercan-
biador de calor por superficies primarias con excelentes ap-
15 titudes para la transmisión de calor.

Aun cuando se haga referencia a los elementos de
intercambio térmico de esta invención como poseedores de
una superficie de contornos isotensos, se sobrentiende que
los métodos o técnicas de fabricación impiden comunicar o
20 dar una superficie exacta de contornos isotensos, sin es-
fuerzos cortantes, a un material que tenga un espesor fini-
to. Ni siquiera el más flexible y elástico de los materiales
se comporta con precisión como membrana ideal en pompa de
jabón. La existencia de un espesor implica, de modo inheren-
te, que habrá ciertos esfuerzos mínimos de cizalladura y de
25 flexión, que produzcan desviaciones respecto del contorno
ideal. Tales desviaciones aparecen, no sólo en el material
elástico utilizado para fabricar una matriz como en la figu-
ra 2, sino también en los materiales de pared a los que se
dé forma a continuación con la matriz. Es más, el peso de los
30

1 materiales formantes de horma colados o moldeados sobre una
película formada neumáticamente, da origen a otras desvia-
ciones respecto de un contorno ideal. Además, las caracterís-
ticas de memoria elástica o "muelle" de muchos materiales
5 de pared térmicamente conductivos retrasan o estorban al lo-
gro de un verdadero contorno isotenso exento de esfuerzos
cortantes, que se trate de aplicar a su superficie. Final-
mente, la diferencia de presiones ΔP existente en servi-
cio de un lado al otro de la pared produce en ésta unas de-
10 flexiones o deformaciones que dan origen a que la pared se
aparte del contorno tal como sale de horma. Si bien algunas
desviaciones pueden contrarrestar a otras, se tendrá normal-
mente como resultante neta una ligera desviación de altura
de cresta H respecto del valor tomado como base de suposi-
15 ción en el proyecto o diseño de la superficie. En aplicacio-
nes de isocompresión, la desviación neta de esta altura da-
rá lugar habitualmente a un valor de H más reducido que el
supuesto en el proyecto. Por lo tanto, para compensar esta
desviación, podría suponerse para H, con fines de proyecto,
20 un valor ligeramente superior.

La ecuación para el contorno isotenso dada más
arriba no tiene en cuenta la deflexión o deformación de la
pared bajo la presión de servicio, ni el muelle de los ma-
teriales formados con una matriz, ni las deflexiones de los
25 moldes debidas al peso de los materiales formantes de horma.
Después de formada una pared isotensa, su funcionamiento pue-
de comprobarse por medio de la ecuación precedente. Es posi-
ble efectuar medidas reales de H con la pared en servicio
bajo una diferencia de presiones ΔP , y este valor puede
30 ser usado en la ecuación para calcular el esfuerzo S en fi-

1 bras efectivo bajo la carga ΔP . Entonces se sabrá si se
está sobrepasando el máximo esfuerzo admisible, y si las
desviaciones son tolerables o excesivas.

5 Si el esfuerzo real y efectivo con desviaciones
respecto al perfil ideal se considera excesivo, es posible
entonces refinar y mejorar el diseño de la pared. Por ejem-
plo, la medición real de la superficie pondrá de manifiesto
la desviación neta de H respecto de la dimensión ideal su-
puesta en el proyecto primitivo. Es posible entonces hacer
10 un ajuste de H de tal modo que cuando se forme una nueva pa-
red usando la dimensión ajustada y se exponga a la diferen-
cia de presiones de servicio, el contorno de la superficie
se adapte o concuerde casi exactamente con el de la membra-
na ideal en pompa de jabón. De esta manera es posible llegar
al diseño y producción óptimos de la pared. Así, la referen-
15 cia a una superficie de contorno isotenso en esta invención
dará a entender una superficie de contorno esencialmente
isotenso que admita desviaciones de manufactura debidas prin-
cipalmente a ser finito el espesor de material, a las carac-
terísticas del material y a los métodos de fabricación.

20 Para su aplicación general a los intercambiadores
de calor, una superficie de contorno isotenso como la ilus-
trada en la figura 3A, que tenga una distancia D de separa-
ción entre salientes de apoyo de pared (repetible) aproxima-
damente comprendida entre 5 mm y 63,5 mm; una relación o co-
25 ciente D/d aproximadamente comprendida entre 3 y 10; una re-
lación H/D aproximadamente comprendida entre 0,05 y 0,2 y un
grosor de lámina o de pared comprendido entre alrededor de
0,08 y aproximadamente 6,35 mm, será del todo adecuada. Tal
como se usa en lo que antecede y se ilustra en las figuras

1 y 3A, H es igual a la máxima altura medida perpendicularmente desde una superficie que contiene las extremidades de los salientes de apoyo de pared (plano X-Y) hasta la cresta más interior de la superficie isotensa de dicho elemento (a lo largo del eje Z); D es igual a la distancia de separación entre centros de los salientes de apoyo de pared contiguos más juntos de la superficie de dicho elemento; y \underline{d} es el diámetro equivalente del saliente, definido por la relación $4a/p$, en la cual \underline{a} es igual al área del segmento portador de carga (botón) del saliente de apoyo de pared y \underline{p} es igual al perímetro de dicho segmento portador de carga. Cuando la configuración del segmento portador de carga sea un círculo, \underline{d} es igual al diámetro de este círculo, como se indica en las figuras 1 a 3A. El segmento portador de carga está conformado de manera que concuerde, estando ambos tocándose, con segmentos portadores de carga de tipo semejante que estén en salientes de apoyo de pared de una segunda pared de intercambio de calor.

La limitación en la distancia D de separación viene impuesta porque una separación menor de 5 mm da lugar a radios hidráulicos muy pequeños en el lado cóncavo de la pared isotensa, haciéndolo muy susceptible a la acumulación de suciedad (esto es, de materia extraña) entre paredes adyacentes; acumulación que, si es excesiva, obstruiría los pasajes destinados a uno de los medios fluidos. También se produciría como resultado una fuerte pérdida de carga exterior del fluido por unidad de longitud del trayecto de circulación de éste. Las distancias de separación D superiores a 63,5 mm darían lugar a un área de intercambio de calor pequeña por unidad de volumen de intercambio de calor, produ-

1 ciéndose como consecuencia un excesivo coste de manufactura
y un rendimiento disminuido. También se reduciría la apti-
tud del material para resistir una presión diferencial de
un lado a otro de su espesor de pared.

5 Para una relación D/d menor que 3, la presión di-
ferencial admisible de un lado a otro de la pared del ele-
mento de intercambio de calor realizado en forma de canal se-
ría mayor, pero se perdería una gran proporción del área de
superficie a los fines del intercambio de calor. Por otra
10 parte, una relación D/d mayor que 10 exigiría una toleran-
cia rigurosa de fabricación para asegurar la corresponden-
cia de los segmentos portadores de carga en paredes isoten-
sas a tope, y localizaría también la carga concentrándola
en el punto de contacto de los segmentos portadores y pro-
15 duciendo esfuerzos suficientes para ocasionar la ruptura
o una deformación excesiva de las paredes isotensas.

Una relación H/D menor de 0,05 daría por resultado
una superficie isotensa de radios hidráulicos muy pequeños
en el lado cóncavo, aproximándola uniformemente casi a una
superficie plana, con lo cual desaparecerían las ventajas
20 del contorno isotenso. Un intercambiador de calor compuesto
de canales isotensos de tan pequeña relación H/D sería tam-
bién susceptible al ensuciamiento, y tendría una elevada pér-
dida de carga de fluido exterior por unidad de longitud del
trayecto recorrido por éste. Para una relación H/D mayor de
25 0,2, se obtendría un área pequeña de intercambio de calor
por unidad de volumen de intercambio de calor, con el consi-
guiente aumento excesivo del coste de manufactura y la corres-
pondiente disminución del rendimiento.

30 Un espesor de material menor de 0,08 mm resultaría

1 inadecuado, a causa de las imperfecciones locales produci-
das en el metal durante la laminación o resultantes de una
corrosión ("picadura") o erosión. Un espesor de material
superior a 6,35 mm no resulta adecuado para la presente in-
5 vención, empleado dentro de los límites impuestos a D , H y
 d , porque la utilización completa o casi completa de la re-
sistencia o tenacidad del material implica diferencias de
presión extremadamente elevadas. Las formas de ejecución en
las cuales las fuerzas de presión no estén equilibradas den-
10 tro de los canales exigen robustas estructuras exteriores
para absorber las cargas, en tanto que las formas de ejecu-
ción equilibradas en fuerzas, en las cuales los salientes
de apoyo de pared estén unidos entre sí y cargados a trac-
ción, se caracterizarían por una fuerte concentración de es-
15 fuerzos en dichas áreas unidas.

Para satisfacer los requisitos específicos de in-
tercambio de calor para los radiadores de motores de combus-
tión interna, los intervalos o márgenes admisibles arriba
expresados se estrecharían hasta llegar a lo siguiente: una
20 distancia repetible D aproximadamente comprendida entre 5
mm y 15 mm; una relación D/d aproximadamente comprendida
entre 3 y 7; una relación H/D aproximadamente comprendida
entre 0,05 y 0,12; y un espesor de pared o de lámina compren-
dido entre alrededor de 0,08 mm y aproximadamente 0,5 mm.

25 Las dimensiones preferidas de una superficie de contorno
isotenso para aplicaciones de radiador de automóvil son una
 D repetible de alrededor de 10 mm, una altura H de aproxima-
damente 0,9 mm, una dimensión de anchura d de botón de al-
rededor de 2,3 mm, una relación D/d de aproximadamente 4,8,
30 una relación H/D de alrededor de 0,08 y un espesor de lá-

1 mina o de pared de aproximadamente 0,2 mm.

5 Como ilustración de este invento se dará el ejemplo siguiente, relacionado con la fabricación de un radiador de automóvil en el que se empleasen los elementos de intercambio de calor por superficie primaria arriba descritos.

10 En la figura 3 se da la representación gráfica logarítmica, efectuada con el auxilio de un ordenador, de los esfuerzos o tensiones respecto a la altura H (igual que la H de la figura 1) de una superficie de contorno isotenso dotada de salientes de apoyo de pared uniformemente repartidos en diseño cuadrado, sobre chapa de aluminio de 0,18 milímetros de espesor. Con distancias repetibles de separación D de salientes de apoyo de pared a las que se dieron valores de 5, 10 y 20 mm, medidas entre los apoyos de saliente contiguos más próximos según lo indicado en la figura 3A, se obtuvieron tres líneas paralelas como las representadas en la figura 3.

15 Suponiendo un máximo esfuerzo admisible para la chapa de aluminio, por unidad de área de sección recta, aproximadamente comprendido entre 140 y 320 kg/cm² en el modo operacional previsto para aquella, y una altura H de saliente de apoyo de pared aproximadamente comprendida entre 0,64 y 1,0 mm, una superficie de contorno isotenso que tuviese una distancia repetible D de separación entre apoyos salientes contiguos comprendida entre alrededor de 7,6 y aproximadamente 15 mm, resultaría admirablemente adecuada para aplicaciones de intercambio de calor tales como para radiadores de automóvil. Estos intervalos de variación de la distancia D de separación y de las alturas H de saliente, indicados con un rayado transversal en la gráfica de la figura 3 son representativos de las aleaciones a base de aluminio, tales como las

20

25

30

1 del tipo 1100 y 3003, sometidas a un nivel de esfuerzos re-
lativamente reducido, esto es, con un elevado factor de se-
guridad. Basándose en tales niveles de fatiga o de esfuer-
zos, el área rayada puede servir de guía para obtener una
5 superficie de contorno isotenso con curvas múltiples en una
chapa de aluminio de pared delgada que, convertida por fa-
bricación en estructuras de canal como las arriba descritas,
dé un radiador efectivo para el motor de combustión interna,
con una eficaz transmisión de calor. Si se utilizasen un
10 material más fuerte y/o factores de seguridad más reducidos,
los intervalos de variación de los esfuerzos admisibles se-
rían más altos. Así, el intervalo admisible para la dimen-
sión D aumentaría, para los mismos límites de la dimensión
H.

15 La desviación admisible respecto de una superfi-
cie teórica de contorno isotenso para aplicaciones de radia-
dor de automóvil, usando como material chapa de aluminio de
0,2 mm de espesor, fue investigada obteniéndose en represen-
tación gráfica unas curvas de presión aplicada, en función
de la desviación de superficie (en unidades de longitud).
20 En la chapa de aluminio se estampó una superficie de contor-
no isotenso dotada de dieciséis salientes de apoyo de pared,
dispuestos en un diseño de distribución a base de cuadrados.
La distancia D de separación entre los apoyos salientes era
de 10 mm, y la altura H era de 0,9 mm (véase la figura 3A).
25 Se aplicó presión a la superficie de contorno isotenso de la
chapa de aluminio, por el lado convexo de la curvatura para
así someter el material a compresión, y se midió la defle-
xión en el centro de las diagonales del diseño cuadrado. Es-
te dato se representa gráficamente en la figura 4 (curva A).
30

1 De igual modo, se estamparon unos salientes troncocónicos
como los representados en la figura 4A, con ángulos de cono
2 de 30° o de 45° y alturas H' de 0,9 mm, en chapas idénti-
cas de aluminio, distribuidos según el mismo diseño cuadra-
5 do y sometidos luego al mismo tipo de ensayo de presión en
función de la deflexión. La superficie de cono de 30° es
una forma de realización de la solicitud de patente afín
más arriba identificada. Los datos obtenidos usando chapas
10 con salientes tanto de 30° de cono como de 45° de cono se
representan gráficamente asimismo en las curvas B y C, res-
pectivamente, de la figura 4. El ángulo de cono θ es el án-
gulo interior agudo medido entre la superficie horizontal
sin deformar de la pared, junto al botón saliente, y el seg-
mento sensiblemente recto que sube a lo largo del lado en
15 pendiente del saliente o botón cónico.

Las desviaciones o deflexiones de la cresta de la
superficie que tienden a aplanar la pared son recusables,
y han de reducirse al mínimo aun cuando tales deflexiones
puedan estar dentro de límites de seguridad por bajo del pun-
20 to de pandeo del material. Como se ha hecho notar anterior-
mente, las deflexiones representan desviaciones respecto al
contorno de la membrana ideal en pompa de jabón. Si las de-
flexiones son excesivas, el contorno ideal no puede seguir-
se de cerca bajo las diferencias de presión de servicio,
aun cuando ello se quiera tener en cuenta en el proyecto.
25 Es más, el material suele sufrir esfuerzos de flexión y ci-
zalladura al experimentar la deflexión, y cuando las defle-
xiones son excesivas el material puede experimentar esfuer-
zos que se acercan al límite elástico en áreas localizadas.
Si tales deflexiones se aplican repetidamente en servicio,
30

1 el material puede fatigarse y agrietarse al cabo de una vida útil relativamente corta. Además, las deflexiones reducen el espacio disponible entre las paredes de intercambio de calor en los pasajes de menor presión, y dan como resultado sea una mayor pérdida de carga, sea una reducción del
5 gasto o caudal de paso de fluido. Como puede verse por referencia a la figura 4, la pared de contorno isotenso usada en los ensayos no dio virtualmente deflexión alguna en la cresta para diferencias de presión de hasta $2,5 \text{ kg/cm}^2$.
10 Por contraste, la superficie cónica de un ángulo θ de 45° sufrió fuerte deflexión con bajas diferencias de presión.

En los ensayos indicados de la superficie de contornos isotensos y de las superficies troncocónicas de 30° y de 45° , el esfuerzo de fatiga en el material se midió también directamente por medio de extensímetros o calibres de
15 deformación a una diferencia de presión de $2,1 \text{ kg/cm}^2$. El esfuerzo de fatiga se midió sobre la diagonal, en el punto en que la superficie inclinada de los salientes cónicos se encuentra con el segmento llano no deformado del material, esto es, en el arco de radio R. Se tomaron los datos siguientes:
20

<u>Superficie</u>	<u>Esfuerzo, kg/cm^2</u>
Contorno isotenso	972
Cono de 30°	1295
Cono de 45°	2958

25 Los datos ponen de manifiesto el aumento de esfuerzo de fatiga resultante del uso de las superficies de cono de 30° y 45° , respecto al de la superficie de contorno isotenso. Es de notar que, para conseguir la pared isotensa de esta
30 invención, es esencial que toda el área de la superficie,

1 con exclusión de los apoyos de pared, esté sin restriccio-
nes de manera que quede libre para desviarse y, por lo tan-
to, se halle desprovista de cargas mecánicas locales. Según
5 se ha descubierto, cuando se unen firmemente entre sí las
crestas del contorno de parejas contiguas de canales isoten-
sos, los contactos de unión entre parejas de canales cons-
tituyen entonces parte de la sustentación o soporte de las
paredes contra la fuerza de la presión neumática; y cuando
10 la superficie de una disposición de crestas unidas como és-
ta se ponga a presión neumática aplicada por su curvatura
convexa, la acción mecánica localizada en el centro o cres-
ta de la superficie curva produce extremados esfuerzos de
flexión y cizalladura, que llegan a dar por resultado la
destrucción de las paredes isotensas con cargas neumáticas
15 reducidas.

Una vez determinadas las dimensiones de los seg-
mentos de contornos isotensos deseados y de los salientes
de apoyo de pared de un elemento de intercambio térmico, así
como la relación dimensional entre los mismos, es posible
20 preparar una matriz como se ha descrito más arriba. La ma-
triz puede entonces usarse en aparatos de tipo usual para
dar el contorno isotenso deseado, según lo arriba descrito,
a una chapa delgada y térmicamente conductiva tal como de
aluminio. Para las aplicaciones a radiadores, es posible
25 estampar o conformar de manera semejante una chapa rectangu-
lar de aluminio con una matriz de contorno isotenso. Si se
va a plegar la chapa, el área central de plegado ha de que-
dar entonces libre de salientes de apoyo de pared. La chapa
que puede tener un espesor cualquiera conveniente según lo
30 arriba especificado, aun cuando es preferible que la chapa

1 sea de aproximadamente 0,2 mm. de espesor, puede entonces
plegarse longitudinalmente por el centro formando una con-
figuración a modo de tubo aplanado con los salientes de
apoyo de pared mirando hacia dentro o hacia fuera. En lugar
5 de preparar una sola chapa grande y doblarla, pueden prepa-
rarse dos chapas y formarse adecuadamente en los bordes lon-
gitudinales para efectuar la unión, separándolas luego por
unos medios adecuados hasta obtener la configuración a modo
de tubo aplanado. Si así conviene, los bordes longitudinales
10 de las chapas podrían diverger en una magnitud específica,
de modo que al yuxtaponerse dichos bordes longitudinales de
dos chapas hasta tocarse, den la distancia de separación
deseada dentro del canal. Los bordes de las chapas pueden
"encapsularse", por ejemplo, con resina epoxídica, para
15 unir entre sí las chapas con cierre hermético formando con-
figuraciones tubulares, de las cuales es posible disponer
una pluralidad en formación regular, conectándolas de modo
estanco a un colector, hasta obtener un conjunto de radia-
dor.

20 Como se indica en las figuras 5, 5A y 5B, los ele-
mentos de intercambio de calor 1 de tipo tubular aplanado
pueden cerrarse de modo hermético al aire, a lo largo de
sus bordes 2, 3, usando una junta de retención mecánica re-
llena de un adhesivo 14, tal como un adhesivo de tipo epoxí-
25 dico. Los elementos 1 de intercambio de calor, dotados de
una superficie 4 de contornos isotensos con salientes 5 de
apoyo de pared convenientemente repartidos, pueden superpo-
nerse de modo que las extremidades de superficie (botones)
17 estén tocándose unas con otras, para formar así un inter-
cambiador de calor de multitud de capas. Como se ilustra en
30

1 la figura 5B, los botones salientes 17 que se tocan dejan
unos pasajes 15 entre elementos de intercambio térmico 1
contiguos, pasajes que vienen definidos por las superficies
4 de contorno isotenso de los elementos 1 adyacentes y, ade-
5 más, los botones 17 que están en contacto actúan oponiéndose
a la presión interior que haya en los elementos 1 de inter-
cambio de calor. El botón saliente 5' podrían estar desali-
neado o dispuesto de manera no simétrica en lados opuestos
de cada elemento 1', como se ilustra en la figura 5C, alte-
10 rando de ese modo el área de paso del elemento 1'. Las ex-
tremidades 6 de los elementos 1 se hacen ligeramente depri-
midas, si es necesario, para dejar espacio para los dientes
7 de unos miembros 8 que tienen forma de peine. Los miembros
8 retienen a los elementos 1 en la adecuada relación mutua,
15 y proporcionan un segmento 9 de placa exterior adaptable pa-
ra fijar el colector 10 a los mismos. Además, los miembros
8 deben también proporcionar un cierre hermético o estanco
respecto al colector 10 y a los elementos de canal 1, para
que, al funcionar o en el modo operacional, el fluido que
20 se haga pasar a través de los elementos 1 desde el colector
10 no escape pasando al espacio comprendido entre elementos
1 adyacentes. Tal como se ilustra, el colector 10 puede ase-
gurarse a los miembros 8 mediante el uso de una disposición
de junta de tipo adhesivo. Una resina adecuada para su uso
25 en juntas de tipo adhesivo para aluminio es la resina tipo
EA-914 manufacturada por la División Hysol de la Dexter Cor-
poration de California, EE. UU. Ahora bien, esta resina de-
be usarse en combinación con un procedimiento de tipo Alodi-
ne, como tratamiento previo de las superficies a unir. Este
30 procedimiento de tratamiento previo de Alodine constaría

1 fundamentalmente de las siguientes etapas:

(a) empapar y frotar con acetona las superficies a unir, para desengrasar;

5 (b) sumergir las superficies en H_3PO_4 débil durante 10-15 segundos, a la temperatura ambiente;

(c) lavar las superficies en agua;

10 (d) sumergir las superficies en Alodine nº 1200 a la temperatura ambiente, por un tiempo de 5 a 20 minutos (el Alodine nº 1200 es fabricado por Amchem Products, Inc., Fremont, California, EE. UU. y contiene fluoruros y cromatos ácidos);

(e) lavar las superficies con agua; y

(f) secar las superficies.

15 Las superficies secas pueden unirse después con la resina, de preferencia dentro de un período aproximado de cuatro (4) horas. Los elementos 1 pueden luego mantenerse juntos empleando para ello un canal 12 o perfil en U de tipo tensor, que puede ir asegurado a los miembros 8 y/o a un miembro estructural independiente 13. El canal 12 debe proyectarse también de modo que sea rígido y tenga en su

20 sección recta el momento de inercia suficiente para absorber una carga de flexión y permitir una pequeña dilatación de los elementos 1. Los miembros 8 y/o 13 pueden asimismo estar fijados a una parte del bastidor del automóvil, para mejor sustentación. A fin de ilustrar mejor el doble juego de pasajes de una formación de elementos de la presente invención, se representa en las figuras 6, 6A y 6B una formación de elementos 21 con unos soportes o apoyos 22 de pared salientes hacia fuera. Los pasajes 23 de los elementos 21

25 definen un primer juego de pasajes confinados, independientes

30

1 y por separado de un segundo juego de pasajes 24 formado entre los elementos 21 adyacentes. A través de los pasajes 23 de los elementos 21 puede hacerse pasar un primer fluido, indicado con flechas de línea llena, en tanto que simultáneamente puede hacerse pasar un segundo fluido (más frío) representado con flechas de trazo interrumpido, de manera que recorra los pasajes 24 dando lugar de modo efectivo a una transmisión de calor desde el fluido más caliente al fluido más frío sin que ambos se entremezclen. Para este tipo de realización a isocompresión se necesita un soporte o bastidor rígido semejante al soporte 12 de la figura 5, para sujetar el paquete o formación de elementos 21 a lo largo de los costados. Las figuras 7 y 7A ilustran una disposición regular o formación semejante de elementos 30, con la salvedad de que los salientes 31 de apoyo de pared sobresalen hacia dentro. Unos pasajes 32 de dentro de los elementos 30 son independientes y están separados del pasaje 33 formado entre elementos 30 adyacentes. A través de los pasajes 32 puede hacerse pasar un primer fluido, indicado con flechas de línea llena, mientras simultáneamente se puede hacer pasar un segundo fluido más frío, indicado con flechas de trazo interrumpido, de modo que recorra los pasajes 33 produciendo efectivamente una transmisión de calor desde el fluido más caliente al fluido más frío sin que ambos se entremezclen. Para este tipo de disposición de elementos se necesitan unos separadores 34 para separar los elementos 30 a una distancia suficiente, definiendo así los pasajes 33. Se sobrentiende que el separador 34 podría ser similar a la estructura a modo de peine 8 representada en la figura 5, estructura que a su vez podría estar acoplada directamente

1 a un colector similar al colector 10, también representado en la figura 5.

5 En el modo operacional de un radiador de automóvil, como se indica en la figura 5, el agua caliente procedente de un motor de combustión interna se hace pasar por los elementos 1, en tanto que se hace circular aire frío por los pasajes 15 formados entre elementos 1 adyacentes. Para aumentar el rendimiento de los elementos 1 de intercambio de calor, puede prolongarse uno de los bordes 2 y 3, o 10 ambos, para obtener una aleta de disipación de calor 16, como superficie secundaria, según lo representado en la figura 5D. La aleta, que podría también añadirse a los elementos merced a unos medios de fijación usuales, puede estar provista de pequeñas ondulaciones que provoquen turbulencia, o 15 bien puede estar provista de hendiduras, o adoptar otra configuración geométrica conveniente que refuerce la acción funcional de los elementos de intercambio de calor. También podrían usarse unas barras laterales para separar los elementos según lo indicado en la patente de EE.UU. 3.291.206, o 20 bien unas nervaduras de borde según se indica en la patente de EE.UU. 3.106.242.

Aun cuando la ilustración que antecede se refería a radiadores de automóvil, el elemento de intercambio de calor por superficie primaria de esta invención puede ser empleado en un tipo cualquiera de intercambiador de calor en 25 el que vaya a efectuarse una transmisión de calor entre un medio calentado y un medio refrigerante, sin que tenga lugar una mezcla mutua de ambos medios. La flexibilidad de proyecto de los elementos de intercambio de calor por superficie primaria de esta invención los hace admirablemente adecuados 30

1 para aplicaciones de intercambiadores de calor de tipo complejo, que incluyan precalentadores para turbinas de gas y eliminadores de calor de clase ordinaria para centrales atómicas de energía.

5 Tal como aquí se utilizan, Mylar es una denominación comercial de E. I. DuPont Company, y Alodine es una denominación comercial de Amchem Products, Inc.

10

REIVINDICACIONES

15

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años, son los que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

20

25

30

1ª.- Perfeccionamientos introducidos en un intercambiador de calor que incluye una agrupación de elementos de canal de intercambio de calor similares a tubos aplanados, en cuyo intercambiador cada elemento de canal está limitado por paredes de retención de presión térmicamente conductoras, con una abertura de entrada en un extremo, una abertura de salida en el extremo opuesto, y en el que elementos de canal adyacentes en dicha agrupación están dispuestos en relación espaciada, cuyos perfeccionamientos comprenden una disposición de colector para la agrupación de elementos de canal de intercambio de calor caracterizada por: dos miembros en forma de peine cada uno de los cuales tiene dientes que se extienden desde un segmento de placa exterior

dentro de la agrupación de elementos de canal de intercambio de calor desde lados opuestos en una sección extrema de la misma de manera que los elementos de canal se encuentran en coincidencia con espacios libres correspondientes entre dientes adyacentes de los miembros en forma de peine y los dientes que se extienden en oposición de los miembros en forma de peine respectivos están alineados de manera contigua para formar un cierre a prueba de fugas con dichos elementos de canal; y un colector asegurado a prueba de fugas a los segmentos de placa exterior de los miembros en forma de peine.

2ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizados porque el colector está asegurado con adhesivo a los segmentos de placa exteriores de los miembros en forma de peine.

3ª.- Perfeccionamientos de acuerdo con la reivindicación 1ª, caracterizados porque dichos dientes que se extienden en oposición de los miembros en forma de peine respectivos se solapan contiguamente entre sí a lo largo de por lo menos una parte mayor de su longitud.

4ª.- Perfeccionamientos introducidos en un intercambiador de calor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.



1

Esta Memoria consta de cuarenta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

5

Madrid, 03.DIC.1976

P.A.

10

Fernando de Elizaburu
Por Poder.



15

20

25

MTR. 30

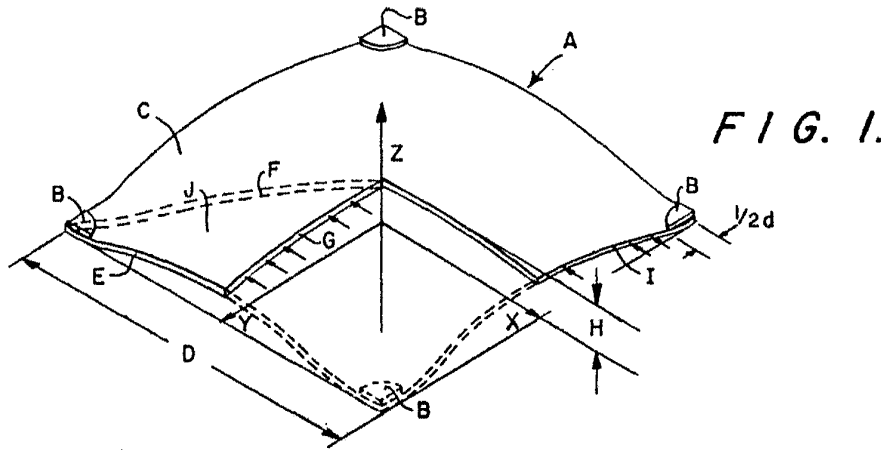


FIG. 1.

FIG. 2.

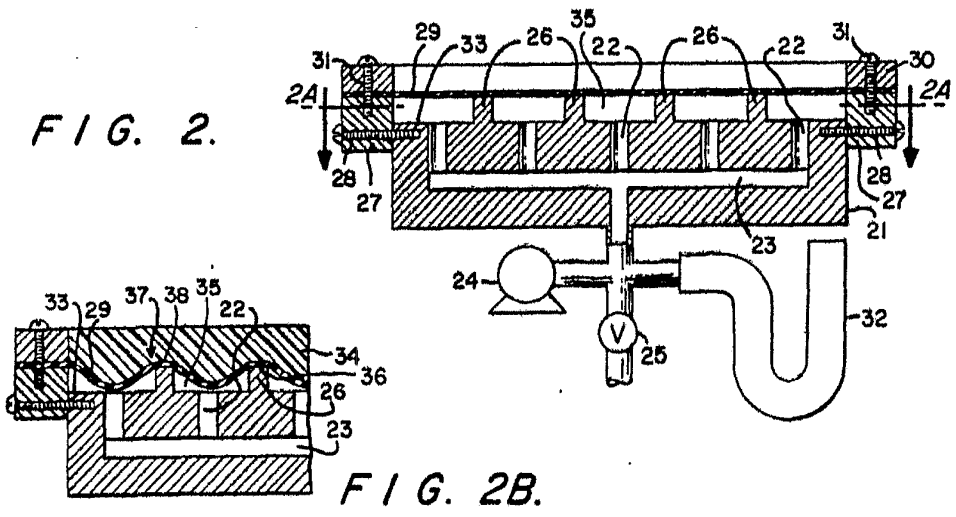


FIG. 2B.

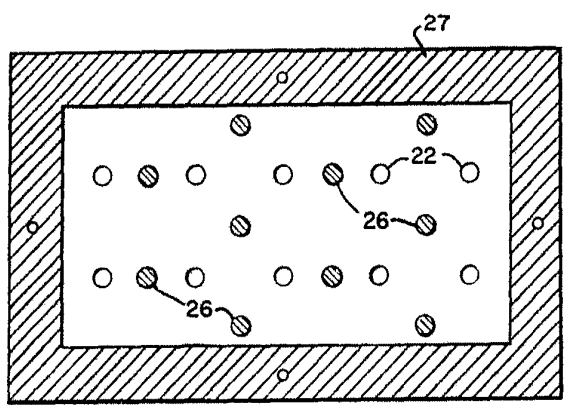
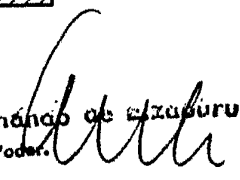


FIG. 2A.

Fernando de Alzaburu
 Por Poder.



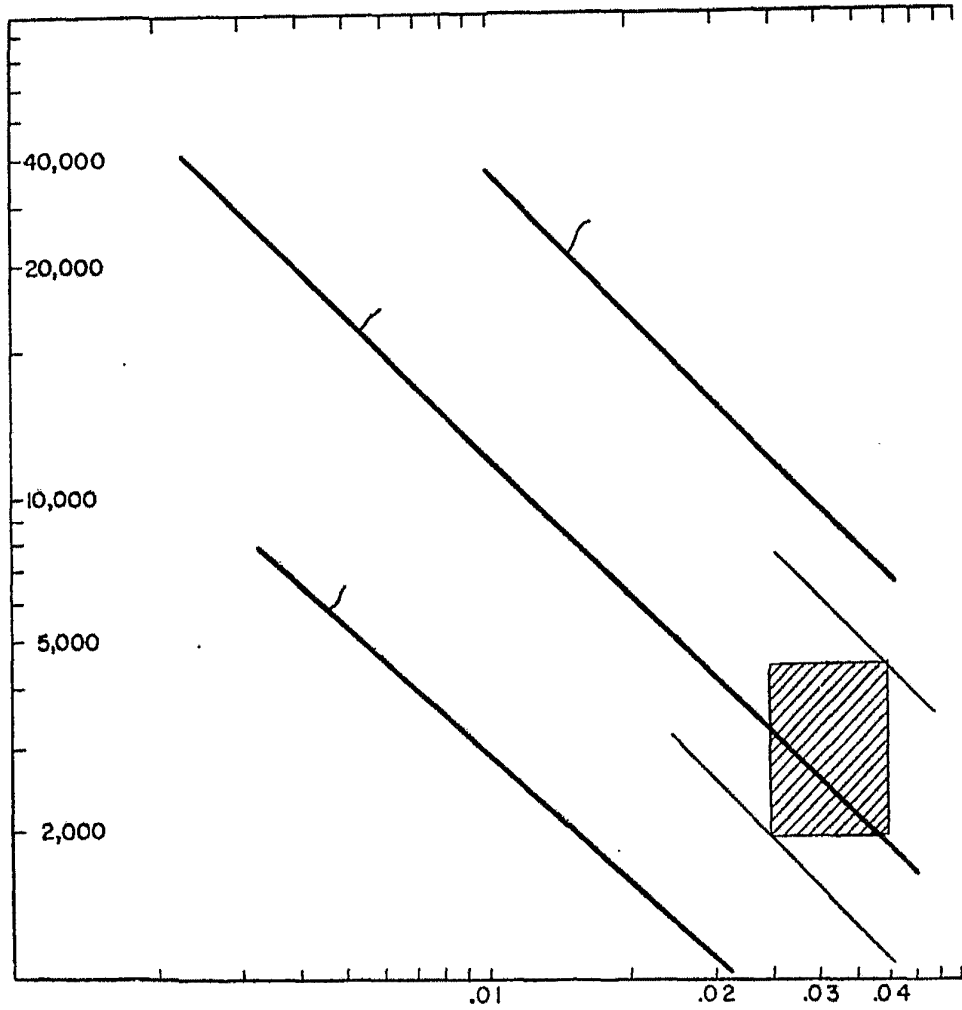


FIG. 3.

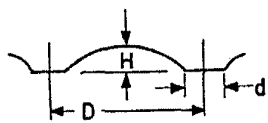


FIG. 3A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.

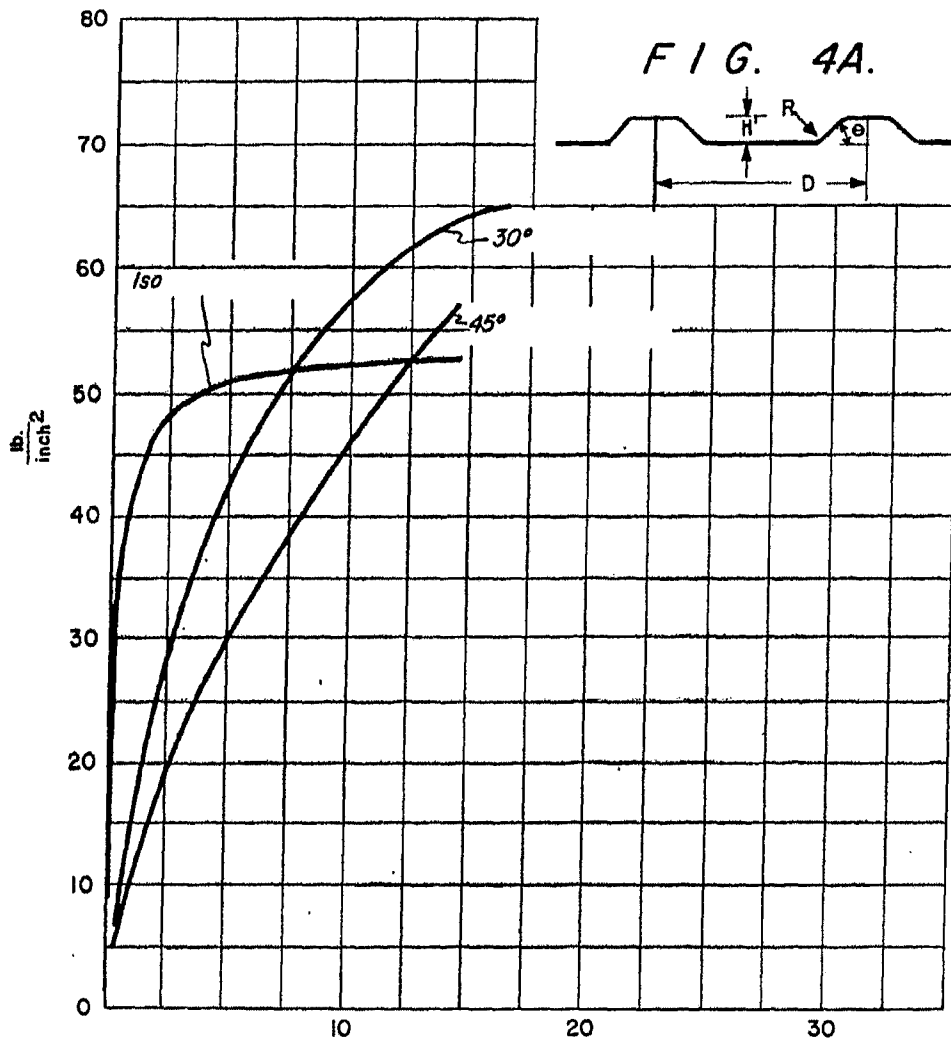


FIG. 4.

Fernando de Eizaburu
Por Poder.

Fernando de Eizaburo
 Por Poder.

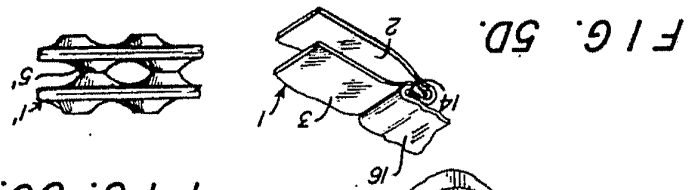


FIG. 5C.

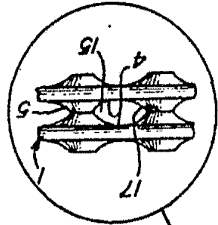


FIG. 5B.

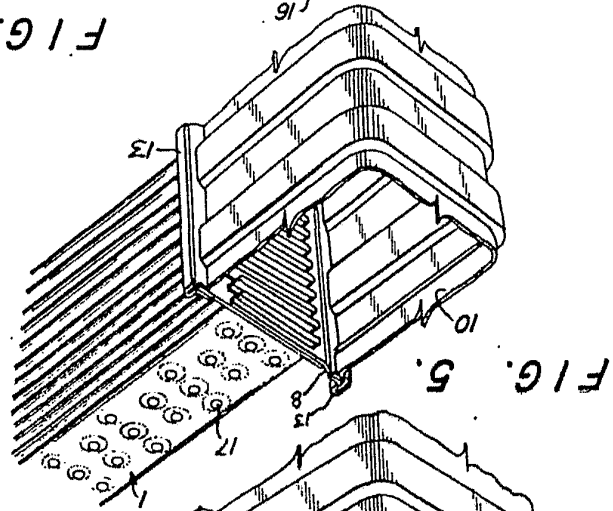


FIG. 5.

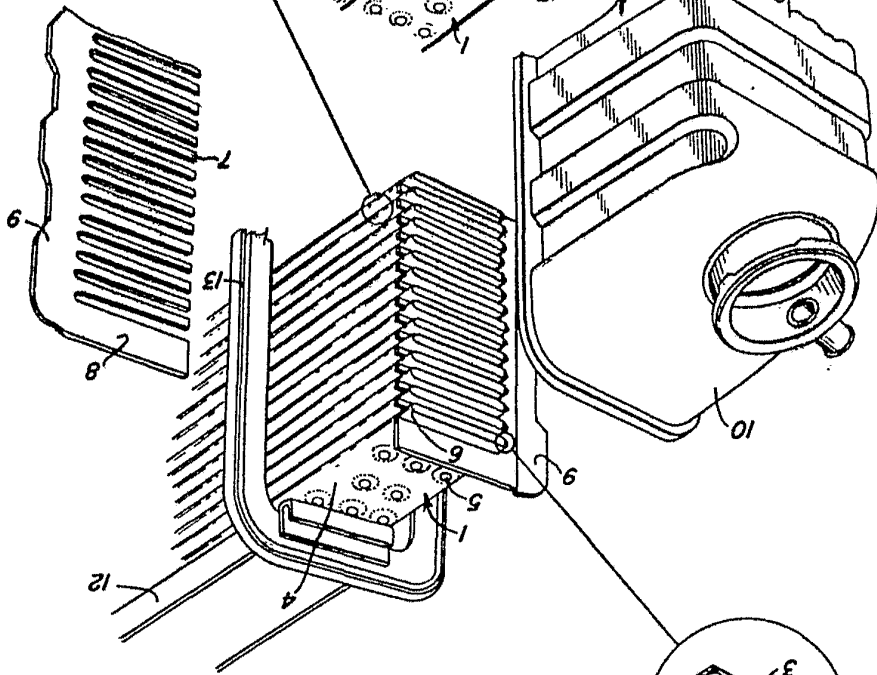
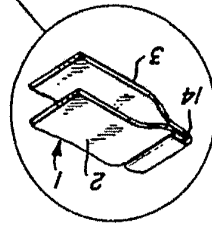


FIG. 5A.



IA/VI

FIGURE 5A

521125

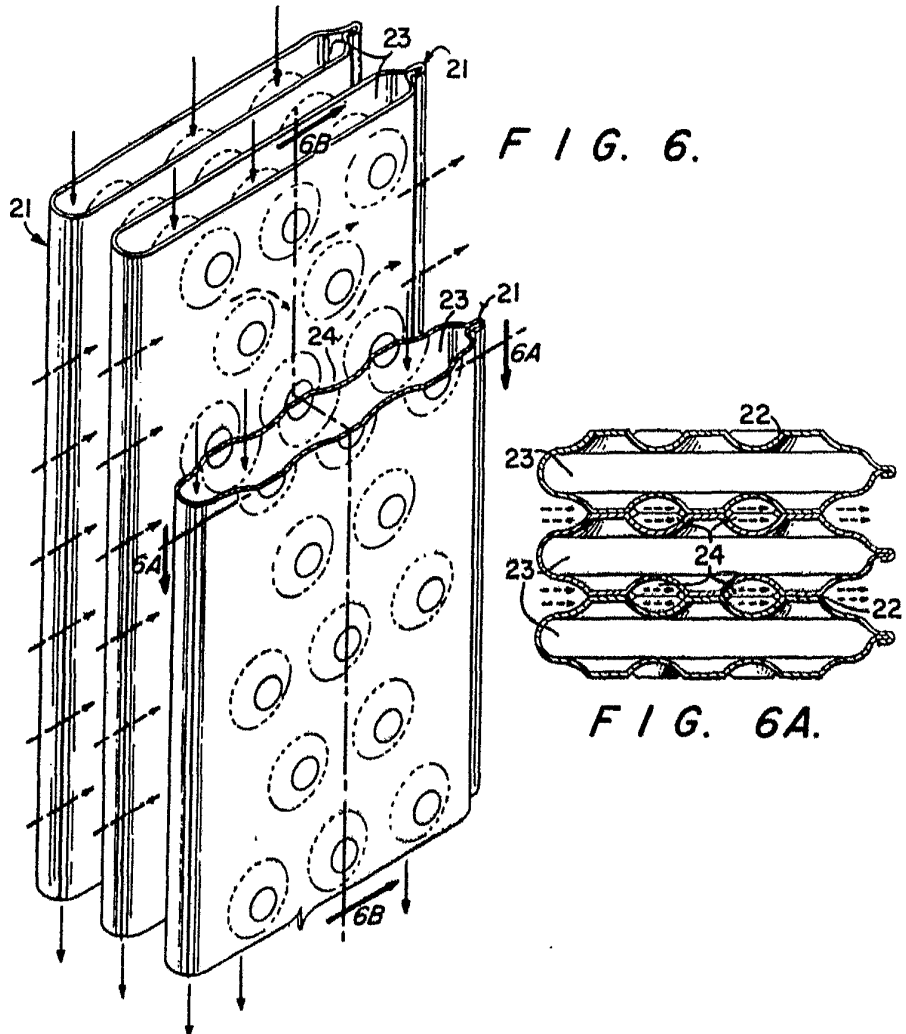


FIG. 6.

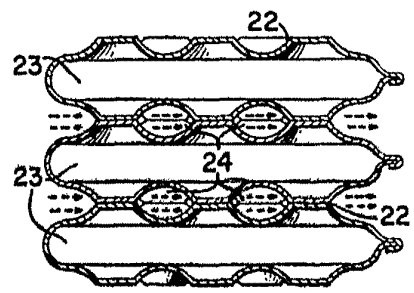
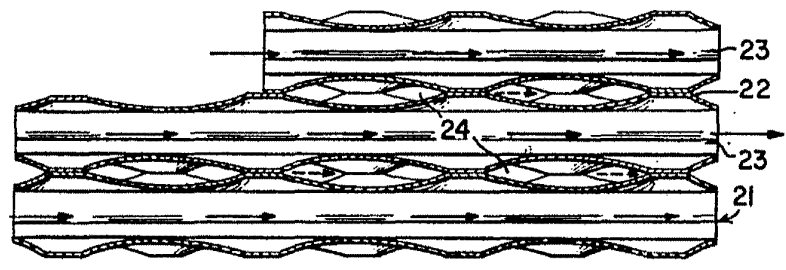


FIG. 6A.

FIG. 6B.



Fernando de Elizaburu
Por Poder.

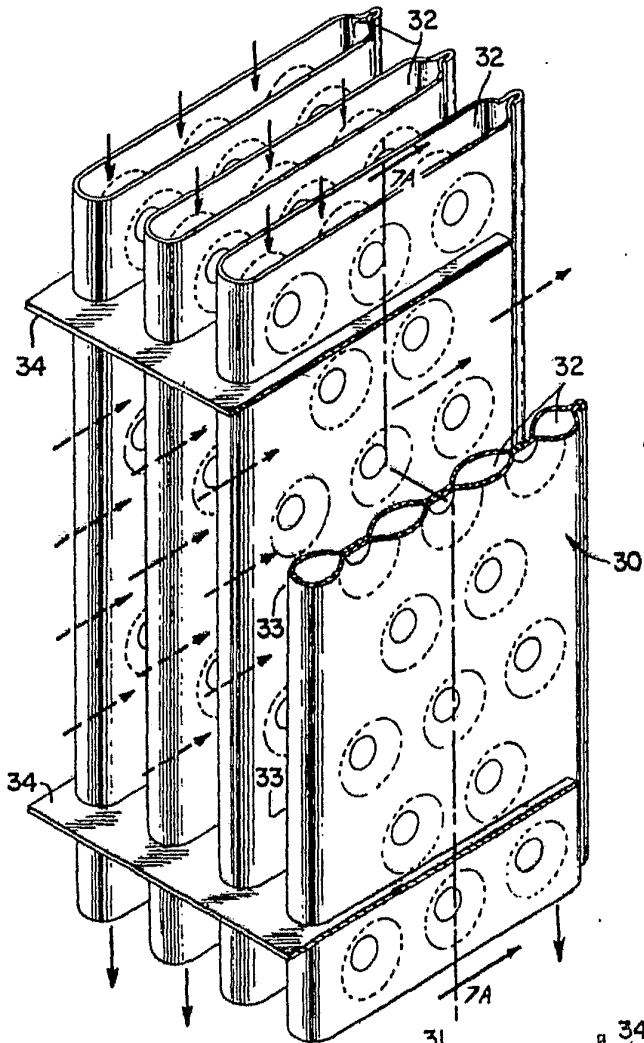


FIG. 7.

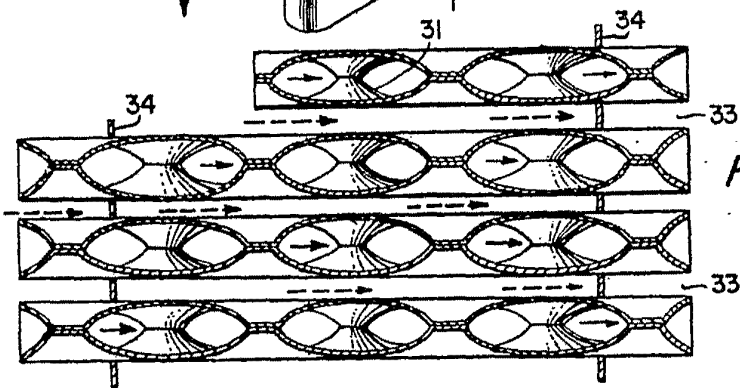


FIG. 7A.

Fernando de Elizaburu
Por Poder.