

338422

P.- 34.533

EG 3738



MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

en

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de ASSOCIATED ELECTRICAL INDUSTRIES LIMITED, entidad británica, establecida en 33 Grosvenor Place, Londres, Inglaterra, por:

"UNA INSTALACION DE TURBINA DE VAPOR".

Este invento se refiere a instalaciones de turbina de vapor, En una instalación de turbina de vapor, se emplean cambiadores de calor no sólo para producir condensado partiendo del vapor expandido descargado de un cilindro o cilindros, sino también para aumentar el rendimiento térmico al efectuar un cambio de calor entre el vapor y el condensado en diferentes partes de la instalación.

Los cambiadores de calor se usan en las siguientes circunstancias típicas:

(a) como un calentador del agua de alimentación



para elevar la temperatura del condensado antes de la inyección en el equipo generador de vapor de la instalación.

52

(b) como un desrecalentador para desrecalentar el vapor extraído de la instalación de turbina de vapor con finalidades de calentar la alimentación, antes de que se le permita condensar en un calentador de agua de alimentación, mejorando por ello la utilización térmica del calor disponible en el vapor;

10

(c) como un enfriador del agua de purga para recuperar tanto calor utilizable como sea posible del condensado derivado del vapor, producido en un calentador de agua de alimentación.

15

Tal cambiador de calor comprende generalmente una caja exterior que encierra las superficies del cambiador de calor en los lados opuestos de los cuales el condensado y el vapor fluyen en relación de cambio de calor.

20

Se ha establecido que se puede obtener una mejora útil en el rendimiento térmico de la instalación si, en una instalación calentadora de agua de alimentación, el condensado de agua de alimentación es llevado sucesivamente a relación de cambio de calor con diferentes flujos de vapor obtenidos independientemente de diferentes partes del trayecto de flujo de vapor a través de la instalación de turbina de vapor, En concordancia, y con el fin de obtener tal rendimiento mejorado, cada sistema calentador de agua de alimentación puede comprender varios calentadores de agua de alimentación, que tengan respectivamente sus

30



5 propias cajas exteriores, conectados en serie, a través de los cuales fluye el condensado y en cada uno de los cuales el vapor procedente de una fuente elegida puede ser llevado independientemente a relación de cambio de calor con el condensado. En una tal disposición, cada calentador de agua de alimentación separado comprende, sin embargo, una sección que condensa el vapor extraído de la instalación de turbina.

10 La disposición de una multitud de tales cajas separadas produce una caída de presión considerable en el agua de alimentación que circula a través de los cambiadores de calor separados como resultado de la relativamente elevada impedancia al flujo de las necesariamente largas tuberías que conectan los cambiadores de calor unos con otros y de las pérdidas hidráulicas inevitablemente producidas por el agua de alimentación que entra y sale de los cabezales de las cajas separadas.

15 Con el fin de evitar que la ganancia en rendimiento producida por el uso de los cambiadores de calor trabajando con diferentes temperaturas de vapor de extracción, sea neutralizada por la pérdida en rendimiento que resulta de la caída de presión debida a las tuberías de interconexión, y con el fin de reducir el costo total de la instalación, es posible combinar en un calentador de agua de alimentación todas las superficies de cambio de calor separadas, normalmente dispuestas respectivamente en el interior de cajas separadas, en el interior de una caja exterior única.

20 En tal disposición, un haz de tubos continuos a través de los cuales el condensado de agua de alimentación

30 **338422**



está dispuesto para fluir, sería encerrado en una caja exterior alargada única, estando los tubos en cada extremo de la caja herméticamente ajustados en un cabecero que también cierra herméticamente la sección del extremo de la caja. Entre los extremos de la caja, los tubos pasan a través de unos tabiques separados que dividen el espacio en el interior de la caja en cámaras separadas, cada una de cuyas cámaras constituye una sección separada de cambio de calor.

5

10

En un tal calentador de agua de alimentación, es posible utilizar más de una de las cámaras como secciones de cambio de calor más que como secciones de condensación puesto que tal calentador de alimentación es suministrado con vapor de calentamiento de varias fuentes diferentes del equipo de turbina, las diferencias de presión entre el vapor en las cámaras adyacentes pueden ser grandes. En concordancia, los tabiques internos deben estar herméticamente cerrados no sólo en los tubos sino también en toda la sección de la caja, con el fin de evitar la fuga de fluido entre las cámaras produciendo una reducción en el rendimiento térmico de la instalación hasta un valor que puede neutralizar la ganancia en rendimiento producida por las secciones múltiples de cambio de calor. Más aún, con la disposición preferida de diversas secciones de cambio de calor como se describe después, el número de tabiques internos expuestos a tales diferencias de presión se incrementará y esto aumenta el problema del cierre hermético.

15

20

25

30

Con los tubos de agua de tamaño convencional usados en los calentadores normales de agua de alimentación para instalaciones de turbina de vapor, la longitud de la



caja que sería necesaria para tal calentador múltiple de
agua de alimentación propuesto hace casi imposible la fabri-
cación de un cierre hermético resistente a la presión en
los tabiques internos, por ejemplo, para una instalación
5 de turbina de vapor de entrada térmica 500 y usando tubos
de agua convencionales de aproximadamente 2 cm. de diáme-
tro, un calentador múltiple de agua de alimentación, ali-
mentado por tres fuentes de vapor y que incluye tres sec-
ciones de desrecalentamiento, tres secciones de condensa-
10 ción y tres secciones de enfriamiento de agua de purga,
tendría una longitud axial total de unos 75 metros y un
diámetro de 1,5 metros. En tal caso, la construcción, ge-
neralmente por soldadura fuerte o autógena, de todos los
cierres herméticos en el interior de la caja y en la suce-
15 sión correcta, representa una tarea casi imposible por
métodos convencionales.

De acuerdo con el presente invento, una insta-
lación de turbina de vapor comprende un equipo de genera-
ción de vapor, unos cilindros de turbina de presión máxi-
20 ma y de presión mínima; y un cambiador de calor que compren-
de una caja tubular exterior que encierra un haz de tubos
de cambio de calor efectivos para transportar, como ali-
mentación, condensado de agua desde la turbina de vapor
al equipo de generación de vapor, y que consiste en una
25 multiplicidad de tubos de metal continuos que tiene un
diámetro externo de menos de 0,38 cm, estando los tubos en
cada extremo del manajo herméticamente ajustados en un ca-
bezal que forma un cierre hermético en toda la sección del
extremo de la caja y extendiéndose también ajustados her-
30 méticamente a través de los tabiques separados que forman

338422



5
10
cierres herméticos en las secciones transversales de la
caja intermedios a los extremos de la caja, de manera que
forman en el interior de la caja por lo menos cuatro cámaras
separadas, en cada una de cuyas cámaras un flujo separado
de vapor introducido a través de aberturas adecuadas es
llevado a relación de cambio de calor con el condensado
en los tubos. Por cierre hermético se entiende un cierre
capaz, a la vez, de resistir la diferencia de presión
del fluido o fluidos normalmente presentes respectivamente
en lados opuestos del cabecero o tabique y de evitar la
fuga de tal fluido o fluidos a través del cabecero o
tabique.

15
30
25
Usando tal cambiador de calor, puede acomodarse
un número muy grande de tubos en el interior de una caja
externa de relativamente pequeña sección transversal. El
área relativamente grande de la superficie de cambio de
calor proporcionada por el gran número de tubos, permite
que se haga una reducción considerable en la longitud y en
el volumen del cambiador de calor para cualquier régimen
dado de transferencia de calor. Esta reducción entamaño
permite ahora que los cierres herméticos entre los tubos,
los cabeceros, los tabiques internos y la caja, se efectúen
fácilmente, en la sucesión correcta y, si se necesita,
simultáneamente, por ejemplo, encerrando el todo o una
parte substancial del cambiador de calor montado en un hor-
no de soldadura fuerte que tenga unas proporciones que
sean a la vez mecánicamente razonables.

30
Además, para resistir una presión dada del agua
de alimentación, el grosor de la pared de los tubos de
pequeño diámetro puede ser considerablemente más pequeño
que para los tubos de agua de diámetro convencional. De



Acuerdo con ello en el uso del cambiador de calor del invento, la caída de temperatura en las paredes de los tubos debida a los efectos de la conducción, se reduce en comparación con los tubos de diámetro y grosor de pared convencionales, y la efectividad de la transferencia de calor entre el condensado en el interior de los tubos y el vapor en el exterior de los tubos es también aumentada correspondientemente. Tal efectividad incrementada de la transferencia de calor permite que se haga todavía una nueva reducción en el área de la superficie total de cambio de calor para un rendimiento térmico dado y, por ello, en las dimensiones totales del cambiador de calor. Esta reducción aumenta aún en rendimiento y la facilidad de fabricación del cambiador de calor. Además y de particular significación, es el ahorro en el peso total de las superficies de cambio de calor en el interior del calentador del agua de alimentación. La disposición de estas superficies forma la mayor parte de costo de tal permutador de calor y cualquier ahorro a este respecto es de capital importancia. Así, para una instalación de turbina de vapor dada de 500 MW de entrada térmica, un calentador múltiple de agua de alimentación de acuerdo con el invento y que incluye tres secciones de desrecalentamiento, tres de condensación y tres secciones de enfriamiento del agua de purga, tiene una longitud axial total de unos 7,5 metros y un diámetro de 1,20 metros. Comparado con un calentador equivalente de agua de alimentación de tamaño convencional, tal calentador múltiple de agua de alimentación produce un ahorro considerable a la vez en costo de materiales y en espacio. Además y como resultado de tal ahorro de espacio, costo y

21.3.67



peso, también se obtiene un ahorro correspondiente en el trabajo de construcción y de cimentación necesarios, respectivamente, para alojar y sostener este cambiador de calor.

5 Las secciones separadas de cambio de calor formadas respectivamente por las cámaras separadas en el interior de la caja única pueden ser cualquier combinación elegida del grupo formado por las secciones de condensación desrecalentamiento y enfriamiento del agua de purga, y
10 comprenden preferentemente por lo menos una sección de desrecalentamiento, dos de condensación y una de enfriamiento del agua de purga. La caja se divide adecuadamente en más de cuatro cámaras de manera que puedan acomodarse dos o más secciones de desrecalentamiento, dos o más de
15 condensación y dos o más de enfriamiento del agua de purga en la caja única con el fin de aumentar más el rendimiento térmico de la instalación.

En el caso de que el vapor descargado de una cámara, por ejemplo, una que contenga una sección de desrecalentamiento, ha de ser transportado a otra cámara, el
20 conducto que conecta las dos cámaras debe estar dispuesto exterior o interiormente a la caja. Cuando dicho conducto está dispuesto interiormente a la caja, está también herméticamente ajustado a través de cualquier tabique en el interior de la caja.
25

Preferentemente, una o más cámaras en el cambiador de calor incluyen también desviadores dispuestos para producir un grado de turbulencia y una pluralidad de cambios de dirección en el flujo de vapor en el interior de
30 la cámara, además de sostener el tubo, para asegurar por



ello un cambio de calor óptimo entre el vapor y el condensado.

El invento será descrito ahora, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos que acompañan, en los

5

que:
La figura 1 es una representación esquemática de una instalación de turbina de vapor que incluye una unidad para generar y recalentar el vapor y un calentador múltiple de agua de alimentación para esa unidad; y La figura 2 es una representación gráfica de las temperaturas a lo largo de la longitud del calentador de agua de alimentación, en el condensado y en el vapor en el interior de las diversas secciones de cambio de calor del calentador de agua de alimentación representado en la figura

10

15

Con referencia primero a la figura 1, la instalación de turbina de vapor incluye un equipo 2 de generación y recalentamiento del vapor, dispuesto para entregar el vapor recalentado a un régimen adecuado a un cilindro 4 de turbina de vapor de elevada presión por medio de una tubería 6. El vapor parcialmente expandido descargado del cilindro 4 de elevada presión se pasa, por medio de la tubería 7, a un cilindro 8 de turbina de vapor de baja presión de doble extremo, y después de la expansión de este cilindro es expulsado al interior de un condensador 10 de la turbina principal por medio de la tubería 12.

20

25

El condensado reunido en el condensador 10 es extraído por medio de una bomba 14 de extracción de condensado y es pasado, por medio de un grupo de tres cambiadores de calor 16 de baja presión de vapor, a través de un nuevo

30



condensador 18 al interior de un desaireador 20. Este desaireador mantiene una cantidad de condensado libre de aire para inyección en la caldera del equipo 2 de generación y recalentamiento del vapor. Antes de la inyección en la caldera, este condensado es calentado en un calentador múltiple de agua de alimentación, indicado en conjunto en 3, al ser llevado a relación de cambio de calor sucesivamente con diferentes flujos de vapor derivados independientemente de diferentes partes del trayecto del flujo de vapor a través de la instalación. Este calentador múltiple de agua de alimentación incluye una sección múltiple de recalentamiento, una sección múltiple de condensación y una sección múltiple de enfriamiento de agua de purga en una caja tubular 22 exterior única.

Encerrado en la caja 22 hay un haz de tubos, indicado en conjunto en 24 y que comprende una multitud de tubos de pequeño diámetro continuos de acero inoxidable que tienen un diámetro exterior de 0,25 mm. Los tubos 24 están herméticamente ajustados en los dos extremos del haz respectivamente unos de otros y a la caja 22 para formar las paredes 26, 26' que cierran herméticamente las secciones de los extremos de la caja para formar los compartimientos de agua 27, 27' para distribuir el condensado a todos los tubos del haz 25 o para recibir el condensado descargado de ellos. Se apreciará que un haz de tubos de alrededor de 1,20 metros de diámetro y formado de tubos muy juntos cada uno con un diámetro exterior de 0,25 mm. sólo puede ser representado esquemáticamente.

En toda la longitud, desde la izquierda a la derecha en la figura 1, la caja 22 del cambiador de calor



incluye un número de tabiques interiores transversales 28, 36, 42, 62 y 84 que están herméticamente ajustados a todos los tubos del haz 24 y a la caja 22.

5 Así, el tabique 28 forma con la pared 26 una cámara que es efectiva para funcionar como sección desrecalentadora a la máxima presión del calentador de agua de alimentación y está dispuesta para recibir vapor a 77 kg. por cm^2 y 430°C que es purgado de una etapa de máxima presión del cilindro 4 de la turbina de elevada presión por medio de la tubería 32. Junto a la cámara 30 hay una cámara 34
10 definida entre el tabique 28 y el tabique 36 y efectiva para funcionar como sección de desrecalentamiento de presión intermedia. Esta cámara 34 está dispuesta para recibir vapor a 42 kg. por cm^2 y 425°C purgado de una etapa de presión intermedia del cilindro 4 por medio de la tubería 38. Una sección más de desrecalentamiento a la máxima presión está formada en el interior de una cámara 40
15 definida entre el tabique 36 y el tabique 42; esta sección de desrecalentamiento está dispuesta para recibir vapor a 28 kg. por cm^2 y 400°C purgado de una etapa de mínima presión de cilindro 4 por medio de la tubería 53. Cada sección de este desrecalentamiento de tres secciones recibe así independientemente vapor de una fuente diferente y a diferente grado de recalentamiento, para producir una disposición
20 óptima de cambio de calor.

25 A la derecha de la cámara 40 hay una sección de condensación de dos etapas de máxima presión, estando formadas las dos etapas respectivamente en el interior de la cámara 44 definida por los tabiques 42 y 48 en el interior de la cámara 46 definida por los tabiques 48 y 50.
30



La cámara 44 está dispuesta para recibir vapor purgado de la etapa de máxima presión del cilindro 4 por medio de la tubería 52. Una tubería 56 es efectiva para transferir el condensado desde la cámara 44 a la cámara 46 de la sección de condensación. La cámara 46 también recibe el vapor parcial o totalmente desrecalentado descargado de la cámara 30 de desrecalentamiento, por medio de la tubería 31, y esto asegura que se transfiera el calor desde el vapor al agua de alimentación bajo condiciones termodinámicas óptimas y en particular que el desrecalentamiento tenga lugar con tan poca diferencia de temperatura y tan poca degradación de calor como sea factible. El condensado reunido en la cámara 46 se pasa por medio de la tubería 58 al interior de la cámara 60 definida entre los tabiques 50 y 62; la cámara 60 es efectiva para funcionar como una sección de enfriamiento de agua de purga del cambiador de calor y la instalación, para extraer el calor de alta calidad de este condensado. Junto a la cámara 60 de enfriamiento del agua de purga, hay una sección de condensación de presión intermedia de dos etapas formada en el interior de las cámaras 64 y 66 y definida, respectivamente, entre los tabiques 62, 68 y 68, 70. La cámara 64 de primera etapa está dispuesta para recibir vapor extraído de una etapa de presión intermedia del cilindro 4 por medio de la tubería 72, junto con el condensado de la cámara 60 por medio de la tubería 74 de intercomunicación. La cámara 66 de segunda etapa está dispuesta para recibir condensado de la cámara 64 por medio de la tubería 76, junto con vapor de la cámara 34 desrecalentadora por medio de la tubería 78. El condensado que se reúne en la cámara 66 es descargado por



medio de la tubería 80 al interior de una cámara 82 definida por los tabiques 70 y 84, y que es efectiva para funcionar como sección de enfriamiento del agua de purga de presión intermedia del calentador de agua de alimentación.

5 El extremo a mano derecha de la caja 22 incluye una sección de condensación de presión mínima de dos etapas formada dentro de las cámaras 85 y 88 definidas respectivamente por los tabiques 84, 90 y 90, 92. La cámara 85 está dispuesta para recibir vapor extraído de una etapa de
10 mínima presión del cilindro 4 por medio de la tubería 94, junto con condensado descargado de la cámara 83 enfriadora de agua de purga por medio de la tubería 96 de intercomunicación. La cámara 88 de segunda etapa está dispuesta para recibir vapor de la cámara 40 desrecalentadora por
15 medio de la tubería 90 junto con vapor de la cámara 86 por medio de la tubería 100.

El condensado que se reúne en la cámara 83 es descargado por medio de la tubería 102 al interior de la cámara 104 definida por el tabique 92 y la pared 26'. Esta cámara, que es efectiva para funcionar como sección de
20 enfriamiento de agua de purga de temperatura mínima, lleva el condensado descargado en la cámara 104 a relación indirecta de cambio de calor con el condensado de agua de alimentación que entra en el haz 12 de tubos directamente desde el desaireador 20. De la cámara 104, el condensado
25 enfriado es descargado al desaireador 20 por medio de la tubería 106. Así, el agua de alimentación que atraviesa el cambiador de calor resulta progresivamente calentada por unos medios de calentamiento progresivamente más calientes,
30 que incluyen vapor de condensación, vapor recalentado y



condensado líquido, suministrados a las diversas presiones antes de ser inyectada en la caldera del equipo de generación de vapor por medio de la tubería 108.

5 La figura 2 es una representación gráfica de la variación de temperatura del agua de alimentación, indicada por la curva 1, y de la temperatura media de calentamiento, indicada por la curva I con la distancia D a lo largo de la longitud del cambiador de calor. Esta representación muestra como se consigue un rendimiento térmico
10 más elevado de la instalación rediseñando las diversas secciones de cambio de calor de una forma que haga mínima la diferencia de temperatura, en vez de agrupándolas de acuerdo con una presión de suministro común.

15 Aunque todas las secciones de cambio de calor en el cambiador de calor han sido representadas como incluidas en una caja 2 simple, se notará que las secciones de cambio de calor pueden estar encerradas en dos o más cajas, conteniendo cada una por lo menos cuatro cámaras separadas.

20 Esta solicitud que corresponde a la presentada en Gran Bretaña el 1 de Abril de 1.966, con el número 14.616/66, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

25

30

N O T A



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 siguientes:

5
10
15
20
25

1.- Una instalación de turbina de vapor que comprende un equipo de generación de vapor, unos cilindros de turbina de vapor de presión máxima y mínima y un cambiador de calor que comprende una caja tubular exterior que encierra un haz de tubos de cambio de calor, efectivos para transportar condensado desde la turbina de vapor como agua de alimentación hacia el equipo de generación de vapor, caracterizado en que el cambiador de calor consiste en una multitud de tubos de metal continuos teniendo cada uno un diámetro exterior de menos de 0,38 cm., estando los tubos en cada extremo ajustados herméticamente en un cabecero que forma un cierre hermético a lo ancho de la sección del extremo de la caja, y extendiéndose también ajustados herméticamente a través de unos tabiques separados que forman cierres herméticos a lo ancho de la sección transversal de la caja entre los extremos de la caja, de manera que formen en el interior de la caja por lo menos cuatro cámaras separadas, en cada una de cuyas cámaras un flujo separado de vapor introducido a través de aberturas adecuadas es llevado a relación de cambio de calor con el condensado en los tubos.

30

2.- Una instalación de turbina de vapor como la reivindicada en la reivindicación 1, caracterizada en que cuatro de las cámaras separadas formadas en la caja consti-



tuyen respectivamente una sección de desrecalentamiento, dos secciones de condensación y una sección de enfriamiento de agua de purga.

5 3.- Una instalación de turbina de vapor como la reivindicada en la reivindicación 2, caracterizada por que otras de las cámaras separadas constituyen respectivamente una segunda sección de desrecalentamiento, y/o una segunda sección de condensación y/o una segunda sección de enfriamiento de agua de purga.

10 4.- Una instalación de turbina de vapor como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, caracterizada en que un conducto de fluido de calentamiento que conecta dos de las cámaras se extiende a través y está herméticamente ajustado a uno o más tabiques transversales
15 interpuestos en el interior de la caja.

5.- Una instalación de turbina de vapor como la reivindicada en cualquier reivindicación precedente, caracterizada en que una o más cámaras están provistas por lo menos de un desviador que se extiende transversalmente a
20 los tubos y está adaptado para producir un flujo sinuoso del vapor sobre el exterior de los tubos.

6.- Una instalación de turbina de vapor.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en el dibujo que se acompaña y con
25 los fines que se han especificado.

30

338422



Esta Memoria consta de diecisiete hojas escritas amáquina por una sola cara.

Madrid, 23 MAR 1881.

P.A.
Eduardo de Ezaguirre
Por Poder.

338422



23

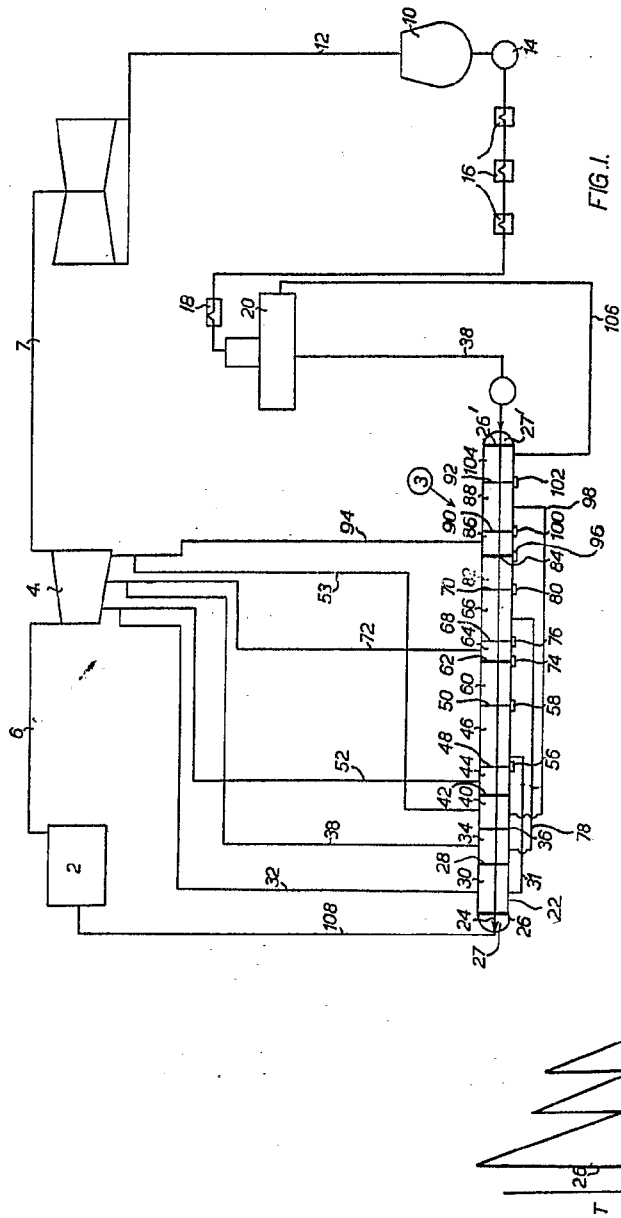


FIG. 1.

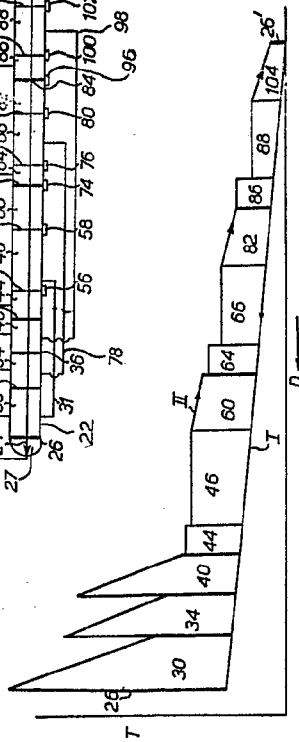


FIG. 2.

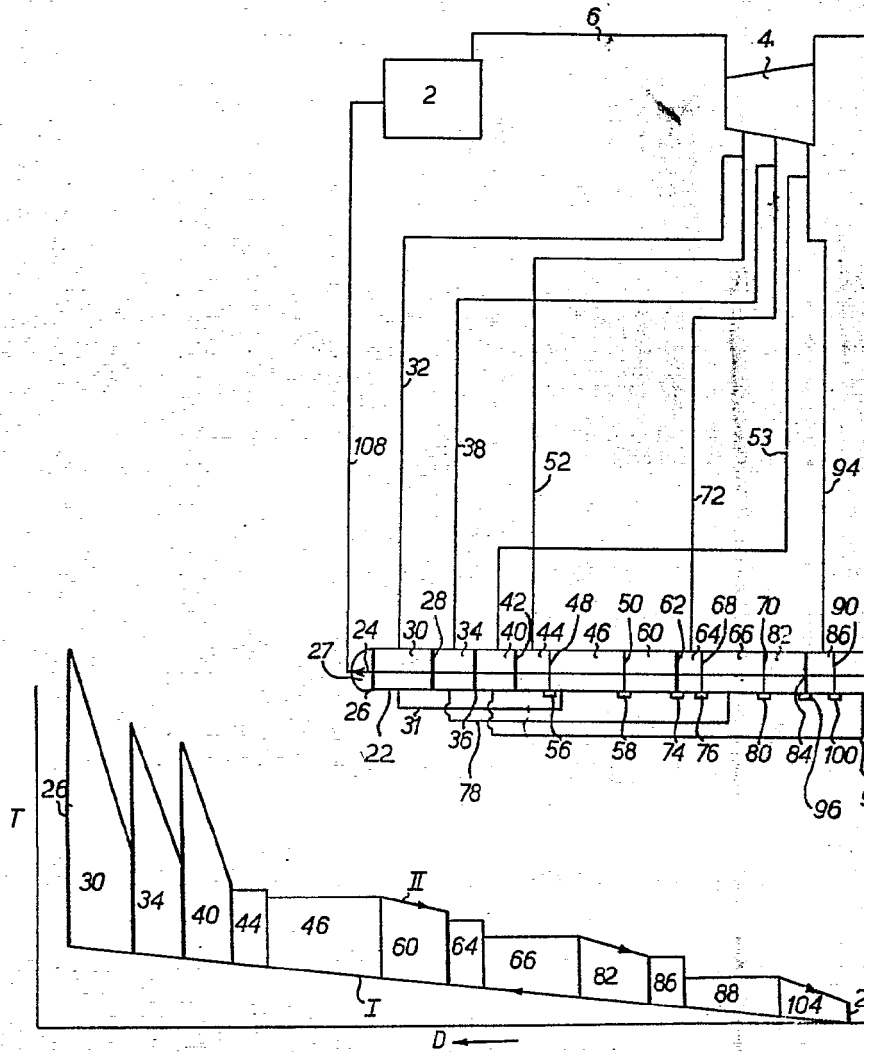
338422

338422

Approved for Release

POOR QUALITY

338422



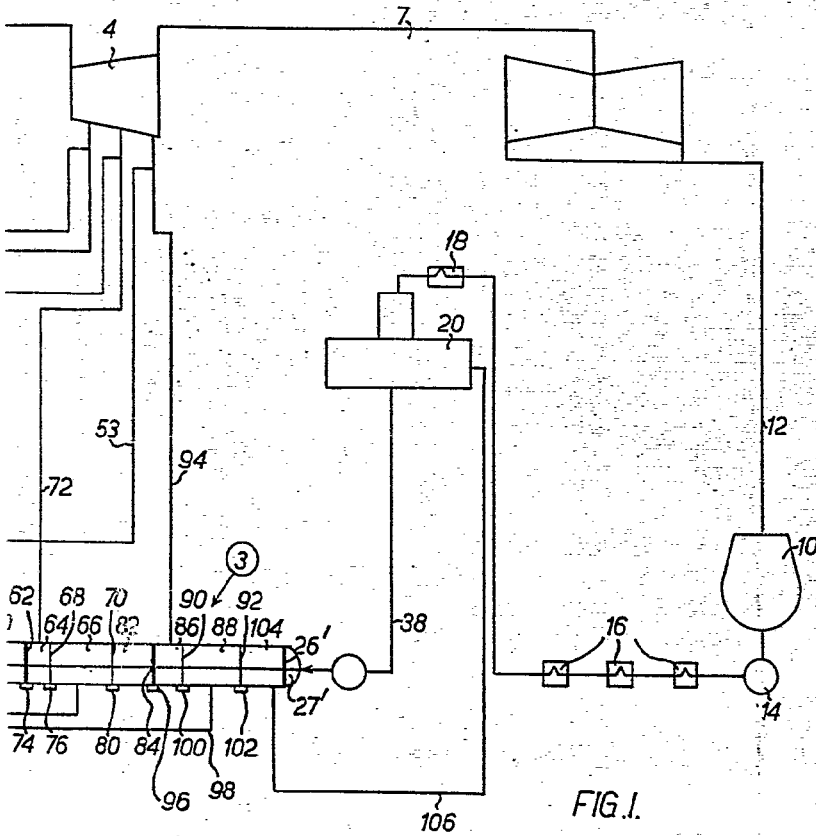


FIG. 1.

338422

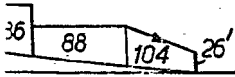


FIG. 2.

Alberto de Elizabeth
For Editor

POOR
QUALITY