

320714



PATENTE DE INVENCION

Your ref: PA 274-Sp.

320714

Memoria Descriptiva

sobre

"PROCEDIMIENTO PARA LICUAR GASES"

Solicitante: CONCH INTERNATIONAL METHANE LIMITED, entidad de las Islas Bahamas, residente en Sandringham House, Shirley Street, Nassau, The Bahamas.

Esta invención se refiere a la licuefacción de un gas, utilizando un refrigerante líquido del tipo que tiene un punto de ebullición más bajo que la temperatura crítica de dicho gas. En particular, concierne a la producción de nitrógeno líquido, mientras



320714

se regasifica gas natural líquido para recuperar -
así una parte del potencial de refrigeración inhe-
rente en el mismo.

5. Se ha convertido en práctica común, en -
el empleo del gas natural, el transportarlo y al-
macenarlo en forma líquida, debido a su volumen -
enormemente reducido y a la economía de espacio de
almacenaje así conseguida. Este procedimiento im-
plica licuar el gas natural antes del transporte,
10. y regasificar luego el líquido antes de meterlo en
una tubería para uso de los consumidores. El poten-
cial de refrigeración inherente en dicho gas natu-
ral líquido es grande y es generalmente ventajoso
el que dicho potencial de refrigeración sea usado
15. más bien que desperdiciado. De acuerdo con esto, -
es un objeto de la presente invención el proveer -
un método eficiente para recuperar una porción subs-
tancial del potencial de refrigeración para licuar
un segundo gas, tal como el nitrógeno, con una de-
20. manda reducida de energía.

A este fin, la invención comprende;

- Un método para licuar un gas por empleo -
de un refrigerante líquido del tipo que tiene un -
punto de ebullición más bajo que la temperatura crí-
tica de dicho gas, método que comprende:
25.

- (a) Introducir una corriente principal
de gas a una presión seleccionada;
(b) Licuar dicho gas por intercambio ca-
lorífico indirecto con dicho refrigerante líquido;
30. (c) Expansionar dicho gas licuado en un

320714



número de etapas sucesivas para formar un número -
de corrientes gaseosas individuales de recircula -
ción, cada una de las cuales es de presión infe -
rior a la de la precedente;

5. (d) Comprimir cada corriente de recircu -
lación hasta la presión de la precedente;

(e) Extraer el calor de compresión gene -
rado en dicha fase (d) por intercambio calórico in -
directo entre dicha corriente de recirculación com -
primida y dicho refrigerante líquido;

10.

(f) Combinar dicha corriente de circula -
ción comprimida y enfriada con la corriente de re -
circulación precedente, antes de ser comprimida és -
ta; y

15.

(g) Alimentar dichas corrientes de recir -
culación combinadas bajo dicha presión seleccionada
a dicha corriente principal, antes de la licuefac -
ción en dicha fase (b).

20.

Se facilitará la comprensión de los dife -
rentes aspectos de la presente invención por refe -
rencia al diagrama de circulación adjunto. La dispo -
sición específica ilustrada está provista sólo como
ejemplo, y el alcance de la invención queda defini -
do por las reivindicaciones que se acompañan.

25.

En el dibujo se muestra un diagrama de -
circulación de acuerdo a la invención; la circula -
ción de gas natural se ha marcado con líneas ordina -
rias, y la de nitrógeno con líneas que tienen pun -
tos superpuestos.

30.

Con referencia al diagrama de circulación

320714



- el nitrógeno gaseoso de cualquier fuente conveniente entra al sistema por un conducto (2), y se comprime en un compresor de tres fases (4) hasta una presión aproximadamente 23,8 atmósferas (absolutas);
5. a continuación se extrae el calor de compresión en un refrigerante de agua (6) y uno de freón (8). El nitrógeno gaseoso enfriado pasa entonces a través de un separador de aceite (10) y de adsorbedores de aceite (12), a fin de separar cualquier residuo de aceite arrastrado, y pasa a continuación por una serie de tres intercambiadores de calor (14), (16) y (18) respectivamente. En el intercambiador (14) -
10. se enfría el nitrógeno hasta aproximadamente -44°C , mediante vapor de gas natural a presión relativamente alta en el serpentín (20). En el intercambiador (16) el nitrógeno se enfría aún más, hasta aproximadamente -104°C , mediante gas natural que se vaporiza en el serpentín (22). En el intercambiador 18 de nitrógeno gaseoso se enfría hasta aproximadamente -
15. -129°C mediante gas natural líquido que se calienta (pero no se vaporiza) en el serpentín (24). El nitrógeno gaseoso refrigerado pasa entonces del intercambiador de calor (18), por un conducto (26), a un intercambiador (28), donde se lo refrigera hasta su
20. punto de condensación (aproximadamente -155°C a esta presión de algo menos que 23,8 atmósferas absolutas) mediante gas natural líquido a baja presión que se vaporiza en el serpentín 30. El nitrógeno sale del intercambiador (28) por el conducto 32, se
25. mezcla en el punto (34) con una corriente de recir-
- 30.

320714



culación (que se describirá enseguida) del conducto (112), y pasa por otro intercambiador (36), donde es licuado mediante gas natural líquido a baja presión, que se vaporiza en el serpentín (38).

5. El nitrógeno líquido sale del intercambiador (36) por el conducto (40), a una temperatura de -155°C y una presión de aproximadamente 23,45 atmósferas (absolutas). El nitrógeno líquido va por el conducto (40) a un intercambiador de frío (42),
10. donde es sub-refrigerado por las corrientes de recirculación 1^a, 2^a y 3^a, en los serpentines (44), (46) y (48) respectivamente. El nitrógeno líquido es expandido a continuación, por una válvula (50), a un separador (52). El nitrógeno gaseoso separado
15. en el separador (52), a aproximadamente -172°C y 8,61 atmosferas absolutas, se convierte en la primera corriente de recirculación.

- El nitrógeno líquido del separador (52), también a -172°C y 8,61 atmosferas absolutas, entra
20. en un segundo intercambiador de frío (54), donde se enfría mediante la segunda y la tercera corriente de recirculación en los serpentines (56) y (58) respectivamente. Después de ser enfriado en el intercambiador (54), el nitrógeno líquido es expandido,
25. a través de una válvula (60), al separador (62); - el nitrógeno gaseoso que se separa aquí se convierte en la segunda corriente de recirculación, a aproximadamente -184°C y 3,29 atmósferas absolutas.

- El nitrógeno líquido del separador (62),
30. también a -184°C y 3,29 atmósferas absolutas, entra

320714



5. en un tercer intercambiador de frío (64), donde se enfría mediante la tercera corriente de recirculación en el serpentín (66), y se expande luego, por la válvula (68), al separador (70). El nitrógeno gaseoso desprendido en el separador (70), que está ahora a aproximadamente -193°C y 1,4 atmósferas absolutas, se convierte en la tercera corriente de recirculación.

10. El nitrógeno líquido del separador (70), también a -193°C y 1,4 atmósferas absolutas, es decir, ligeramente más alta que la atmosférica, abandona el sistema por la tubería (80) y los filtros de nitrógeno líquido (82).

15. Se hace ahora referencia a las tres corrientes de recirculación antes mencionadas. La tercera corriente de recirculación (nitrógeno gaseoso a aproximadamente 1,4 atmósferas absolutas) pasa, como se dijo, por los serpentines (66), (58) y (48) de los intercambiadores de calor (64), (54) y (42) respectivamente, para enfriar el nitrógeno líquido que llega a ellos. En el momento de salir del intercambiador de calor (42), la tercera corriente de recirculación se ha calentado hasta aproximadamente -155°C , es decir, la temperatura del nitrógeno líquido que llega por el conducto (40).

20. Las corrientes de recirculación segunda y primera, después de pasar por los serpentines (46) y (44) del intercambiador de frío (42), se han calentado también hasta unos -155°C .

30. La tercera corriente de recirculación, -

320714



1965

- después de salir del serpentín (48), pasa por un -
conducto (84) al compresor (86), donde se la com-
prime hasta una presión de aproximadamente 3,29 at-
mósferas absolutas, que es la presión de la segun-
5. da corriente de recirculación. El calor aplicado a
la tercera corriente de recirculación por esta com-
presión se extrae mediante gas natural líquido a ba-
ja presión que se vaporiza en el serpentín (88) del
intercambiador de calor (90). La tercera corriente
10. de recirculación sale del intercambiador (90) por -
el conducto (92) a una temperatura de aproximadamen-
te -155°C (o sea, la temperatura de la segunda co-
rriente de recirculación), y se mezcla en el punto
(94) con la segunda corriente de recirculación, que
15. sale del intercambiador de frío (42).

- Las corrientes de recirculación segunda y
tercera, combinadas, se comprimen entonces en el -
compresor (96) hasta una presión aproximada de 8,61
atmósferas absolutas, que es la presión de la prime-
20. ra corriente, y se extrae el calor de compresión en
un intercambiador de calor (98), por medio de gas -
natural líquido a baja presión, que se vaporiza en
el serpentín (100). Las corrientes de recirculación
segunda y tercera, combinadas, salen del intercam-
25. biador (98) por el conducto (102), a una temperatu-
ra aproximada de -155°C (que es la de la primera co-
rriente), y se mezclan en el punto (104) con la pri-
mera corriente de recirculación. Las tres corrien-
tes, combinadas, se comprimen entonces en el compre-
30. sor (106) hasta una presión aproximada de 23,8 at -

320714



5. mósferas absolutas, y el calor de compresión se -
extrae en un intercambiador de calor (108) mediante
gas natural líquido a baja presión que se vapo-
riza en el serpentín (110). El nitrógeno gaseoso -
sale del intercambiador (108) a una temperatura de
-155°C, que es su punto de condensación a la pre-
sión de 23,8 atmósferas absolutas, y va por el conducto
(112) a unirse con la corriente principal de
alimentación en el punto (34), como se mencionó ante
riormente.
10.

Sumarizando el circuito de nitrógeno, -
puede considerarse la corriente que pasa por el -
conducto (2), intercambiadores de calor (14), (16)
y (18), conducto (26), intercambiadores de calor -
15. (28) y (36), conducto (40), intercambiadores de -
frío (42), (54) y (64), y conducto de salida (80),
como corriente principal. El nitrógeno substraído
de la corriente principal en los tres separadores
(52), (62) y (70) en la forma de tres corrientes -
20. de recirculación vuelve a añadirse a la corriente
principal por el punto (34). Es evidente que el --
nitrógeno gaseoso que entra al sistema por el con-
ducto (2) es de igual masa que el nitrógeno líqui-
do que sale del sistema por el conducto de salida
25. (80).

Considerando ahora en mayor detalle el -
circuito de gas natural, se suministra gas natural
líquido, generalmente de un almacenaje a baja pre-
sión, y a una temperatura de -158°C, a través de -
30. los conductos (114) y (116) a las bombas (118) y -



320714

(120) respectivamente. La bomba (120) comprime el gas hasta una presión ligeramente superior a la atmosférica. Después de salir de la bomba (120), el gas natural líquido pasa por un conducto (122) y se divide en cinco corrientes, cada una de las cuales pasa por uno de los serpentines (30), (38), (88), (100) y (110) de los cinco intercambiadores de calor respectivos (28), (36), (90), (98) y (108). Como se dijo antes, el gas natural líquido se vaporiza en cada uno de estos cinco serpentines para enfriar el nitrógeno que fluye por los intercambiadores de calor asociados. En estos serpentines se requiere una presión relativamente baja, suficiente para mover el gas natural líquido a través de los cinco intercambiadores de calor y evitar la entrada de aire al sistema, porque, si la presión fuese demasiado alta, el gas natural líquido se vaporizaría en los intercambiadores a una temperatura demasiado alta, posiblemente por encima de la temperatura crítica del nitrógeno, que es de $-147,1^{\circ}\text{C}$. En tal caso, los cinco intercambiadores de calor citados no enfriarían el nitrógeno gaseoso lo suficiente para que se condensase.

El gas natural en forma de vapor, después de salir de los cinco serpentines (30), (38), (88), (100) y (110), se recombina en el conducto (124). El gas natural se conduce entonces a un compresor (125), donde se lo comprime hasta una presión más alta y se lo mezcla luego con vapor de gas natural a alta presión en el punto (128), como se describirá segui

320714



damente.

- El gas natural líquido que llega de un almacenaje por el conducto (114) se bombea en la bomba (118) hasta una presión de aproximadamente 21 atmósferas absolutas, y sale de la bomba (118) a una temperatura de -153°C . Este gas natural líquido a alta presión pasa por el serpentín (24) del intercambiador de calor (18), donde es calentado (pero no vaporizado) por el nitrógeno gaseoso que pasa por el intercambiador (18). Este gas natural líquido calentado, ahora a -107°C , pasa a continuación por el serpentín (22) del intercambiador de calor (16), donde es vaporizado para enfriar el nitrógeno gaseoso que pasa por el intercambiador (16). El vapor de gas natural, aún a -107°C , sale del serpentín (22) y pasa por el serpentín (20) del intercambiador de calor (14), donde se lo calienta hasta una temperatura de 2°C mediante nitrógeno gaseoso que pasa por el intercambiador de calor (14). Este vapor calentado de gas natural, ahora a una presión de unas 20,58 atmósferas absolutas, va por el conducto (130) a mezclarse con gas del compresor (126) en el punto (128). Las corrientes combinadas de vapor de gas natural en el punto (128) pueden hacerse pasar por un compresor de salida para comprimirlas más aún, según las necesidades de los consumidores, y el vapor de gas natural abandona el sistema por el conducto (134). En general, las necesidades de los consumidores requieren que el gas natural
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

320714



5. en forma de vapor que sale del sistema esté a una presión relativamente alta. Ya que se necesita considerablemente menos energía para bombear un líquido hasta una presión alta, que para comprimir un gas a una presión alta, se consigue un ahorro considerable en la energía de alimentación del sistema al bombear el gas natural líquido en el conducto (114) hasta una presión alta, antes de vaporizarlo mediante nitrógeno en los intercambiadores de calor (14), (16) y (18). El gas natural líquido vaporizado en los cinco intercambiadores (28), (36), (90), (98) y (108), debe permanecer necesariamente a baja presión por las razones ya mencionadas.

10, Se observará además que la energía de alimentación del compresor de salida del gas natural (132) se reduce debido a la presencia de los refrigerantes de agua y freón (6) y (8) respectivamente. Estos refrigerantes reducen la temperatura del nitrógeno que pasa por los intercambiadores de calor (14), (16) y (18), y, por consiguiente, se reduce la temperatura del vapor de gas natural que sale de esta serie de intercambiadores por el conducto (130). Ya que se requiere menos energía para comprimir vapor de gas natural frío que para comprimir vapor de gas natural caliente, la disposición mencionada reduce la energía de alimentación del compresor (132).

15. Debe notarse que, aunque esta descripción trataba de la disposición para licuar un gas particular (nitrógeno) empleando un refrigerante

20.

25.

30.

320714



- particular (gas natural líquido), se podrían emplear otros gases (por ejemplo oxígeno) y otros refrigerantes, siempre que el punto de ebullición del refrigerante líquido, a una presión conveniente, sea inferior a la temperatura crítica del gas.
- 5.

En esta especificación, los términos "gasificar, gasificación" y "vaporizar, vaporización" se emplean de modo intercambiable.

N O T A

10. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas, son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.
15. También se hace constar que el invento se refiere a una solicitud de Patente presentada en Canadá, con fecha 16 de diciembre de 1.964, N^o 918.917, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "Procedimiento para licuar gases"; caracterizándose por lo siguiente:
- 20.
25. 1.- Procedimiento para licuar gases, empleando un refrigerante líquido que tenga un punto de ebullición inferior a la temperatura crítica de dicho gas, caracterizado por que comprende las siguientes fases: a) introducir una corriente principal de dicho gas a una presión seleccionada; b)
- 30.

320714



recirculación, siguiente.

- 4.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2 ó 3, que incluye las siguientes fases:
5. h) introducir dicho refrigerante líquido a una presión baja para uso de dichas fases b) y e); i) introducir una corriente de dicho refrigerante líquido a alta presión; j) enfriar dicha corriente principal antes de dicha fase b), por intercambio calorífico indirecto con dicho refrigerante líquido a alta presión, vaporizando así a éste último; k) -
10. comprimir el vapor de refrigerante a baja presión que resulta de dichas fases b) y e) hasta dicha alta presión, y combinarlo con el vapor refrigerante a alta presión que resulta de dicha fase j).

15. 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1, 2, 3 ó 4, caracterizado porque dicho gas es nitrógeno y dicho refrigerante líquido es gas natural líquido.

20. 6.- "Procedimiento para licuar gases", - tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 14 hojas escritas a máquina, por una sola cara.

Madrid,

25.

CONCH INTERNATIONAL METHANE LIMITED,

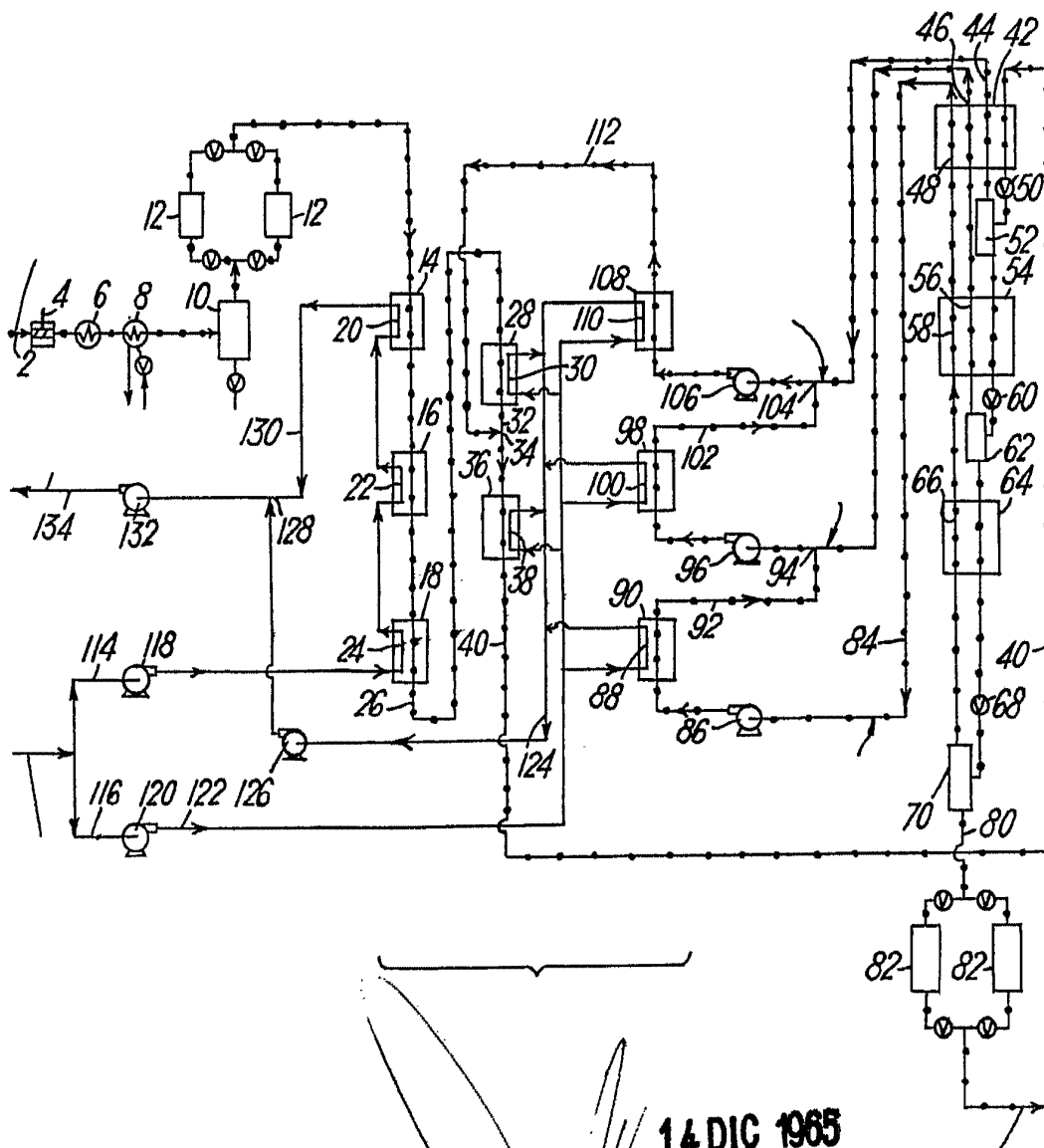
14 DIC 1965
J. GÓMEZ ACEBO Y MODET
p. p. Firmado: F. Fernández Ruiz



320714

14 DIC 1965

ESCALA VARIABLE



Madrid
A. GOMEZ ACIBO Y MODELA
Ingenieros de Electricidad y Electrónica