

25



383052

P.- 44.813

U.S. Ser.
No. 858,594

MEMORIA DESCRIPTIVA

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE <u>C 02</u>
SUBCLASE <u>B</u>

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de STONE & WEBSTER ENGINEERING CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en 225 Franklin Street, Boston, Massachusetts,
Estados Unidos de América.

por: "PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA DESALINIZACION DE
AGUA" (Clase Internacional C02b)

14.4.73

- 1 -

383652



El problema de la purificación de aguas salinas o salobres, para reducir su contenido de sal a un valor que las haga útiles para el riego, o las haga potables para los hombres o para los animales, ha existido durante muchos años. Ha habido proposiciones para resolver el problema: la evaporación o la destilación han sido ampliamente propuestas, incluyendo la evaporación rápida intermitente en muchos pasos y la destilación de múltiple efecto, así como combinaciones de las dos; y la osmosis inversa o el forzado del agua desde la solución salina bajo presión a través de una membrana semipermeable también ha sido propuesta. Aún cuando se ha propuesto un proceso de osmosis inversa de un solo paso, ordinariamente ha sido considerado deseable emplear dos o tres pasos, e incluso más.

Todos los sistemas de desalinización semejantes han ganado aceptación lentamente, por el elevado coste del agua producida entre otros inconvenientes. Mientras el equipo requerido para tales procedimientos de desalinización ha sido un factor de coste, la cantidad de energía requerida para efectuar la separación del agua de la sal ha sido un factor principal de coste: la energía requerida para reducir el contenido de sal desde 36.000 ppm (contenido medio de sal del agua del mar) a 1500 ppm por osmosis inversa es 4,9995 Kcal/Kg como potencia mecánica, y la energía requerida para la destilación rápida intermitente en múltiples pasos para reducir el contenido de sal de aproximadamente de 5 a 10 ppm es, aproximadamente, diez veces aquella. Desde luego, en el caso de procedimientos de desalinización por evaporación,

383652



se ha considerado virtualmente esencial el integrar estrechamente la evaporación con la instalación productora de fuerza, con objeto de hacer un uso económico de la energía disponible. Sin embargo, esto se ha introducido
5 como problema adicional de ajustar la producción del procedimiento de evaporación de acuerdo con la demanda de carga de la estación de producción de energía, así como el problema de la eficacia relativamente pobre en la conversión de la energía disponible en forma calorífica en energía eléctrica para distribuir por un sistema de potencia.
10'

Se ha encontrado ahora que combinando el sistema de desalinización por osmosis inversa con el sistema de desalinización por evaporación es posible obtener un equilibrio único de energía entre entradas y salidas de ambos sistemas con una pérdida mínima de energía de manera que la energía neta absorbida se disminuye grandemente mientras, al mismo tiempo, se aumenta la capacidad de flujo del sistema de osmosis inversa, reduciendo así además el coste del sistema combinado.
15' Esta combinación proporciona además, gran flexibilidad de operación, en cuanto permite que los caudales relativos a través de los dos sistemas se ajusten de manera que se obtenga el contenido de sal, deseado, en el producto combinado, situándose desde menos de 10 ppm (como el obtenido utilizando la evaporación solamente) hasta 25 1500 ppm (como el obtenido utilizando un sistema de osmosis inversa de un solo paso, solamente) desde el agua del mar; y también libera el funcionamiento del sistema
30 de cualquier dependencia substancial sobre la relación

383652

153



de demanda de un sistema asociado de fuerza. Significan-
tes beneficios del invento se obtienen combinando los
sistemas para proporcionar un producto que tenga un con-
tenido de sal desde alrededor de 1.000 ppm, cuando se
5 parte de agua del mar que tenga un contenido de sal de,
alrededor de 36.000 ppm. En algunas realizaciones del
invento hay un pequeño exceso de potencia disponible des-
pués de combinar los sistemas, que puede hacerse econó-
micamente utilizable en forma de potencia eléctrica so-
10 brante.

Todo el sistema de evaporación convencio-
nal puede ser usado en el invento, aún cuando un evapo-
rador rápido de múltiples pasos es preferible, un evapo-
rador de múltiple efecto o evaporador de tubo largo pue-
15 de ser usado. Similarmente, cualquier sistema convencio-
nal de osmosis inversa puede ser usado en un paso sencii-
llo o en múltiples pasos.

En los dibujos, las Figuras 1A y 1B propor-
cionan una representación esquemática de una realización
20 del invento mostrando la manera en que los caudales de
líquido o material y las energías de entrada y de salida
son equilibradas.

En la realización mostrada en el dibujo,
el suministro 10 de agua de mar a una temperatura de
25 16,5^oC, teniendo un contenido de sal de, alrededor de
36.000 ppm, se divide en dos corrientes; la corriente
menor 12 es enviada directamente al pozo 14 de agua sa-
lada desde el que se alimenta el sistema de osmosis in-
versa, y la corriente mayor 16 es enviada a través del
30 rechazador de calor o parte 17 de condensador de la uni-
dad 18 de evaporador rápido intermitente de pasos múlti-

383652



5 ples, donde es calentada. Esta última corriente se divide a su vez en dos corrientes; la corriente menor 19 es enviada a través del desaerador 20 al evaporador de intermitencia rápido. Los gases inertes se separan también
10 en la porción 17 de condensador, a través de la canalización 15, al desaerador 20. La corriente mayor 21 se envía desde la unidad 18 de evaporador al pozo 14 de agua salada, para proporcionar, en combinación con la corriente menor 12, una alimentación a una temperatura
15 de 29,5°C para el sistema de osmosis inversa. La elevada temperatura de esta alimentación de agua salina hace posible conseguir un valor de caudal más elevado a través de las membranas de las unidades de osmosis inversa, de lo que sería posible si se usara directamente el agua
15 del mar a 16,5°C.

 En el evaporador rápido 18 intermitente de pasos múltiples, la corriente de alimentación 19, que vale, aproximadamente 400 millones de litros por día, es evaporada parcialmente para proporcionar una corriente
20 producto 22, que tiene un contenido de sal de solamente 5 ppm, a una temperatura de, aproximadamente, 26,7°C. Esta corriente producto vale 227,3 millones de litros por día (mld), de los cuales una pequeña parte que vale 23.813.475 Kg por hora, se saca en la corriente
25 24 como parte de la alimentación para el generador principal de vapor, caldera 26. La porción principal de la corriente de producto se pasa a través de la canalización 28, para mezclar con el producto del sistema de osmosis inversa. El resto del agua de mar introducida
30 en el evaporador rápido intermitente de pasos múltiples

383652

15 SEP



se saca como corriente 30 de salmuera que alcanza a, aproximadamente, 163,65 mld, y un contenido de sal de 54.000 ppm.

5 La mezcla en el pozo 14 de agua salina, a una temperatura de 29,5°C es bombeada a través de una bomba 32 de aumento de presión y las bombas 34, 36 de alimentación, dentro de la primera unidad 38 de ósmosis inversa a una presión de 63,27 Kg/cm², man. siendo el caudal de alimentación de 1.452.460 mld. La corriente 10 40 de salida desde la primera unidad de osmosis inversa tiene un contenido de sal de 1500 ppm y un caudal de 390 mld. Una porción mayor de la salida pasa como corriente 42 a través de las bombas 44, 46 de alimentación a una segunda etapa 48 de osmosis inversa, con un caudal 15 de 240,9 mld; el remanente de la corriente 40 de salida de primer paso, pasa como corriente 50 con un caudal de 150 mld y una temperatura de 29,5°C para mezclarse con otras corrientes de producto, para formar la corriente principal 52 de producto de salida.

20 La corriente 54 de salmuera desaguada de la primera unidad 38 de paso de osmosis inversa, todavía a presión elevada, pasa primeramente a través de una turbina hidráulica 56 que sirve para accionar la bomba 36. La velocidad de la turbina 56 se gobierna para mantener 25 una presión constante en la unidad 38 de osmosis inversa, por medio del transmisor 58 de presión y el controlador registrador 60. La presión puede ajustarse a cualquier nivel deseado por medio del controlador 60.

30 El volumen total del paso a través de las bombas 34 y 36 juntas, junto con el volumen de la corriente



te 40 producto, parcialmente desalinizada, se mantiene constante al nivel deseado por medio del controlador registrador de caudal 62, conectado a través del transmisor 64 de caudal al elemento 66 de caudal en la corriente 5 te 40 de producto, y conectado a través del controlador registrador 68 y el transmisor 70 de caudal al elemento 72 de caudal en la corriente de alimentación. Esta disposición de vigilancia asegura la salinidad constante de la corriente 40 producto. El volumen de la corriente 40 10 producto puede ajustarse a cualquier nivel deseado por medio del controlador 62.

La corriente 74 de producto, parcialmente desalinizada suministrada por la segunda unidad de paso de osmosis inversa con un caudal de 193,20 mld, teniendo 15 un contenido de sal de 250 ppm a una temperatura de 29,5°C, se mezcla con la corriente producto 50 del paso de la primera unidad de osmosis inversa. La corriente 76 que contiene la solución salina rechazada del paso de la segunda unidad de ósmosis inversa tiene un contenido de 20 sal de 6500 ppm, se pasa a través de la bomba 78 y sirve como corriente de alimentación del paso de la tercera unidad 80 de ósmosis inversa. La corriente 82, producto, del paso de la tercera unidad de osmosis que tiene un contenido de sal de 250 ppm y un caudal de 25 mld a una 25 temperatura de 29,5°C, se mezcla con las corrientes producto 50 y 74 de los pasos de las unidades primera y segunda, respectivamente y pasa al pozo 84 de agua producto del sistema de osmosis inversa. La corriente 86 de agua producto del sistema combinado de osmosis inversa 30 tiene un contenido de sal de 758 ppm, un caudal de 368,22

3836 R 2

15 S



mld y una temperatura de $29,5^{\circ}\text{C}$. Se mezcla con la corriente 28 de producto, agua destilada, para formar la corriente producto, agua combinada con un contenido de sal de 470 ppm, una temperatura de $28,3^{\circ}\text{C}$ y un caudal de 595,51 mld.

La corriente 88 conteniendo agua salina rechazada en el tercer paso de la unidad de osmosis inversa, con un contenido de sal de 13.500 rpm a una presión de $59,5 \text{ Kg/cm}^2 \text{ .man}$, se somete a la presión de $63,27 \text{ Kg/cm}^2 \text{ .man}$, en la bomba 90 y vuelve a someterse a ciclo a través de la canalización 91 a la corriente de alimentación para el paso de la primera unidad de osmosis inversa.

Toda la potencia para operar ambos elementos, el evaporador y las unidades de osmosis inversa es proporcionada por el generador de vapor 26. Las bombas 34, 46, 78 y 90 son accionadas por turbinas de vapor 92, 94, 96 y 98, respectivamente, siendo las dos primeras alimentadas con vapor a $101,435 \text{ Kg/cm}^2 \text{ .man}$ y 510°C desde el generador 26 a través de la canalización 99. Un turbo-generador 100 (Figura 1B) es también alimentado con vapor a presión elevada de la canalización 99, y produce potencia eléctrica para el accionamiento de las bombas 32, 44, en el sistema de osmosis inversa, así como para el accionamiento de las bombas 102 y 104 en la corriente 30 de salmuera sobrante y la corriente 22, producto agua destilada, respectivamente, del evaporador. El vapor a presión elevada es también suministrado a la turbina 106 que acciona la bomba 108 del agua de alimentación de caldera.

383652



5 Se suministra vapor a $17,575 \text{ Kg/cm}^2$.man y 303°C desde el primer paso de salida del turbo-generador 100 a través de la canalización 101 a las turbinas 96 y 98, que accionan las bombas 78 y 90 respectivamente, en los pasos segundo y tercero del sistema de osmosis inersa, y también es suministrado al evacuador 110 de aire del evaporador.

10 Vapor a baja presión a 1.406 Kg/cm^2 .man, de la salida de las turbinas 92, 94, 96, 98 y 106 y del segundo paso de salida del turbo-generador 100 se suministra a través de la canalización 103 para calentar el intercambiador 112 del evaporador: aquí el vapor se condensa y el condensado se pasa a través de la bomba 114, accionada por un motor eléctrico, de la misma manera
15 que las bombas 102 y 104, a la corriente 116 de retorno de condensado que alimenta al deaerador 118 para el generador de vapor 26. Una pequeña porción del vapor a baja presión, que alcanza a $22,058 \text{ Kg/h}$ se pasa directamente al desaerador 118 a través de la canalización
20 120.

Esta solicitud que corresponde a la presentada en los Estados Unidos de América el 17 de Septiembre de 1969, con el número 858.594, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

383652



REIVINDICACIONES

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:

1.- Aparato para desalinización de agua, comprendiendo un evaporador para recibir una corriente de alimentación de agua salina y descargar una corriente destilada; un sistema de osmosis inversa para recibir una corriente de alimentación de agua salina y descargar una corriente producto desalinizada parcialmente; medios para mezclar dichas corrientes destilada y producto, y medios para calentar dicha corriente de alimentación de osmosis inversa para pasar por lo menos una porción de la misma en relación de intercambio de calor con la corriente destilada.

2.- Aparato como el reivindicado en la reivindicación 1, incluyendo medios para pasar dicha corriente de alimentación de evaporador a través de medios de calentamiento y, por lo menos, una bomba para introducir la corriente de alimentación en el sistema de osmosis inversa, a elevada temperatura.

3.- Aparato como el reivindicado en la reivindicación 2 en el que dicha unidad de osmosis inversa proporciona en adición una corriente excedente de salmuera, y dicho aparato comprende una turbina hidráulica.

383652



lica accionada por la corriente sobrante de salmuera desde el sistema de osmosis inversa, y medios de conectar operativamente dicha turbina a dicha bomba.

4.- Aparato como el reivindicado en la reivindicación 3, incluyendo dos bombas dispuestas en paralelo para introducir la corriente de alimentación en el sistema de osmosis inversa; medios que respondan al caudal de la corriente de alimentación en el filtro de osmosis inversa para regular el caudal de la corriente producto parcialmente desalinizada, y medios que respondan a la presión de dicha corriente excedente de salmuera, para gobernar dicha turbina hidráulica.

5.- Aparato como el reivindicado en la reivindicación 3 en el que dicho sistema de osmosis inversa incluye más de un solo estado, y dicho aparato comprende una bomba para introducir una parte de la corriente producto desde el primer paso, bajo presión, en un paso sucesivo, y medios para retornar la corriente excedente de salmuera desde el último paso en la corriente de alimentación del primer paso.

6.- Procedimiento de desalinización de agua salina, que comprende el paso de una corriente de dicha agua a un evaporador y extraer una corriente de agua destilada del mismo; el paso de una segunda corriente de dicha agua en relación de intercambio de calor con la corriente destilada y luego a un sistema de osmosis inversa y extraer una corriente producto parcialmente desalinizada del sistema, y combinar la corriente destilada con la corriente producto, para proporcionar una corriente producto, combinada.

25.5.70

- 11 -

383652



25

73

7.- Procedimiento como el reivindicado en la
reivindicación 6, en el que la segunda corriente se
introduce en el sistema a presión elevada: el caudal
del producto parcialmente desalinizado se regula en
5 respuesta al caudal de la segunda corriente, para man-
tener la salinidad substancialmente constante en el
producto parcialmente desalinizado, y en el que una
corriente excedente de salmuera se extrae del sistema
y la presión de la segunda corriente se regula en respues
10 ta a la presión de la corriente de salmuera excedente.

8.- Procedimiento y aparato para desaliniza-
ción de agua.

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

Esta Memoria consta de doce hojas escritas
a máquina por una sola cara.

Madrid,

25 ABR. 1973

P. A.

14.4.73
MCM

383652

383652

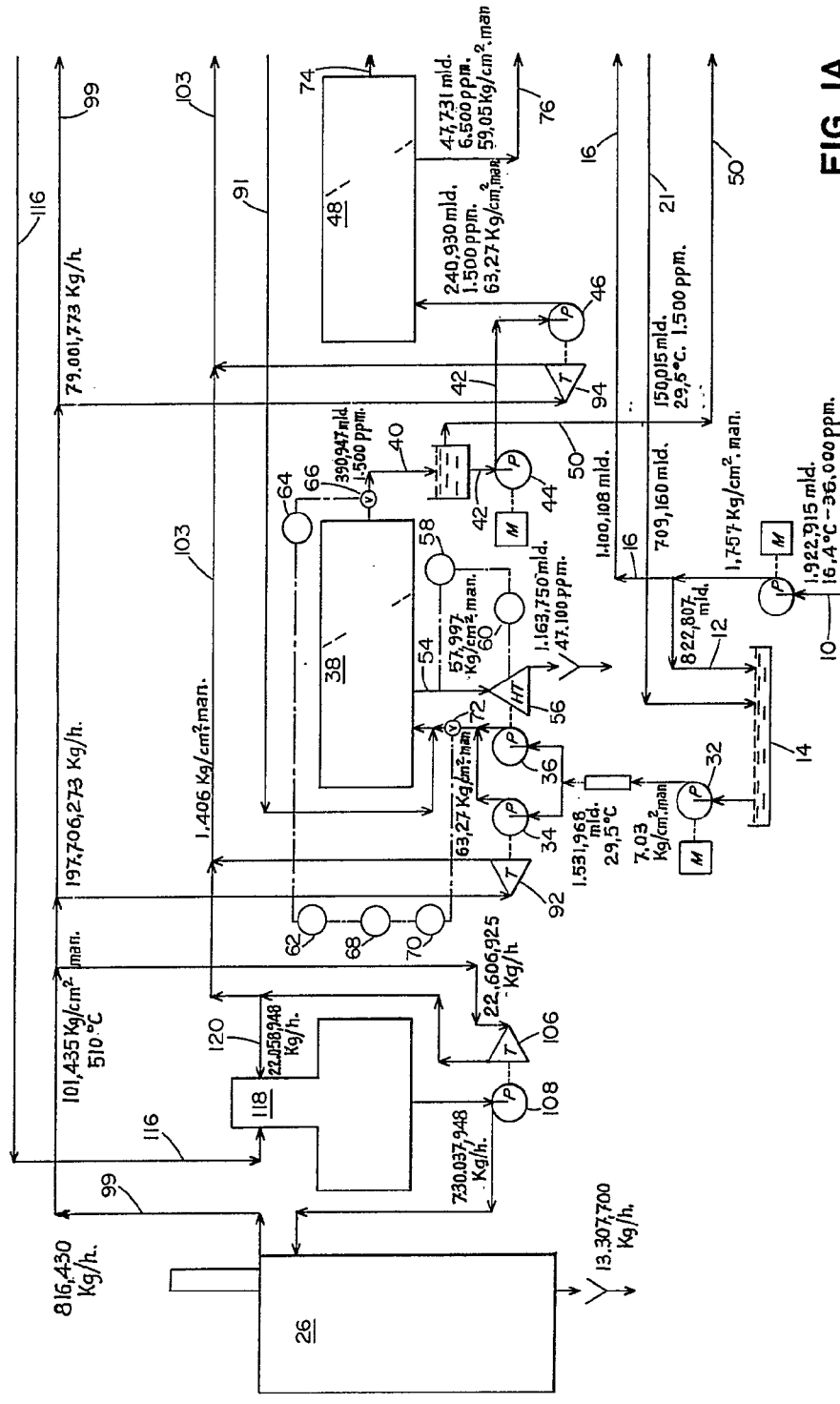
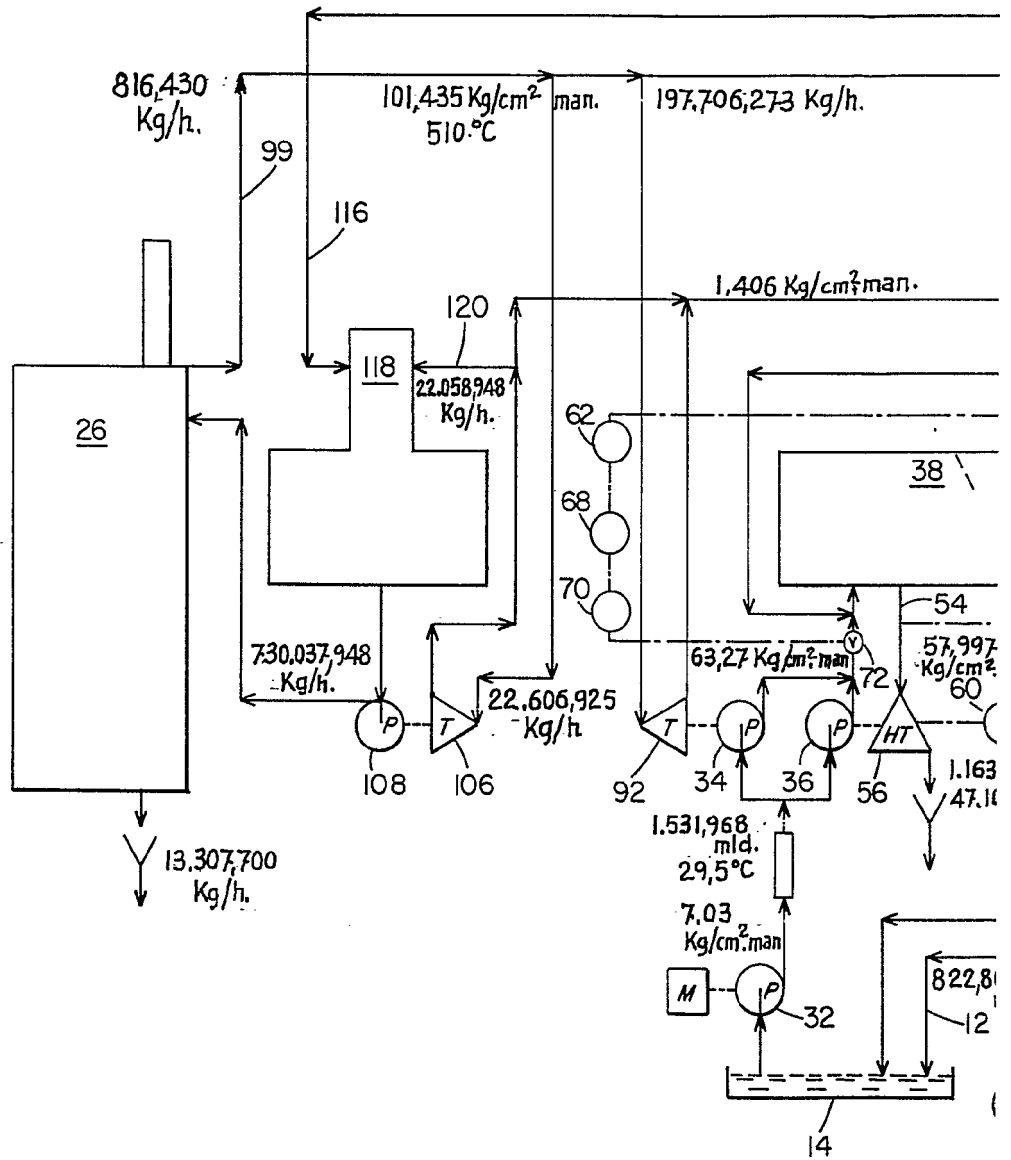


FIG 1A

Ar

38,3652



383652

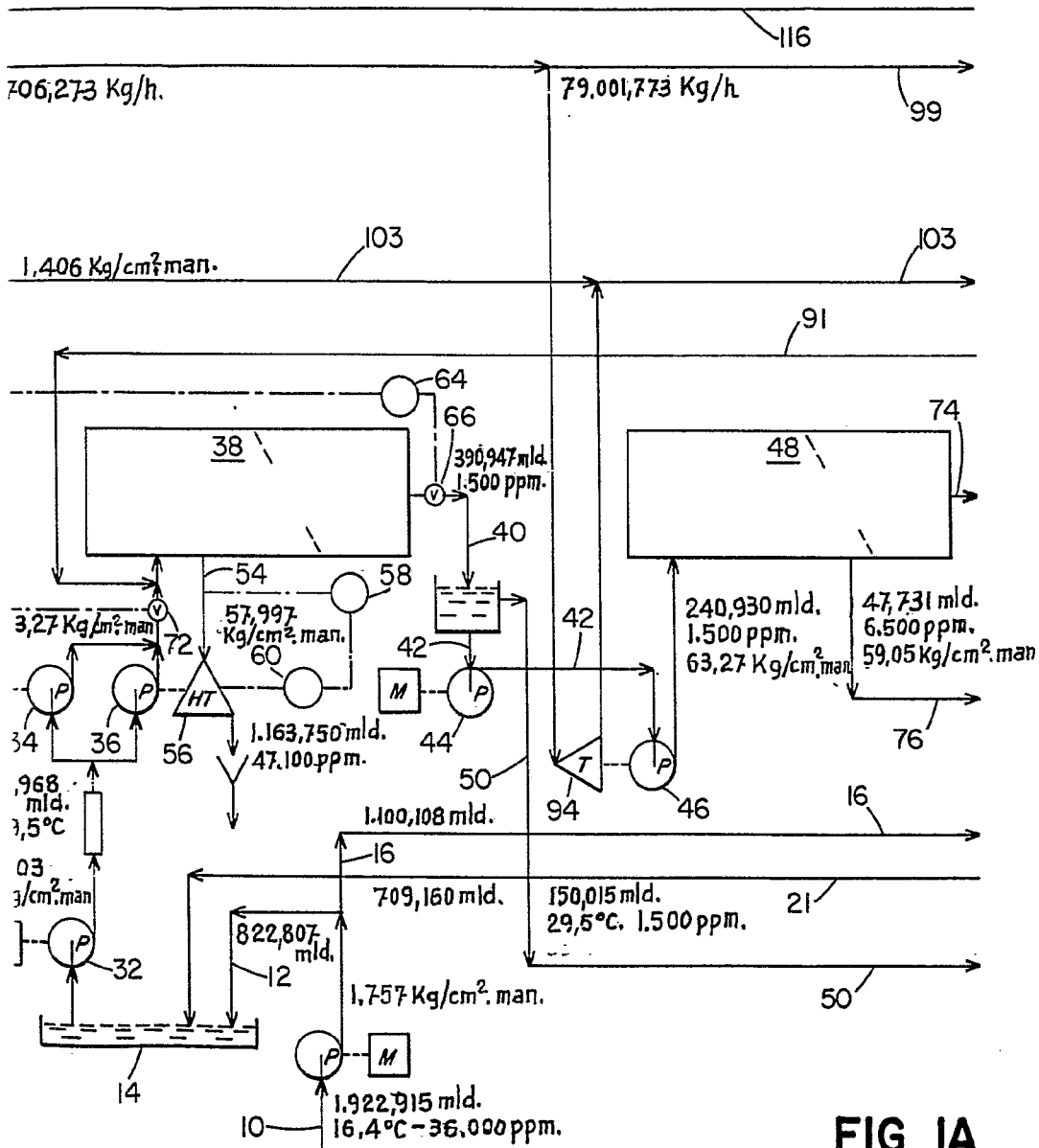


FIG IA

[Handwritten signature]



383652

383652

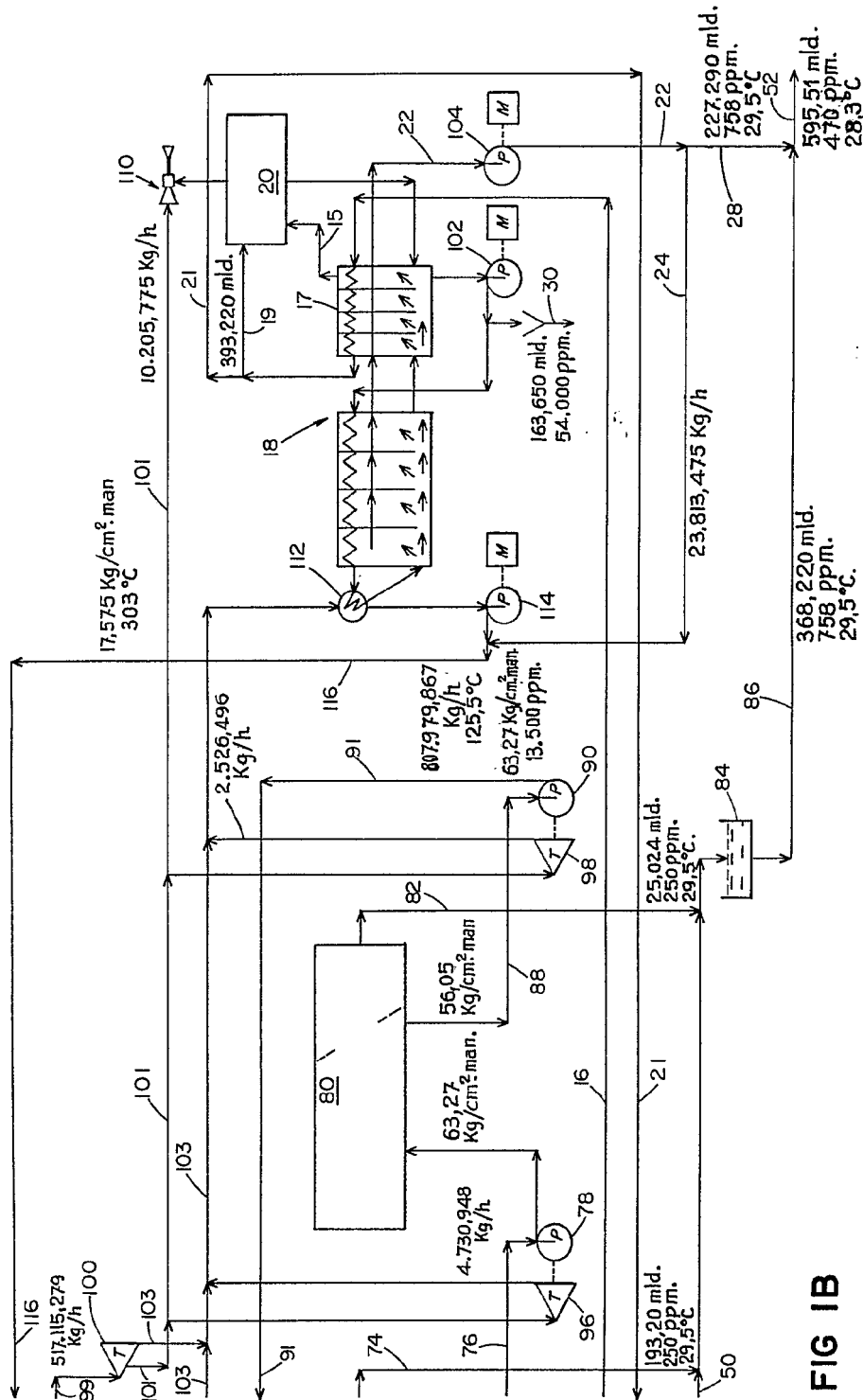


FIG 1B

Albert...
For Food...

383652

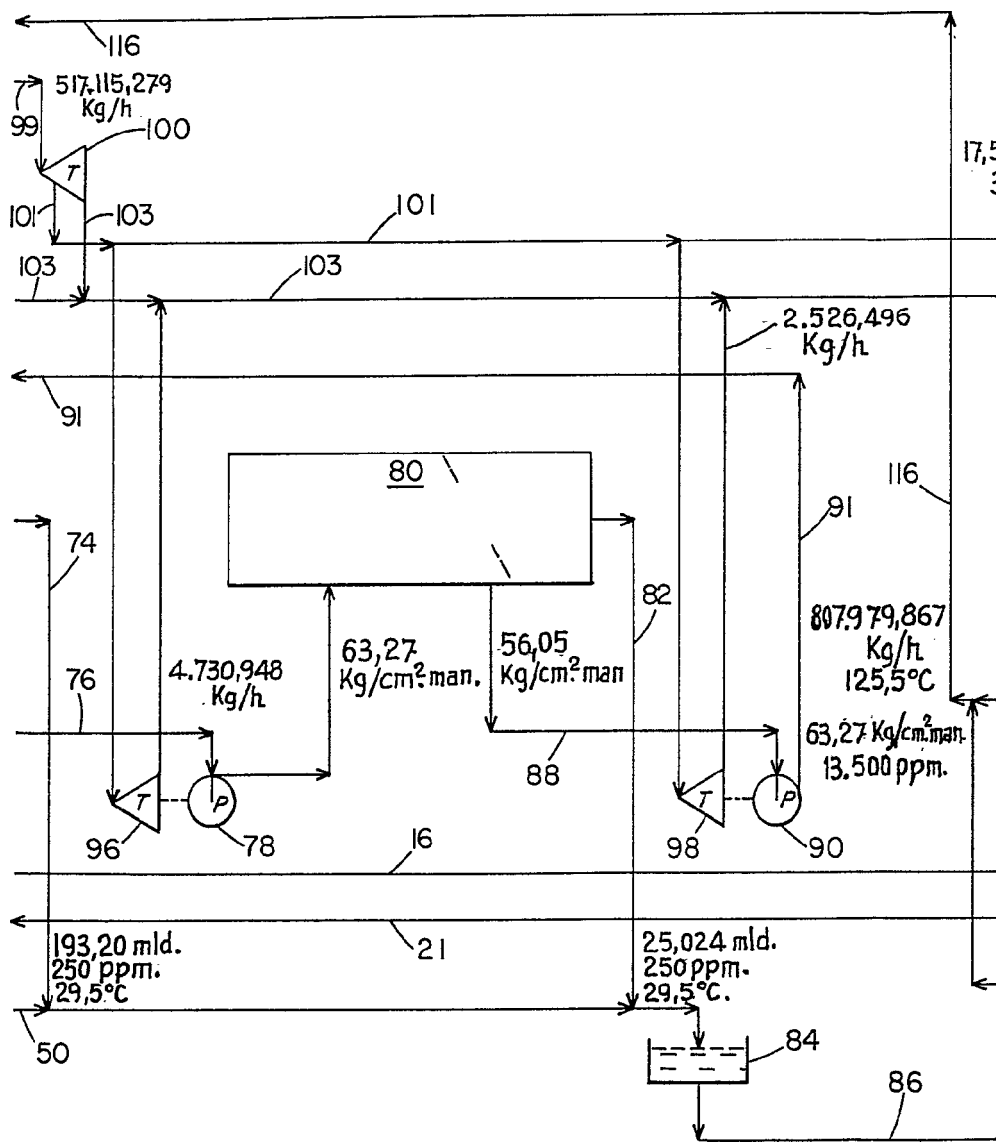
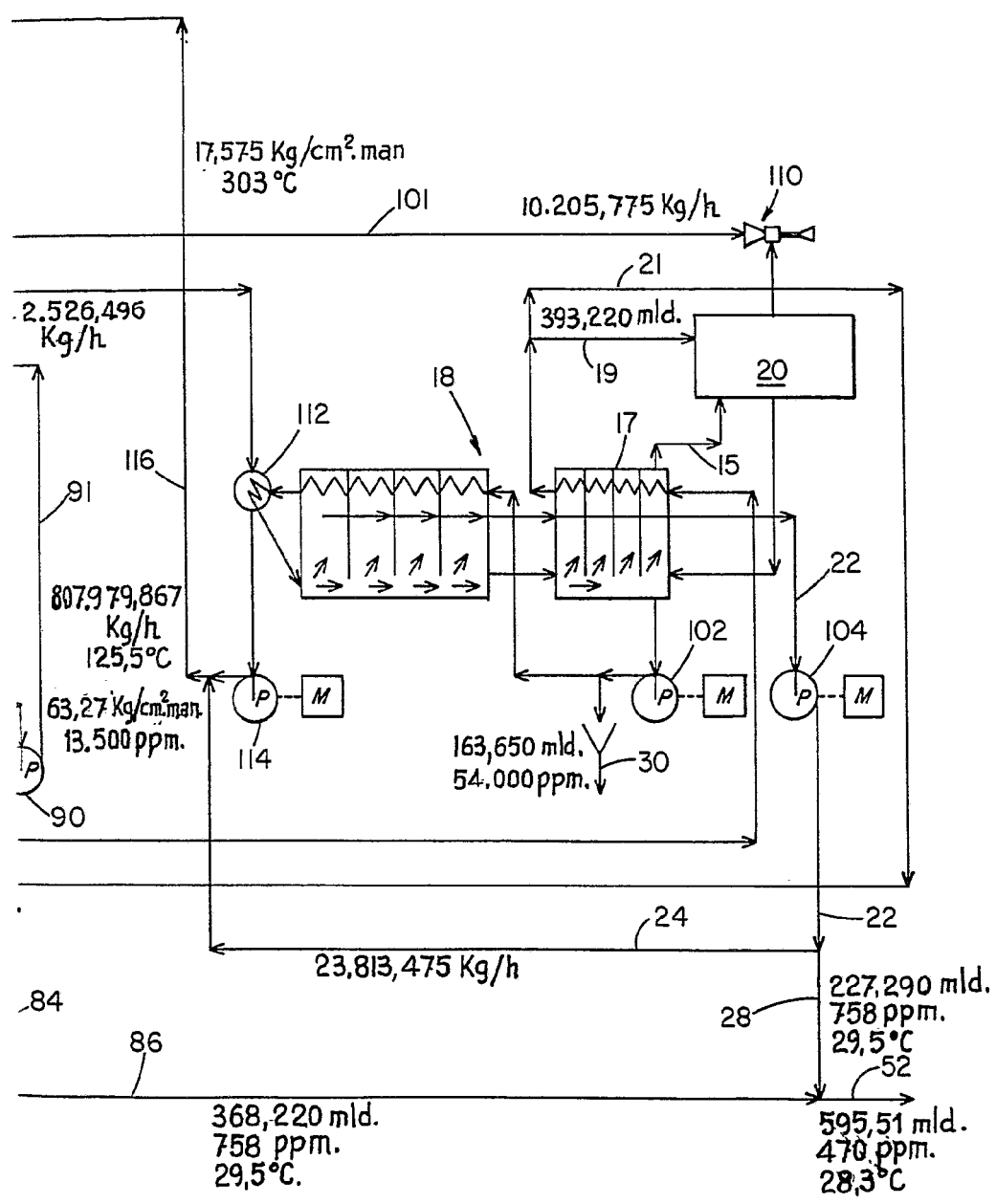


FIG 1B

383659



Aiberio
Aiberio
Per Foder.