

22 SEP. 1964

P.- 27.551

Serie 1133  
P. V. 948.348



1964

304271

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

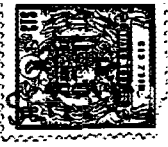
por VEINTE años

a nombre de L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET  
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE, entidad francesa,  
establecida en 75, Quai d'Orsay, París, Francia, por:  
"PROCEDIMIENTO DE PRODUCCION DE FRIO A BAJA TEMPERATURA."

---

El presente invento se refiere a un procedimiento de producción de frío a baja temperatura por vaporización de nitrógeno líquido con vistas a responder a un consumo frigorífico eventualmente variable, en el cual los vapores de nitrógeno a baja temperatura que resultan de la vaporización del nitrógeno líquido son recalentados a cerca de la temperatura ambiente por lo menos en parte por cambio de calor con un gas rico en nitrógeno, a partir del cual se obtiene el nitrógeno líquido.

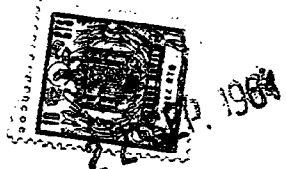
Se ha propuesto ya recuperar el nitrógeno vaporizado



a baja temperatura para la producción del frío, por ejemplo con vistas al mantenimiento del vacío en un recinto por congelación del gas que penetra allí sobre una superficie enfriada por la vaporización de nitrógeno líquido ( dispositivo denominado "criobomba" ) ó a la conservación de productos alterables a la temperatura ambiente, recalentándolo a cerca de la temperatura ambiente por cambio de calor en el nitrógeno recalentado, y comprimido luego a una presión relativamente elevada, que se vuelve a licuar después de su enfriamiento según el principio del "ciclo Claude", por cambio de calor con una fracción expandida con trabajo exterior, y luego expansión a baja presión.

Esto requiere, sin embargo, que se disponga de aportaciones de nitrógeno para asegurar la puesta en marcha inicial y compensar las pérdidas inevitables, especialmente en el curso de la vaporización. Si se consideran suficientes aportaciones de nitrógeno de procedencia exterior, el funcionamiento de la instalación de producción de frío es tributaria de los suministros de nitrógeno. Si, por el contrario, se quiere disponer del mismo in situ, se debe añadir a la instalación de licuación del nitrógeno una instalación de separación de aire por licuación y rectificación, lo que conduce al empleo de una instalación compleja y costosa. Por otra parte, no se puede asegurar sin embargo todavía en buenas condiciones más que una producción de frío sensiblemente constante, y no se puede responder a un consumo frigorífico variable mas que si la capacidad de los diferentes aparatos está calculada para corresponder aproximadamente

304271



al consumo frigorífico instantáneo máximo previsto.

5 Se podía obtener una mayor flexibilidad de producción frigorífica produciendo el nitrógeno líquido por separación del aire por licuación y rectificación. El nitrógeno líquido se almacena entonces en un depósito calorífugo, de donde se envía a la vaporización en caudal que corresponde a la producción frigorífica deseada. Pero esta solución es más costosa desde el punto de vista del consumo de energía, por el hecho de la necesidad de proporcionar el trabajo de separación del aire.

10 El presente invento permite remediar los inconvenientes de los dos procedimientos mencionados más arriba, y asegurar una producción de frío a baja temperatura variable dentro de amplios límites con un consumo de energía pequeño, no dependiendo a la vez de ninguna aportación de gas de procedencia exterior para la puesta en marcha y la compensación de las pérdidas. Asegura además una unión estrecha entre el consumo frigorífico y la producción de gas licuado, tal que todo aumento del primero origina ipso facto un aumento de la segunda. Permite además no utilizar más que aparatos de capacidad moderada, que corresponden sensiblemente al consumo frigorífico medio, y por consiguiente menos costosos que aparatos que corresponden a la producción frigorífica instantánea máxima deseada.

20 El procedimiento del invento se caracteriza porque el gas rico en nitrógeno está constituido por una mezcla en caudal constante de aire, nitrógeno gaseoso separado del gas rico en nitrógeno, y luego recalentado, y de por lo menos una parte del nitrógeno vaporizado para la pro-

304271



ducción de frío y recalentado en cambio de calor con dicho gas rico en nitrógeno, variando la producción de nitrógeno vaporizado para la producción de frío en el gas rico en nitrógeno en el mismo sentido que la producción de frío a partir de un valor eventualmente nulo, y por que el gas rico en nitrógeno es separado por licuación y rectificación en nitrógeno líquido, nitrógeno gaseoso y un gas pobre en nitrógeno, que es eventualmente evacuado.

10 Incluye además, de preferencia, los modos de puesta en práctica siguiente, separadamente o en combinación cuando la rectificación del gas rico en nitrógeno se efectúa en por lo menos dos columnas de rectificación bajo presiones diferentes, en cambio de calor gracias a un condensador-vaporizador.

15 a) Se reduce el caudal del líquido de reflujo enviado a la cabeza de la columna de rectificación bajo presión inferior cuando el caudal de nitrógeno líquido vaporizado para la producción de gas frío aumenta, y lo anula cuando el caudal de nitrógeno líquido vaporizado llega a ser sensiblemente igual al caudal de nitrógeno líquido separado;

20 b) El líquido de reflujo enviado a la cabeza de la columna de rectificación bajo presión inferior es tomado en la columna de bajo presión superior notablemente por debajo de su parte superior.

25 Otras particularidades y ventajas del invento aparecen por la descripción siguiente de instalaciones de producción de frío a baja temperatura según el invento, a título de ejemplo no limitativo.

30



La figura 1 representa una instalación de producción de frío a baja temperatura por vaporización de nitrógeno líquido, que incluye dos columnas de rectificación.

5 La figura 2 representa una variante del aparato de rectificación de la instalación de la figura 1, a la derecha del eje  $XX'$ , en la cual el flujo de la columna a baja presión es tomado en la parte media de la columna bajo presión superior.

10 La figura 3 representa una instalación de producción de frío a baja temperatura que incluye ya una sola columna de rectificación.

15 En la instalación representada en la figura 1, el aire atmosférico introducido por el conducto 1, en el sentido de las flechas den trazo continuo, es secado y descarbonatado de la manera habitual en un dispositivo representado esquemáticamente en 2, por ejemplo por adsorción a la temperatura ambiente sobre una masa adsorbente tal como alúmina activada, según el procedimiento descrito en la patente española Número 279.409 del 7 de  
20 Septiembre de 1.962; puede ser descarbonatado también por lavado con una solución de sosa, teniendo lugar entonces el secado después de la compresión ulterior, por paso sobre masa adsorbente. El aire se recibe entonces la adición por el conducto 3 de nitrógeno gaseoso sensiblemente a la temperatura ambiente, procedente de una parte de nitrógeno gaseoso separado por rectificación, de  
25 otra parte del nitrógeno vaporizado para asegurar la producción de frío. El gas rico en nitrógeno así formado es llevado entonces por el compresor 4 a una presión  
30 de 200 bares absolutos aproximadamente, y luego penetra



7

5 por el conducto 5 en el cambiador 6, donde se enfria a aproximadamente  $-25^{\circ}$  C, por cambio de calor con el nitrógeno separado por rectificación o vaporización en la instalación de consumo frigorifico. Una parte del mismo es enviada entonces por el conducto 7 a la máquina de expansión 8 a 6 bares absolutos aproximadamente, y luego insuflada por el conducto 9 en la parte inferior de la columna de rectificación 10 bajo presión superior. La otra parte penetra por el conducto 11 en el cambiador 12, donde es enfriada a baja temperatura en cambio de calor con los vapores de nitrógeno y de oxígeno separados. Se traslada entonces por el conducto 13 al serpentín 14 dispuesto en la cuba de la columna de rectificación bajo presión 10, donde es sub-enfriada; paso luego por el conducto 15 al cambiador 16, donde es sub-enfriada de nuevo por cambio de calor con el nitrógeno gaseoso separado; luego se expande en las válvulas 18 ó 19 e introducida en la columna de rectificación bajo presión 10. Los caudales respectivos de gas licuado que pasan por las válvulas 18 ó 19 están regulados en función de la producción de frío en el dispositivo 35, como se indicará después.

25 Como en un aparato habitual de rectificación del aire, el gas rico en nitrógeno es separado en la columna bajo presión superior 10 en un líquido enriquecido en oxígeno y en líquido enriquecido en nitrógeno.

30 El líquido enriquecido en oxígeno es enviado por el conducto 22 al cambiador 23, sub-enfriado en este último por cambio de calor con el nitrógeno gaseoso separado, y luego introducido por el conducto 24 y la válvula

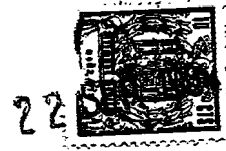
304271



25 de expansión a aproximadamente 1,3 bares absolutos en la zona central de la columna a baja presión 21.

5 El nitrógeno líquido extraído por el conducto 26 en la cabeza de la columna de rectificación bajo presión superior 10 es sub-enfriado en el cambiador 27 a contracorriente del nitrógeno gaseoso de la parte superior de la columna a baja presión 10, y luego dividido en dos partes. La primera es introducida por el conducto 29 y la válvula de expansión 30 a 1,3 bares absolutos en la cabeza de la columna a baja presión 21 como líquido de reflujo. La segunda constituye el nitrógeno líquido destinado a asegurar la producción de frío. Es enciada por el conducto 31 y la válvula de expansión 32 a cerca de la presión atmosférica al depósito calorifugado 33. Este último está previsto de una válvula de extracción 34 que la une a un dispositivo de cambio de calor representado esquemáticamente por un serpentín 36, colocado en el recinto 35 en el cual se quiere asegurar la producción frigorífica. Un conducto 37 permite enviar los vapores fríos de nitrógeno formados en el dispositivo de cambio de calor hacia el dispositivo de la licuación del gas en nitrógeno. Esta recuperación puede no ser completa ( por ejemplo cuando el nitrógeno líquido es utilizado para enfriar productos por contacto directo ); un conducto 37A representa las pérdidas de nitrógeno gaseoso vaporizado. Por otra parte, un conducto 38 unido a la parte superior del depósito calorifugo 33 permite recuperar los vapores fríos de nitrógeno formados en este depósito y permite reunirlos a los vapores formados en el dispositivo de cambio de calor 36.

304271



Los vapores de nitrógeno son enviados entonces por el conducto 39 al cambiador 12, donde se recalientan a contracorriente del gas rico en nitrógeno, y luego por el conducto 40 al cambiador 6, donde se recalientan a cerca de la temperatura ambiente a contracorriente del mismo gas. Son reunidos entonces por el conducto 3 al aire purificado, en la aspiración del compresor.

Por otra parte, el nitrógeno gaseoso separado en la cabeza de la columna de rectificación a baja temperatura y presión 21. pasa sucesivamente por los conductos 41, 42 y 43 a los cambiadores 27, 23 y 16, donde asegura el sub-enfriamiento de los líquidos separados en la columna bajo presión superior 10 y del gas rico en nitrógeno en el extremo frío del cambiador 12. Finalmente, el oxígeno gaseoso separado en la columna a baja presión 21 es enviado sucesivamente por los conductos 45 y 46 a los cambiadores 12 y 6, y luego evacuado por el conducto 47.

El funcionamiento de la instalación citada varia como sigue en función del consumo frigorífico del recinto 35, suponiendo las pérdidas de nitrógeno vaporizado milas.

Cuando el consumo frigorífico del recipiente 35 es nulo, al aire no se le añade por el conducto 3 mas que nitrógeno gaseoso separado en la columna de rectificación y los vapores de nitrógeno formados en el depósito 33. El compresor 10 comprime una mezcla de aire y de nitrógeno con 12 % aproximadamente de oxígeno, a partir del cual las columnas de rectificación producen nitrógeno líquido, que se acumula en el depósito 33.

304271



5 Cuando el consumo frigorífico del recinto 35 no es ya mulo, el caudal de nitrógeno gaseoso enviado a la aspiración del compresor aumenta y el caudal de aire aspirado por el conducto 1 se encuentra disminuido en otro tanto. El contenido en oxígeno del gas a separar disminuye. A causa de la aportación de frío mas importante en el cambiador 12, se debe disminuir el caudal de gas enviado al manorreductor 8. La cantidad de nitrógeno extraído en la parte superior de la columna 10 y enviada al depósito de almacenaje 33 por el conducto 31 se encuentra, pues, aumentada, siendo, la cantidad de nitrógeno separada en la parte superior de la columna 10 aproximadamente constante, conviene a medida del aumento del caudal de nitrógeno líquido extraído, cerrar progresivamente la válvula 30 de introducción de líquido de reflujo en la parte superior de la columna a baja presión 21. Cuando la cantidad de nitrógeno líquido vaporizado en el recipiente del recinto 35 llega a ser igual o un poco superior a la cantidad de nitrógeno líquido producida - produciéndose esto para un caudal de nitrógeno vaporizado de aproximadamente un tercio del caudal de mezcla gaseosa comprimida - se cierra completamente la válvula 30. Es inútil entonces, en efecto, asegurar un reflujo en la columna a baja presión, siendo el caudal de aire de aportación en la aspiración del compresor mulo, y siendo la mezcla gaseosa tratada nitrógeno casi puro.

20 Si el consumo frigorífico del recinto 35 aumenta todavía, el caudal de gas que pasa por la máquina de expansión 8 continúa disminuyendo, mientras que el caudal de nitrógeno líquido producido llega a ser inferior que



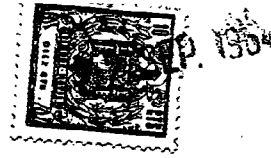
el caudal de nitrógeno vaporizado, Una cierta cantidad de nitrógeno gaseoso excedente es evacuado por el conducto 1, como se indica por las flechas en trazos interrumpidos.

5                    Cuando el caudal de nitrógeno licuado llega a ser superior a la mitad aproximadamente del caudal de gas comprimido, la producción de nitrógeno líquido llega a ser superior a la cantidad que puede ser separada en la columna de rectificación bajo presión 10. Conviene entonces  
10                    progresivamente abrir la válvula 18, con objeto de introducir en cabeza de la columna 10 el suplemento de nitrógeno líquido necesario, cerrando correlativamente la válvula 19, a medida del aumento de la producción de nitrógeno líquido. El aparato funciona entonces sensiblemente  
15                    como un licuador de nitrógeno, no desempeñando entonces las columnas de rectificación ninguna misión.

                    Finalmente, cuando el caudal de nitrógeno vaporizado en el recinto 35 llega a ser aproximadamente igual  
20                    el caudal de gas comprimido se anula completamente el caudal de nitrógeno que pasa por la máquina de expansión; la cantidad de nitrógeno líquido producida llega a ser aproximadamente tres veces la producción normal ( para un consumo frigorífico nulo ). Más allá, la producción de nitrógeno líquido permanece prácticamente estacionaria.

25                    Naturalmente, cuando la instalación debe ser puesta nuevamente en marcha después de una parada, se comienza por enviar unicamente aire al compresor 4 hasta que las columnas de rectificación hayan alcanzado su régimen de funcionamiento y produzcan nitrógeno gaseoso.

30                    La doble columna de rectificación representada en

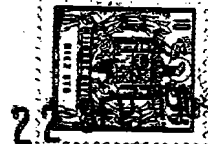


la figura 2 funciona de manera análoga a la de la figura 1, salvo en lo que concierne al nitrógeno líquido, de reflujo en la columna bajo presión inferior. Este no es ya tomado en la cabeza de la columna bajo presión superior sino en la zona del centro de ésta, por el conducto 50; el nitrógeno líquido es sub-enfriado en el cambiadero 27A a contracorriente del nitrógeno gaseoso separado y luego introducido por el conducto 51 y la válvula de expansión 52 en la cabeza de la columna a baja presión. Esto permite disponer de un caudal superior de líquido de reflujo, sin originar inconvenientes; carece de importancia que el nitrógeno gaseoso separado en la cabeza de la columna 21 no sea absolutamente puro, puesto que está destinado a ser reciclado.

Instalaciones de producción de frío por vaporización de nitrógeno líquido tales como las de las figuras 1 y 2 permiten responder a un consumo frigorífico que puede variar entre un valor nulo y un valor varias veces superior al que corresponde a la vaporización de un caudal de nitrógeno líquido igual a la producción normal del aparato de separación ( de consumo frigorífico nulo ) sin que la pureza del nitrógeno líquido disminuya de manera notable; esta puede seguir siendo, por ejemplo, constantemente superior a 99 % .

La instalación de la figura 3 es análoga a la de las figuras 1 y 2, pero no tiene más que una sola columna de rectificación. Es, pues, todavía más sencilla que la primera pero no proporciona, sin embargo, más que un rendimiento en nitrógeno menor a partir del gas licuado. Cuando el consumo de nitrógeno líquido aumenta a partir

304271



de un valor nulo, el contenido en oxígeno del nitrógeno líquido producido se eleva un poco, hasta algunas unidades por ciento. Si esto carece de inconveniente desde el punto de vista del consumo frigorífico, esta instalación permite también responder a un consumo frigorífico válido.

Las partes de una instalación análogas a las de las figuras 1 no serán descritas de nuevo. La columna de rectificación bajo presión 10 está coronada por un condensador - vaporizador 20 rodeado de un baño de gas licuado alimentado de líquido enriquecido en oxígeno salido de la cuba de la columna 10 por el conducto 22 y la válvula de expansión 25. El gas rico en nitrógeno después de su sub-enfriado en el serpentín 14 de la cuba de la columna 10 y el cambiador 16, a contracorriente del nitrógeno separado, es introducido como anteriormente por las válvulas de expansión 18 y/o 19 en la columna 10. El nitrógeno líquido es extraído en la cabeza de la columna 10 por el conducto 31, expandido en la válvula 32 e introducido en el depósito 33. El nitrógeno gaseoso evacuado en la cúpula del condensador 20, se expande en la válvula 48 a cerca de la presión atmosférica, recalentado en el cambiador 16 y unido por el conducto 44 con los vapores de nitrógeno que proceden del dispositivo de producción de frío 36. El gas enriquecido en oxígeno es enviado por los conductos 45 y 46 a los cambiadores 12 y 6, antes de ser evacuados por 47.

La presente solicitud que corresponde a, la presentada en Francia con fecha 23 de Septiembre de 1.963, bajo el Número P. V. 948.348, se acoge a los beneficios del



artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

N O T A

10

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de la presente solicitud de Patente de Invención en España, por VEINTE años son los siguientes:

15

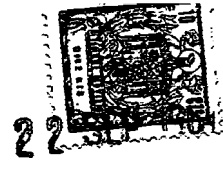
1º.- Procedimiento de producción de frío a baja temperatura por vaporización de nitrógeno líquido con vistas a responder a un consumo frigorífico eventualmente variable, en el cual los vapores de nitrógeno a baja temperatura que resultan de la vaporización del nitrógeno líquido son recalentados a cerca de la temperatura ambiente por lo menos en parte por cambio indirecto de calor con un gas rico en nitrógeno a partir del cual se obtiene el nitrógeno líquido, caracterizado porque el gas rico en nitrógeno está constituido por una mezcla en caudal constante de aire, nitrógeno gaseoso separado del gas rico en nitrógeno, y luego recalentado, y por lo menos una parte del nitrógeno vaporizado para la producción de frío y recalentado por cambio de calor con dicho gas rico en nitrógeno, variando la proporción de nitrógeno vaporizado

20

25

30

304271



22

para la producción de frío en el gas rico en nitrógeno en el mismo sentido que la producción de frío a partir de un valor eventualmente nulo, y por que el gas rico en nitrógeno es separado por licuación y rectificación en nitrógeno líquido, nitrógeno gaseoso y un gas pobre en nitrógeno, que es evacuado.

5

2º.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se reduce el caudal de líquido de reflujo enviado a la cabeza de la columna de rectificación bajo presión inferior cuando el caudal de nitrógeno líquido vaporizado para la producción de frío aumenta, y lo anula cuando el caudal de nitrógeno líquido vaporizado ha llegado a ser sensiblemente igual al caudal de nitrógeno líquido separado.

10

3º.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque, el líquido de reflujo enviado a la cabeza de la columna de rectificación bajo presión inferior es tomado en la columna bajo presión superior, notablemente por debajo de su parte superior.

15

4º.- Procedimiento de producción de frío a baja temperatura.

20

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

La presente Memoria consta de catorce hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

25

Madrid,

22 SEP. 1954  
P.A. *Arly*  
304271

30

IAS/-

ESCALA VARIABLE  
 L'Y L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANCIENNE POUR L'ÉLEVAGE ET  
 L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS GEORGES CLAUDE

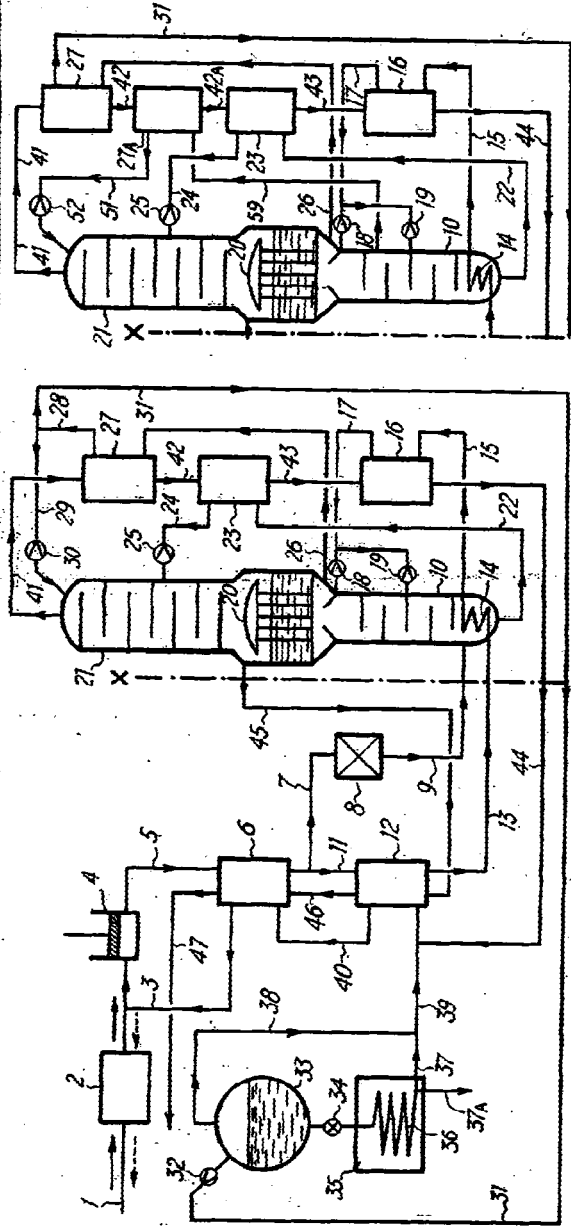


Fig. 1

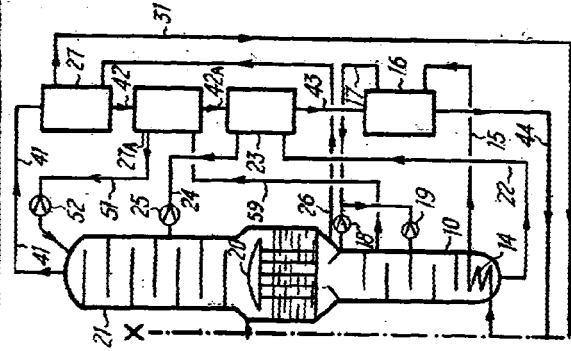


Fig. 2

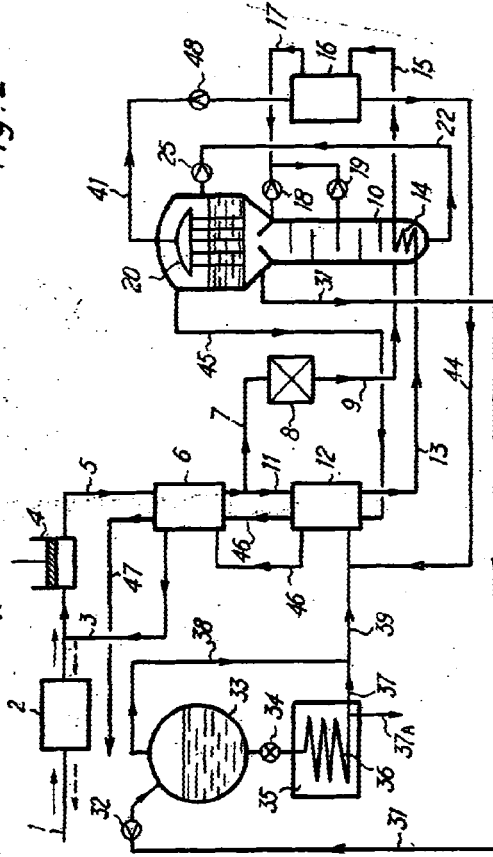


Fig. 3

304271

*Carla*