

P.- 33.625

A 92802

Case 2777 EGS (WMP)



33 426 8

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

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

formulada el 7 de Diciembre de 1.966, con el nº. 334.268

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de COMBUSTION ENGINEERING, INC, entidad norteamericana, establecida en Prospect Hill Road, Windsor, Connecticut, Estados Unidos de América, por:

"UN GENERADOR DE VAPOR".

Esta invención se refiere a generadores de vapor de agua de tipo directo y en particular a una disposición mejorada de los tubos de los mismos.

5 En el funcionamiento de un generador de vapor en condiciones subcríticas, el agua se evapora generalmente en los tubos que revisten las paredes del hogar y, por consiguiente, - cada uno de estos tubos permanece a la temperatura de saturación. Por tanto, no existe diferencia de temperatura entre el fluido -
10 que pasa a través de los diversos tubos paralelos, y solamente -



hay una ligera diferencia de temperatura en las temperaturas -
reales del metal de estos tubos. En el funcionamiento de un ge-
nerador de vapor en condiciones supercríticas no existe tempe-
ratura de saturación y, por tanto, el fluido no absorbe calor -
5 a temperatura constante. Por tanto, a medida que se calienta -
el fluido, aumenta continuamente la temperatura del fluido.

A medida que este fluido es hecho pasar a través
de la multiplicidad de tubos paralelos de revestimiento de las
paredes del hogar, crecen inherentemente ciertos desequilibrios,
10 de temperatura debido a la diferente circulación en los diversos
tubos y debido a una desigual absorción del calor desde el hogar.
Como resultado, algunos de los tubos trabajan a temperaturas sig-
nificativamente más altas que las de otros tubos. Esto puede pro-
ducir esfuerzos extremadamente grandes cuando se utiliza una -
15 construcción de pared a base de paneles soldados en la que los -
tubos paralelos adyacentes están soldados entre sí. Este tipo de
construcción es muy deseable, ya que forma una estructura hermé-
tica a los gases de un alto grado de confianza y simplifica el -
montaje del generador de vapor de agua.

20 Como no es posible decir cual de los tubos para -
llos estará trabajando a la temperatura elevada, tienen que di-
señarse todos los tubos de manera que sean seguros a esta alta -
temperatura. En otras palabras, cuando puede existir una condi-
ción de temperatura desequilibrada en los tubos paralelos de la -
25 pared del hogar, tienen que diseñarse todos estos tubos para es-
ta condición de temperatura desequilibrada máxima. Naturalmente,
ésto dá por resultado el uso de tubos a base de materiales de -
alto contenido de aleación y/o de pared gruesa. Cuando hay una -
importante absorción de calor en estos tubos, se aumenta más la-
30 temperatura del metal por el uso de material de pared más grueso



debido al ascenso del metal a través de las paredes. Esto también es cierto con la mayor parte de los materiales de alto contenido en aleación, ya que aún cuando las paredes no pueden aumentar su espesor, la conductividad térmica tiende a ser menor en los materiales de mayores contenidos en aleación.

5

La caída de presión a través del generador de vapor de agua afecta al rendimiento del ciclo y, por tanto, es deseable diseñar el generador de vapor de agua con la caída de presión mínima compatible con otras consideraciones de diseño. Una de estas condiciones de diseño es la protección de los tubos de la pared de un hogar en la zona inferior del hogar o del quemador. Con el fin de lograr un enfriamiento satisfactorio de los materiales de los tubos en esta zona, tienen que mantenerse caudales máxicos seguros mínimos. En otras zonas del generador de vapor de agua, sin embargo, las proporciones de absorción de calor son considerablemente inferiores y, por consiguiente, son tolerables en condiciones seguras caudales máxicos inferiores. Cuando los tubos que cubren las paredes del hogar pasan hacia arriba por toda la longitud del hogar, el caudal máxico por toda la longitud es el mismo si el tubo mantiene el mismo diámetro interior. Como el fluido aumenta su temperatura a medida que pasa hacia arriba a través de estos tubos, la parte de los tubos próxima a la parte alta trabaja generalmente a temperaturas más altas y, por tanto, el material es de menor resistencia. Esto requiere tubos de paredes más gruesas y como no es conveniente cambiar el diámetro exterior del tubo cuando se extiende longitudinalmente, esto dá por resultado un diámetro interior disminuído. Por tanto, el caudal máxico en estas partes superiores tenderá a ser mayor que en el hogar inferior.

10

15

20

25

30



Esto es cierto a pesar del hecho de que en esta invención -
las proporciones de absorción de calor son más bajas junto -
a esta parte superior y, por tanto, se requiere un menor cau-
dal másico.

5 Naturalmente, este caudal másico innecesariamente
alto en esta parte de la unidad viene unido a grandes veloci-
dades y, por tanto, dá por resultado una caída de presión -
innecesariamente grande. Se han intentado diversos enfoques-
para resolver este problema que trae consigo generalmente el-
10 uso de dos pasadas del fluido a través de la parte inferior -
del hogar con la pasada final a través de la parte superior.-
Estas dos pasadas, que en la parte inferior del hogar se in-
tercalan, dán por resultado diferencias de temperatura locali-
zadas y elevados niveles de esfuerzos resultantes. Asimismo, -
15 como la temperatura en el extremo superior de esta doble pasa-
da es el promedio de las temperaturas de salida de la parte -
inferior, esta temperatura en el extremo superior de la parte -
inferior es claramente menor que la temperatura de la parte -
inferior de la sección superior del hogar. Esta diferencia de
20 temperatura provoca esfuerzos en esta unión. Como toda la car-
ga del hogar inferior, incluídos los quemadores, está soporta-
da generalmente por estos tubos de las paredes del hogar, estos
esfuerzos se imponen a miembros estructurales portadores de car-
gas.

25 Un objeto de esta invención es crear un generador
de vapor supercrítico mejorado de circulación directa.

 Otro objeto de la invención es crear un generador
de vapor mejorado de circulación directa que trabaja a presio -
30 nes supercríticas y está provisto de una construcción de pare -



des de hogar del tipo de pared de paneles tubulares, en la -
que los esfuerzos dentro del panel se mantienen en un valor -
relativamente bajo.

Otro objeto es crear un generador de vapor super-
5 crítico mejorado de circulación directa que tienen un disequi-
librio de temperatura reducido en los tubos que salen de la -
estructura de las paredes del hogar y, por consiguiente, per -
mite que las paredes del hogar estén diseñadas para tempera -
10 turas más bajas en esta parte de salida.

Un objeto más es crear un generador de vapor super-
crítico mejorado de circulación directa que mantiene caudales
máxicos satisfactoriamente altos en los tubos del hogar en -
la zona de los quemadores, al tiempo que se obtiene una baja -
15 caída de presión por toda la sección de las paredes del hogar.

Un objeto más es crear un generador de vapor super-
crítico mejorado de circulación directa en el que se reducen
al mínimo las secciones de tubo externas entre las diversas -
secciones tubulares de las paredes del hogar.

20 De acuerdo con esta invención, se crea un genera -
dor de vapor del tipo directo destinado a trabajar a presión -
supercrítica y dotado de un sistema de circulación directa a -
través del cual es impulsado el medio de trabajo; incluyendo -
dicho generador un hogar dispuesto verticalmente; estando di -
25 cho hogar definido por paredes verticalmente alargadas que están
forradas con tubos separados que se extienden en general ver -
ticalmente en relación lado a lado a través de la anchura de -
cada pared, estando dichos tubos en relación de circulación -
en paralelo con los tubos adyacentes de cada pared y formando
30 parte de dicho sistema de circulación; un conducto de humos -
que se extiende desde dicha salida del hogar, extendiéndose -
al menos una parte de dicho conducto de humos hacia abajo pa-



ralelamente a la parte superior del hogar; estando definida -
dicha parte que se extiende hacia abajo de dicho conducto de -
humos por paredes verticalmente alargadas que están forradas con
tubos separados que se extienden en general verticalmente en -
5 relación lado a lado a través de la anchura de cada pared, es-
tando dichos tubos en relación de circulación en paralelo, com-
prendiendo dichos tubos de forro de las paredes del hogar una -
sección inferior y una sección superior, estando dichas seccio-
nes superior e inferior conectadas en relación de circulación
10 en serie; y un colector mezclador dispuesto para recibir fluido
desde dicha sección inferior y para descargar fluido tanto a -
dicha sección superior como a dichos tubos de forro de las pa-
redes del conducto de humo en relación de circulación en para-
lelo.

15 Con objeto de que pueda comprenderse la invención, se -
hará ahora una descripción de la misma con referencia a los di-
bujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un alzado lateral de un generador de -
vapor que emplea la presente invención;

20 La figura 2 es una vista isométrica de los colectores
de los tubos y los tubos de partes correspondientes de los ge-
neradores de vapor;

La figura 3 es una vista en sección a través de los -
tubos de forro de la parte inferior del hogar, tomada por la -
25 sección 3-3 de la figura 1; Y

La figura 4 es una vista en sección a través de los tu-
bos de forro de las paredes superiores del hogar y de los tubos
de forro de las paredes del conducto de humos, tomada por la -
sección 4-4 de la figura 1.

30 En este generador de vapor de presión supercrítica y de



14

circulación directa, el agua de alimentación entra en la unidad a presión supercrítica a través del colector 2 de entrada del economizador pasando a través de la superficie de caldeo - 4 del economizador tubular al colector intermedio 6 del economizador. El agua así calentada pasa a través de los tubos de -
5 soporte 8 al colector 10 de salida del economizador, desde el que pasa al depósito mezclador 12.

Desde el depósito mezclador, el fluido pasa a -
través de la bomba de circulación 14 y de la esfera de distribución 16 a los colectores 18 de las paredes inferiores del -
10 hogar. Unos tubos paralelos 20 pasan hacia arriba cubriendo - las paredes del hogar 22 y transportando el fluido desde el - colector de las paredes inferiores del hogar al colector anular 24. Este colector pasa paralelamente a cada una de las pa-
15 redes del hogar y pasa también paralelamente a cada una de las paredes del conducto de humos vertical 26. Unos tubos 28 que - forran las paredes de la parte superior del hogar 22 están dispuestos para recibir fluido desde el colector anular 24 lleván-
dolo hacia arriba a lo largo de las paredes hasta el colector -
20 de salida 30 de las paredes del hogar. Para simplificar el sistema de tubos, el caudal procedente de las paredes laterales se recoge en los colectores 29 antes de ser llevado al colector - de salida 30 a través de tuberías de puente (no mostradas).

En relación de circulación en paralelo con estos
25 tubos 28, los tubos 32 de forro de las paredes del conducto - de humos 26 reciben también fluido procedente del colector anular 24 y lo llevan al colector de salida 30 de las paredes del hogar. Desde este punto, se lleva el caudal en circulación directa al colector de entrada 34 del panel pasando a través del
30 panel 36 del supercalentador para que tenga lugar un superca-



lentamiento inicial. Este caudal en circulación directa se -
hace pasar después en serie a través de las secciones 38, 40,
42 y 44 del supercalentador alcanzando su grado completo de -
supercalentamiento cuando entra en el colector de salida 46 -
5 del supercalentador. Desde este punto, el vapor de agua es -
llevado a una turbina de vapor de agua (no mostrada) que se -
utiliza para la generación de energía eléctrica.

El vapor de agua procedente de esta turbina es de -
vuelto a menor presión al colector de entrada 48 del recalenta-
10 dor, desde el que este vapor de agua a baja presión pasa a -
través de la sección 50 del recalentador a baja temperatura -
y de la sección 52 del recalentador a elevada temperatura al-
canzando su grado completo de recalentamiento. Desde el colec-
tor 54 de salida del recalentador, el vapor de agua es descar-
15 gado en la turbina de recalentamiento, que se emplea también -
para mover un generador eléctrico.

Los quemadores 56 queman tangencialmente el combus-
tible en el hogar 22, pasando los gases de combustión hacia -
arriba a través de los paneles superiores 36 del hogar y de -
20 las superficies de caldeo 52 y 44. Estos gases pasan a través
de la salida del hogar formada en la pared trasera donde los -
tubos de la sección superior están desplazados para permitir -
la salida del gas. Estos gases de combustión pasan después hacia
abajo a través del conducto de humos 26 por encima de las super-
25 ficies de caldeo 40, 38, 50 y 4, saliendo estos gases a través -
del conducto de escape 58 a un calentador de aire (no mostrado).

A medida que el agua pasa hacia arriba a través de -
los tubos 20 que forran las paredes inferiores del hogar, adsor-
be calor procedente de la combustión que se desarrolla dentro -
30 del hogar. Debido a las diversas tolerancias de los tubos y a -



la distribución errática de la absorción de calor desde el -
hogar, la temperatura de cada uno de estos tubos variará a -
medida que se entrega el fluido al colector 24. En este colec-
tor, el fluido se mezcla en general antes de ser entregado a -
5 los tubos superiores 28 del hogar. Esta mezcla se mejora en es-
te sistema de colector, ya que el colector anular 24 recibe -
fluido olamente en la parte contigua al hogar 22, al tiempo -
que entrega fluido a la zona tanto del hogar como del conducto
de humos vertical 26. Por consiguiente, se desarrolla una cir-
10 culación cruzada en este colector que mejora la mezcla de las
diversas corrientes que están entrando en el colector. Debido
a esta mezcla, se disminuye el desequilibrio de temperatura exis-
tente al entrar en los tubos 28 y, por consiguiente, se disminu-
ye el desequilibrio de temperatura a la salida de estos tubos.
15 Por tanto, la temperatura de diseño de estos tubos puede ser -
menor que la que sería sin la existencia de esta mezcla.

El dimensionado de los tubos de forro de la pared in-
ferior del hogar inferior, como se indica en la figura 3, se -
elige para suministrar caudales máxicos adecuados en esta zona -
20 del quemador donde las proporciones de absorción de calor son -
extremadamente altas. Los tubos son de 31,3 milímetros de diáme-
tro con placas de unión o almas 60 de 12,7 milímetros soldadas a
tubos adyacentes. Tales caudales máxicos no se precisan en la -
parte superior del hogar o en el conducto de humos 26. La figura
25 4 ilustra la selección de tubos empleada en estos lugares de ba-
jas proporciones de absorción de calor. Las paredes superiores -
del hogar están cubiertas con tubos 28 de 37 milímetros con almas
62 de 25,4 milímetros soldadas entre ellos. En el conducto de -
30 humos 26, los tubos de las paredes son tubos de 50,8 milímetros



de diámetro con almas 63 de 101,6 milímetros soldadas entre -
tubos adyacentes. La superficie total de circulación de todos
los tubos de forro de las paredes del conducto de humos más -
los que forran las paredes superiores del hogar es mayor que -
5 la superficie de circulación de los tubos de forro de la pared
inferior del hogar. Esto dá por resultado caudales máxicos -
menores y, por consiguiente, una menor caída de presión. Co -
mo el perímetro dado por el colector 24 es sustancialmente -
mayor que el perímetro del hogar inferior, puede emplearse una
10 separación entre tubos aumentada en las secciones superiores.
La separación entre los tubos está cubierta por una longitud -
aumentada de aleta entre los tubos adyacentes. La longitud -
de aleta viene también limitada en función de la proporción -
de permutación de calor de cualquier sección particular, ya que
15 longitudes de aleta excesivas darán por resultados altas tempe-
raturas en la aleta con su destrucción final. Como las menores-
proporciones de absorción de calor se presentan en estas zonas
superiores, pueden tolerarse mayores longitudes de aleta. De -
berá notarse que los tubos de las paredes superiores del hogar
20 en comparación con los del hogar inferior proporcionan una se-
paración aumentada entre los bordes exteriores de tubos adya-
centes. Esto facilita el paso de los tubos del supercalenta-
dor a y desde las secciones 38 y 44 del supercalentador, así
como a y desde la sección 52 del recalentador, a medida que -
25 pasan a través de la pared del hogar, ya que reduce la magni-
tud del desplazamiento de los tubos de las paredes del hogar
requerida para dar paso a los tubos.

Los tubos 20 y 28 de forro de las paredes in-
30 ferior y superior respectivamente, del hogar 22 se hacen en -



forma de paneles soldados soldando un alma 60 entre tubos adyacentes 20 en el hogar inferior y soldando un alma 62 entre los tubos adyacentes 28 en el hogar superior. Esta construcción de pared soldada es bien conocida, de la misma manera que son bien conocidas sus ventajas de montaje simplificado con una buena -
5 construcción hermética a los gases. Evidentemente, cuando existen diferencias de temperatura entre los tubos soldados en dicha construcción, se producen tensiones dentro de la estructura. Estas tensiones se reducen al mínimo en esta construcción debido a la mezcla conseguida y, por consiguiente, a la reducción -
10 de la diferencia de temperatura entre tubos montados en paralelo.

La pared trasera del hogar está formada en su sección superior por los tubos 28, comprendiendo también estos tubos la -
15 pared delantera del conducto de humos 26. Con tal estructura, las paredes laterales de cada sección, ésto es, la parte superior del hogar 22 y el conducto de humo 26, están soldadas entre sí. Cualquiera diferencia de temperatura existente entre las paredes de estas secciones daría por resultado tensiones extremadamente -
20 grandes en toda la línea longitudinal que separa estas dos secciones. En este diseño, alimentando el colector anular 24 a estas dos secciones con fluido después de haber sido mezclado, se suministra fluido a la misma temperatura a cada una de estas secciones. Por tanto, no existe diferencia alguna de temperatura con su formación de tensiones resultante.
25

Debido a la construcción utilizada, en la que el colector anular 25 es también la fuente de alimentación de los tubos 38 que forran las paredes del conducto de humos 26, no -
30 se requieren tubos externos adicionales para alimentar esta sección.



Una tubería de recirculación 64, que incluye una -
válvula de retención y regulación 63, entra en funcionamiento
para recircular una parte del caudal que entra en el colector
de salida 30 de la pared del hogar a través de la tubería 64 -
en paralelo con las secciones de tubo 20, 28 y 32 de modo que
este caudal pueda ser hecho pasar a través de estos tubos -
como complemento de la circulación directa. Tal sistema se des-
cribe en la Patente norteamericana nº. 3.135.252, concedida -
el 2 de Junio de 1.964 a W.W. Schroedter. Este sistema de re -
circulación aumenta además el desequilibrio de temperatura en-
tre los tubos, disminuyendo además con ello todos los esfuerzos
en que se incurra por esa diferencia de temperatura.

Aunque se ha ilustrado y descrito una realización -
preferida de la invención, ha de entenderse que la misma es -
simplemente ilustrativa y no restrictiva, y que pueden hacerse
en ella variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance
de la invención.

Esta solicitud, que corresponde a la presentada en -
los Estados Unidos de América el 13 de Diciembre de 1.965, ba-
jo el número 513.222, se acoge a los beneficios del artículo -
51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

N O T A

Los puntos de invención propia y nueva que se pre-
sentan para que sean objeto de esta Solicitud de Patente de In-
vención en España, por VEINTE años, son los siguientes:

1). Un generador de vapor del tipo directo destina-
do a trabajar a presión supercrítica y dotado de un sistema -
de circulación directa a través del cual es impulsado con fuer-
za el medio de trabajo; incluyendo dicho generador un hogar dis-



44

5 puesto verticalmente, estando dicho hogar definido por paredes verticalmente alargadas que están forradas con tubos separados que se extienden en general verticalmente en relación lado a lado a través de la anchura de cada pared, estando dichos tubos -

10 en relación de circulación en paralelo con tubos adyacentes en - cada pared y formando parte de dicho sistema de circulación directa; un conducto de humos que se extiende desde dicha salida - del hogar, extendiéndose al menos una parte de dicho conducto - de humos hacia abajo paralelamente a la parte superior del hogar;

15 estando definida dicha parte que se extiende hacia abajo de dicho conducto de humos por paredes verticalmente alargadas que están - forradas con tubos separados que se extienden en general verticalmente en relación lado a lado a través de la anchura de cada pared, estando dichos tubos en relación de circulación en paralelo,

20 caracterizado por el hecho de que dichos tubos de forro de las - paredes del hogar comprenden una sección inferior y una sección superior, estando dichas secciones superior e inferior conectadas en relación de circulación en serie; estando dispuesto un colector mezclador para recibir fluido procedentes de dicha sección inferior y para descargar fluido tanto a dicha sección superior como a dichos tubos de forro de las paredes del conducto de humos en - relación de circulación en paralelo.

25 2). Un generador de vapor según la reivindicación - 1, caracterizado por el hecho de que la superficie total de circulación de los tubos, comprendida dicha sección superior más la superficie total de circulación de los tubos de forro de las paredes del conducto de humos, es mayor que la superficie total de circulación de la sección inferior de los tubos de forro de - las paredes del hogar.

30



3). Un generador de vapor según la reivindicación 2, -
caracterizado por el hecho de que los tubos de la sección su -
perior que forran las paredes de una parte del hogar, forman -
una pared de dicho conducto de humos.

5 4). Un generador de vapor según las reivindicaciones -
1, 2 o 3, caracterizado por el hecho de que la distancia entre
centros de los tubos de forro de las paredes de dicho conducto
de humos es mayor que la distancia entre centros de los tubos
de dicha sección superior.

10 5). Un generador de vapor según una cualquiera de las
reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de -
que la separación entre bordes adyacentes de tubos contiguos -
de forro de las paredes superiores del hogar es mayor que la -
separación entre bordes adyacentes de tubos contiguos de forro
15 de la pared inferior del hogar.

 6). Un generador de vapor según una cualquiera de las
reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de -
que dicho colector mezclador pasa horizontalmente paralelo a
cada una de las paredes del hogar y horizontalmente paralelo
20 a las paredes del conducto de humos; recibiendo dicho colector
fluido procedente de las paredes inferiores del hogar en luga-
res en que está inmediatamente contiguo a dichas paredes del -
hogar, y entregando fluido a las paredes del conducto de humo
en que está inmediatamente junto a las paredes del conducto -
25 de humos, siendo la circulación cruzada a través de dicho co -
lector tal que la parte de circulación que está siendo entre-
gada a las paredes del conducto de humos pasa a través de -
dicho colector desde la sección de alimentación inferior del -
hogar del colector a las paredes traseras del conducto de humos.

30



14

7). Un generador de vapor según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que está previsto también un sistema de recirculación superpuesto al sistema de circulación directa en relación de circulación en paralelo con los tubos de forro de las paredes del hogar y los tubos de forro de las paredes del conducto de humos, y eficaz para recircular el medio de trabajo a través de estas partes del sistema de circulación directa como complemento de la circulación directa.

10 8). Un generador de vapor.

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

15 Esta Memoria consta de quince hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 14 AGO. 1967

[Handwritten signature]

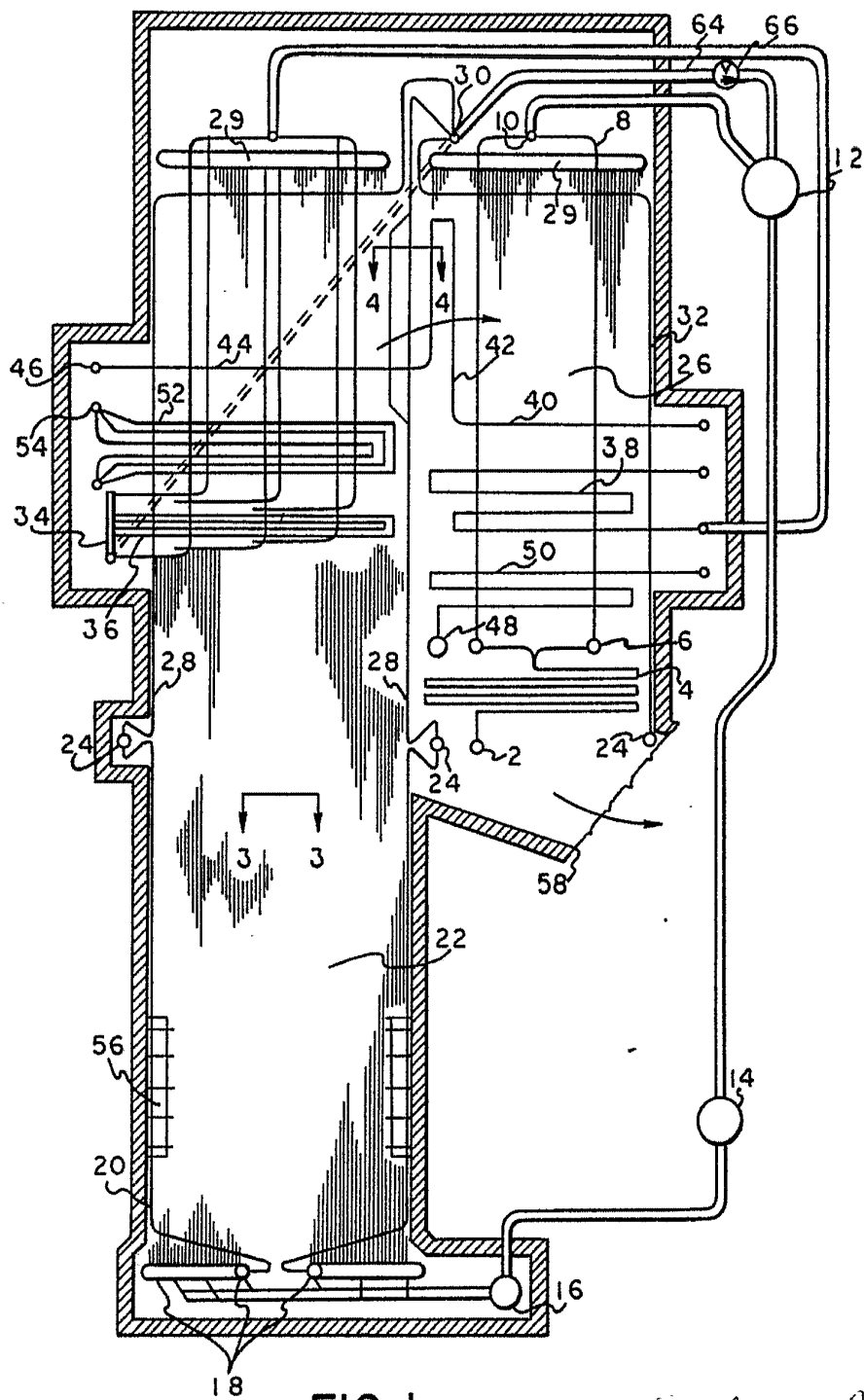


FIG. 1

Handwritten signature or name, possibly 'R. H. ...'

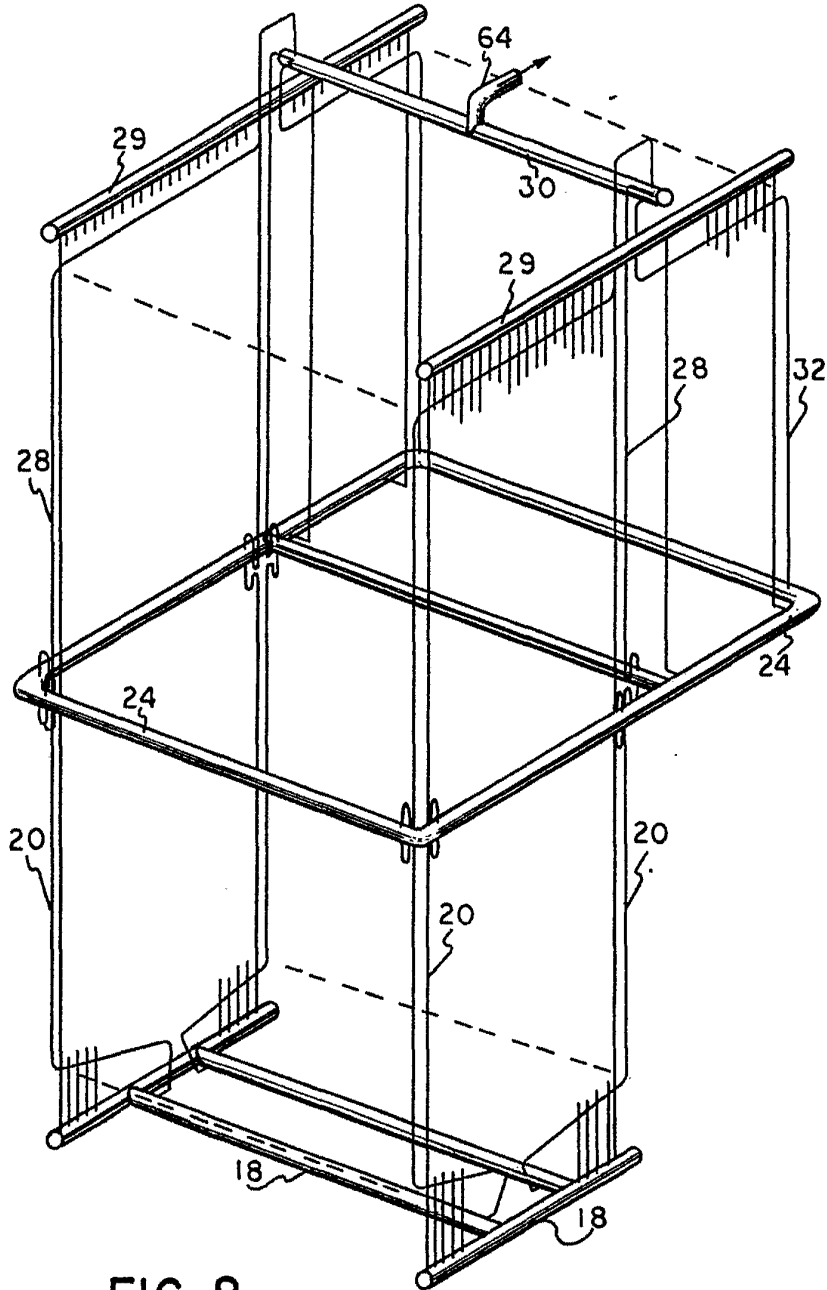


FIG. 2

Alfred...

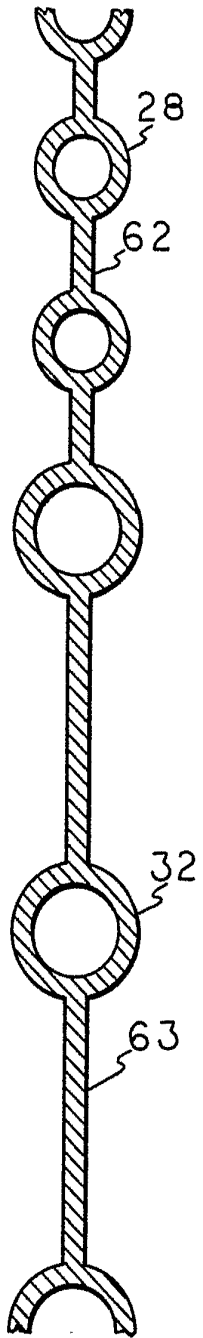


FIG. 4

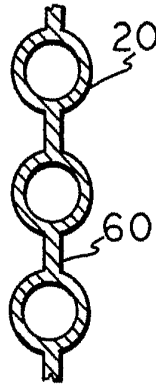


FIG. 3