



21

ACIO
CIP. F17
SUBCLASE C

382039

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: BLACK, SIVALLS & BRYSON INC.

Residencia: 7500 East 12th Street, KANSAS CITY,
Missouri 64126, U.S.A.

Enunciado: "UN PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA
VAPORIZAR UNA CORRIENTE DE GAS NA
TURAL LICUADO".

Prioridad: de la solicitud de patente estadouni
dense No. 834.413 del 22-7-1969.



El presente invento se refiere a un procedimiento y a un aparato para vaporizar gas natural licuado utilizando gases de escape de turbinas, en los que el aire de accionamiento de las turbinas se enfría por etapas con una corriente de gas natural vaporizado.

El gas natural licuado se vaporiza normalmente añadiendo calor para hacerlo volver a su estado de gas natural para su utilización. Por ejemplo, el gas natural puede licuarse y almacenarse para proveer gas durante cortos periodos de tiempo durante los cuales las demandas son excesivamente elevadas. Este gas natural licuado almacenado está a una temperatura de $-161,1^{\circ}\text{C}$ (-258°F) y debe calentarse para que se vaporice y vuelva a su estado normal para ser utilizado.

Una turbina convencional del tipo utilizado para producir energía eléctrica consume enormes cantidades de aire y genera un gran volumen de gases de escape muy calientes. La potencia de la turbina puede aumentarse enfriando el gas de accionamiento que penetra en la turbina, que es usualmente aire.

Se han propuesto varios procedimientos para vaporizar el gas natural licuado con los gases de escape de la turbina, en los que el gas natural licuado se utiliza para enfriar el aire de accionamiento de la turbina. Igualmente, se han propuesto procedimientos en los que el gas natural licuado se vaporiza en primer lugar con los gases de escape de la turbina, y se utiliza a continuación para enfriar el aire de accionamiento de la turbina. Estas propuestas tienen el mérito de que el aparato necesario para llevar a cabo estos procedimientos puede utilizarse tanto pa

382039



5 ra producir electricidad como para vaporizar el gas natural
licuado más económicamente que un aparato separado. Sin
embargo, existe una dificultad cuando se intenta enfriar el
aire de accionamiento de la turbina con el gas natural li-
cuado en un aparato convencional de intercambio térmico,
porque se forma hielo en el aparato debido al vapor de
agua que se condensa y que se congela en él. Es decir que
el gas natural licuado a una temperatura de $-161,1^{\circ}\text{C}$ (-258°F)
hará que las superficies exteriores de los tubos del inter-
cambiador térmico tengan una temperatura muy por debajo de
10 la temperatura a la que el vapor de agua se condensa y se
congela en el aire atmosférico. Un funcionamiento continuo
de un intercambiador térmico de este tipo producirá la for-
mación de capas de hielo dentro del intercambiador térmico
15 hasta que la pérdida de presión del aire que atraviesa el
intercambiador de calor sea excesiva y que la circulación
del aire sea completamente bloqueada por el hielo en el in-
tercambiador térmico.

Igualmente, se ha comprobado que existe un pro-
20 blema similar cuando se intenta enfriar el aire de acciona-
miento de la turbina con una corriente de gas natural vapori-
zado. Puesto que es conveniente reducir el aire de acciona-
miento de la turbina desde las condiciones atmosféricas
hasta una temperatura de $-1,11^{\circ}\text{C}$ a $4,44^{\circ}\text{C}$ (30°F a 40°F), si
25 se intenta utilizar gas natural vaporizado para enfriar el
aire en una sola etapa de intercambio térmico, el gas na-
tural vaporizado debe de estar a una temperatura muy infe-
rior al punto de condensación y de congelación del vapor de
agua. Por consiguiente, se formará hielo en el aparato
30 intercambiador térmico utilizado, de la misma manera que la

382039



1970

que ha sido descrita más arriba.

El presente invento está dirigido hacia un procedimiento y a un aparato mejorado para la vaporización del gas natural licuado con los gases de escape de turbina y el enfriamiento del aire de accionamiento de la turbina con el gas natural vaporizado, enfriándose el aire de la turbina en dos o más etapas, con un mínimo de hielo formado en el intercambiador térmico utilizado.

Según un aspecto del presente invento se provee un procedimiento para vaporizar una corriente de gas natural licuado, incluyendo el poner la corriente de gas en situación de intercambio térmico indirecto con los gases de escape que salen de una turbina para vaporizar la corriente de gas y el hacer pasar la corriente de gas vaporizado a través de tubos de intercambio térmico en posición de intercambio térmico indirecto con el gas de accionamiento de la turbina que pasa por la entrada de la turbina a fin de enfriar este gas entrante, vaporizándose y calentándose una primera corriente de gas natural licuado por los gases de escape de la turbina a una temperatura tal que se formará solamente una pequeña cantidad de hielo, a partir de cualquier cantidad de agua arrastrada por el gas de accionamiento de turbina entrante en las superficies exteriores de los tubos de intercambio térmico cuando el gas vaporizado se pone en contacto indirecto de intercambio térmico con los gases de accionamiento de la turbina entrante, pasando a continuación dicha primera corriente a través de un primer grupo de tubos de intercambio térmico para producir el enfriamiento del gas de accionamiento de turbina entrante y para calentar dicha primera corriente de gas, combinándose

5
382039



1970

5

dicha primera corriente con una segunda corriente de gas natural licuado de modo que dicha segunda corriente se vaporice y que la corriente combinada alcance dicha temperatura; y pasando a continuación la corriente combinada por un segundo grupo de tubos de intercambio térmico para producir igualmente el enfriamiento del gas de accionamiento de tur
bina entrante.

10

De acuerdo con un segundo aspecto del invento se provee un aparato para vaporizar una corriente de gas natural licuado, incluyendo dicho aparato un primer intercambiador térmico indirecto para calentar la corriente gaseosa por medio de los gases de escape que salen de una tur
bina a fin de vaporizar la corriente gaseosa; un segundo intercambiador térmico indirecto que tiene tubos de intercambio térmico en el, dispuestos en un primer grupo y en un segundo grupo, para enfriar el gas de accionamiento de turbina que fluye por la entrada de la turbina; un dispositivo de control de temperatura asociado con dicho primer in
tercambiador térmico a fin de mantener la temperatura del gas natural vaporizado a un valor que produce el hielo mínimo adecuado para hacer pasar el gas en dicho segundo intercambiador térmico; un primer conducto conectado entre la salida del primer intercambiador térmico y la entrada del primer grupo de tubos de intercambio térmico del segundo in
tercambiador térmico; un segundo conducto conectado entre la salida del primer grupo de tubos de intercambio térmico y la entrada del segundo grupo de tubos de intercambio tér
mico, una válvula para inyectar una corriente de gas natural licuado en la corriente que fluye a través del segundo conducto para vaporizar dicha corriente de gas natural li-

15

20

25

30

382039



cuado y para enfriar la corriente combinada; y un tercer conducto conectado a la salida del segundo grupo de tubos de intercambio térmico para extraer la corriente combinada de gas natural a partir de él.

5 Para que el invento pueda entenderse más fácilmente, se da la siguiente descripción, principalmente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

10 La figura 1 es una vista diagramática de un aparato según el invento;

La figura 2 es una vista en elevación lateral del aparato; y

La figura 3 es una vista en planta por encima, parcialmente en corte, del aparato de la figura 2.

15 Haciendo ahora referencia a los dibujos, y particularmente a la figura 1, una corriente de aire atmosférico pasa a través del conducto 10 hasta un enfriador de aire 12. El enfriador de aire 12 incluye básicamente una pluralidad de tubos de intercambio térmico 14 para enfriar
20 el aire que los atraviesa. El aire enfriado sale del enfriador de aire 12 por un conducto 16 y llega a una turbina 18. La turbina 18 es del tipo en el que se mezclan grandes cantidades de aire con gas natural y haciendo que queme, y produciendo así grandes volúmenes de gases de escape calien
25 te. Los gases de escape procedentes de una turbina de este tipo estarán normalmente a temperaturas del orden de 482°C á 538°C (900°F á 1000°F).

30 La turbina 18 se utiliza para accionar un generador 20, que puede ser de un tipo convencional. Los gases de combustión calientes procedentes de la turbina 18 atra-

382039



1970

viesan el conducto 22 y penetran en un calentador de gas natural licuado 24. A partir del calentador 24, los gases de escape atraviesan el conducto 23, a partir del cual pueden escaparse a la atmósfera.

5 Una corriente de gas natural licuado almacenada en un depósito de almacenamiento es bombeada a través de un conducto 30 hasta un conducto 32 por medio de una bomba 34. Una válvula de estrangulamiento convencional accionada a mano 36 está dispuesta en la tubería 32, y una tubería 38
10 está conectada a la tubería 32 rio arriba respecto a la válvula 36. Tal y como se describirá más adelante, la válvula 36 se ajusta de modo que una porción del gas natural licuado bombeado por la bomba 34 pase por la tubería 38. La mayor porción de la corriente de gas natural licuado
15 atraviesa la válvula 36 y el conducto 32 llegando a un grupo 40 de tubos de intercambio térmico 25, conectados en serie, y dispuestos dentro del calentador 24. El gas natural licuado que atraviesa dicho grupo 40 de intercambiador térmico se vaporiza y calienta a la temperatura deseada por medio de los gases de escape de la turbina que pasan por el
20 exterior de los tubos de intercambio térmico 25. El gas natural vaporizado y calentado es conducido desde el calentador 24 a través de la tubería 42.

Un controlador de temperatura 44, que puede ser
25 de un tipo convencional, está conectado a la tubería 42 para medir la temperatura del gas natural que lo atraviesa. El controlador de temperatura 44 puede ser cualquier controlador de temperatura neumático o eléctrico que producirá una señal proporcional a la variación de la temperatura medida
30 a partir de una temperatura elegida. Un conducto de deri-

382039



JUL 1970

5 vación 46 está conectado a la tubería 42 y a la tubería 32. Una válvula de control 48 está dispuesta dentro del conducto 46. La válvula puede ser cualquier válvula de control automática convencional que se abrirá y cerrará en respuesta a la señal producida por el controlador de temperatura 44.

10 La tubería 42 está conectada a un primer grupo 50 de tubos de intercambio térmico 14 conectados en serie y dispuestos dentro del enfriador de aire 12. El gas natural vaporizado conducido al grupo de tubos de intercambio térmico 50 por el conducto 42 atraviesa el grupo 50, enfriando así el aire que pasa por el exterior del grupo 50. El gas natural vaporizado, que se calienta mientras pasa a través del grupo de tubos de intercambiador térmico 50, pasa a un colector 88 que está conectado al colector 98.

15 La tubería 38 está conectada a la tubería 54, la cual a su vez está conectada al colector 98. Una válvula de control convencional 56 está situada dentro del conducto 54. Una porción de la corriente de gas natural licuado que atraviesa la tubería 38 pasa a través de la tubería 54 y de la válvula de control 56 hasta el colector 98, donde se mezcla con el gas natural caliente que pasa por el colector 98 a partir del colector 88. A continuación la corriente combinada pasa a un segundo grupo 58 de tubos 20 14 de intercambio térmico conectados en serie y dispuestos dentro del enfriador de aire 12. Un controlador de temperatura convencional 60 está dispuesto dentro del colector 98 para medir la temperatura de la corriente combinada que lo atraviesa. El controlador de temperatura 60 puede ser 25 30 cualquier controlador de temperatura convencional neumáti-

382039



JUL. 1970

5 co o eléctrico que produzca una señal proporcional a la
variación de la temperatura medida a partir de una tempe-
ratura de ajuste deseada. La válvula de control 56 puede
ser cualquier válvula de control automático convencional
que se abrirá y cerrará de acuerdo con la señal producida
por el controlador de temperatura 60.

10 La corriente combinada de gas natural pasa por
el grupo de tubos de intercambio térmico 58 a partir del
colector 48, y es calentada por el aire que atraviesa el
enfriador de aire 12, mientras enfría el aire de manera co-
rrespondiente. A partir del grupo de tubos de intercambia-
dores térmicos 58, la corriente de gas natural pasa por el
colector 100, que está conectado al colector 104. Una tu-
bería 64 está conectada a la tubería 38 y al colector 104,
15 y una válvula de control convencional 66 está dispuesta en
ella. El gas natural licuado procedente de la tubería 38
atraviesa la tubería 64 y la válvula de control 66 penetran-
do en un colector 104 donde se combina con la corriente de
gas natural que pasa al colector 104 a partir del colector
20 100. Un controlador de temperatura convencional 68 del
mismo tipo que ha sido descrito más arriba está dispuesto
dentro del colector 104 para determinar la temperatura de la
corriente del gas natural en él, y para abrir y cerrar la
válvula de control 66 de manera correspondiente.

25 A partir del colector 104, la corriente combi-
nada de gas natural pasa a un tercer grupo 70 de tubos de
intercambio térmico 14 conectados en serie y dispuestos
dentro del enfriador de aire 12. La corriente de gas natu-
ral combinada que pasa por el grupo 70 es calentada por el
30 aire mientras que el aire es enfriado de manera correspon-



1970

382039

diente. A partir del grupo de tubos de intercambio térmico 70, el gas natural penetra en la tubería 72.

Una tubería 74 está conectada a la tubería 72 y a la tubería 42. Una válvula de control convencional 76 está dispuesta dentro de la tubería 74. Un controlador de temperatura convencional 78 del mismo tipo que el que ha sido descrito más arriba está dispuesto dentro de la tubería 16 para medir la temperatura del aire que la atraviesa, y para abrir y cerrar de manera correspondiente la válvula de control 76.

La tubería 72 está conectada a un grupo 71 de tubos de intercambio térmico 25 conectados en serie y dispuestos dentro del calentador 24. Una tubería 80 está conectada a la salida del grupo de tubos de intercambio térmico 71 para conducir el gas natural hasta un punto de distribución o de utilización. Una tubería de derivación 75 está conectada entre las tuberías 72 y 80, y lleva dispuesta en ella una válvula de control convencional 77. Un controlador de temperatura convencional 79 está conectado a la tubería 80 para medir la temperatura del gas natural que lo atraviesa y para abrir y cerrar correspondientemente la válvula de control 77.

Haciendo ahora referencia a las figuras 2 y 3, el aparato se representa montado en una plataforma deslizante 82. El aparato montado sobre la plataforma incluye básicamente un conducto de entrada de aire 10, un enfriador de aire 12, una turbina 18, un generador eléctrico 20, un calentador 24, y una bomba de gas natural licuado 34. Como puede verse más claramente en la figura 3, los tubos de intercambio térmico 14 del enfriador de aire 12 están agrupa-

11-382039



1970

5 dos en tres conjuntos 50, 58 y 70, descritos más arriba. Los tubos de intercambio térmico 14 del grupo 50 están conectados en serie y provistos de una entrada 84 y de una salida 86. La tubería 42 está conectada a la entrada 84 del grupo 50 y la salida 86 del grupo 50 está conectada al colector 88. El grupo 58 de tubos de intercambio térmico tiene una entrada 90 y una salida 92, y el grupo 70 de tubos de intercambio térmico incluye una entrada 94 y una salida 96. El colector 98 está conectado a la entrada 90 del grupo de tubos de intercambio térmico 58, el colector 100 está conectado a la salida 92 del grupo de intercambio térmico 58, y el colector 104 está conectado a la entrada 94 del grupo de tubos de intercambio térmico 70. La tubería 72 está conectada a la salida 96 del grupo de tubos de intercambio térmico 70. Los colectores 88 y 98 están conectados conjuntamente en sus extremidades inferiores por la tubería 101, y los colectores 100 y 104 están conectados conjuntamente por sus extremidades inferiores por la tubería 102. Las tuberías 54 y 56, descritas más arriba están conectadas a los colectores 98 y 104, respectivamente.

20 El calentador 24 incluye un grupo 40 de tubos de intercambio térmico 25, conectados en serie, y un grupo 71 de tubos de intercambio térmico 25, conectados en serie. El grupo de tubos de intercambio térmico 40 incluye una entrada 106 y una salida 108. El grupo de tubos de intercambio térmico 71 incluye una entrada 110 y una salida 112. La tubería 32 está conectada a la entrada 106 del grupo de tubos de intercambio térmico 40, y la tubería 42 está conectada a la salida 108 del grupo de tubos de intercambio térmico 40. La tubería 72 está conectada a la entrada

382039



1970

110 del grupo de tubos de intercambio térmico 71 y la tubería 80 está conectada a la salida 112 del grupo de tubos de intercambio térmico 71.

5 El funcionamiento del aparato se describirá ahora. Haciendo referencia a las figuras 1 á 3, el aire atmosférico es aspirado a través de la tubería 10 en el enfriador de aire 12 donde se enfría desde la temperatura atmosférica a una temperatura incluida entre $-1,11^{\circ}\text{C}$ y $4,44^{\circ}\text{C}$ aproximadamente (30°F y 40°F). El aire enfriado pasa a continuación por la tubería 16 hasta la entrada de
10 aire de la turbina 18. El gas natural penetra en la turbina 18 por la tubería 81 que está conectada a la tubería 80. Una válvula de cierre convencional 84 y un regulador de presión 85 están dispuestos en la tubería 81. El gas natural
15 y el aire se queman en la turbina 18 para proveer la energía que sirve para hacer funcionar el generador eléctrico 20. Los gases de escape calientes que tienen una temperatura en la gama de aproximadamente 482°C á 538°C (900°F á 1.000°F) salen de la turbina 18 por la tubería 22. La tubería 22 conduce los gases de combustión calientes al calentador 24, a partir del cual los gases de escape salen a la
20 atmosfera por la tubería 26.

Una corriente de gas natural licuado se bombea desde el depósito de almacenamiento 28 u otra fuente a través de la tubería 30 hasta la tubería 32 por la bomba 34.
25 La válvula 36 de la tubería 32 se ajusta de modo que la corriente de gas natural licuado se divida en dos corrientes, una que pasa hasta la tubería 38 y la otra que pasa a través de la tubería 32 hasta el grupo de tubos de intercambio térmico dispuesto dentro del calentador 24.
30



5 La corriente de gas natural licuado que pasa a través del grupo de tubos de intercambio térmico 40 se calienta y vaporiza por medio de intercambio térmico con los gases de escape que atraviesan el calentador 24 en el exterior de los tubos de intercambio térmico 25. El gas natural vaporizado pasa a continuación por la tubería 42. El controlador de temperatura 44 mide la temperatura del gas natural vaporizado que atraviesa la tubería 42, y abre o cierra la válvula 48 de manera correspondiente. Cuando la

10 válvula 48 se abre, una porción del gas natural licuado pasa en derivación respecto al grupo de tubos de intercambio térmico 40 y se mezcla con el gas natural caliente y vaporizado que penetra en la tubería 42 a partir del grupo 40. Al mezclarse la corriente combinada, esta se enfriará y la porción del gas natural licuado derivada se vaporizará. Durante el funcionamiento, el controlador de temperaturas 44 se ajusta para controlar los gases vaporizados que pasan por la tubería 42 a una temperatura de aproximadamente

15 $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$). La temperatura del gas natural licuado que penetra en las tuberías 32 y 38 es de aproximadamente

20 $-161,1^{\circ}\text{C}$ (-258°F).

La corriente de gas natural vaporizado pasa por la tubería 42 y penetra en el grupo 50 de tubos de intercambio térmico 14 dispuestos dentro del enfriador de aire

25 12. Se intercambia calor entre el gas natural dentro de los tubos 12 y el aire que pasa por el exterior de los tubos 12 de modo que el aire se enfría y que el gas natural se calienta.

Como lo saben los peritos en la materia, el gas natural a una temperatura de $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) que atraviesa

30



los tubos de intercambio térmico 14 del grupo 50 producirá una temperatura inicial exterior de la pared de los tubos de intercambio térmico inferior a 0°C (32°F). Por consiguiente, el vapor de agua contenido en el aire que pasa

5 por la parte exterior de los tubos de intercambio térmico 12 se condensará y se congelará en la superficie de los tubos 12. El hielo formado en las superficies exteriores de los tubos 12 aumentará de espesor y el calor transmitido a partir del interior de los tubos 12 hasta el exterior

10 encontrará un obstáculo proporcional. Sin embargo, la formación de hielo en el exterior de los tubos de intercambio térmico 12 alcanzará un estado de equilibrio al alcanzar el hielo un espesor que evitará que la superficie exterior del hielo tenga una temperatura superior a 0°C (32°F). Por

15 consiguiente, manteniendo la temperatura del gas natural que pasa a través del interior de los tubos de intercambio térmico 12 a una temperatura próxima a 0°C (32°F) por ejemplo una temperatura de $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) se formará solamente una delgada capa de hielo en las superficies exteriores

20 de los tubos 12 al alcanzarse este equilibrio. Esta capa delgada no impedirá la circulación de aire en los tubos, ni reducirá la superficie eficaz de intercambio térmico de los tubos, de manera apreciable. Sin embargo, manteniendo la temperatura del gas natural que atraviesa los

25 tubos de intercambio térmico 12 a una temperatura de $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) o superior, la temperatura del aire que pasa encima de los tubos 12 puede reducirse solamente en un grado limitado en un intercambiador térmico convencional de una sola etapa. Suponiendo una temperatura de entrada de aire

30 de $29,4^{\circ}\text{C}$ (85°F) si se intenta reducir la temperatura del

-15-
382039



JUL. 1970

aire a un valor incluido entre $-1,11^{\circ}\text{C}$ y $4,44^{\circ}\text{C}$ (30°F y 40°F) con un gas natural a $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) se necesitaría un aparato intercambiador térmico muy grande y muy caro.

El presente invento provee un procedimiento y un aparato en el que el aire se enfría en una pluralidad de etapas, permitiendo así la utilización de un aparato de intercambio térmico relativamente pequeño y económico mientras que al mismo tiempo evita la formación de capas gruesas de hielo en el exterior de los tubos de intercambio térmico.

Esto se realiza haciendo pasar el gas natural a una temperatura de aproximadamente $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) a través del primer grupo 50 de los tubos 12 de intercambio térmico. El calor se transfiere desde el aire que pasa por el grupo de tubos 50 al gas natural, enfriando así el aire y calentando el gas natural. El gas natural así calentado penetra en el colector 88 y atraviesa la tubería 100 penetrando en el colector 98. Para enfriar la corriente de gas natural calentada a una temperatura de aproximadamente $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) se inyecta una cantidad controlada de gas natural licuado a una temperatura de $-161,1^{\circ}\text{C}$ (-258°F) en el colector 98 a través de la tubería 54. Como puede entenderse, el gas natural licuado se vaporizará al mezclarse con el gas natural que atraviesa el colector 98, y enfriará la corriente combinada resultante de gas natural. El controlador de temperatura 60 mide la temperatura de la corriente combinada de gas natural y abre o cierra la válvula 56 de manera correspondiente. Es decir que el controlador de temperatura 60 se ajusta para mantener la corriente combinada de gas natural que atraviesa el colector 98 a una temperatura de aproximadamente $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$) y controla la circu

382039



1970

lación del gas natural licuado por el colector 98 de mane-
ra correspondiente. La corriente de gas natural combinada
así enfriada pasa por el grupo 58 de tubos 14 del intercam-
biador térmico. Se transfiere una cantidad suplementaria
5 de calor a partir del aire que atraviesa el enfriador de
aire 12 hasta la corriente de gas natural dentro del grupo
de tubos 58 enfriando el aire todavía más. La corriente
de gas natural calentada que sale del grupo de tubos 58
penetra en el colector 100 y atraviesa la tubería 102 pa-
10 sando al colector 104. Se inyecta una cantidad suplemen-
taria de gas natural licuado en el colector 104 para enfriar
el gas natural que lo atraviesa. El controlador de tempera-
tura 68 se ajusta para controlar la temperatura de la co-
rriente combinada de gas natural que atraviesa el colector
15 104 a la temperatura de $-12,1^{\circ}\text{C}$ ($+10^{\circ}\text{F}$). El gas así en-
friado pasa desde el colector 104 al grupo de tubos 70 don-
de se le transfiere una cantidad suplementaria de calor a
partir del aire que pasa por el exterior del grupo de tubos
70. De este modo, el aire que atraviesa el enfriador de
20 aire 12 se enfria por etapas sucesivas de modo que se forma
una cantidad mínima de hielo en el exterior de los tubos de
intercambio térmico 14, y de modo que el enfriador de aire
12 puede ser relativamente pequeño y económico.

El controlador de temperatura 78 dispuesto en
25 la tubería 16 mide la temperatura del aire enfriado que
pasa desde el enfriador de aire 12 hasta la turbina 18. Si
el aire es demasiado frío, el controlador de temperatura 78
abre la válvula de control 76, haciendo que una porción del
gas natural que pasa por la tubería 42 derive al enfriador
30 de aire 12, elevando así la temperatura del aire que atra-

-382039



1970

viesa el enfriador de aire 12, y viceversa.

La corriente de gas natural procedente del enfriador de aire 12 pasa a través del gas natural derivado a través de la tubería 74 y se mezcla con él. La corriente de gas natural pasa a continuación por el grupo 71 de tubos de intercambio térmico dispuestos en el calentador 24. Al pasar a través del grupo 71, el gas natural contenido en el es calentado por los gases de escape de la turbina que pasan por el exterior de los tubos 25, a una temperatura deseada. El gas natural caliente sale del grupo de tubos 71 por la tubería 80, a partir del cual es conducido a un punto de utilización o de distribución. El controlador de temperatura 79 mide la temperatura de la corriente gaseosa que pasa por la tubería 80 y abre o cierra la válvula de derivación 77, de manera correspondiente.

Por consiguiente, se provee un procedimiento y un aparato mejorados para vaporizar el gas natural licuado con los gases de escape de una turbina, en los que el aire de accionamiento de la turbina se enfria por etapas sucesivas con el gas natural vaporizado, evitando así la formación de grandes cantidades de hielo en los tubos del intercambiador térmico del enfriador de aire y permitiendo la utilización de un aparato relativamente pequeño y económico.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las reivindicaciones siguientes:

382039



JUL. 1970

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento y aparato para vaporizar una corriente de gas natural licuado cuyo procedimiento consiste en poner la corriente de gas en contacto indirecto de intercambio térmico con los gases de escape que salen de una turbina para vaporizar la corriente gaseosa y hacer pasar la corriente de gas vaporizado a través de los tubos de intercambio térmico en posición de intercambio térmico indirecto con el gas de accionamiento de la turbina que circula por la entrada de la turbina para enfriar dicho gas entrante, caracterizado el procedimiento porque una primera corriente de gas natural licuado se vaporiza y calienta por medio de los gases de escape de la turbina a una temperatura tal que se formará solamente una pequeña cantidad de hielo, a partir de cualquier cantidad de agua arrastrada por el gas de accionamiento de la turbina que entra en las superficies exteriores de los tubos de intercambio térmico (14) cuando el gas vaporizado se pone en contacto de intercambio térmico indirecto con el gas de accionamiento de turbina que entra, porque dicha primera corriente atraviesa a continuación un primer grupo de tubos de intercambio térmico (50) para enfriar el gas de accionamiento de la turbina que entra y calentar dicha primera corriente de gas, porque dicha primera corriente se combina con una segunda corriente de gas natural licuado de modo que dicha segunda corriente se vaporice y que la corriente combinada alcance dicha temperatura; y porque la corriente combinada atraviesa a continuación un segundo grupo de tubos de intercambio térmico (58) para producir igualmente el enfriamiento del gas de accionamiento de la turbina que entra.

30

382039



1970

2. Un procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque después de abandonar el segundo grupo de tubos de intercambio térmico, la corriente de gas se calienta todavía más por medio de los gases de escape que salen de la turbina (18).

3. Un procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la velocidad de circulación de la primera corriente de gas varía en respuesta a los cambios de la temperatura del gas entrante de accionamiento de la turbina, y porque la velocidad de circulación de la segunda corriente varía en respuesta a los cambios de la temperatura de la corriente de gas combinada, para mantener el gas de accionamiento de la turbina al entrar en la turbina propiamente dicha después de enfriarse y el gas natural producido por el procedimiento, en sus temperaturas deseadas respectivas.

4. Un procedimiento según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, caracterizado porque se combina una tercera corriente de gas licuado con la corriente combinada de modo que la tercera corriente se vaporice y que el vapor resultante se enfríe, y porque la corriente resultante pasa a través de un tercer grupo de tubos de intercambio térmico (70) para producir igualmente el enfriamiento del gas de accionamiento de la turbina que entra.

5. Aparato para llevar a la práctica el procedimiento según la reivindicación 1, que incluye un primer intercambiador térmico indirecto para calentar la corriente gaseosa por medio de los gases de escape que salen de la turbina, y un segundo intercambiador térmico indirecto



1970

382039

to provisto de tubos de intercambio térmico para enfriar el gas de accionamiento de la turbina que fluye por la entrada de la turbina, caracterizado porque los tubos de intercambio térmico están dispuestos en un primer grupo (50) y un segundo grupo (58); porque un controlador de temperatura (44) está asociado con el primer intercambiador térmico (24) para mantener la temperatura del gas natural vaporizado en un valor de producción mínima de hielo adecuado para el paso del gas al segundo intercambiador térmico (12) por una primera tubería (42) conectada entre la salida del primer intercambiador de calor y la entrada del primer grupo de tubos de intercambio térmico del segundo intercambiador térmico; por una segunda tubería conectada entre la salida del primer grupo de tubos de intercambio térmico y la entrada del segundo grupo de tubos de intercambio térmico; por una válvula (56) para inyectar una corriente de gas natural licuado en la corriente que circula por la segunda tubería a fin de vaporizar la corriente de gas natural licuado y enfriar la corriente combinada y por una tercera tubería conectada a la salida del segundo grupo de tubos de intercambio térmico para extraer de él la corriente combinada del gas natural.

6. Aparato según la reivindicación 5, caracterizado porque la tercera tubería tiene una porción que pasa a través del primer intercambiador térmico (24).

7. Aparato según la reivindicación 5 ó 6, caracterizado por una válvula controlada por la temperatura (76, 78) para hacer variar la velocidad de circulación de la corriente de gas natural vaporizado que pasa al primer conducto en respuesta a cambios de la temperatura del gas

382039



JUL 1970

de accionamiento de turbina enfriado que circula por la entrada de la turbina.

5 8. Aparato según la reivindicación 5, 6 ó 7, caracterizado por un controlador de temperatura (60) para hacer variar la velocidad de circulación de la corriente de gas natural licuado inyectada en la corriente que fluye a través de la segunda tubería en respuesta a cambios de la temperatura de la corriente combinada de gas natural que pasa desde la segunda tubería al segundo grupo de tubos de intercambio térmico (58).

10 9. Aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 5 á 8, caracterizado por una tercera tubería conectada entre la salida del segundo grupo de tubos de intercambio térmico (58) y la entrada de un tercer grupo de tubos de intercambio térmico (70) en el segundo intercambiador térmico (12) por una válvula (66) a fin de inyectar una corriente suplementaria de gas natural licuado en la corriente que fluye a través de la tercera tubería para vaporizar la corriente suplementaria de gas natural licuado y enfriar la corriente resultante, y por una cuarta tubería (72) conectada a la salida del tercer grupo de tubos de intercambio térmico (70) para extraer de él el gas natural.

25 10. Aparato según la reivindicación 9, caracterizado por un controlador de temperatura (68) para accionar la válvula (66) a fin de hacer variar la velocidad de circulación de la corriente suplementaria de gas natural licuado en respuesta a los cambios de la temperatura de la corriente combinada de gas natural que pasa desde la tercera tubería al tercer grupo de tubos de intercambio

30

382039



JUL 1970

térmico (70)

5

11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita: "UN PROCEDIMIENTO Y APARATO PARA VAPORIZAR UNA CORRIENTE DE GAS NATURAL LICUADO".

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria descriptiva, que consta de veintidós páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 21 de julio 1970

10

BERNARDO UNGRIA

P.P.

15

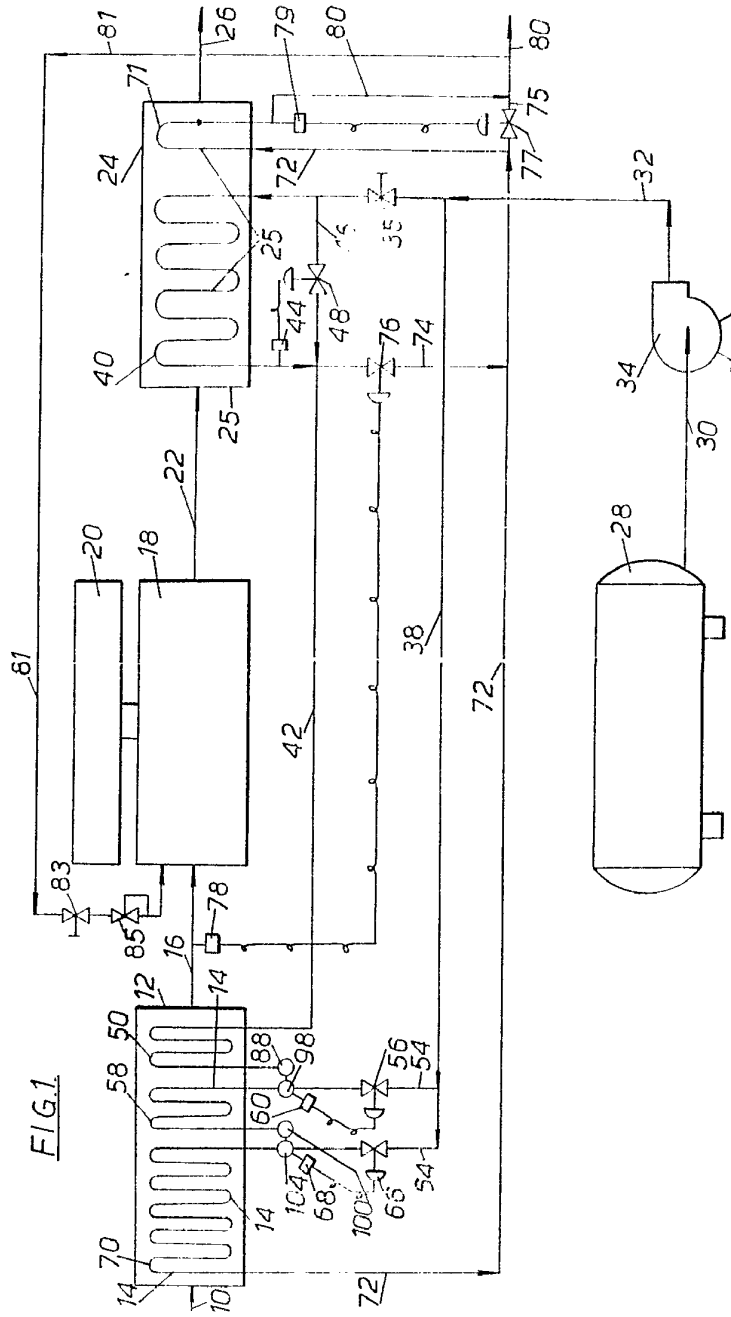
20

25

30

21 JUL 1970

21 JUL 1970



MADRID, 21 JULIO DE 1970

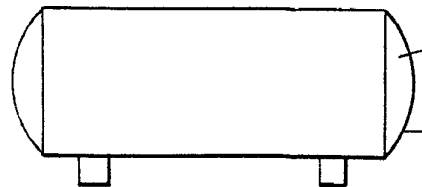
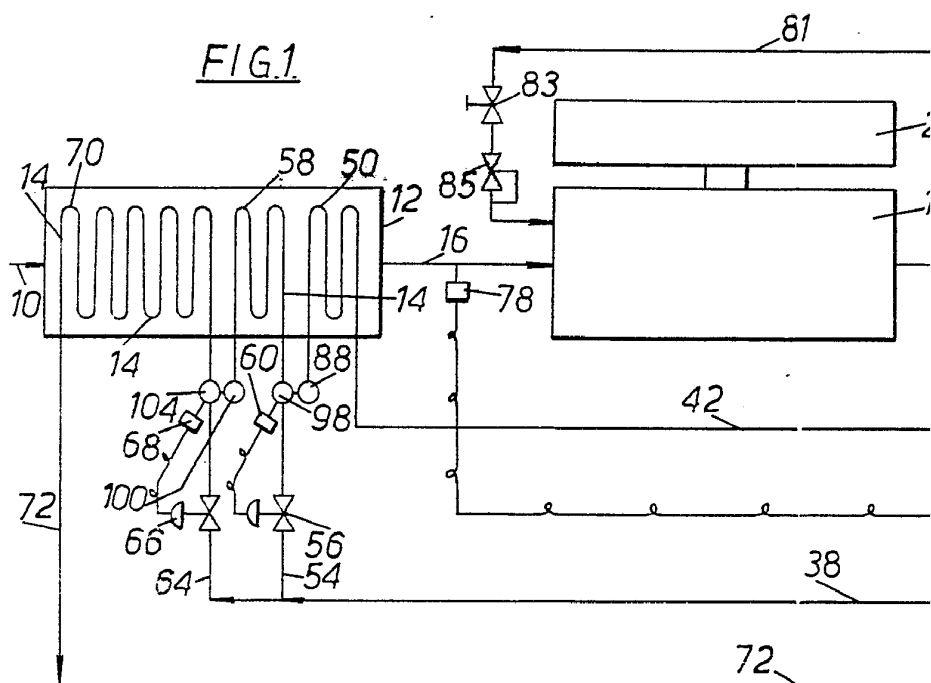
BERNARDO UNGERH

P. P.

374

3620

FIG. 1



382039

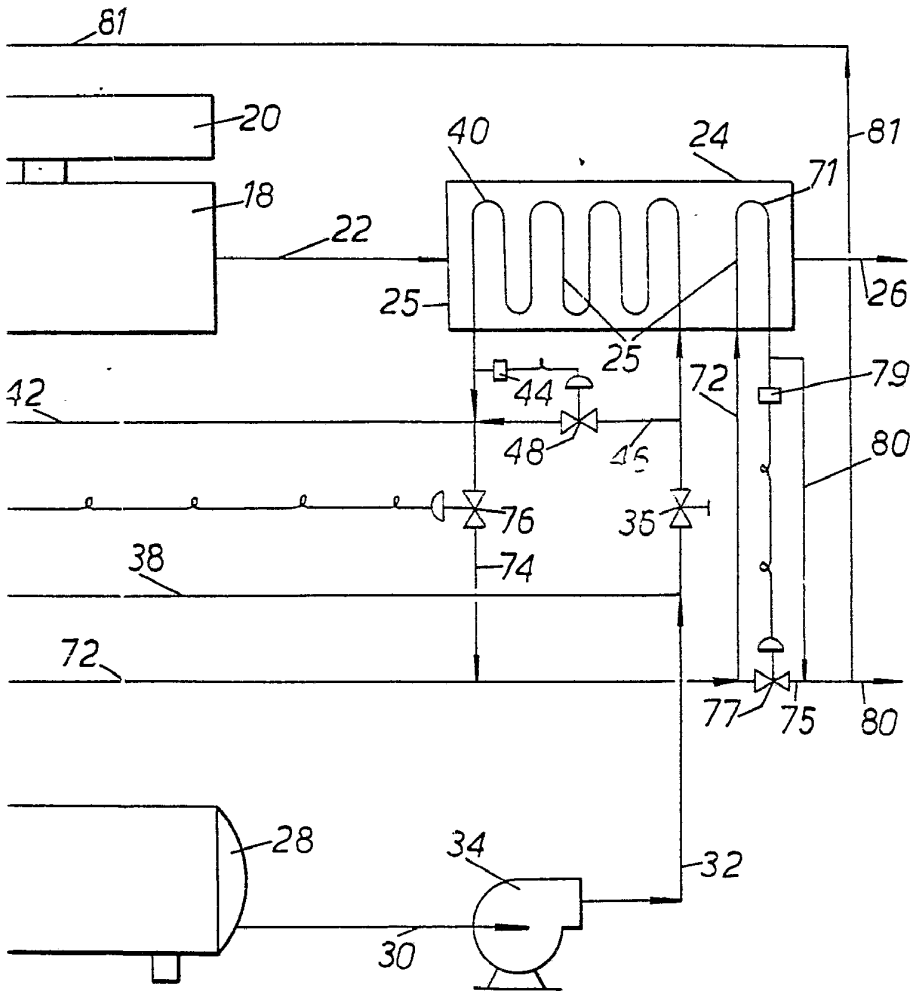
DOS HOJAS/12

27:1:73



21 JUL 1970

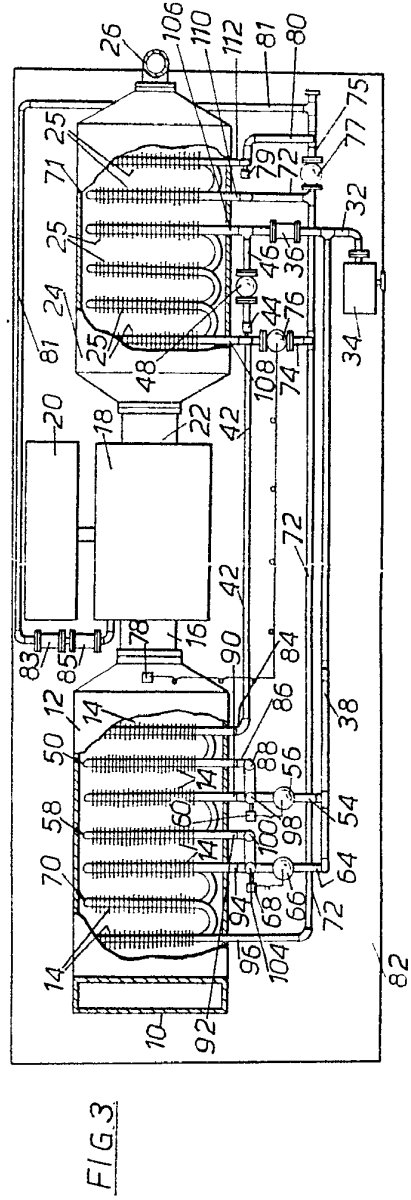
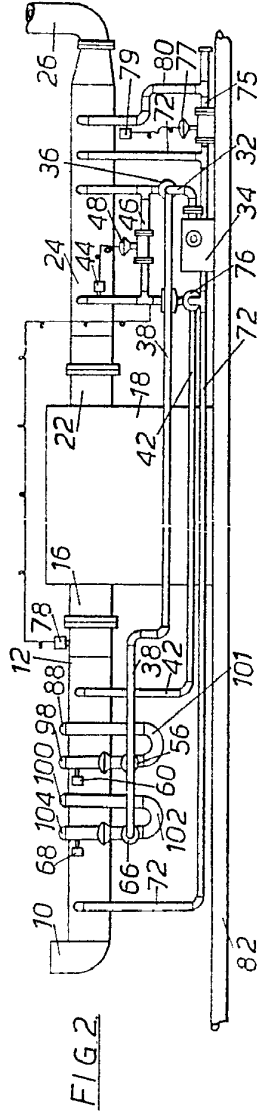
21 JUL 1970



ESCALA: 1:100
MADRID, 21 DE julio DE 1970
BERNARDO UNGRÍA
P. P.

382039

REV 03



ESCALA VARIABLE
 MADRID, 21 DE JULIO DE 1970
 BERNARDO UNGERÍA
 P. P.



502533

FIG. 2

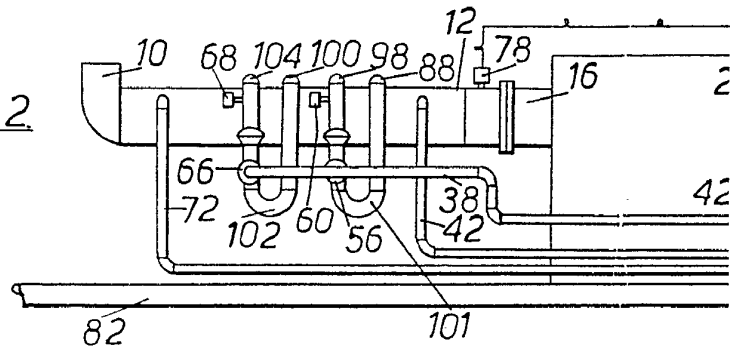
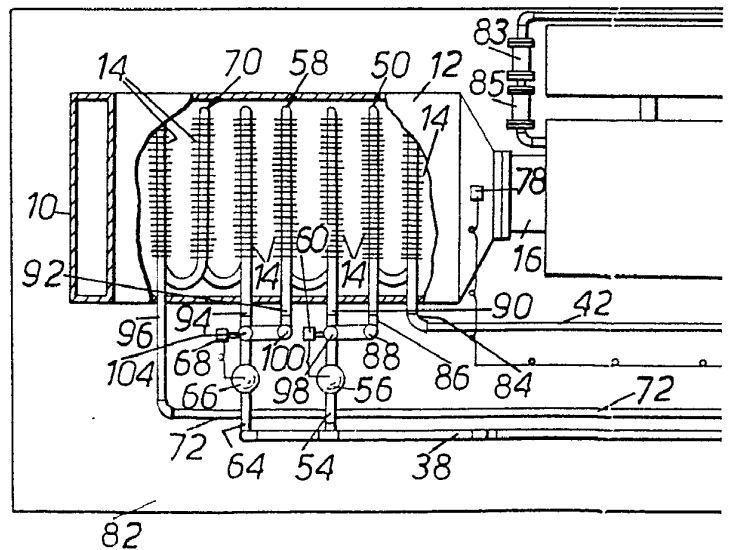
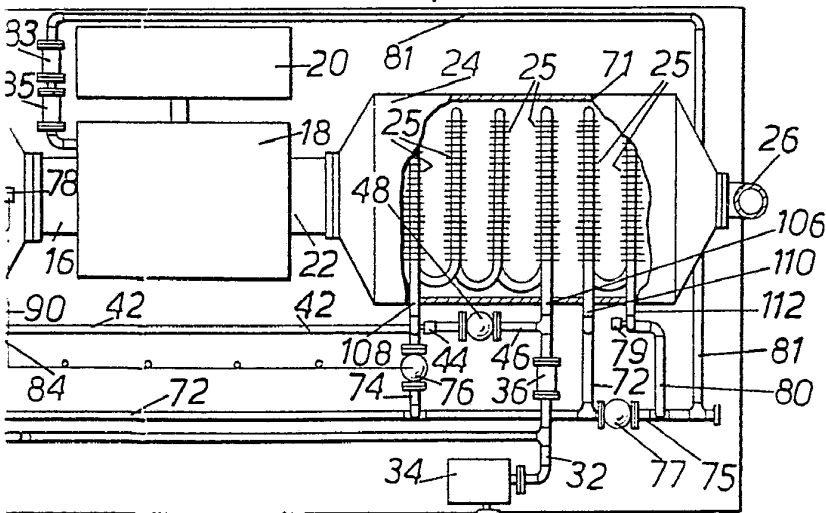
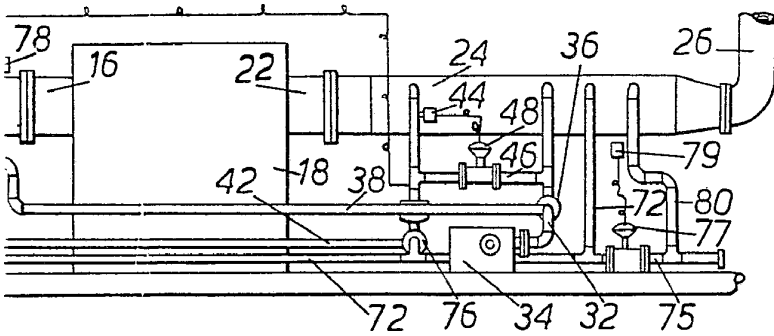


FIG. 3



382039

21 JUL 1970



ESCALA VARIABLE
MADRID, 21 DE julio DE 1970
BERNARDO UNGRÍA
P. P.