

328948



# MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de concesión de un a

## PATENTE DE INVENCION

SOLICITANTE: THE BABCOCK & WILCOX COMPANY.

RESIDENCIA: 161 East 42nd Street, NEW YORK 17,

N.Y. ESTADOS UNIDOS.-

ENUNCIADO: "PERFECCIONAMIENTOS EN UNA UNIDAD CA-  
LIENTADORA DE FLUIDOS DE CIRCULACION -  
FORZADA"

Prioridad: Patente estadounidense n.º 470.819 del 9-7-65.



1 El presente invento se refiere en general a la -  
construcción y operación de una unidad calentadora de flui-  
dos de circulación forzada y, más particularmente, a per--  
feccionamientos en la construcción y disposición de circui-  
5 tos calentadores de fluidos especialmente adaptados para -  
utilizar en una unidad generadora y supercalentadora de va-  
por de circulación forzada continua.

La construcción de generadores de vapor de circula-  
ción forzada continua requiere el empleo de una gran canti-  
10 dad de circuitos paralelos de flujo conectados entre los -  
colectores de entrada y de salida. Uno de los problemas -  
fundamentales que implica uno de tales generadores de vapor  
es el del control del flujo a través de los varios circui-  
tos paralelos para el flujo a fin de que la circulación -  
15 por cada circuito sea estable y que la entalpia del fluido  
descargado desde cualquier circuito en particular sea casi  
la media de las de todos los circuitos, en cuyo caso el -  
circuito estará en un estado de circulación equilibrada. -  
Una circulación desequilibrada puede ser originada por una  
20 desigual absorción del calor en los circuitos paralelos de  
flujo debida a una disposición asimétrica de la superficie  
de calefacción, a una acumulación de escoria, o a una ope-  
ración con carga reducida con quemadores fuera de servicio;  
o puede obedecer a las resistencias desiguales originadas  
25 por las diferentes longitudes de los circuitos. Cuando el  
vapor o el agua, o mezclas de los mismos, se calienta en -  
recorridos paralelos de circulación facilitados por los tu-  
bos de las paredes del horno o por paneles tubulares dis-  
puestos en el horno, el desequilibrio en la distribución -  
30 del calor o del fluido, o de ambos, puede conducir a una -



1       excesiva temperatura localizada en el metal de los tubos  
y/o a excesivos diferenciales térmicos entre los tubos ad-  
yacentes de las paredes del horno y, con ello, a indebidos  
termoesfuerzos en los componentes que forman las paredes -  
5       del horno.

      A los generadores de vapor de la clase descrita se  
han aplicado muchas variaciones en la circuitería del hor-  
no para el calentamiento del fluido. La mayoría de tales -  
variaciones tiene una o varias limitaciones que incluyen  
10       los excesivos termoesfuerzos, la desigual dilatación térmi-  
ca, y/o la falta de suficiente estabilidad frente a las -  
condiciones transitorias de la absorción térmica inheren-  
tes a la operación de un generador de vapor de la clase de-  
crita. Por ejemplo, la circuitería calentadora del fluido  
15       del tipo serpentuoso o del tipo que incluye tubos calenta-  
dos de flujo ascendente y de flujo descendente puede pre-  
sentar dificultades para la estabilidad, en tanto que las  
paredes del contorno del horno del tipo que tienen paneles  
de tubos adyacentes conectados en serie y soldados entre -  
20       sí pueden dar lugar a un movimiento de dilatación y a es-  
fuerzos térmicos que exigen soluciones especiales.

      El invento de la solicitud de patente norteamericana  
na serie nº 447.699, generalmente afronta los anteriores -  
problemas mediante la subdivisión del horno en una plurali-  
25       dad de pasos conectados en serie para el calentamiento del  
fluido con los tubos paralelos para la circulación del pri-  
mero de los pasos calentadores sustancialmente iguales en  
número y entrelazados y coextensivos con los tubos parale-  
los de circulación del segundo de los pasos para el calen-  
30       tamiento del fluido. Se ha comprobado que éste sistema de



1 circulación es el más eficaz cuando se incorpora en unida-  
des de vaporización elevada o media. Aunque tal sistema -  
puede aplicarse a unidades de capacidad relativamente pe-  
queña, se tropezará con ciertas dificultades económicas y  
5 funcionales.

Unos de los criterios para dimensionar un horno es  
el límite para el gasto calorífico por pie cuadrado del -  
área de la circulación del gas. Este límite determina la -  
sección transversal en planta de un horno. Para un determi-  
10 nado combustible, dicha sección transversal en planta es -  
proporcional a la producción de vapor a plena carga de la  
unidad. Con la corriente sección transversal rectangular,  
la periferia del horno aumenta en la raíz cuadrada de la -  
producción de vapor a plena carga. La cantidad de circula-  
15 ción del fluido por pie de la periferia de las paredes del  
horno trabajando a plena carga decrece con el tamaño de la  
unidad y, para unidades pequeñas con pasos calentadores en  
trelazados y conectados en serie, cada uno de dichos pasos  
con sustancialmente el mismo número de tubos paralelos pa-  
20 ra la circulación, el flujo del fluido a plena carga por -  
pie de la periferia del horno puede llegar a ser insufi- -  
ciente para mantener las temperaturas de las paredes tubu-  
lares dentro de unos límites aceptables. Aunque bajo tales  
circunstancias el área interior de los tubos de los pasos  
25 calentadores del fluido puede reducirse para proporcionar  
una circulación total adecuada, el diámetro de los tubos -  
llega a ser tan pequeño que hace éste procedimiento econó-  
micamente impracticable en cuanto al coste de fabricación  
a las estrictas tolerancias exigidas para reducir al mínimo  
30 la mala distribución del fluido y funcionalmente también -



1 impracticable con respecto a la relativamente alta propen-  
sión a la obstrucción de un tubo del tamaño requerido. El  
problema de proporcionar una adecuada circulación total de  
5 fluido en los tubos de los pasos calentadores del fluido -  
de calderas continuas de capacidad relativamente pequeña,  
se soluciona de acuerdo con éste invento aumentando la re-  
lación del número de tubos en el primer paso de calenta- -  
miento con respecto al número de tubos en el siguiente pa-  
so de calentamiento del fluido en el horno. De acuerdo con  
10 el invento, en una unidad de la clase descrita, las pare--  
des verticales de contorno del horno están subdivididas en  
una pluralidad de pasos independientes de flujo ascendente  
continuo para calentamiento del fluido, con los tubos para  
15 lelos de circulación de uno de los pasos calentadores en--  
tre cruzados y coextensivos con los tubos paralelos de otro  
de los pasos calentadores del fluido, con provisiones para  
la interconexión de los tubos de los pasos calentadores -  
del fluido para facilitar una circulación en serie sucesi-  
vamente a través de los respectivos pasos calentadores y -  
20 para mezclar los fluidos para equilibrar la entalpia de -  
los fluidos cuando los mismos circulan de un paso calenta-  
dor a otro paso del horno, y con un número de tubos y un área  
total de sección transversal interior de los tubos de un -  
paso calentador mayor que el número de tubos y el área to-  
25 tal de la sección transversal interior de los tubos del -  
otro paso calentador del fluido, para facilitar una circu-  
lación total de fluido en aquel mayor que la circulación -  
total de fluido en éste.

En los dibujos:

30 La figura 1 es un alzado en sección de un genera--



1 dor de vapor de circulación forzada continua que incorpora el invento.

La figura 2 es una sección parcial tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1.

5 La figura 3 es una vista ampliada del sistema de colección, mezcla y distribución del fluido de una parte de la pared delantera, que se muestra en la figura 1.

La figura 4 es una vista tomada a lo largo de la línea 4-4 de la figura 3.

10 La figura 5 es una vista ampliada del sistema de colección, mezcla y distribución del fluido de una parte de la pared posterior, que se muestra en la figura 1.

La figura 6 es una vista tomada a lo largo de la línea 6-6 de la figura 5.

15 En los dibujos, el invento se ha mostrado como incorporado en un generador de vapor continuo de circulación forzada de sopate alto y proyectado para empleo en estación central. La unidad particular ilustrada está diseñada para rendir una producción continua máxima de vapor de  
20 2.450.000 libras (1.063.300 kilos) por hora a una presión de 3.625 libras por pulgada cuadrada (255 kilos por centímetro cuadrado) y una temperatura total de 1000°F (538°C), a la salida del supercalentador, basado en una alimentación de agua que es suministrada a una temperatura de 540°F (282°C), con previsiones para recalentar el vapor.

25 Las partes principales de la unidad ilustrada incluyen una cámara de horno vertical (10) de sección transversal horizontal sustancialmente rectangular delimitada por una pared frontal (11), una pared posterior (12), paredes laterales (14), un techo (16) y un piso (17) y con una sa-  
30



1 lida de gas (18) en su abertura de extremo superior a un -  
conducto de gas (19) que se extiende horizontalmente de sec-  
ción transversal vertical rectangular formado por un piso  
5 (21) y extensiones del techo (16) del horno y de las pare-  
des laterales (14). El conducto (19) para el gas comunica.  
en su extremo posterior con el extremo superior de un con-  
ducto vertical (22) para el gas de sección transversal ho-  
rizontal rectangular formado por una pared frontal (23), -  
una pared posterior (24), paredes laterales (26) y una ex-  
10 tensión del techo del conducto (19) para el gas.

La sección de encendido del combustible comprende  
hornos (27) del tipo de ciclones que se extienden horizon-  
talmente y son independientemente operables, de volumen re-  
lativamente pequeño, y una superficie de paredes limitado-  
15 ras dispuesta en las paredes opuestas (11 y 13) en la par-  
te inferior de la cámara 10 del horno. Cada horno de ciclón  
está dispuesto para quemar combustible sólido en elevadas  
proporciones de desprendimiento de calor y que independien-  
temente descargan productos gaseosos de la combustión a -  
20 elevadas temperaturas y residuos independientes de cenizas  
como una escoria en fusión en la parte inferior de la cáma-  
ra (10). El piso (17) está formado con aberturas adecuadas  
que no se muestran, para la descarga de la escoria en fu-  
sión a un depósito de escoria, que no se muestra.

25 El conducto (19) para el gas está ocupado por un -  
supercalentador secundario (28), una sección de recalenta-  
miento (29) de alta presión y una parte recalentadora (31)  
de baja presión dispuesta en serie con respecto a la circu-  
lación del gas; en tanto que el conducto (22) para el gas  
30 está ocupado en la dirección de la circulación del gas por



1 el resto del recalentador de baja presión (31), una sección  
de recalentamiento de alta presión (32), un supercalenta--  
dor primario (33) y un economizador (34).

5 En la operación normal de la unidad calentadora -  
del fluido, el aire para la combustión y un combustible -  
triturado relativamente grueso son suministrados a los hor  
nos de ciclón desde procedencias independientemente contro  
lables y el combustible es quemado en los hornos de ciclón  
10 en altas proporciones de desprendimiento de calor suficien  
te para mantener una temperatura media normal por encima -  
de la temperatura de fusión de las cenizas del combustible.  
La ceniza se separa como escoria en fusión que fluye al in  
terior de la parte inferior de la cámara (10) y es descar  
gada al depósito para la escoria, en tanto que los gases -  
15 con una cantidad relativamente pequeña de partículas de es  
coria en suspensión se descargan al interior de la parte in  
ferior de la cámara (10). Los gases calentadores circulan  
entonces ascendentemente a través de la cámara (10) hacia  
la entrada del conducto (19) para el gas, pasando después -  
20 sucesivamente sobre y entre los tubos del supercalentador  
secundario (28), recalentador (29), recalentador (31), reca  
lentador (32), supercalentador primario (33) y economiza--  
dor (34), descargando después a otro eliminador de calor,  
que no se muestra, antes de fluir hacia la chimenea. Habrá  
25 de entenderse que de acuerdo con la práctica bien conocida,  
cada uno de los supercalentadores y recalentadores se ex--  
tiende por toda la anchura de su correspondiente paso de -  
gas y está formado para una circulación en serie del vapor  
mediante tubos múltiples enlazados.

30 La unidad generadora de vapor es soportada en lo -



1           alto por miembros estructurales de acero, incluyendo miem-  
bros verticales (85) y vigas transversales (90) desde las  
que unos colgaderos (95), de los que solamente se ilustran  
unos pocos, soportan todas las paredes.

5           El agua de alimentación a alta presión, es suminis-  
trada por una bomba alimentadora, que no se muestra, al co-  
lector de entrada (25) del economizador, pasando después a  
través del economizador (34) al colector de salida (30) des-  
de el que circula a través de una bajada (35) a los circui-  
10          tos calentadores del fluido de los hornos de ciclón. Cada  
horno de ciclón tiene sus paredes limitadoras revestidas o  
formadas por paneles de tubos construídos y dispuestos en  
una forma similar a la que se describe en la Patente Norte  
americana nº. 3.081.748. El fluido a alta presión desde la  
15          bajada (35) fluye en paralelo a los colectores de suminis-  
tro (40) de los hornos de ciclón por medio de los tubos su-  
ministradores (45), pasando cada una de las corrientes pa-  
ralemas de circulación a través de los tubos de las paredes  
circunferenciales del correspondiente horno de ciclón a un  
20          colector de descarga (50). Las corrientes de fluido que se  
descarga de los colectores (50) se recogen en un conducto  
(36) para su circulación a la circuitería calentadora del  
fluido de las paredes limitadoras del horno, que más ade-  
lante se describirán. Desde la circuitería calentadora del  
25          fluido de las paredes limitadoras del horno, el fluido pa-  
sa a un colector mezclador común (66) que está dispuesto -  
para distribuir el fluido a los tubos (67) que forman el -  
techo del horno (10) y a los conductos (19 y 22) para el -  
gas y con sus extremos de descarga conectados a un colec-  
30          tor (68). Desde el colector 68 el fluido circula a través



1 de un conducto (69) para su distribución a los tubos de -  
las paredes limitadoras de los pasos (19 y 22) para el gas.

5 Cada una de las paredes verticales delimitadoras -  
de los pasos (19 y 22) para el gas, incluye tubos vertica-  
les paralelos, una pared frontal (23) con tubos (71) que se  
extienden entre los colectores de entrada y de salida (72  
y 73), una pared posterior (24) con tubos (74) que se ex-  
tienden entre los colectores de entrada y de salida (76 y  
77), teniendo cada pared lateral (26) tubos (78) que se ex-  
10 tienden entre los colectores de entrada y de salida (79 y  
81), y cada pared lateral del paso (19) para el gas con tu-  
bos (82) que se extienden entre los colectores de entrada  
y de salida (83 y 84). El piso (21) está revestido por una  
fila de tubos (86) con sus extremos de entrada conectados  
15 a un colector (87) y sus extremos de salida a un colector  
(73), estando conectado el colector 73 para la circulación  
del fluido a un colector (88) mediante una fila de tubos -  
de pantalla (89). Los colectores 72, 76, 79, 83 y 87 están  
conectados para un suministro en paralelo del fluido desde  
20 el conducto 69, en tanto que los colectores 77, 81, 84 y  
88 están dispuestos para descargar a un colector común (91)  
desde el cual pasa el fluido al supercalentador primario -  
(33) por medio de un conducto (92). Desde el supercalenta-  
dor primario (33) el vapor parcialmente supercalentado pa-  
25 sa al supercalentador secundario (28) en cuyo interior el  
vapor recibe su supercalentamiento final antes de pasar a  
una turbina de alta presión, que no se muestra. El vapor -  
parcialmente expansionado desde la turbina de alta presión  
pasa sucesivamente a través de las secciones de recalenta-  
30 miento (32 y 29) a través de una turbina de presión inter-



1 media, que no se muestra, circulando después a través del  
recalentador (31) hasta una turbina de baja presión, que no  
se muestra, en la que tiene lugar la expansión final.

5 De acuerdo con el invento, cada una de las paredes  
verticales delimitadoras del horno (10) está formada por -  
tubos paralelos que se extienden ascendentemente dispues--  
tos para formar tres pasos de flujo ascendente para el ca-  
lentamiento del fluido y con sus espacios intertubulares -  
cerrados mediante aletas metálicas soldadas a los tubos ad-  
10 yacentes para facilitar una construcción hermética al gas.  
Se adoptan provisiones especiales para la mezcla del medio  
absorbente del calor según el mismo fluye de un paso a -  
otro, utilizándose el sistema mezclador entre cada uno de  
los pasos calentadores del fluido del horno para conservar  
15 en un mínimo las diferencias de temperaturas de los tubos -  
de las paredes. Con diferencias en la limpieza del horno y  
variación en las cantidades del flujo en los tubos parale-  
los de circulación de un paso calentador del fluido, es po-  
sible desarrollar una diferencia de temperaturas entre los  
20 tubos adyacentes de una magnitud que establece elevados es-  
fuerzos en los tubos y en las aletas metálicas situadas en-  
tre los mismos. Limitando la magnitud de la absorción de -  
unidades térmicas de cualquier paso calentador del fluido  
de un horno, se limita también el grado de desequilibrio -  
25 de las temperaturas. En consecuencia, la superficie de ca-  
lentamiento del fluido de las paredes limitadoras del hor-  
no está dimensionada y dispuesta de forma que la temperatu-  
ra del fluido en cualquier tubo a cualquier nivel del hor-  
no difiere no más de 100°F (37,78°C) de la temperatura me-  
30 dia del fluido de todos los tubos de las paredes del horno



1 a dicho nivel; que la diferencial máxima térmica entre los  
tubos adyacentes está por debajo de un límite crítico pre-  
determinado; que los desequilibrios en la circulación del  
fluido se reducen al mínimo; y que los tubos de cada paso  
5 calentador del fluido son suficientes en número y en diá-  
metro interior junto con sus longitudes para proporcionar  
las adecuadas velocidades de circulación. Además, todos -  
los tubos calentados de las paredes limitadoras del horno  
están dispuestos para el flujo ascendente del fluido, para  
10 la estabilidad de los pasos calentadores del fluido con -  
sus tubos dispuestos de forma que es marcadamente perfeccio-  
nado en comparación con una circuitería que tiene tantos  
tubos calentados de flujo descendente como de flujo ascen-  
dente. Los desequilibrios de la circulación para las mis-  
15 mas condiciones de absorción térmica media y propuesta, -  
son considerablemente inferiores con todos los tubos ca--  
lentados de flujo ascendente en un paso calentador que -  
con tubos calentados de flujo descendente y de flujo des-  
cendente en tal paso. Así, la pared frontal (11) comprende  
20 tubos iniciales de flujo ascendente (37A), segundos tubos  
de flujo ascendente (37B) dispuestos en los espacios de -  
los tubos iniciales de flujo ascendente (37A) y unos ter-  
ceros tubos de flujo ascendente (37C). La pared posterior  
(13) incluye tubos iniciales de flujo ascendente (38A), -  
25 segundos tubos ascendentes (38B) situados entre los espacios  
de los tubos 38A, y terceros tubos de flujo ascendente -  
(38C). Los tubos 38C proporcionan un soporte para los tu-  
bos 38A y 38B, se extienden a través de la entrada al paso  
30 (19) para el gas para formar una pantalla y tienen sus ex-  
tremos inferiores dispuestos en los espacios entre los tu



1        bos del piso (86). Cada pared lateral (14) tiene tubos -  
         iniciales de flujo ascendente (39A), segundos tubos de -  
         flujo ascendente (39B) situados en los espacios entre los  
         tubos 39A, y terceros tubos de flujo ascendente (39C). El  
5        piso (17) está revestido mediante una fila de tubos (42)  
         que se extienden entre un colector de entrada (43) y un -  
         colector de salida (44), con el colector 43 dispuesto para  
         el suministro del fluido desde el conducto 36 y el colec--  
         tor 44 conectado mediante conductos (46) para la descarga  
10        en paralelo del fluido a los colectores 47A, 47B y 47C dis-  
         puestos al exterior de la parte inferior del horno (10) y  
         adaptados para suministrar el fluido a los tubos iniciales  
         de flujo ascendente 37A, 38A y 39A respectivamente.

         Los tubos iniciales de flujo ascendente 37A, 38A y  
15        39A de las paredes frontal, posterior y laterales del hor-  
         no (10), tienen sus extremos de salida conectados a un co-  
         lector de forma anular (49) que se extiende alrededor y al  
         exterior del horno (10) a un nivel algo por debajo del ex-  
         tremo inferior de la salida (18) para el gas. El fluido -  
20        que pasa a través de los tubos iniciales de flujo ascenden-  
         te 37A, 38A y 39A es recogido en el colector 49 y pasado -  
         después a través de un conducto (51) a un colector (52) en  
         forma anular dispuesto alrededor y al exterior del horno -  
         (10) a aproximadamente el nivel del piso (17) y dispuesto  
25        para suministrar fluido a los segundos tubos de flujo as--  
         cendente (37B, 38B y 39B). Los segundos tubos de flujo as-  
         cendente de las paredes frontal, posterior y laterales del  
         horno (10) se extienden desde el piso (17) hasta un nivel  
         intermedio entre el extremo inferior de la salida (18) pa-  
30        ra el gas y el colector (49), y tienen sus extremos supe-



1 riores conectados a los colectores horizontales 53, 54 y  
56 respectivamente situados superadyacentes al colector 49.

5 Los terceros tubos de flujo ascendente 37C, 38C y  
39C, se extienden desde un nivel exactamente debajo del ex-  
tremo inferior de la salida (18) para el gas hasta lo alto  
del horno, extendiéndose los tubos 37C entre los colecto-  
res horizontales de entrada y de salida 57 y 58, los tubos  
38C entre los colectores horizontales de entrada y de sali-  
da 59 y 61, y los tubos 39C entre los colectores horizonta-  
10 les de entrada y de salida 62 y 63, estando los colectores  
57, 59 y 62 respectivamente conectados para el suministro  
del fluido desde los colectores 53, 54 y 56 mediante los -  
conductos mezcladores del fluido 55, 65 y 75. Los colecto-  
res 57, 59 y 62 están situados subadyacentes y se extien-  
15 den paralelos a los colectores 53, 54 y 56 respectivamente,  
y están situados superadyacentes y se extienden paralelos  
a la parte del colector 49 de la correspondiente pared.

20 Por la anterior descripción resulta evidente que -  
los tubos 37A, 38A y 39A constituyen el primer paso calen-  
tador del fluido del horno, los tubos 37B, 38B y 39B el se-  
gundo paso calentador del fluido, y los tubos 37C, 38C y 39  
C el tercer paso calentador del fluido, siendo la relación  
del número de tubos del primer paso calentador del fluido -  
con respecto al número de tubos del segundo paso calenta-  
25 dor de 3 a 2, por razones que se indican más adelante. Los  
tubos de los primer y segundo pasos calentadores del flui-  
do de cada pared vertical del horno son coplanares a lo -  
largo de su casi completa extensión, coextendiéndose desde  
el piso (17) hasta un nivel justamente por debajo del ex-  
30 tremo inferior de la salida (18) para el gas, y con sus es-



1 pacios intertubulares cerrados mediante aletas metálicas -  
(100) soldadas a los tubos a lo largo de sustancialmente -  
sus longitudes completas. Los tubos del tercer paso de ca-  
5 lentamiento del fluido se extienden desde un nivel exacta-  
mente por debajo del extremo inferior de la salida (18) pa-  
ra el gas hasta un techo (16) y, con excepción de los tubos  
38C, tienen sus espacios intertubulares cerrados mediante  
aletas metálicas soldadas a los tubos a lo largo de sustan-  
cialmente todas sus longitudes. Los tubos del tercer paso  
10 de calentamiento del fluido de cada pared vertical de horno  
son coplanares a lo largo de su casi completa extensión y  
son coplanares con los tubos de los primero y segundo pa-  
sos calentadores del fluido de la correspondiente pared.

15 Como la construcción y disposición de los sistemas  
de recolección, mezcla y distribución del fluido y de sus  
asociados tubos son sustancialmente iguales en las pare--  
des laterales y frontal, de tales construcción y disposi-  
ción se describirá únicamente las del sistema de la pared  
frontal y de sus asociados pasos de calentamiento del flui-  
20 do. Las partes de descarga de los tubos 37A están acodadas  
hacia el exterior desde el plano de la pared en aproximada-  
mente el nivel del colector 57 y después se extienden des-  
cendentemente y hacia afuera para su conexión radial al co-  
lector anular 49, en el que se recogen los fluidos que se  
25 descargan desde el primer paso de calentamiento del flui--  
do. Desde el colector 49, los fluidos pasan a través del -  
conducto 51 en el que los fluidos son mezclados para neu--  
tralizar las diferencias de la cantidad de calor absorbido  
en el primer paso de calentamiento del fluido. Los fluidos  
30 así mezclados se descargan en el colector 52 que facilita



1 una distribución uniforme de los fluidos a los tubos para-  
lelos de circulación (37B) del segundo paso de calentamien-  
to. Las partes de descarga de los tubos 37B están acodados  
5 hacia el exterior desde el plano de la pared en aproximada-  
mente el nivel del colector 53 para su conexión radial con  
el conector 53 en el que los fluidos descargados desde los  
tubos del segundo paso de calentamiento de la pared fron-  
tal son recogidos y pasados después a través de un conducto  
10 55 en el que los fluidos son mezclados para neutralizar -  
las diferencias en cantidad del calor absorbido en el segun-  
do paso de calentamiento. Desde el conducto 55, los fluí-  
dos mezclados se descargan en el colector 57 para su dis-  
tribución uniforme a los tubos paralelos de circulación -  
37C del tercer paso de calentamiento de la pared frontal.-  
15 Las partes de entrada de algunos de los tubos 37C, en un -  
número que corresponde con el de los tubos 37A, se extien-  
den radialmente desde el colector 57 para penetrar en la -  
pared frontal (11) en una posición por encima y en una re-  
lación de contacto cercano con las partes de descarga de -  
20 los tubos 37A, y después se extienden ascendentemente en -  
el plano de la pared entre los tubos 37B y en alineación -  
con los tubos 37A de la pared. Las partes de entrada de -  
los restantes tubos 37C, en un número que corresponde al -  
de los tubos 37B, se extienden generalmente hacia arriba -  
25 desde el colector 57 para penetrar en la pared frontal (11)  
en una posición por encima y en una relación de contacto -  
cercano con las partes de descarga de los tubos 37B, y des-  
pués se extienden ascendentemente en el plano de la pared  
en alineación con los tubos 37B de la pared. Las aletas -  
30 (100) cierran los espacios entre los tubos 37A y 37B hasta



1       aproximadamente el nivel del colector 57, en tanto que las  
aletas (101) cierran los espacios entre los tubos 37C des-  
cendiendo hasta aproximadamente el nivel del colector 53.-  
Los espacios intertubulares intermedios entre los colecto-  
5       res 57 y 53 están cerrados por aletas metálicas (102) ex-  
cepto en el punto en que los tubos 37A, 37B y 37C se aco-  
dan fuera del plano de la pared. En tales puntos se facili-  
tan retenes de pared mediante placas en forma de "H" (103)  
debidamente soldadas a las partes tubulares adyacentes.

10       En la pared posterior, las partes de descarga de -  
los tubos 38A están acodadas hacia afuera desde el plano -  
de la pared en un nivel algo por encima del colector 54 y  
después se extienden generalmente hacia abajo y hacia afue-  
ra para su conexión radial con el colector anular 49 en el  
15       que se recogen los fluidos descargados desde el primer pa-  
so de calentamiento del fluido de la pared posterior. Des-  
de el colector 49, los fluidos pasan a través del conducto  
51 al colector 52 que proporciona la distribución uniforme  
de los fluidos a los tubos paralelos de circulación 38B -  
20       del segundo paso de calentamiento de la pared posterior. -  
Las partes de descarga de los tubos 38B están radialmente  
conectados con el colector 54 y se acodan hacia afuera des-  
de el plano de la pared al mismo nivel que las partes de -  
descarga 38A se acodan también. Los fluidos descargados -  
25       desde los tubos del segundo paso de calentamiento de la pa-  
red posterior son recogidos en el colector 54 y pasados -  
después a través del conducto 65 al colector 59 para su -  
distribución uniforme a los tubos paralelos de circulación  
38C del tercer paso de calentamiento de la pared posterior.  
30       Las partes de entrada de los tubos 38C se extienden ra- -



1 dialmente desde el colector 59 para penetrar en la pared -  
posterior (11) al nivel del colector 59 y se extienden des  
pués ascendentemente en el plano de la pared con ciertos -  
de los tubos de los primero y segundo pasos de calentamien  
5 to debidamente acodados fuera del plano de la pared para -  
permitir tal recorrido de los tubos 38C.

Las aletas 100A cierran los espacios entre los tu-  
bos 38A y 38B hasta aproximadamente el nivel del colector  
59, en tanto que las aletas 101A cierran los espacios en-  
10 tre los tubos de piso (86) y los tubos 38C descendiendo -  
hasta aproximadamente el nivel en que los tubos 38A y 38B  
se acodan fuera del plano de la pared posterior. Los espa-  
cios intertubulares intermedios entre el colector 59 y el  
15 nivel en que los tubos 38A y 38B se acodan fuera del plano  
de la pared, se cierran mediante aletas metálicas (102A) -  
excepto en los puntos en que los tubos 38A y 38B se acodan  
fuera del plano de la pared. En tales puntos se facilitan  
retenes de pared mediante placas en forma de "H" (103A) de  
bidamente soldadas a las partes adyacentes de los tubos.

20 Así, en las posiciones facilitadas para la mezcla  
de los fluidos cuando los mismos fluyen de un paso a otro  
de calentamiento del fluido del horno, los tubos del segun  
do paso de calentamiento están entrelazados con los de los  
primero y tercer paso de calentamiento y cooperan con los  
25 mismos y con las aletas y las placas situados entre ellos  
para facilitar una estructura hermética al gas.

En operación, el fluido a alta presión se descarga  
desde el conducto 36 al colector 43; pasa después a través  
de los tubos (42) del piso; fluye después ascendentemente  
30 a través de los tubos iniciales de flujo ascendente (37A,



1 38A y 39A) absorbentes del calor radiante de las paredes -  
frontal, posterior y laterales del horno para recogerse en  
el colector 49; pasa después a través del conducto 51 al -  
colector 52 mientras es mezclado; circula después en flujo  
5 ascendente paralelo a través de los segundos tubos de flu-  
jo ascendente 37B, 38B y 39B para recolectarse respectiva--  
mente en los colectores 53, 54 y 56, pasando los fluidos -  
respectivamente desde tales colectores a los colectores -  
distribuidores 57, 59 y 62 por medio de los conductos mez-  
10 cladores de los fluidos 55, 65 y 75; fluyendo después en -  
paralelo a través de los terceros tubos de flujo ascendente  
37C, 38C y 39C a los colectores 58, 61 y 63 respectivamen-  
te; y pasando después al colector 66 para su distribución  
a los tubos del techo (67) del horno.

15 Para una determinada situación en el horno, la cir-  
culación total requerida en los tubos depende de la ental-  
pía de los fluidos. En entalpías bajas, la circulación to-  
tal ~~requerida~~ para una apropiada refrigeración del metal de  
los tubos generalmente será más baja. La entalpia del flui-  
20 do en el primer paso de calentamiento del fluido del horno  
(10) es inferior a la del segundo paso de calentamiento. -  
De acuerdo con el invento, para proporcionar una adecuada  
circulación total del fluido para mantener las temperaturas  
de las paredes tubulares dentro de límites aceptables en -  
25 las unidades de producción de vapor de una plena carga re-  
lativamente pequeña, el número de tubos y el área total de  
la sección transversal interior de los mismos del primer -  
paso de calentamiento del fluido, debe ser sustancialmente  
mayor que el número y el área total transversal interior -  
30 de los tubos del segundo paso de calentamiento para facili



1 tar una circulación total del fluido en el segundo paso de  
calentamiento superior a la circulación total de fluido en  
el primer paso de calentamiento. La relación del número de  
tubos del primer paso de calentamiento del fluido con res-  
5 pecto al número de tubos del segundo paso de calentamiento  
puede variar dependiendo de la circulación total requerida.  
Se ha determinado que para muchas unidades la mejor combi-  
nación se obtiene con tres tubos del primer paso por cada  
dos tubos del segundo paso. Según se muestra en la figura  
10 2, los tubos de los pasos primero y segundo están entrela-  
zados alrededor de la periferia del horno en un tipo de  
12121----- 12121-----12121. . . . .

La forma de tres a dos, permite un aumento en la -  
circulación total en el segundo paso de calentamiento del  
15 fluido mediante un 25 por ciento sobre el que sería en el  
segundo paso de calentamiento con una forma de uno a uno -  
utilizando el mismo número total de tubos. Desde luego, és  
to significa que la circulación total en el primer paso de  
calentamiento del fluido de la forma de tres a dos es un  
20 16,7 por ciento menos que en la disposición de uno a uno.-  
Uno de los principales beneficios de la forma de tres a -  
dos, es la reducción de los diferenciales térmicos del me-  
tal entre los tubos entrelazados de los pasos primero y se-  
gundo de calentamiento del fluido. Reduciendo la circula-  
25 ción total en el primer paso de calentamiento, que tiene -  
un fluido refrigerador, se eleva la temperatura del metal  
de los tubos. La mayor circulación total en el segundo pa-  
so de calentamiento del fluido, que contiene el fluido más  
caliente, tiende a mantener relativamente bajas las tempe-  
30 raturas del metal de los tubos. Ajustando las circulacio--



1 nes totales de los respectivos pasos de calentamiento del  
fluido, aumentando la relación de los tubos del primer pa  
so con respecto al segundo paso, es posible llevar las -  
temperaturas del metal de los dos pasos entrelazados de -  
5 calentamiento del fluido muy cerca una de otra, de forma  
que no exista entre las mismas ninguna o muy pocas dife--  
rencias térmicas. De ésta forma, se reducen al mínimo los  
esfuerzos debidos a las diferencias de temperaturas.

10 En resumen, la Patente de Invención que se solici  
ta, recaerá sobre las siguientes:

- REIVINDICACIONES -

15 1. Perfeccionamientos en una unidad calentadora -  
de fluidos de circulación forzada, caracterizados porque  
comprende paredes verticales que forman un horno para la  
circulación de gases calentadores, los medios para suminis  
trar a dicho horno los gases de calentamiento a altas tem  
peraturas, teniendo una de dichas paredes un primer paso -  
de calentamiento del fluido que comprende una multiplicidad  
de tubos de flujo ascendente dispuestos en una relación es  
20 paciada y para una circulación en paralelo del fluido a tra  
vés de los mismos, un segundo paso de calentamiento del -  
fluido comprendiendo una multiplicidad de tubos de flujo -  
ascendente entrelazados con los tubos de flujo ascendente  
del primer paso de calentamiento del fluido y dispuestos -  
25 para la circulación en paralelo del fluido a través de los  
mismos, medios para suministrar un fluido vaporizable a -  
los pasos de calentamiento del fluido, medios de intercone  
xión de los pasos de calentamiento para facilitar una cir  
culación en serie del fluido a través de los mismos, sien  
30 do el número y el área total de la sección transversal in-



1       terior de los tubos de uno de los pasos de calentamiento -  
sustancialmente superiores al número y al área total de la  
sección transversal interior de los tubos del otro paso de  
calentamiento para proporcionar una circulación total del  
5       fluido en el último paso superior a la circulación total -  
de fluido en el primero, y medios para unir rigidamente -  
los tubos de los pasos primero y segundo de calentamiento  
del fluido.

2. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
10       fluidos de circulación forzada, caracterizados porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para la cir-  
culación de los gases calentadores, los medios para sumi-  
nistrar a dicho horno los gases calentadores a altas tempe-  
raturas, teniendo una de dichas paredes un primer paso de  
15       calentamiento del fluido comprendiendo una multiplicidad -  
de tubos de flujo ascendente dispuestos en una relación es-  
paciada y para la circulación en paralelo del fluido a tra-  
vés de los mismos, un segundo de paso de calentamiento del  
fluido de sustancialmente la misma longitud que el primer  
20       paso de calentamiento comprendiendo una multiplicidad de -  
tubos de flujo ascendente entrelazados y coextensivos con  
los tubos de flujo ascendente del primer paso de calenta-  
miento del fluido y dispuestos para una circulación en pa-  
ralelo del fluido a través de los mismos, medios para pa-  
25       sar un fluido evaporable a los tubos del primer paso de ca-  
lentamiento, medios para interconectar dichos pasos de ca-  
lentamiento del fluido para facilitar un flujo ascendente  
en serie del fluido sucesivamente a través de los tubos -  
del primer paso de calentamiento y de los tubos del segun-  
30       do paso de calentamiento, siendo sustancialmente mayor el



1968

1 número de tubos y el área total de la sección transversal  
interior de los tubos de uno de los pasos de calentamiento  
del fluido que el número de tubos y que el área total trans-  
versal interior de los tubos del otro paso de calentamien-  
5 to, para facilitar una circulación total de fluido en este  
mayor que la circulación total en aquel, y medios de ale-  
tas metálicas que unen rigidamente los tubos de los prime-  
ro y segundo pasos de calentamiento del fluido.

10 3. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
fluidos de circulación forzada, caracterizados porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para circula-  
ción de los gases de calentamiento, los medios suministra-  
dores de los gases de calentamiento a dicho horno y a ele-  
vadas temperaturas, teniendo una de dichas paredes un pri-  
15 mer paso de calentamiento del fluido que comprende una mul-  
tiplicidad de tubos de flujo ascendente dispuestos en una -  
relación espaciada y para la circulación en paralelo del -  
fluido a través de los mismos, un segundo paso de calenta-  
miento del fluido comprendiendo una multiplicidad de tubos  
20 de flujo ascendente entrelazados con los tubos de flujo ag-  
cendente del primer paso de calentamiento y dispuestos pa-  
ra la circulación en paralelo del fluido a través de los -  
mismos, medios para pasar un fluido vaporizable a los tubos  
del primer paso de calentamiento, medios para interconec-  
25 tar dichos pasos de calentamiento para facilitar un flujo  
ascendente en serie del fluido a través sucesivamente de -  
los tubos del primer paso de calentamiento y de los tubos  
del segundo paso de calentamiento, siendo sustancialmente  
mayor el número de tubos y el área total de la sección -  
30 transversal interior de los tubos del primer paso de calen



9

1 tamiento que el número de tubos y que el área total de la  
sección transversal interior de los tubos del segundo pa-  
so de calentamiento, para facilitar una circulación total  
de fluido en el segundo paso de calentamiento mayor que -  
5 la circulación total de fluido en el primer paso de calen-  
tamiento, y medios para unir rigidamente los tubos de los  
primero y segundo pasos de calentamiento del fluido.

10 4. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
fluidos de circulación forzada, caracterizados porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para la cir-  
culación de los gases de calentamiento, los medios suminis-  
tradores a dicho horno de los gases de calentamiento a ele-  
vadas temperaturas, teniendo una de dichas paredes un pri-  
mer paso de calentamiento del fluido comprendiendo una mul-  
15 tiplicidad de tubos de flujo ascendente dispuestos en una  
relación espaciada y para una circulación del fluido en pa-  
ralelo a través de los mismos, un segundo paso de calenta-  
miento de sustancialmente la misma longitud que el primer  
paso de calentamiento comprendiendo una multiplicidad de -  
20 tubos de flujo ascendente entrelazados y coextensivos con  
los tubos de flujo ascendente del primer paso de calenta-  
miento y dispuestos para la circulación en paralelo del -  
fluido a través de los mismos, medios para pasar un fluido  
vaporizable a los tubos del primer paso de calentamiento,  
25 medios para interconectar dichos pasos de calentamiento -  
del fluido para facilitar un flujo ascendente en serie -  
del fluido sucesivamente a través de los tubos del primer  
paso de calentamiento y de los tubos del segundo paso de  
calentamiento, siendo el número de tubos y el área total  
30 de la sección transversal interior de los tubos del primer



1 paso de calentamiento del fluido mayores que el número y -  
el área total de la sección transversal interior de los tu-  
bos del segundo paso de calentamiento para facilitar una -  
circulación total del fluido en el segundo paso calentador  
5 mayor que la circulación total del fluido en el primer pa-  
so de calentamiento, y medios de aletas metálicas para -  
unir rigidamente los tubos de los primero y segundo pasos  
de calentamiento sustancialmente a lo largo de todas sus -  
longitudes.

10 5. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
fluidos de circulación forzada, caracterizados porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para la cir-  
culación de los gases de calentamiento, los medios para su  
15 administrar al horno los gases de calentamiento a elevadas -  
temperaturas, teniendo una de dichas paredes un primer pa-  
so de calentamiento del fluido comprendiendo una multipli-  
cidad de tubos de flujo ascendente dispuestos en una rela-  
ción espaciada y para la circulación en paralelo del flui-  
do a través de los mismos, un segundo paso de calentamiento  
20 del fluido comprendiendo una multiplicidad de tubos de flu-  
jo ascendente entrelazados con los tubos de flujo ascenden-  
te del primer paso de calentamiento y dispuestos para la -  
circulación en paralelo del fluido a través de los mismos,  
un tercer paso de calentamiento del fluido comprendiendo -  
25 una multiplicidad de tubos de flujo ascendente por encima  
de los tubos de los primero y segundo pasos de calentamien-  
to, medios para pasar un fluido vaporizable a los tubos -  
del primer paso de calentamiento del fluido, medios para -  
interconectar dichos pasos de calentamiento para facilitar  
30 el flujo ascendente en serie del fluido sucesivamente a -



1       través de los tubos del primer paso de calentamiento, de -  
los tubos del segundo paso de calentamiento y de los tubos  
del tercer paso de calentamiento, siendo el número de tu--  
bos y el área total de la sección transversal interior de  
5       los tubos del primer paso de calentamiento del fluido sus-  
tancialmente mayores que el número de tubos y que el área  
total de la sección transversal interior de los tubos del  
segundo paso de calentamiento del fluido para facilitar -  
una circulación total de fluido en el segundo paso de ca--  
10       lentamiento superior a la circulación total de fluido en -  
el primer paso de calentamiento, medios para unir rigida--  
mente los tubos de los primero y segundo pasos de calenta-  
miento, y medios para unir rigidamente los tubos del tercer  
paso de calentamiento.

15               6. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
fluidos de circulación forzada, caracterizados porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para la cir-  
culación de los gases de calentamiento, los medios para su  
20       ministrar a dicho horno los gases de calentamiento a eleva-  
das temperaturas, teniendo una de dichas paredes un primer  
paso de calentamiento del fluido que comprende una multi--  
plicidad de tubos de flujo ascendente dispuestos en una re-  
lación espaciada y para la circulación en paralelo del -  
fluido a través de los mismos, un segundo paso de calenta-  
25       miento que comprende una multiplicidad de tubos de flujo -  
ascendente entrelazados y coextensivos con los tubos de -  
flujo ascendente del primer paso de calentamiento y dis- -  
puestos para la circulación paralela de fluido a través de  
los mismos, un tercer paso de calentamiento del fluido com-  
30       prendiendo una multiplicidad de tubos de flujo ascendente



1 por encima de los tubos de los primero y segundo pasos de -  
calentamiento, medios para pasar un fluido vaporizable a -  
los tubos del primer paso de calentamiento, medios para in-  
terconectar dichos pasos de calentamiento para facilitar -  
5 un flujo ascendente en serie del fluido sucesivamente a -  
través de los tubos del primer paso de calentamiento, de -  
los tubos del segundo paso de calentamiento y de los tubos  
del tercer paso de calentamiento, siendo el número de tu-  
bos y el área total de la sección transversal interior de  
10 los tubos del primer paso de calentamiento sustancialmente  
mayores que el número y el área total transversal interior  
de los tubos del segundo paso de calentamiento para facili-  
tar en el segundo paso de calentamiento una circulación to-  
tal del fluido mayor que la circulación total del fluido -  
15 en el primer paso de calentamiento, medios de aletas metá-  
licas para unir rigidamente los tubos de los primero y se-  
gundo pasos de calentamiento a lo largo sustancialmente de  
sus longitudes completas, y medios de aletas metálicas pa-  
ra unir rigidamente los tubos del tercer paso de calenta-  
20 miento del fluido a lo largo de todas sus longitudes.

7. Perfeccionamientos en una unidad calentadora de  
fluidos de circulación forzada, caracterizado porque com-  
prende paredes verticales que forman un horno para la cir-  
culación de los gases de calentamiento, los medios para su-  
25 ministrar a dicho horno los gases de calentamiento a eleva-  
das temperaturas, teniendo una de dichas paredes un primer  
paso de calentamiento del fluido que comprende una multi-  
plicidad de tubos de flujo ascendente dispuestos en una re-  
lación espaciada y para la circulación paralela del fluido  
30 a través de los mismos, un segundo paso de calentamiento -



1 del fluido comprendiendo una multiplicidad de tubos de flu-  
jo ascendente entrelazados con los tubos de flujo ascenden-  
te del primer paso de calentamiento y dispuestos para la -  
circulación paralela del fluido a través de los mismos, un  
5 tercer paso de calentamiento del fluido comprendiendo una  
multiplicidad de tubos de flujo ascendente por encima de -  
los tubos del primero y del segundo pasos de calentamiento  
medios para pasar un fluido vaporizable a los tubos del -  
primer paso de calentamiento, medios para la interconexión  
10 de dichos pasos de calentamiento para facilitar un flujo -  
ascendente en serie del fluido sucesivamente a través de -  
los tubos del primer paso de calentamiento, de los tubos -  
del segundo paso de calentamiento y de los tubos del ter--  
cer paso de calentamiento, teniendo los tubos del tercer -  
15 paso de calentamiento entrelazadas sus partes inferiores -  
con las partes superiores de los tubos del segundo paso de  
calentamiento y alineados con los tubos del primer paso de  
calentamiento, siendo el número de tubos y el área total de  
20 la sección transversal interior de los tubos del primer pa-  
so de calentamiento sustancialmente mayores que el número  
de tubos y el área total de la sección transversal inte- -  
rior de los tubos del segundo paso de calentamiento para -  
facilitar una circulación total del fluido en el segundo -  
paso de calentamiento mayor que la circulación total del -  
25 fluido en el primer paso de calentamiento, medios para unir  
rigidamente los tubos de los primer y segundo pasos de ca-  
lentamiento, y medios para unir rigidamente los tubos del  
tercer paso de calentamiento del fluido.

30 8. Se reivindica por último como objeto sobre el -  
que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita :



1 "PERFECCIONAMIENTOS EN UNA UNIDAD CALENTADORA DE FLUIDOS DE  
CIRCULACION FORZADA".

5 Todo conforme queda descrito y reivindicado en la  
presente Memoria descriptiva que consta de veintinueve pá-  
ginas mecanografiadas y dibujos adjuntos.

Madrid, 9 de Julio de 1.966

BERNARDO UNGRIA

P.P.

10

15

20

25

30

328948



FIG. 1

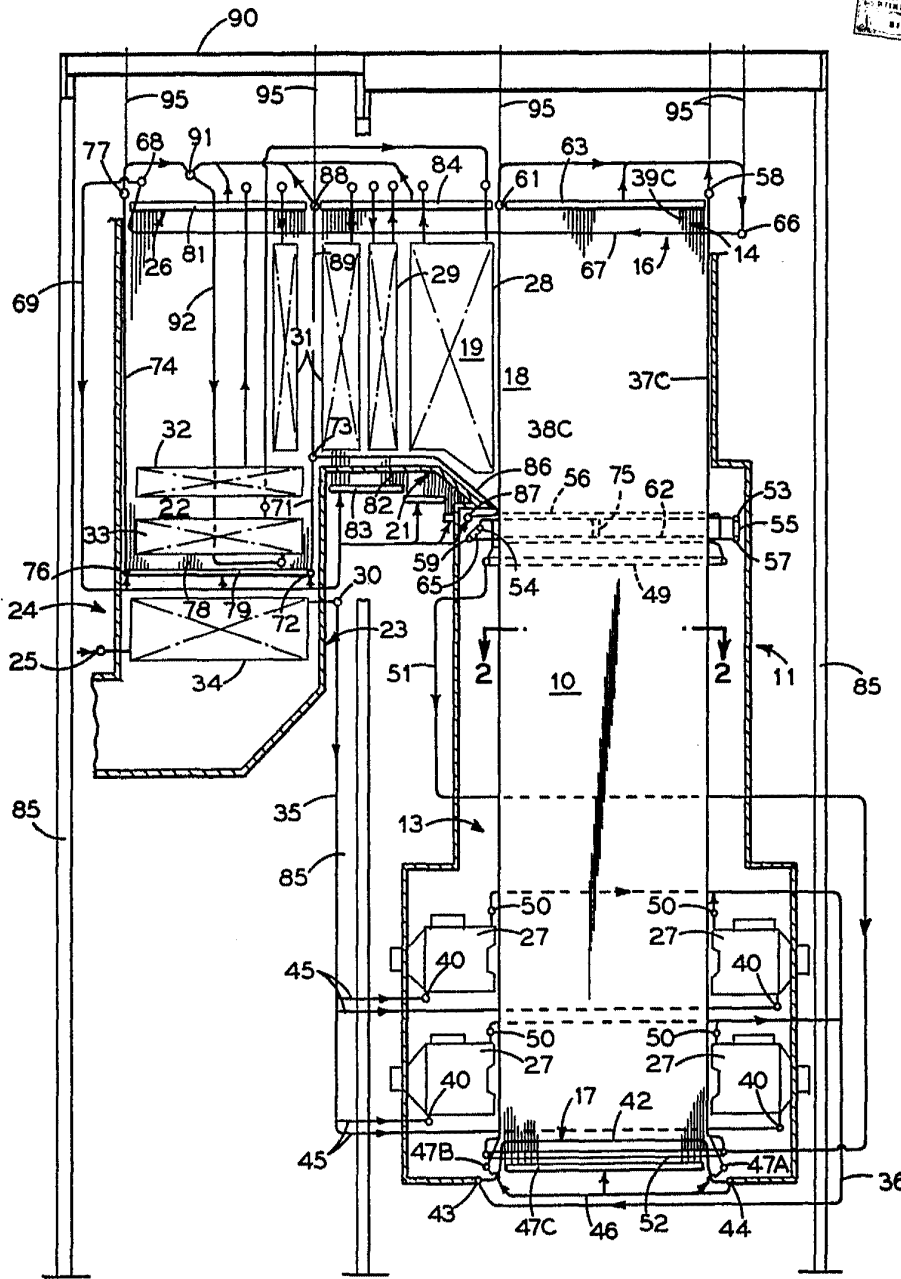
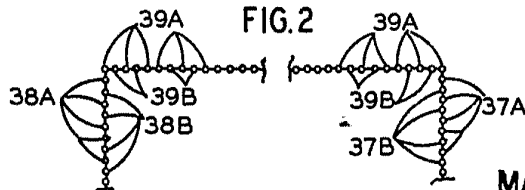
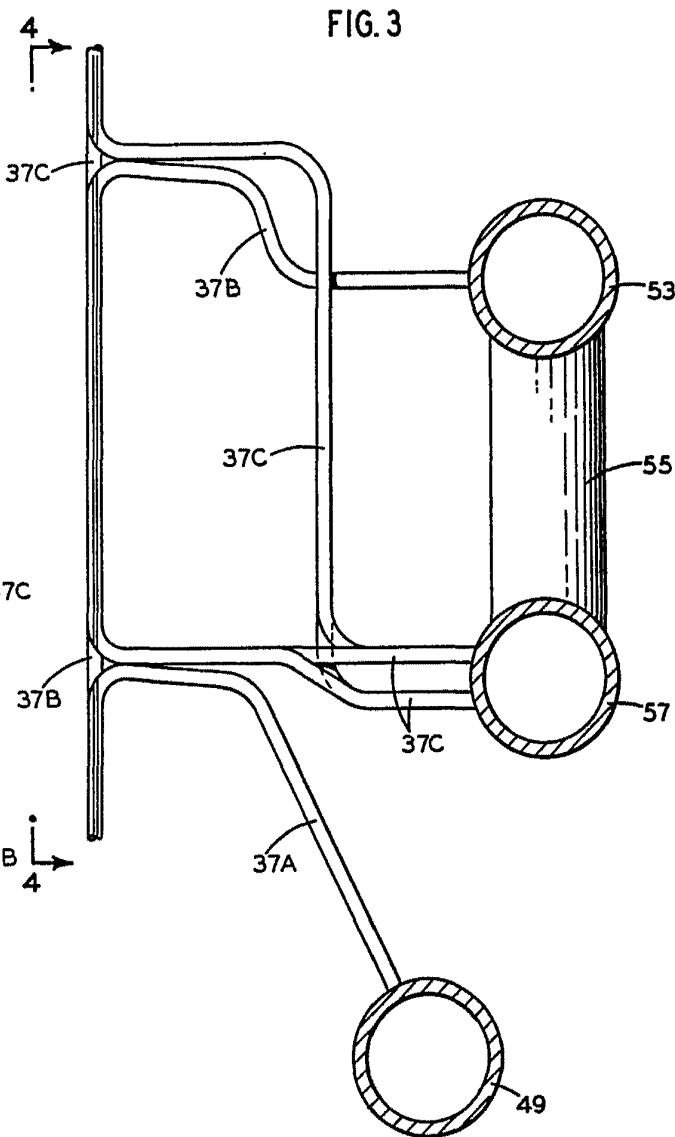
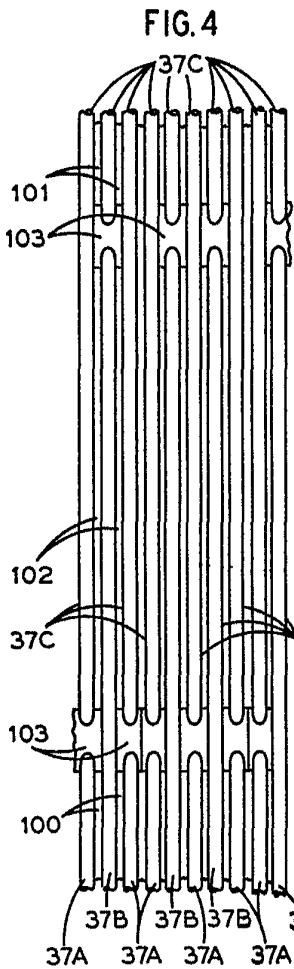


FIG. 2



**ESCALA VARIABLE**  
MADRID, 0 DE Julio DE 1900  
BERNARDO UNGRIA  
P. P.

328948



**ESCALA VARIABLE**  
 MADRID, 9 DE Julio DE 1906  
 BERNARDO UNGRIA  
 P. P.

32348



FIG. 5

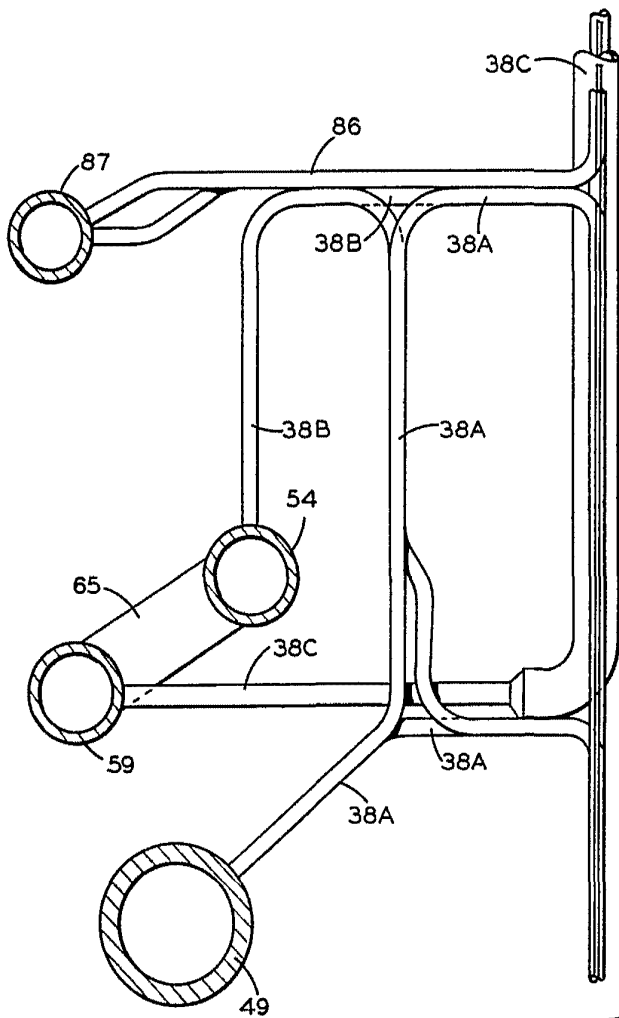
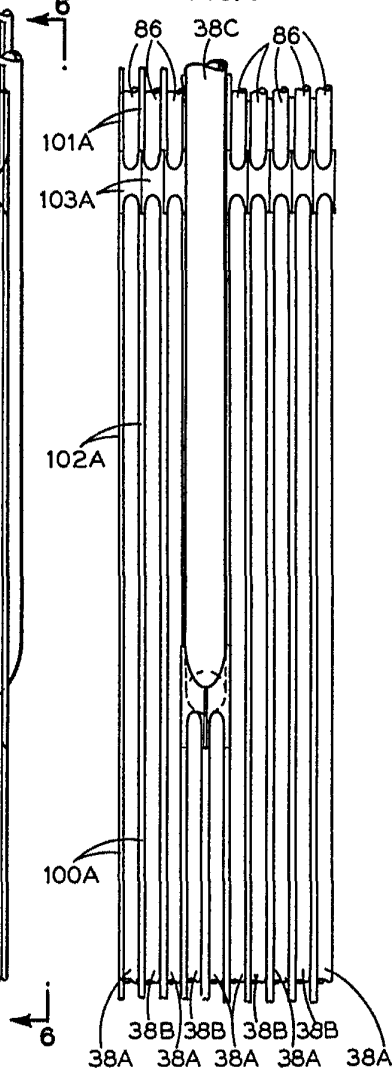


FIG. 6



**ESCALA VARIABLE**  
MADRID, 9 DE Julio DE 1966  
BERNARDO UNGRÍA  
P. P.