

Doctora
MARÍA JOSÉ LAMUS BECERRA
Directora de Nuevas Creaciones
Superintendencia de Industria y Comercio
Bogotá D.C - Colombia

Asunto:	Respuesta a examen de fondo oficio N°8638
Solicitante:	Universidad del Quindío
Título de la invención:	Equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos.
Expediente número:	NC2017/0005922

Cordial saludo

De forma atenta y respetuosa, a través del presente escrito, se presenta una respuesta frente al requerimiento realizado por el Examinador en oficio N°8638 de 20 de agosto de 2019 sobre los requisitos de patentabilidad de novedad y nivel inventivo de la tecnología, así como, de la solicitud en cuanto a las reivindicaciones, de conformidad con los siguientes argumentos jurídicos y técnicos.

1. SOLICITUD DE CAMBIO DE MODALIDAD

Teniendo en cuenta el artículo 35 de la Decisión 486 de 2000 el cual establece que:

El solicitante de una patente de invención podrá pedir, en cualquier momento del trámite, que su solicitud se convierta en una solicitud de patente de modelo de utilidad. La conversión de la solicitud sólo procederá cuando la naturaleza de la invención lo permita.

El solicitante manifiesta su voluntad, en el presente caso, de cambiar la modalidad de su patente de invención a **MODELO DE UTILIDAD** acogiéndose a lo estipulado en el artículo referenciado.

Cabe aclarar, que el “equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos” en cuestión, se encuentra en el marco de lo establecido por el artículo 81 de la Decisión 486 sobre la categoría de modelo de utilidad, pues se presenta como una “nueva forma, configuración o disposición de elementos, de algún artefacto, herramienta, instrumento, mecanismo u otro objeto o de alguna parte del mismo, que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que le incorpore o que le proporcione alguna utilidad, ventaja o efecto técnico que antes no tenía”.

Frente a dicho cambio, se realizarán los ajustes correspondientes en los capítulos “Descripción” y “Reivindicaciones” que se anexan a este oficio, los cuales son parte de la solicitud para la protección vía patente modelo de utilidad.

2. MODIFICACIONES AL CAPÍTULO REIVINDICATORIO

A continuación, se presentan las siguientes modificaciones del capítulo reivindicatorio, el cual queda reducido a un número total de 10 reivindicaciones y reemplaza el anteriormente presentado, adaptando las sugerencias realizadas por el Examinador y generando mayor claridad sobre la

materia de protección:

Reivindicación 1. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos conformado por una unidad condensadora, un intercambiador de calor y un tanque de almacenamiento **caracterizado porque** comprende:

- a) una unidad condensadora (9) que consta de un compresor (6), un condensador con serpentín de cobre y ventilador (7), tanque de almacenamiento del líquido (13) y filtro (14), una válvula de expansión con tobera (15);
- b) un intercambiador de calor (10) dispuesto en forma inclinada y compuesto por un haz de tubos en acero inoxidable (20) empacados dentro de una carcasa o tubo de acero inoxidable (21), donde por dentro de los tubos (20) pasa el líquido a enfriar y externamente el refrigerante;
- c) un tanque de almacenamiento (11).

Reivindicación 2. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) comprende una carcasa de acero inoxidable (21) y un haz de tubos internos en acero inoxidable (20) soldado a tapas o bridas (22) que van a los extremos del equipo, cada tapa va sujeta a un flanche de entrada (23) o de salida (24) el cual se une a una tapa de entrada (25) o una tapa de salida (26) el cual tiene férulas para unión clamp.

Reivindicación 3. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** la férula superior (27) se une a la tolva con una unión clamp, en el ducto de entrada (29), la férula inferior (28) se une por unión clamp a la válvula de salida y al ducto de salida (30), donde la carcasa (21) está conectada por tubería de cobre a los demás elementos del sistema de refrigeración de la unidad condensadora.

Modificación a la reivindicación 4. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) se dispone de forma inclinada, en un ángulo de inclinación que varía entre 10° a 45°.

Se eliminó la expresión “preferiblemente” de la reivindicación, tal y como lo sugirió el Examinador.

Explicación del ajuste realizado al rango del ángulo: como el equipo no cuenta con bomba para movilizar la leche u otro líquido a refrigerar, la velocidad de salida del producto se ajusta con el ángulo de inclinación del intercambiador. Si se requiere pasar 200 kilogramos de producto hora (Kg/h) el ángulo de inclinación será de 10,3° para 250 kg/h sería 16,2°, para 300 kg sería 23,5° y para 400 Kg/h sería 45°. Es de recordar que si el producto pasa más rápido por el intercambiador la temperatura de salida se incrementa ya que el producto no estaría el tiempo suficiente para bajar la temperatura a 4°C.

Modificación a la reivindicación 5. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) tiene una llave de registro para la entrada de refrigerante en el equipo y otra en la salida del tanque de almacenamiento para la recuperación del gas refrigerante durante el mantenimiento.

Se suprimió la expresión “opcionalmente” de la reivindicación, tal y como lo sugirió el Examinador.

Por otra parte, se eliminó la reivindicación 6 puesto que, la número 7 incluía las diversas formas del tanque de almacenamiento (11), por lo tanto, se modificó la numeración de las siguientes reivindicaciones.

Nueva reivindicación 6. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque el tanque de almacenamiento para recolectar la leche o el fluido a refrigerar es seleccionado entre: una cantina, un tanque isoterma o tanque de almacenamiento (11).

Nueva reivindicación 7. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque tiene un tanque de recepción o tolva (12) conectado al intercambiador (10).

Nueva reivindicación 8. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque en el tanque de recepción o tolva (12) adaptado a un filtro en la parte superior de manera que se atrapen las impurezas capturadas durante el ordeño.

Se suprimió las expresiones “puede ir” de la reivindicación, tal y como lo sugirió el Examinador.

Nueva reivindicación 9. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque la unidad condensadora (9) está protegida en una estructura cúbica (16) en ángulo de acero inoxidable y con lámina en acero inoxidable, montada sobre ruedas móviles (17).

Nueva reivindicación 10. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque se adapta una válvula a la salida al intercambiador de calor (10).

Se suprimió la expresión “alternativamente” de la reivindicación, tal y como lo sugirió el Examinador.

Explicación sobre la válvula: una válvula de bola la cual puede controlar el flujo si se requiere hacer pasar la leche o el líquido a refrigerar. Esto con el fin aumentar el tiempo de retención en el intercambiador y poder reducir más la temperatura del producto final

Por último, se eliminan las reivindicaciones 12 y 13 correspondientes al procedimiento, de conformidad con la solicitud de cambio de modalidad de patente realizada al principio del escrito.

En cuanto a estas modificaciones, me permito manifestar que no amplían de ninguna manera la materia objeto de la solicitud y fueron realizadas con la finalidad de superar los requerimientos planteados por el Examinador.

3. DIBUJOS Y SECUENCIAS

Para mayor claridad en los dibujos se realizaron los siguientes ajustes:

Figura 2 se incluye la numeración del tanque de recepción o tolva (12), intercambiador de calor (10), tanque de almacenamiento.

Figura 3 para mayor claridad se incluye la numeración del ducto de entrada (29), la férula inferior (28) y como se une por unión clamp a la válvula de salida y al ducto de salida (30).

Figura 4 se muestra los elementos que constituye la unidad condensadora con su respectiva numeración.

Figura 5 se muestran los elementos descritos en la reivindicación 1 del equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos el cual comprende: a) una unidad condensadora b) un intercambiador de calor y c) un tanque de almacenamiento. Y como están dispuestos para su funcionamiento.

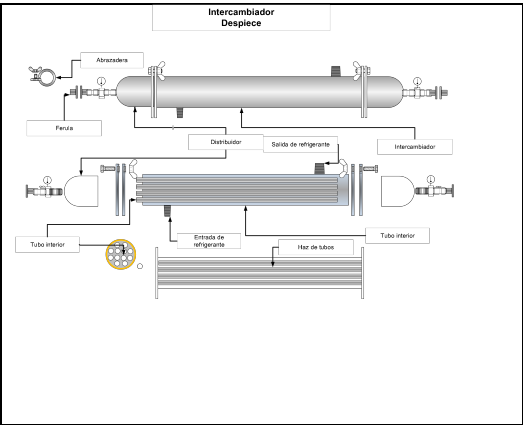
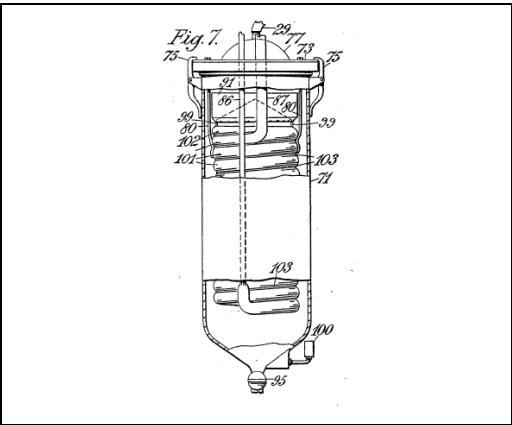
Figura 6 intercambiador de calor (10), en la figura se muestra la disposición de la carcasa de acero inoxidable (21) y del haz de tubos internos en acero inoxidable (20, los cuales están soldados a tapas o bridas (22) que van a los extremos del equipo, cada tapa va sujeta a un flanche de entrada (23) o de salida (24) el cual se une a la tapa de entrada (25) y a la tapa de salida (26) a las cuales se los suelda una férula para acoplar con el ducto de entrada (29), y el ducto de salida (30) con unión clamp.

Figura 8 en la figura 8 se muestra los acercamientos de temperatura del sistema de enfriamiento móvil para leche y otros fluidos de los cambios de temperatura a) donde se muestra que líquido refrigerante (R404A) mantiene su temperatura por debajo de los -10°C; en comparación con otros sistemas de enfriamiento con agua o soluciones de refrigerantes b), donde la temperatura del refrigerante va aumentando de los 0°C. Esto hace que el sistema de enfriamiento móvil sea más eficiente ya que Deltas de temperaturas mayores

4. NOVEDAD DE LA SOLICITUD

A continuación, se presenta un cuadro comparativo frente al estado de la técnica encontrado por el Examinador con la finalidad de identificar las diferencias entre la invención “Sistema De Enfriamiento Móvil Para Leche y Otros Fluidos” y el sistema mejorado de ordeño de leche D1:

	Sistema De Enfriamiento Móvil Para Leche y Otros Fluidos	Sistema mejorado de ordeño de leche (D1)
Intercambiador de calor	Intercambiador de calor de carcasa y tubos. Según las necesidades el equipo puede tener un área de transferencia de calor de 0,107 m², la cual se puede ampliar. Haciendo que el equipo sea más eficiente.	Intercambiador de serpentín. Según las imágenes puede tener un solo tubo el cual podría tener una área de transferencia 0,048 m².

imagen		
Paso del líquido a refrigerar	La leche o el producto a refrigerar pasa por dentro de los tubos. No requiere bomba u otro aditamento para hacer pasar el producto por el intercambiador. El producto puede pasar por efecto de la gravedad y el intercambiador se dispone de inclinado (en un ángulo 10 a 40°).	La leche pasa la carcasa. Para el desplazamiento del fluido se requiere bomba de vacío o bomba de succión. Cuando se hace por gravedad hay que cambiar la estructura.
Paso del líquido refrigerante	El refrigerante pasa por fuera de los tubos (por la carcasa que contiene los tubos). Facilitando el cambio de estado del líquido refrigerante dentro de la cámara (carcasa); ya que pasa del estado de líquido a vapor y aumenta su volumen. Por tal razón la entrada y salida son de diferente tamaño para facilitar la expansión.	El refrigerante pasa por dentro del tubo del serpentín, restringiendo el cambio de estado del refrigerante.
Refrigerante	Utiliza como gas refrigerante R404A que no tiene Potencial de Destrucción de Capa de Ozono (ODP igual a 0). Es un refrigerante zeotrópico que contiene una mezcla de R125, R143a y R134a (pentafluoroetano, 1.1.1-trifluoroetano y 1.1.1-tetrafluoroetano en una proporción 44/52/4 % en peso).	Utiliza como gas refrigerante Freón 12 reconocido dentro de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.
Conexión eléctrica	Conectado a corriente 110 voltios, sistema común para Colombia y otros países. El cual puede permitir conexión a otras fuentes de energía eléctrica. Como alternador de carro o celdas foto-galvánica.	No especifica.
Sistema de unidad enfriamiento	El sistema tiene una unidad condensadora de 1 HP, la cual puede conectarse a corriente 110 voltios.	No especifica. Según las imágenes presentadas, es una unidad condensadora tradicional que requiere conexión a 220 o trifásica, la cual no está de manera tradicional en condiciones de campo.

Válvula de expansión	Para la expansión del refrigerante se utiliza válvula de expansión termodinámica con tobera # 6; la cual tiene mayor eficiencia y permite mayor ingreso de refrigerante al intercambiador.	No especifica. Puede utilizar como sistema de expansión del gas un serpentín que es de baja eficiencia y de bajo caudal de refrigerante.
Material de construcción	Todos los materiales en contacto directo con la leche o el líquido a refrigerar son en acero inoxidable 304 grado sanitario, con unión clam para fácil desmontaje.	No especifica. Se presume que sea en acero inoxidable. El montaje del intercambiador es flanchado el cual requiere llaves para su desmontaje.
Operación	Con corriente 110 voltios y no requiere bomba adicional.	No especifica la conexión de corriente eléctrica. Para el funcionamiento requiere bomba de vacío adaptado al sistema de ordeño.
Limpieza	Los tubos internos son de acero inoxidable 304 grado sanitario de diámetro interno de 1 pulgada de 1 metro de largo. Todas las uniones son tipo clam de fácil montaje las cuales no tiene zonas para acumulación de producto y se puede hacer la limpieza de manera frecuente. Esto hace que el equipo se puede limpiar y desinfectar fácilmente. Y no requiere sistema adicional para limpieza y desinfección.	El serpentín interno en un tubo contigo con cercanía entre cada una de sus vueltas y soportes los cuales pueden generar acumulación de leche y formar bio-películas No se especifica como son las conexiones de las piezas y como es el montaje o desmontaje para limpieza. Para su limpieza se requiere desmontar la capsula flanchada. Sino requiere adaptar un sistema de limpieza in situ (Clean in place o CIP), el cual requiere bombas.
Movilidad	Estructura pequeña adaptado con ruedas de fácil movilidad.	Estructura grande. De difícil movilidad.

El señor Examinador objeta la claridad de las reivindicaciones, en los siguientes aspectos:

La persona normalmente versada en la materia, estaría motivada a incluir un intercambiador de tubos y carcasa de los conocidos en el estado de la técnica y fabricados comercialmente en la máquina de ordeño de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia.

En comparación con el intercambiador sanitario S-TFM-I Multi-tubo de haz tubular no extraíble de la marca Sasome, los equipos son similares. Las diferencias del intercambiador dispuesto para el equipo de enfriamiento móvil para leche y otros fluidos son:

1. La carcasa cuenta con férulas en sus extremos las cuales se adaptan a reducciones a 1 pulgada para conectar al tubo y demás accesorios cuya dimensión son de 1 pulgada. Estas férulas permiten la conexión con empaque y abrazadera denominado conexión tipo clam. De acuerdo a las necesidades del usuario puede cambiarse a uniones tipo flanche.

2. La entrada y la salida del líquido refrigerante tiene dimensiones diferentes. Para poder garantizar la expansión volumétrica dentro del intercambiador sufrida por el refrigerante (ya que el refrigerante ingresa como mezcla líquido vapor a la presión de baja y sale como vapor saturado y este cambio de estado hace que el gas se expanda un 217%), el intercambiador cuenta con una entrada de diámetro de $\frac{1}{2}$ pulgada y tiene una salida de diámetro de 1 Pulgada.

5. NIVEL INVENTIVO

El Examinador objeta el nivel inventivo de las reivindicaciones 1,6 a 8 y 11 frente al documento D1. Teniendo en cuenta la solicitud de cambio de modalidad de patente realizada al inicio del escrito, al ser modelo de utilidad, no es procedente el requerimiento frente al requisito de nivel inventivo.

6. CONCLUSIÓN

Según las modificaciones realizadas en el capítulo reivindicatorio y de conformidad con los argumentos y ajustes técnicos relacionados en el presente escrito, resulta claro que se han superado las objeciones y requerimientos realizados por el Examinador en su concepto técnico, procediendo así, la concesión de la patente de modelo de utilidad solicitado.

7. ANEXOS

Me permito anexar al presente oficio:

- Nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por 10 reivindicaciones y que reemplaza al documento anteriormente presentado;
- Descripción ajustada con base en el nuevo capítulo reivindicatorio;
- Dibujos y secuencias ajustados.

REIVINDICACIONES

1. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos conformado por una unidad condensadora, un intercambiador de calor y un tanque de almacenamiento **caracterizado porque** comprende:
 - a. una unidad condensadora (9) que consta de: un compresor (6), un condensador con serpentín de cobre y ventilador (7), tanque de almacenamiento del líquido (13) y filtro (14), una válvula de expansión con tobera (15);
 - b. un intercambiador de calor (10) dispuesto en forma inclinada y compuesto por un haz de tubos en acero inoxidable (20) empacados dentro de una carcasa o tubo de acero inoxidable (21), donde por dentro de los tubos (20) pasa el líquido a enfriar y externamente el refrigerante;
 - c. un tanque de almacenamiento (11).
2. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) comprende una carcasa de acero inoxidable (21) y un haz de tubos internos en acero inoxidable (20) soldado a tapas o bridas (22) que van a los extremos del equipo, cada tapa va sujeta a un flanche de entrada (23) o de salida (24) el cual se une a una tapa de entrada (25) o una tapa de salida (26) el cual tiene férulas para unión clamp.
3. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 2 **caracterizado porque** la férula superior (27) se une a la tolva con una unión clamp, en el ducto de entrada (29), la férula inferior (28) se une por unión clamp a la válvula de salida y al ducto de salida (30), donde la carcasa (21) está conectada por tubería de cobre a los demás elementos del sistema de refrigeración de la unidad condensadora.
4. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) se dispone

de forma inclinada, en un ángulo de inclinación que varía entre 10° a 45°.

5. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** el intercambiador de calor (10) tiene una llave de registro para la entrada de refrigerante en el equipo y otra en la salida del tanque de almacenamiento para la recuperación del gas refrigerante durante el mantenimiento.
6. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** el tanque de almacenamiento para recolectar la leche o el fluido a refrigerar es seleccionado entre: una cantina, un tanque isoterma o tanque de almacenamiento (11).
7. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** tiene un tanque de recepción o tolva (12) conectado al intercambiador (10).
8. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** en el tanque de recepción o tolva (12) adaptado a un filtro en la parte superior de manera que se atrapen las impurezas capturadas durante el ordeño.
9. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** la unidad condensadora (9) está protegida en una estructura cúbica (16) en ángulo de acero inoxidable y con lámina en acero inoxidable, montada sobre ruedas móviles (17).
10. Un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos de acuerdo a la reivindicación 1 **caracterizado porque** se adapta una válvula a la salida al intercambiador de calor (10).

EQUIPO MÓVIL DE ENFRIAMIENTO PARA LECHE Y OTROS FLUIDOS

5 CAMPO DE LA INVENCIÓN

La presente invención tiene su aplicación dentro del campo de la industria agropecuaria y ganadera, más particularmente en el campo relacionado con el desarrollo de equipos de refrigeración portátil y la industria que hace uso de los mismos.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

La calidad de la leche depende en gran medida de la nutrición y salud de las vacas, de las condiciones en las que se ordeñan y del manejo posterior que se le da a la leche hasta llegar al consumidor (*FEDEGAN, 2000*). En este último punto, se tiene que el único método permitido para la conservación de la leche cruda es la refrigeración. Un sistema de refrigeración ayuda a mantener la calidad microbiológica de la leche, dado que la utilización de cadenas de frío permite garantizar la temperatura de refrigeración por el tiempo suficiente para inhibir el crecimiento de las bacterias ácido lácticas (*Vega, 2010*).

25 Las deficiencias en la infraestructura de la red de frío es uno de los factores que promueven la contaminación de la leche fresca, ya que frecuentemente se transporta en vehículos sin refrigeración por largos recorridos y periodos extensos de tiempo, condiciones que favorecen el crecimiento bacteriano, sumado el hecho que las altas temperaturas ambientales de determinados sitios, también aceleran el proceso de contaminación. Algunas leches procedentes de hatos pueden ser recolectadas y almacenadas en tanque de frío, en establecimientos denominados centros de acopio. En estos puntos, las leches se someten a un proceso de enfriamiento y para ser comercializadas para consumos o plantas procesadoras.

Para ser comercializada, la leche se debe enfriar en el menor tiempo posible y se debe garantizar la cadena de frío de la leche durante todas las etapas recolección, transporte y almacenamiento con el fin de controlar el crecimiento de microorganismos que puedan estar presentes.

5

Lo anterior ha sido muy difícil cumplir en determinados sectores, ya que las condiciones económicas de los productores son bajas y estos sistemas requieren inversiones elevadas relacionadas con el sistema de enfriamiento y la adecuación del espacio para almacenamiento. Además los volúmenes de producción de los pequeños predios ganaderos son bajos y por lo general no superan los 200 litros día.

10

Bedoya y colaboradores realizaron un diagnóstico de las condiciones higiénico-sanitarias de ocho empresas quesilleras del municipio de San Vicente del Caguán (*Bedoya et al, 2015*), en el cual se determinó la acidez, temperatura y densidad de la leche. Se encontró que en promedio las leches tienen una acidez de 21,1 ° Dornic siendo leches muy acidas, principalmente esto es debido a las temperaturas con las que llegan las leches a la planta. Igualmente, según la Unidad de Seguimiento de Precios (USP) del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, el 37,65% de las leches producidas en el primer semestre de 2009, presentaron recuentos de bacterias mesófitas aerobias mayores de 700.000 UFC/mL. El mismo informe comenta que se han realizado numerosas investigaciones que han detectado presencia de patógenos en leches crudas, siendo la más frecuentes *Salmonella spp*, *E. coli* O157:H7, *Campylobacter spp* y *Staphylococcus aureus* (*INS, 2011*). Internacionalmente los microorganismo reportados son *Bacillus cereus*, *Brucella abortus*, *Campylobacter jejuni*, *Coixilea buneti*, *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*, *Yersina enterocolitica*, para Colombia *Brucella spp*, *Brucella abortus*, *Listeria monocytogenes*, *Mycobacterium bovis*, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus*. Estos estudios concluyen que la contaminación y proliferación de microorganismos patógenos en la leche están relacionadas con condiciones inadecuadas de

15

20

25

30

temperatura, tipo de transporte, mezcla de leches en la ruta y largos periodos en el transporte (superiores a 4 horas). Según el sistema nacional de Vigilancia (SIVIGILA) durante el periodo 2008-2010, se reportaron 2 brotes asociados al consumo de leche y 147 brotes asociados al consumo de queso (INS, 2011).

5

Edwin 2014, comenta que en los países en desarrollo como la India, alrededor del 70% de la población se dedica a la producción de leche, frutas y verduras. Debido a la falta de instalaciones de almacenamiento y transporte adecuados, la producción agrícola, en las zonas remotas pierde su valor. Este deterioro podría prevenirse, al ofrecer unidades de refrigeración para la conservación a corto plazo. Se ha considerado la posibilidad satisfacer las necesidades de almacenamiento refrigerado utilizando fuentes de energía híbridas, ya que en al sur de la india hay abundancia de otras fuentes energéticas como biomasa, biogás y gas gobar. Al utilizar un sistema de refrigeración de la leche que utiliza varias combinaciones de fuentes de energía renovables tiene una recuperación de la inversión de 4 años.

10

15

De igual forma Vega comenta que los recuentos de Mesófilos están por encima de los valores permitidos (900.000 UFC/mL) que demuestra la deficiente calidad de la leche, y que implementando un sistema de frio desde la misma producción reduce significativamente los niveles (9.000 UFC/mL).

20

Raras veces la leche se consume o se procesa inmediatamente después del ordeño. El problema consiste en mantenerla durante éste período en condiciones apropiadas para que conserve su calidad inicial. Al salir de la ubre la leche se encuentra a una temperatura entre 35-37°C, aunque el ordeño se haga en condiciones óptimas de higiene siempre contiene microorganismos que a ésta temperatura multiplican rápidamente y acidifican la leche. Para evitar la proliferación de microorganismo la leche se debe enfriar a menos de 10°C (García, 1987).

25

30

Según García y colaboradores existen varios métodos que permiten bajar la temperatura de la leche en condiciones de campo pero estos tienen algunas consideraciones para ser efectivos o que se adapten a las condiciones de la mayoría de los productores ganaderos (García, 1987). Entre los métodos propuestos se contemplan:

- Sumergir las cantinas en arroyos o canal. En este caso se puede disminuir la temperatura, pero no hasta los niveles recomendados, la velocidad de enfriamiento depende la temperatura baja del agua. Si sube el nivel del agua, la leche puede contaminarse por el ingreso de agua.
- Tanques de enfriamiento. Son tanques encamisados con recirculación de agua fría, en los que se puede almacenar la leche a granel o sumergir las cantinas. Este tipo de equipo puede disminuir la temperatura, pero no hasta los niveles recomendados, la velocidad de enfriamiento depende de la temperatura de agua. Tiene baja velocidad de enfriamiento; Si utiliza un sistema de enfriamiento de agua. También requiere conexiones eléctricas con niveles específicos de voltaje (por ejemplo 220 V) que en algunos países no están disponibles y adicionalmente, tiene un costo elevado dado que solo puede conservar 6 cantinas a la vez.
- Cortinas enfriadoras. Es un sistema que puede bajar rápido la temperatura, puede generar problemas de re contaminación de la leche.
- Tanque refrigerador para bajar la temperatura. Puede bajar la temperatura hasta 4°C en tiempo promedio de dos horas, además sirve para almacenar la leche a baja temperatura. El equipo es costoso y requiere construir instalaciones para la ubicación del mismo. Maneja volúmenes grandes de almacenamiento de más de 800 litros y requiere conexiones eléctricas a 220V.

En el estudio de antecedentes elaborado, también se encuentran diversas tecnologías y metodologías desarrolladas para conservar la leche. Así por ejemplo, la patente No. GB1196291 enseña un método y un dispositivo intercambiador de calor para enfriar leche pensado para pequeñas granjas, donde el enfriamiento rápido sigue inmediatamente al ordeño para mejorar la calidad y reducir las pérdidas por la acidificación de la leche. Este equipo cuenta con un tanque elevado para alimentación de leche de donde se deja bajar la leche por gravedad a un serpentín de enfriamiento que está sumergido en agua fría, el agua en contacto con el serpentín absorbe el calor. El sistema usa como líquido refrigerante el agua contenida en el tanque elevado, más no contempla un ciclo de refrigeración como tal, lo cual es un gran limitante para el uso de este sistema.

El documento de patente de Stenson (2012) divulga un sistema similar de enfriamiento de la leche con recuperación de calor consistente en un primer intercambiador de calor que pre-enfría la leche recién ordeñada hasta una temperatura usando agua fría; un segundo intercambiador de calor conectado a una bomba de calor a través de un circuito cerrado con fluido refrigerante. La bomba de calor opera con un gas refrigerante en circuito cerrado e incluye un evaporador y un condensador, donde la temperatura del refrigerante que sale del segundo intercambiador es reducida en el evaporador por contacto térmico con el gas refrigerante.

La patente No. US 3448589 se refiere a un sistema de enfriamiento y almacenamiento en frío de leche a granel. El objeto del invento es crear una construcción mejorada de aparatos de enfriamiento el cual se utilizara inmediatamente después del ordeño para almacenar el líquido a una temperatura menor de 5°C. El equipo comprende un sistema de enfriamiento asociada a una estructura que comprende un depósito de almacenamiento de leche, adicionalmente el equipo puede estar previsto con un serpentín para hacer circulación de medio refrigerante. Para mezclar el sistema está provisto de un agitador el contenido.

El documento de patente No. CN203985851 enseña un enfriador rápido para el almacenamiento de leche, el cual comprende una estructura de refrigeración y una estructura de almacenamiento para almacenar la capacidad de refrigeración; donde en la pared lateral del revestimiento está provista de una estructura de agitación para agitar el líquido a refrigerar. El dispositivo de esta patente es adecuado para el almacenamiento y transporte de leche fresca, que resuelve el problema de la calidad de la leche afectada debido a la falta de una fuente de alimentación eléctrica o al incremento de la temperatura durante el transporte de esta. Dicho enfriador comprende una estructura cilíndrica exterior (1), una estructura interna (2), un evaporador (3), un condensador (4), un compresor (5), medios de agitación (6), un motor (7), el ventilador del condensador (8), válvulas (9), una tapa (10), un panel de visualización (11), una placa de almacenamiento (12), una capa aislante (13) y sensores de temperatura (14, 15). En este caso, la transferencia de calor se lleva a cabo por medios de agitación motriz lo cual conlleva al uso de evaporadores convencionales.

La patente Argentina No. AR081591 se refiere a un equipo enfriador instantáneo de leche recién ordeñada, el cual consiste en una unidad enfriadora compacta por sistema indirecto, que comprende un intercambiador de calor entre la leche y una solución intermediaria compatible, incluyendo al menos un compresor (1), un tanque pulmón (para almacenamiento del líquido intermediario) (16), válvulas reguladoras (11/12/18), tuberías de conexión, un panel condensador aleteado (6), accesorios de montaje, y al menos un intercambiador de placas soldadas (14) (donde se realiza el intercambio de calor entre el refrigerante y el fluido intermediario), estando dichos intercambiadores de calor, asociados a respectivos ventiladores (7) y al menos una bomba de accionamiento (17), convenientemente distribuidos, todos los cuales son comandados mediante un dispositivo controlador automático en función de la temperatura de la leche que se requiere. El intercambiador de placas (14) es un intercambiador de juntas (placas desmontables), adosado a la estructura del gabinete (donde se realiza el

intercambio de calor entre la leche y el fluido intermediario). El líquido intermediario es una solución acuosa de grado alimenticio. Los ventiladores (7) se disponen sobre el techo del gabinete (19) (para tomar aire ambiente y conducirlo a través del equipo). En esta invención, la transferencia de calor se lleva a cabo en un intercambiador de placas asociado a ventiladores dispuestos en el techo de la estructura cubica lo cual requiere el uso de bombas de accionamiento para elevar el líquido.

En el Boletín 247 de patentes de 2007 en Panamá, la empresa Producto lácteos San Antonio hace solicitud de patente para un sistema móvil de recolección y enfriamiento de leche, el cual consiste en un sistema de enfriamiento integrado a un camión recolector de leche que reduce la velocidad del crecimiento bacteriano.

En su tesis de maestría, Vega se refiere al diseño, construcción y validación del desempeño de un equipo de refrigeración de leche cruda para pequeños productores (Vega, 2010). El documento expone la construcción de un prototipo con capacidad para el enfriamiento de 40 litros de leche en lotes del mismo volumen. Dicho prototipo consta de tres conjuntos principalmente, generador de frío, conservador de frío y la estructura. De acuerdo con el autor las leches obtenidas por ordeño manual a ser intervenidas con cadena de frío, arrojaron en promedio 34.5 °C de temperatura inicial y luego de setenta (70) minutos de operación del equipo en cuestión estas fueron enfriadas a 0,3 °C, las que luego de haber transcurrido más de 9,5 horas del ordeño, arrojaron un recuento bacteriano de mesófilos totales de 9.000 UFC/mL, en contraposición al recuento arrojado por las leches cotidianamente manejadas a temperatura ambiente y en el mismo tiempo las que mostraron un desarrollo microbiano de hasta 4.326.000 UFC/mL.

FRIMONT, desarrollo un equipo comercial portátil para el enfriamiento instantáneo de leche recién ordeñada, con un rango estándar de capacidades de 500 a 5.000 lts/h, que hace eficiente el control de la reproducción bacteriana al enfriar instantáneamente la leche recién ordeñada y no tiene riesgo de pérdidas de

refrigerante en conexiones externas (*FRIMONT, 2009*). Este equipo utiliza un intercambiador de calor de placas, tanque de agua/glicol y sistema de bombeo, además de ruedas para el fácil transporte dentro del tambo. El equipo también tiene la posibilidad de integrarlo a un termotanque, con su recuperador de calor.

5

Luna en 2011 presenta un avance preliminar de las etapas de diseño y construcción de un sistema de refrigeración como una alternativa para mejorar la calidad microbiológica de la leche producida en zonas de trópico. La etapa de diseño incorpora los conceptos de características de calidad implementando la metodología del QFD para determinar los elementos de entrada y facilita las etapas posteriores del diseño. Encontrando que la característica más relevante es la temperatura y su falta de control puede afectar otros requisitos. Teniendo en cuenta esto, en el proyecto se desarrolló un intercambiador tubular adaptado al sistema de refrigeración pequeño el cual puede bajar rápidamente la temperatura de la leche después del ordeño a condiciones que garanticen la calidad microbiológica. Sin embargo el prototipo diseñado, tiene un intercambiador pequeño y en un paso solo enfría la leche hasta 16°C.

10

15

Murphy 2013, presenta un sistema de control para el enfriamiento rápido de leche conectado a una máquina de ordeño. La planta consiste en un pre-enfriador en la primera etapa que utiliza el agua subterránea como un medio de enfriamiento y un banco de hielo que proporciona agua enfriada con hielo para la segunda etapa de enfriamiento. El sistema de control consta de dos controladores integrados aplicado a cada etapa de enfriamiento. Cuando se seleccionan baja temperatura de pre-enfriamiento requieren grandes volúmenes de agua subterránea en la primera etapa. Sin embargo, las temperaturas pre-enfriamiento bajas dan lugar a la utilización de menos hielo y por lo tanto menor consumo de energía. Estos puntos representan la combinación ideal de las aguas subterráneas y el consumo de energía por unidad de leche para producir los medios más económicamente eficiente de enfriamiento.

20

25

30

Algunas de las desventajas encontradas en los equipos del estado del arte, es que cuentan con un sistema de intercambio de calor por placas, lo cual tiene la desventaja que es desmontable, entonces para cada proceso se requiere nuevo refrigerante porque este se descarta. Por ello, de manera general en este sistema se usa como refrigerante agua (a 4°C o 2°C). Este sistema implica que se usa refrigerante adicional (se requiere más cantidad de agua), la velocidad de transmisión de calor no es tan eficiente, toma más tiempo y el sistema es estacionario (no es móvil). Por lo general, se requiere un banco de hielo para su funcionamiento, por lo que el equipo como tal se acompaña de un sistema con bombas para movilizar el líquido enfriador, que por lo general funcionan con voltaje de 220V por lo que requieren instalaciones eléctricas adicionales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede deducir que es fundamental desarrollar una tecnología de bajo costo, adaptable a las tensiones nominales o que pueda funcionar con fuente de energía no convencional, para enfriar lo más pronto posible la leche, de manera que se garantice que la leche llegue a la planta en óptimas condiciones de calidad y que permita mantener la calidad microbiológica de la leche en el número de UFC/ml requerido, de manera que los productores puedan incrementar los ingresos por precio de venta de la leche.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

Para resolver los problemas expuestos en el estado de la técnica, la presente invención enseña un equipo móvil de refrigeración para mantener la calidad microbiológica de la leche, utilizando cadenas de frío para garantizar la temperatura de refrigeración por el tiempo suficiente. El equipo móvil de refrigeración comprende una disposición que permite enfriar rápidamente la leche después del ordeño, bajando la temperatura de 35 a 4°C.

El equipo desarrollado en la presente invención está constituido por tres subconjuntos:

- a) una unidad condensadora convencional de baja potencia,
- b) intercambiador de calor, el cual sustituye el evaporador del sistema de refrigeración,
- 5 c) tanque de almacenamiento (opcional) se adapta un tanque cónico para mantener de forma frecuente el paso del líquido a refrigerar.

El sistema de enfriamiento es un intercambiador tubular (carcasa y tubos), con contacto directo con el refrigerante, el cual tiene una inclinación que permite el paso
10 del producto sin uso de bomba, puesto que el paso del producto a enfriar es por gravedad.

Adicionalmente, la estructura del equipo permite armarlo y desarmarlo para hacer la limpieza, la carcasa está conectada por tubería de cobre a los demás elementos
15 del sistema de enfriamiento. La unidad condensadora esta soportada en una estructura de ángulo y sobre ruedas para facilitar su movilidad, además tiene una cobertura en lámina de acero inoxidable para su protección.

En una modalidad de la presente patente de modelo de utilidad, el tamaño del intercambiador se puede modificar, al aumentar o disminuir el número de tubos para
20 que se ajuste a las condiciones específicas ambientales y de producción del proceso realizado.

En otra modalidad de la invención, se puede adaptar una válvula a la salida del intercambiador para hacer pasar más rápido o más despacio el producto, haciendo
25 que este aumente o disminuya la temperatura de salida.

El modelo de utilidad del sistema de enfriamiento de líquidos realizado con el equipo, donde el paso del producto a enfriar a través de un intercambiador de calor
30 inclinado permite el enfriamiento del producto de forma homogénea, sin requerir bomba impulsora.

Las ventajas del equipo de la presente invención son entre otras:

- 5 • Funciona con la tensión normalizada de alimentación común en las zonas rurales.
- Sistema de enfriamiento, en este caso un refrigerante (gas de enfriamiento) reciclable, que no se desperdicia en cada proceso o en limpieza. Se utiliza gas refrigerante R404A que no tiene Potencial de Destrucción de Capa de Ozono (ODP igual a 0).
- 10 • No se requieren bombas que impulsen el líquido a refrigerar, puesto que se aprovecha es la fuerza de gravedad dado que el intercambiador de calor va en desnivel, y el líquido va corriendo de forma autónoma.
- Como fuente de energía se puede emplear un inversor de carro o paneles solares (al menos 4 paneles serían necesarios).
- 15 • El equipo puede enfriar de 200-300 litros de leche u otro líquido/hora. Esta es una mayor capacidad que otros equipos portátiles identificados en el estado del arte.

20 Para completar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se adjunta a la presente memoria descriptiva una serie de figuras ilustrativas donde se podrá comprender más fácilmente las innovaciones y ventajas del equipo móvil de enfriamiento desarrollado.

LISTADO DE FIGURAS

Los aspectos relevantes y las ventajas de la presente invención serán mejor entendidos con relación a las siguientes figuras:

5

Figura 1. Esquema de un sistema de enfriamiento convencional por compresión a vapor

Figura 2. Diagrama del equipo móvil de enfriamiento con intercambiador de calor modificado para enfriamiento de leche.

10

Figura 3 Diagrama del equipo móvil de enfriamiento donde el intercambiador de calor presenta una inclinación para facilitar la evacuación del líquido.

Figura 4. Esquema del equipo móvil de enfriamiento con los componentes de la unidad condensadora.

15

Figura 5. Vista lateral de la unidad condensadora con la estructura cubica de protección y transporte; a) fotografía de la conformación interna de la unidad b) fotografía de un intercambiador sobre la estructura c) fotografía del tanque de almacenamiento (iso-termo).

Figura 6. Esquema de los componentes del intercambiador de calor

Figura 7. Vista frontal del equipo y la disposición de los componentes del mismo.

20

Figura 8. Delta de temperatura para refrigerante y producto en: a) equipo de enfriamiento móvil; b) intercambiador de placas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención se trata de un equipo móvil de enfriamiento para leche y otros fluidos el cual es un equipo que permite enfriar rápidamente la leche después del ordeño, bajando la temperatura de 35 a 4 °C. La invención está desarrollada a partir de un sistema de refrigeración por compresión de vapor, donde el intercambiador de calor se configura de manera que es posible bajar la temperatura del líquido en un tiempo mucho menor de los reportados en el estado de la técnica.

En la figura 1 se muestra el sistema de refrigeración convencional con sus elementos constituyentes básicos. El sistema de compresión está compuesto por cuatro elementos: compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador. El ciclo inicia en el evaporador (5), donde el líquido refrigerante se evapora y absorbe calor para transformarse en gas a baja presión (1). A continuación, el gas pasa a por compresor (6) el cual incrementa su presión y temperatura (2), el gas sobrecalentado a alta presión se hace pasar por un condensador (7) donde se transforma en un líquido a alta presión y temperatura (3). Este líquido posteriormente pasa por una válvula de expansión (8), donde su presión y temperatura se reducen (4) hasta alcanzar las condiciones iniciales de entrada al evaporador, donde vuelve a repetirse el ciclo.

En la figura 2 se muestra un esquema de una primera modalidad de la presente invención. Como se puede apreciar, la presente invención comprende el mismo ciclo de refrigeración por evaporación de vapor, y elementos similares al sistema ideal tal como el compresor (6), el condensador (7) y la válvula de expansión (8), este subconjunto de elementos se denominara de aquí en adelante como la unidad condensadora (9). El equipo también comprende un intercambiador de calor (10), el cual sustituye el evaporador del sistema de refrigeración. El intercambiador es un haz de tubos en acero inoxidable empacados dentro de un tubo de acero inoxidable. Por dentro de los tubos pasa el líquido a enfriar y externamente el refrigerante. Cada

extremo del intercambiador se une con caps para hacer la distribución del líquido a refrigerar, una férula se adapta a el tanque de almacenamiento o cantina (11) y por el otro extremo al tanque de recepción de leche a enfriar o tolva (12).

- 5 En una modalidad de la invención el tanque de almacenamiento (11) es opcional y si está presente, es preferiblemente de forma cónica para mantener de forma frecuente el paso del líquido a refrigerar. Sin embargo, este elemento puede ser reemplazado por otras alternativas como son un tanque cilíndrico, cantina, isotermo (termo con capa de teflón que permite conservar el frío por más tiempo).

10

El tanque de recepción de leche a enfriar o tolva (12) (a menudo se ve como un embudo), también es opcional dado que en los casos en los que se tiene ordeño mecánico, la leche pasa directamente al intercambiador. Adicionalmente, en una modalidad de la invención la tolva (12) puede tener un filtro en la parte superior de manera que se atrapen las impurezas capturadas durante el ordeño.

15

En la figura 3 se ilustra una configuración de la presente invención en la cual el intercambiador de calor (10) se dispone de forma inclinada para facilitar la evacuación del líquido a enfriar. El ángulo de inclinación puede variar entre 10° y 45°, preferiblemente entre 15° y 40°. Gracias a esta disposición no se requieren bombas que impulsen el líquido a refrigerar, puesto que se aprovecha es la fuerza de gravedad dado que el intercambiador de calor va en desnivel, y el líquido va corriendo de forma autónoma.

20

25 Se utiliza una tobera N°6 que permite una expansión adiabática del gas de 200 a 40 psia. Además, para el ingreso y salida del refrigerante el evaporador (5) (intercambiador de calor de carcasa (10) y tubos para el sistema de enfriamiento móvil), tiene una modificación de acuerdo a la expansión adiabática del gas, ya que este incrementa en un 217% o más, según configuración del equipo, para lo que tiene una entrada en ½ pulgada y la salida en 1 pulgada.

30

La forma como está estructurado el intercambiador (10) permite el flujo adecuado del refrigerante, la entrada de refrigerante está en la parte inferior y la salida en la parte superior conectado el intercambiador; el refrigerante está parcialmente líquido y al absorber energía se evapora, el vapor que tiene menor densidad tiende a subir.

- 5 La otra consideración es que la entrada de gas tiene un diámetro menor que el de la salida, esto permite que el refrigerante que se expande pueda ingresar y salir sin restricción.

La figura 4 muestra el esquema de la unidad condensadora (9) del equipo móvil.

- 10 Esta se puede constituir como una unidad de baja potencia, a nivel de voltaje convencional. La unidad consta de un condensador (7) con serpentín de cobre y ventilador, un compresor (6), tanque de almacenamiento del líquido (13) y filtro (14), como sistema de expansión se utiliza una válvula de expansión con tobera (15). El intercambiador de calor (10) puede tener opcionalmente una llave de registro para
- 15 la entrada de refrigerante en el equipo y otra en la salida del tanque de almacenamiento que permite la recuperación del gas refrigerante durante el mantenimiento del equipo.

El diseño de la unidad condensadora se muestra en la figura 5. En este caso se ve

20 que la unidad condensadora está protegida en una estructura cubica (16) en ángulo de acero inoxidable y con lámina en acero inoxidable, la estructura cuenta con cuatro ruedas móviles (17) que permiten el desplazamiento.

La figura 6 muestra una serie de vistas del intercambiador de calor desarrollado. El

25 sistema de enfriamiento es un intercambiador tubular conformado por una carcasa de acero inoxidable (21) y tubos internos (20) en contacto directo con el refrigerante, el cual tiene una inclinación que permite el paso del producto sin uso de bomba (el paso es por gravedad). La estructura del intercambiador de calor, cuenta con un haz de tubos en acero inoxidable (20) soldado a dos tapas o bridas (22) que van a los

30 extremos del equipo, cada tapa va sujeta a un flanche de entrada (23) o de salida (24) el cual se une a un cap de entrada (25) o un cap de salida (26) el cual tiene una

férula para unión clam (férula, empaque y abrazadera). La férula superior (27) se une a la tolva con una unión clam, en el ducto de entrada (29). La férula inferior (28) se une por unión clam a la válvula de salida y al ducto de salida (30). Este sistema permite armar y desarmar el equipo para hacer la limpieza, la carcasa está
5 conectada por tubería de cobre a los demás elementos del sistema de refrigeración de la unidad condensadora.

El equipo se une entre sí con uniones sanitarias, férula cortas abrazadera y empaque de teflón en acero inoxidable grado sanitario. Todo el equipo es
10 desarmable que permite fácil limpieza del material que entra en contacto con la leche o el líquido a refrigerar

De acuerdo a las condiciones del usuario en el intercambiador de calor (10) se puede modificar, aumentar o disminuir el número de tubos de enfriamiento para que
15 se ajuste a las condiciones específicas. Además se puede adaptar una válvula a la salida del intercambiador para hacer pasar más rápido o más despacio el producto, haciendo que este aumente o disminuya la temperatura de salida.

La distribución de los tubos del intercambiador de calor es homogénea, en una
20 modalidad por ejemplo se pueden colocar 6 tubos de 1 pulg por 1 metro de longitud, esta conformación permite bajar la temperatura de 37°C a 10°C. En otra modalidad de la invención se pueden colocar 12 tubos de 1 pulg por 1 metro para bajar la temperatura a 4°C.

25 En la figura 7 se muestra el montaje propuesto para el equipo móvil de enfriamiento. En esta se aprecian los elementos del equipo tales como el intercambiador de calor (10) en posición inclinada, la caja en acero (16) que contiene a la unidad condensadora, el tanque de almacenamiento de leche fría (11) y la tolva de alimentación (12).

- Parámetros de funcionamiento de la unidad condensadora

La unidad condensadora (9) funciona con refrigerante R 404 A (gas refrigerante amigable con el ambiente), su exterior corresponde a una estructura en ángulo y cubierta en lámina de acero inoxidable, sobre ruedas de teflón.

5

El gas refrigerante R404A que no tiene Potencial de Destrucción de Capa de Ozono (ODP igual a 0). Es un refrigerante zeotropico que contiene una mezcla de R125, R143a y R134a (pentafluoroetano, 1,1,1-trifluoroetano y 1,1,1- tetrafluoroetano en una proporción 44/52/4 % en peso). Este refrigerante no es inflamable, es utilizado como refrigerante en almacenamiento de alimentos, máquinas de hielo y sustituto de R502. Para el funcionamiento del sistema de enfriamiento se utiliza como presión de alta 200 a 250 psi. El equipo de enfriamiento móvil funciona con válvula de expansión (15) con tobera N°6 que permite el flujo suficiente de refrigerante hacia el intercambiador (10). La conducción del refrigerante se hace por tubería de cobre.

15

- Parámetros de funcionamiento del intercambiador de calor

El intercambiador (10) puede trabajar de -25°C a -6°C, se recomienda que el equipo trabaje a -10°C o 40 psi como presión de baja, para poder garantizar la expansión volumétrica dentro del intercambiador sufrida por el refrigerante, ya que el refrigerante ingresa como mezcla liquido vapor a la presión de baja y sale como vapor saturado. Este cambio de estado hace que el gas se expanda un 217%. Para esto el intercambiador (10) cuenta con una entrada de diámetro de ½ pulgada y una salida de diámetro de 1 pulgada permitiendo el flujo adecuado del refrigerante.

25

Las características de funcionamiento son las siguientes:

- Temperaturas: temperatura de entrada de producto 35°C, temperatura de salida de producto 4°C; temperatura de entrada de refrigerante -10°C, temperatura de salida de refrigerante -10°C. Con ΔT_{Lm} de 26.

30

- Energía a retirar: diferencia de temperaturas de productos son temperatura de entrada 35°C, temperatura de salida 4°C; la capacidad calorífica c_p es 4,18 kJ/Kg (se utiliza el agua porque requiere más energía); la cantidad de producto 350 L/h (0,1 Kg/s). $Q = m c_p \Delta T$, $Q = 12,23$ Kw.

- 5
- Según la ecuación para el diseño de intercambiadores $Q = UA \Delta T_{LM}$, el área necesaria para lograr esas condiciones es de 0,95 m². Si se construye un intercambiador de 1 metro de largo se requerirían 12 tubos. Se requiere menor área de contacto, puesto que al usar líquido refrigerante en este diseño, se hace más eficiente el intercambio de calor.

10

- Enfriamiento

Después que se descarga el producto a enfriar en el tanque de recibo (12) y abre la válvula, el producto fluye de forma descendente, dirigiéndose hacia el

15 intercambiador (10). Cuando llega al intercambiador (10) entra al cap de entrada (25), que funciona como distribuidor, se divide y se distribuye de manera automática en cada uno de los tubos internos (20). Al pasar por los tubos (20), el producto empieza a bajar su temperatura por el contacto con las paredes (se libera energía ya que en el lado opuesto al tubo va fluyendo el gas refrigerante que está a baja

20 temperatura, por ejemplo a -10°C. Al terminar de pasar el producto por todos los tubos (20) se recoge en un cap de salida (26), que funciona como recolector, y el producto fluye hacia el ducto de salida (30). El producto puede tardar cerca de 10 segundos en el intercambiador (para un flujo volumétrico de 350 litros hora) y en este trayecto baja su temperatura de 37°C a 4 °C.

25

Por el lado opuesto, el refrigerante proveniente de la unidad condensadora (9) ingresa a la válvula de expansión (8), donde cambia su estado. La expansión es una expansión barométrica donde baja de una presión de 200 psi a 40 psi, este cambio hace que el refrigerante también cambie de estado, como líquido saturado

30 a una mezcla líquido- vapor (de igual forma cambia su temperatura de -56°C a -10°C), preferiblemente el refrigerante entraría a -14°C. Cuando el refrigerante entra

al intercambiador (10) se distribuye homogéneamente en la carcasa (21) alrededor de los tubos (20) y por contacto por las paredes de estos absorbe energía (calor) y empieza a evaporarse. Esta evaporación hace que el refrigerante tenga una expansión volumétrica ($v_g > v_x$, el volumen específico del refrigerante a la salida es vapor saturado el cual es mayor que el volumen específico del refrigerante al ingreso que es mezcla líquido-vapor y están a la misma presión).

En el presente modelo de utilidad se entenderá como:

10 “Tanque de almacenamiento” se refiere a una estructura de diversos materiales usada para guardar y preservar líquidos y que se puede referir a una cantina, un termo, un isoterma, etc.

15 “Tanque de recepción de leche a enfriar o tolva” se entenderá como un dispositivo generalmente de forma cilíndrica destinado al almacenamiento y canalización de líquidos.

“Tensión nominal” es el valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para los que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento.

20 “Intercambiador de calor” se entenderá como cualquier tipo de dispositivo diseñado para transferir calor entre dos fluidos, del tipo de contacto indirecto o recuperador o de contacto directo.

“Unidad condensadora” es la unidad exterior que agrupa por lo general el compresor, el ventilador, la batería de condensación y la válvula de expansión.

25 **EJEMPLOS**

Ejemplo 1. Montaje del equipo

30 El montaje realizado es un equipo móvil que permite enfriar rápidamente la leche u otros fluidos, bajando la temperatura de 35°C a 4°C. El sistema está compuesto por tres subconjuntos que se une entre sí con uniones sanitarias (férula, abrazadera y

empaque de teflón de 1 pulgada en acero inoxidable grado sanitario conocidas como unión clam). Todo el equipo es desarmable que permite fácil limpieza del material que entra en contacto con la leche o el líquido a refrigerar.

5 Los tres subconjuntos son:

a) Una unidad condensadora convencional de un 1 HP que funciona con corriente de 110 voltios. La unidad consta de un condensador con serpentín de cobre y ventilador, compresor de 1 HP, tanque de almacenamiento del líquido y filtro, como sistema de expansión se utiliza una válvula de expansión con tobera número 6; la

10 unidad condensadora está protegida en una estructura cubica en ángulo de acero inoxidable y con lamina en acero inoxidable, la estructura cuenta con cuatro ruedas móviles que permiten el desplazamiento;

b) intercambiador de calor, el cual sustituye el evaporador del sistema de refrigeración, el intercambiador es un haz de tubos en acero inoxidable sanitario (de

15 $\frac{1}{2}$ y 1 pulgada de diámetro) empacados dentro de un tubo de acero inoxidable, por dentro de los tubos pasa el líquido a enfriar y externamente el refrigerante, a cada extremo del intercambiador se une con caps para hacer la distribución del líquido a refrigerar (cap es un tapón de forma semiesférica al cual se perfora para adaptar la férula), a cada extremo se ubica una férula de 1 pulgada la cual se puede adaptar a el
20 tanque de almacenamiento de producto a enfriar y a la cantina o al tanque de almacenamiento de producto refrigerado;

c) tanque de almacenamiento (opcional) se adapta un tanque cónico para mantener de forma frecuente el paso del líquido a refrigerar

25 Las dimensiones del equipo de enfriamiento armado son: de 1,68 m de altura, 1,71 m de largo y 0,75m de ancho. De manera individual, las dimensiones de cada subconjunto son: unidad condensadora 0,60 de alto (si se incluye la altura con ruedas 0,70 m), 0,75 m de ancho y 0,75 m de largo; el intercambiador 1,32 de largo (intercambiador de 1,00 m y 2 distribuidores de 0,16 m), ancho 0,13 m (diámetro del
30 tubo); el tanque de almacenamiento 0,38 de alto y 0,30 de ancho (diámetro del tanque).

El equipo puede variarse en su construcción según las necesidades del usuario, pero el diseño básico es para un flujo de 350 litros de leche/hora. Para lo cual se hicieron ensayos que permitieron determinar las condiciones del funcionamiento.

- 5 Según estos resultados de estos ensayos el Coeficiente Global de Transferencia de Calor (U) mínimo es de 550.

Ejemplo 2. Comparación de valores de transferencia de calor del equipo de la invención y un equipo con intercambiador de placas

10

En relación al coeficiente global de transferencia de calor, utilizando como referencia la tabla presentada en el libro de Foust A, Wenel L. Principio de operaciones unitarias, Compañía de Impresión comercial. México 2006.

Tabla 15-1 Coeficientes totales típicos de transferencia de calor (7), (15)

Tipo de Cambiador	Dentro o tubo		Fuera o coraza			Ref.
	Fluido	Velocidad pie/s	Fluido	Velocidad pie/s	Btu/h pie ² °F	
Coraza y tubo	Salmuera	1-3	Agua	1-5	50-400	7
Coraza y tubo	Agua	2	Aceite ligero	3.0	50-70	7
Coraza y tubo	Agua	2	Aceite lubricante	0.2	15	7
Coraza y tubo	Agua	5	Gasolina	Condensación	90	7
Coraza y tubo	Petróleo	2	Gasolina	Condensación	20-30	7
Coraza y tubo	Petróleo	10	Aceite ligero	6.0	80-90	7
Coraza y tubo	Agua	4-6	Vapor	Condensación	400-800	7
Tubo doble	Agua	3-8	Salmuera	3-8	150-300	7
Serpentín en caja	Aceite ligero	Condensación	Agua	Convección natural	8-20	7
Banco de tubos	Vapor	Condensación	Aire	10	9	7
Evaporador de canasta	Salmuera	Ebullición	Vapor	Condensación	150-225	7
Evaporador de tubos verticales	Agua	Ebullición	Vapor	Condensación	400-1000	7
Vaporizador	Vapor	Condensación	Orgánico	Ebullición	300	15
Vaporizador	Vapor	Condensación	Acido acético	Ebullición	450	15

(Con permiso de John Wiley; copyright © 1950, y el Amer. Inst. of Chem. Engrs., copyright © 1959.)

15

El coeficiente global de transferencia de calor para intercambiadores donde pasan líquidos por ambos lados (agua y salmuera, o el caso del enfriador instantáneo leche y solución acuosa grado alimenticio) el mayor valor para U sería 700 Watios/°C*m²,

20

en cambio cuando se hace pasar por el equipo agua y por el otro extremo un producto con cambio de estado, tal como el equipo de enfriamiento móvil donde el producto y el gas refrigerante se evaporan, el valor del coeficiente sería 1850 Vatios/°C*m². Esto hace que el equipo de enfriamiento móvil de la presente invención tenga un coeficiente de transferencia de calor mayor haciéndolo más eficiente.

Con base en esos comentarios se puede hacer los cálculos necesarios para determinar el área de transferencia óptima para los equipos. Los equipos que presenten menor área de transferencia se asumen que son más eficientes. Para este efecto se presenta la comparación de los cálculos del equipo de enfriamiento móvil y de otro equipo convencional de enfriamiento, que utiliza intercambiador de placa.

Para realizar el cálculo se tuvieron en cuenta las siguientes características para el equipo a comparar:

Características del equipo	
R salida	0.000635
Caudal	8.043E-05 m ³ /s
A salida	1.26E-06 m ²
Velocidad	63.48 m/s
Densidad	1032
H (altura)	0.39 m
Dimensiones del intercambiador de calor:	
- Radio	0.00127 m
- Perímetro	0.0079 m

Los resultados obtenidos sobre el coeficiente de calor obtenido y el área de transferencia necesaria son los siguientes:

Variable	Equipo de enfriamiento móvil	Intercambiador de placas
Coeficiente de transf. calor	1850 Vatios/°C*m²	700 Vatios/°C*m²
T° refrigerante entrada	-14 °C	2 °C
T° refrigerante salida	-14 °C	1 °C
T° producto entrada	34 °C	35 °C
T° producto salida	6 °C	6 °C

DT1	48	33
DT2	20	5
DT ml	31.98	14.83
Q	6192,8 W	6192,8 W
Área transferencia	0.104 m²	0.59 m²

Como se observa, los delta de temperatura del refrigerante y del producto (DT1 y DT2) para el equipo de enfriamiento móvil son mayores, respecto a los mismos valores para el intercambiador de placas (Figura 8), logrando así un enfriamiento más eficaz.

Además, de acuerdo con estos cálculos se puede afirmar que el equipo de enfriamiento móvil es más eficiente, ya que requiere 6 veces menos área de transferencia de calor que un equipo convencional (equipo enfriamiento móvil 0.10 m² vs intercambiador de placas 0.59 m²), incluso frente al equipo más eficiente conocido en el mercado, que es un intercambiador de placas, que además debe movilizar cerca de 6000 litros del líquido refrigerante en una hora para enfriar 300 kg de producto en una hora.

Se considera no necesario hacer más extensa esta descripción para que un experto en la materia comprenda el alcance y las ventajas de la invención. Los materiales, forma, tamaño y disposición de los elementos serán susceptibles de variación siempre y cuando ello no suponga alteración en la forma esencial del invento. Todos los términos técnicos y científicos aquí empleados tienen el mismo significado tal como comúnmente los entienden aquellos expertos en la técnica. Todas las publicaciones, solicitudes de patente y patentes y otras referencias mencionadas, quedan incorporadas por referencia en su totalidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Federación colombiana de ganaderos FEDEGAN, (2000). Manual práctico del ganadero. p. 112.

Vega I. Luis A, (2010), *Diseño y Construcción de Equipo de Refrigeración de Leche Cruda en Sitio de Producción*, Tesis Maestría en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Amazonia. (<http://www.bdigital.unal.edu.co/3365/1/17648117.pdf>)

- 5 Bedoya P. D., Luna R. J., Jiménez A. C, (2015), *Diagnóstico de las Condiciones Higiénico-Sanitarias de las Fábricas Quesilleras del Municipio de San Vicente del Caguan*. Alimentos Hoy, Norteamérica.

Instituto Nacional de Salud INS, (2011), *Identificación de riesgos biológicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia*, Ministerio de Salud y Protección Social, Bogotá D.C.

10

García G. Ofelia, Ochoa M, Isabel, (1987) *Cartilla conservación de la leche*. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Bogotá D.C.

15

FRIMONT Sistemas Frigoríficos (2009), *Enfriador Instantáneo para Tambos* (http://www.frimont.com/contenido/compactos/enfriador_tambo.html).

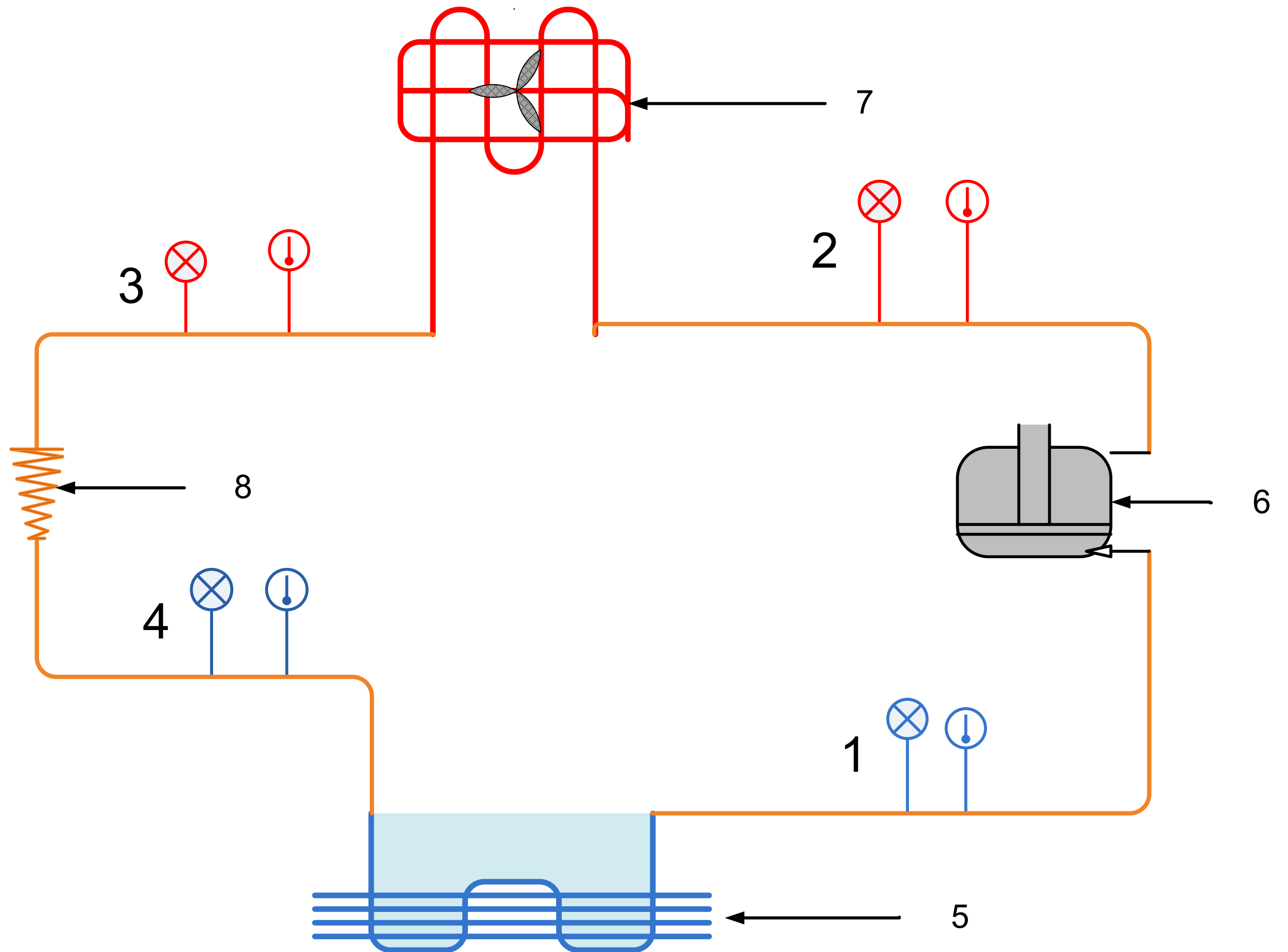


Figura 1

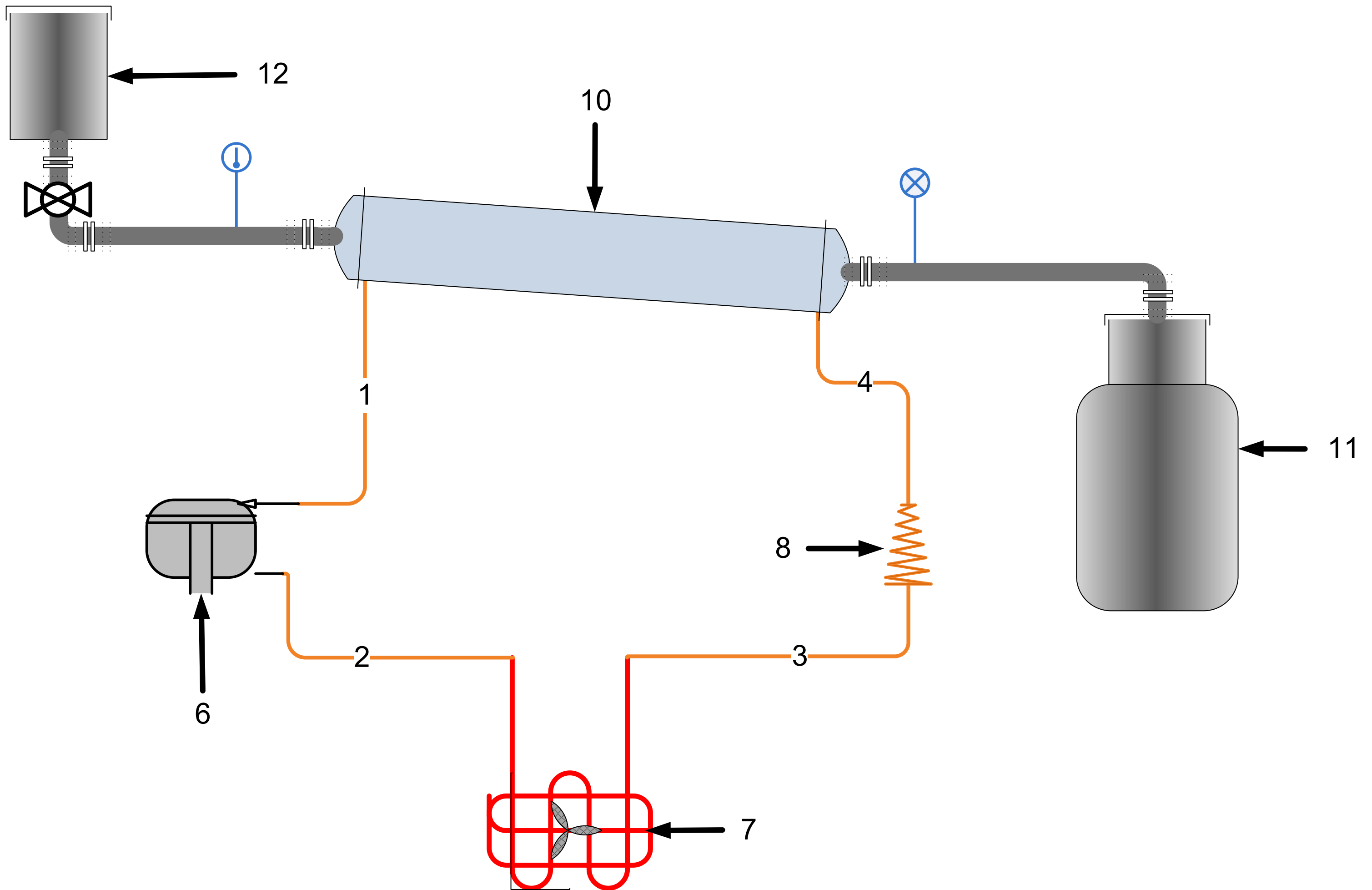


Figura 2

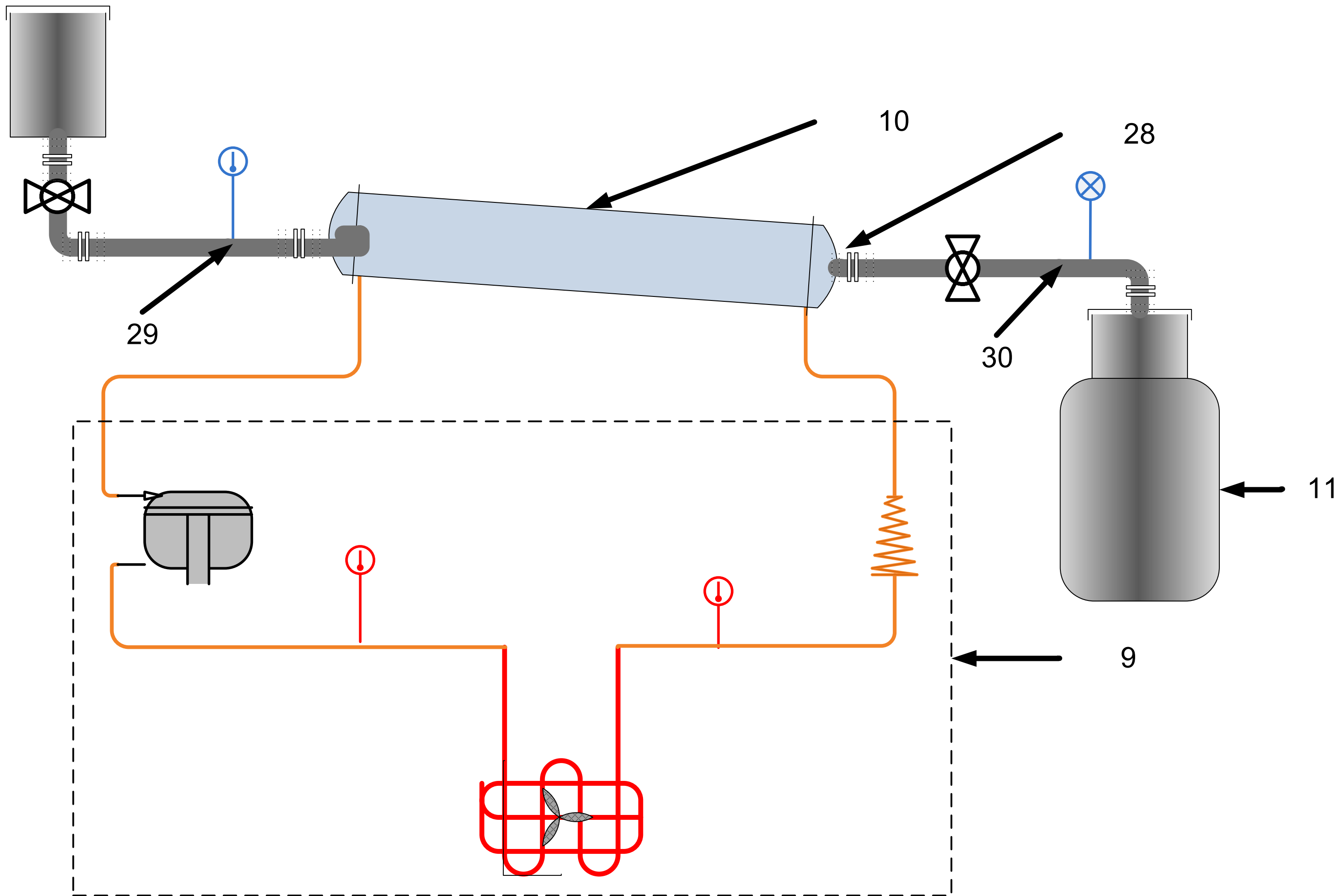


Figura 3

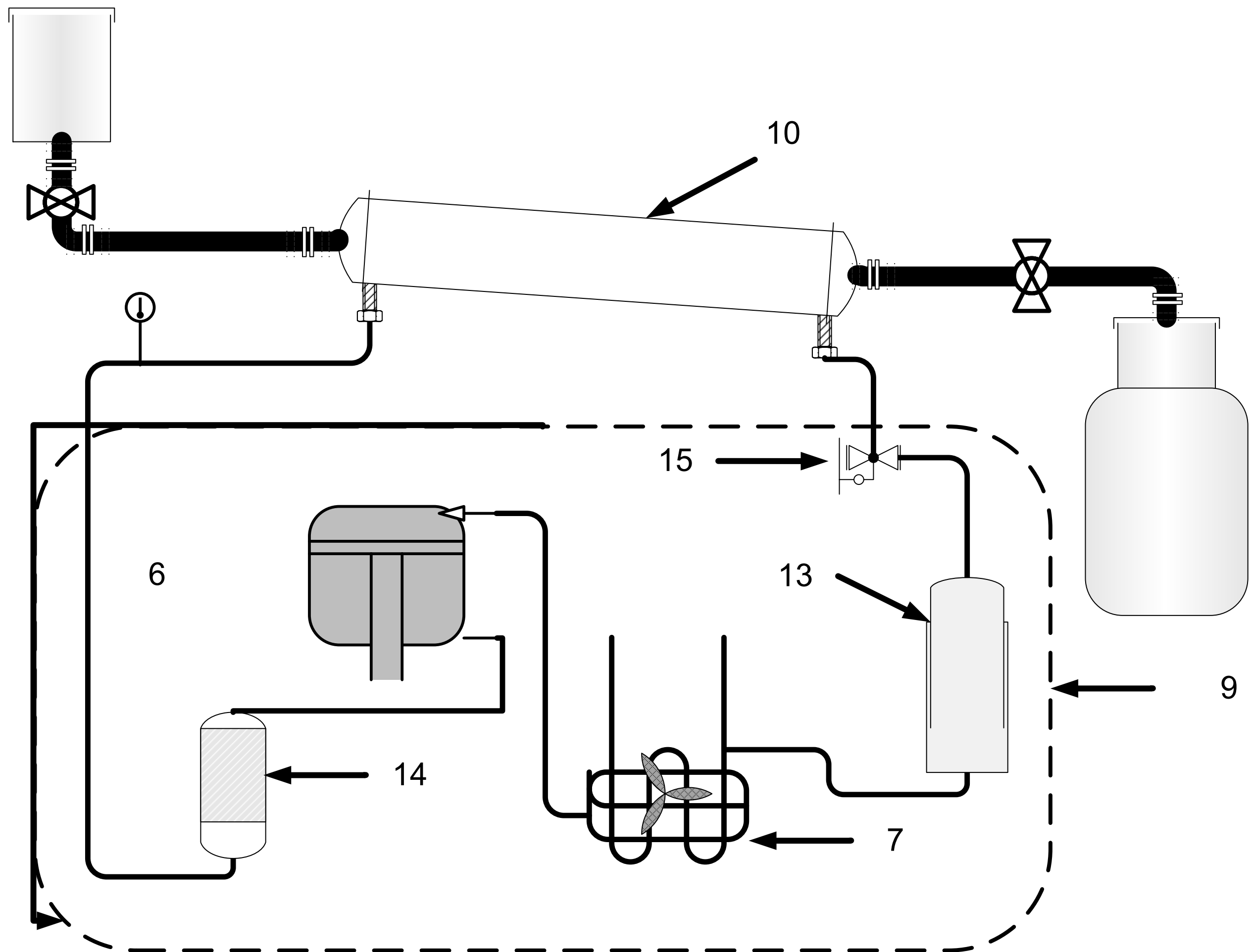


Figura 4

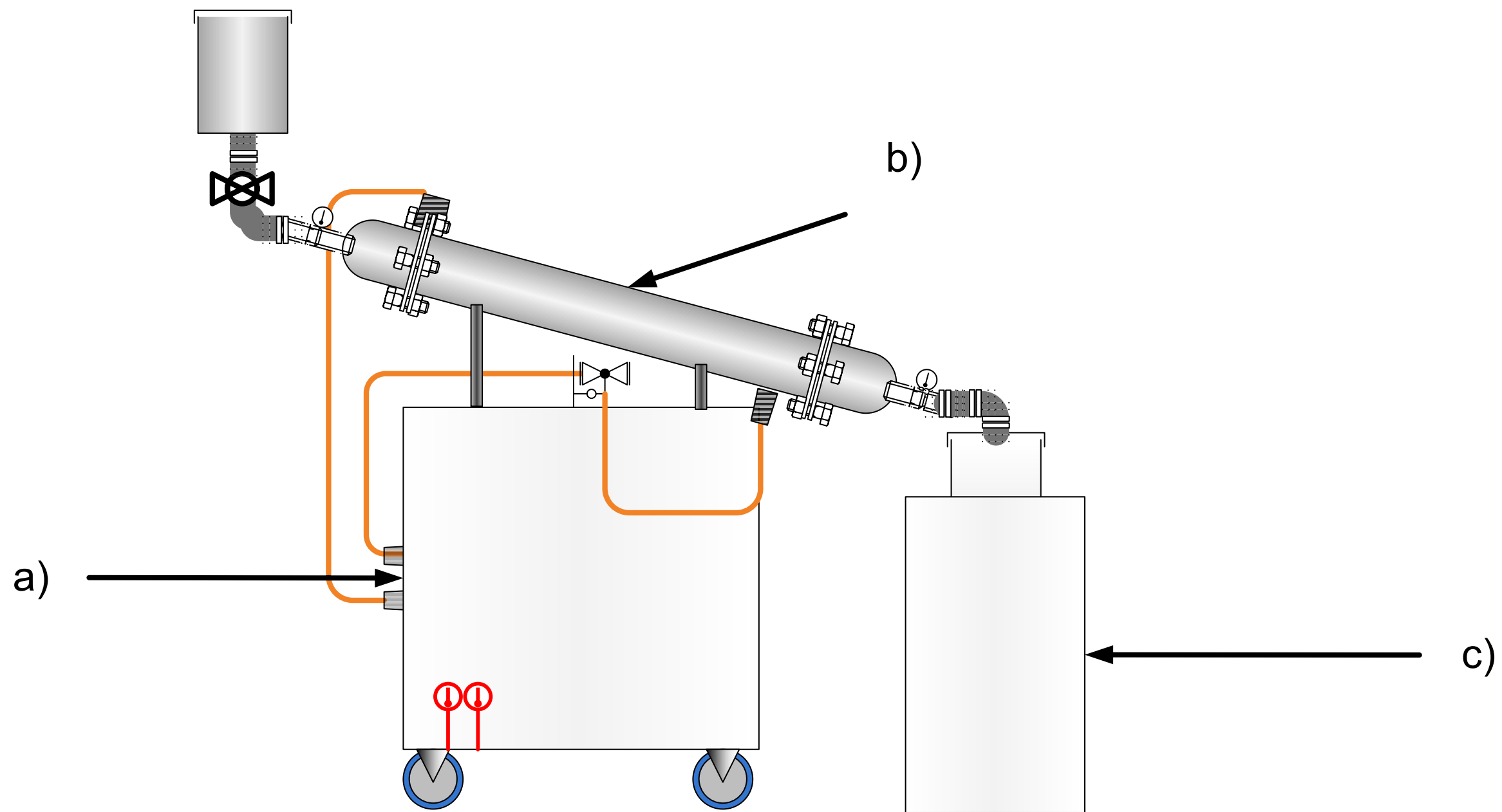


Figura 5

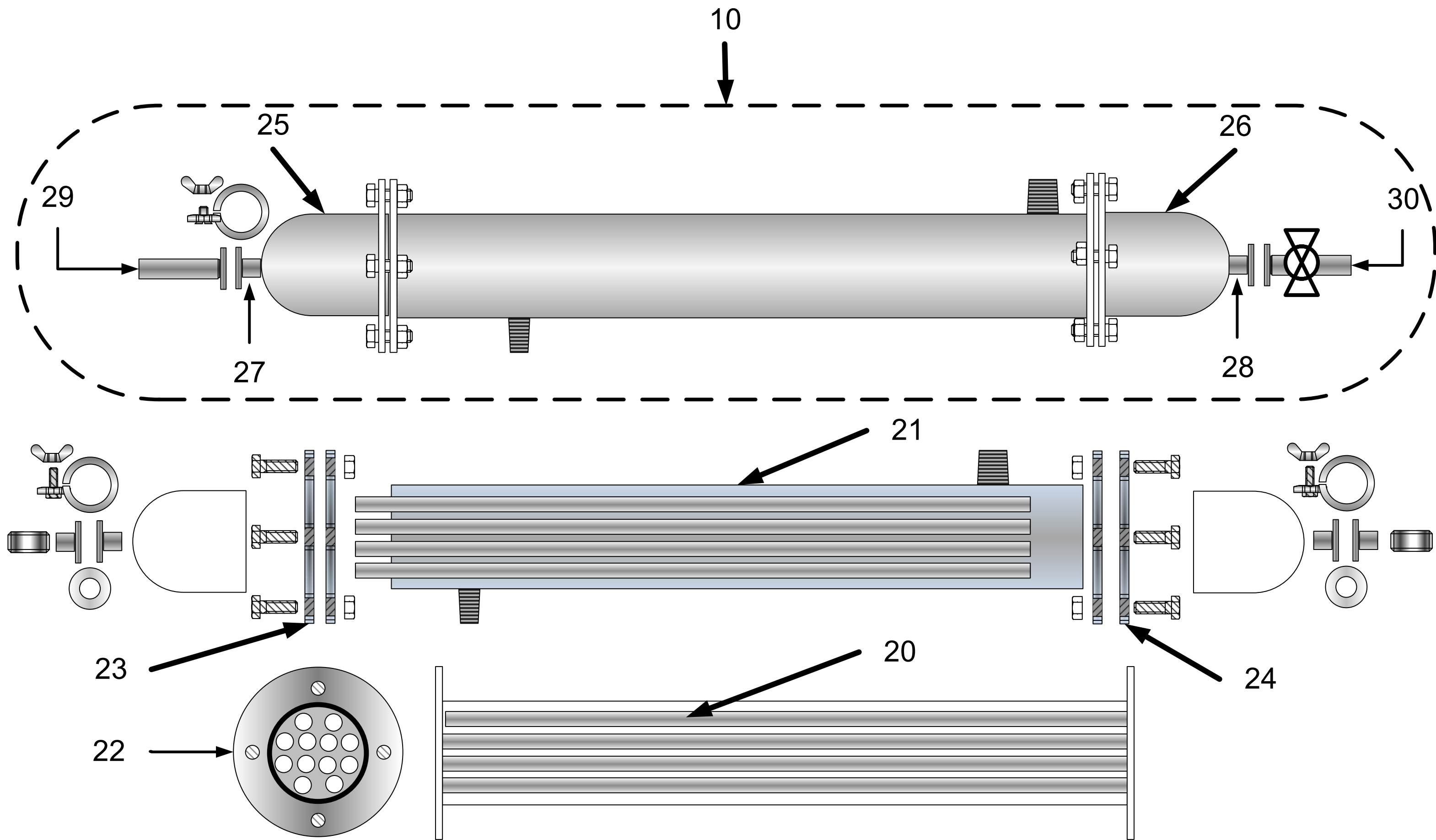
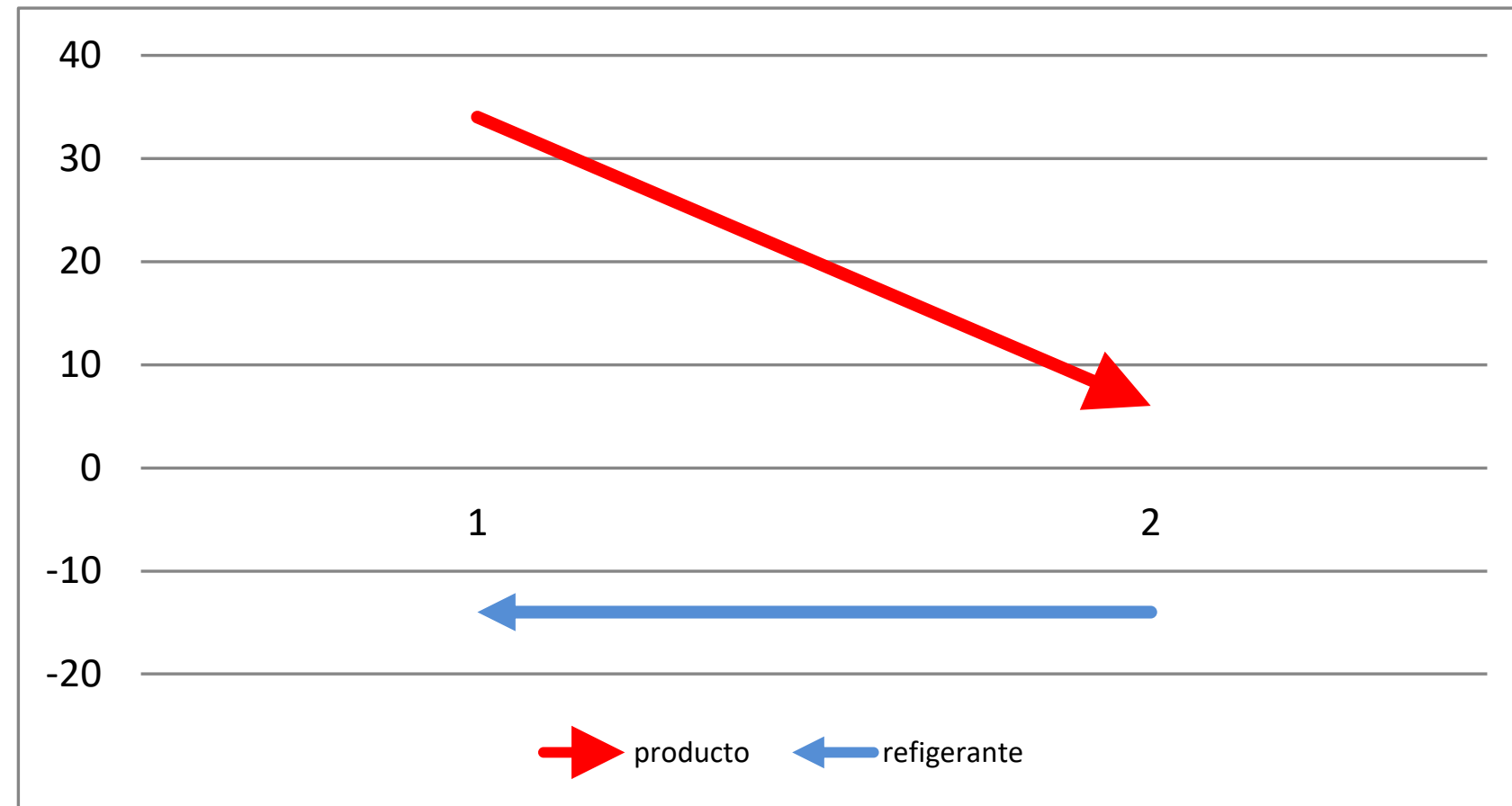


Figura 6

a)



b)

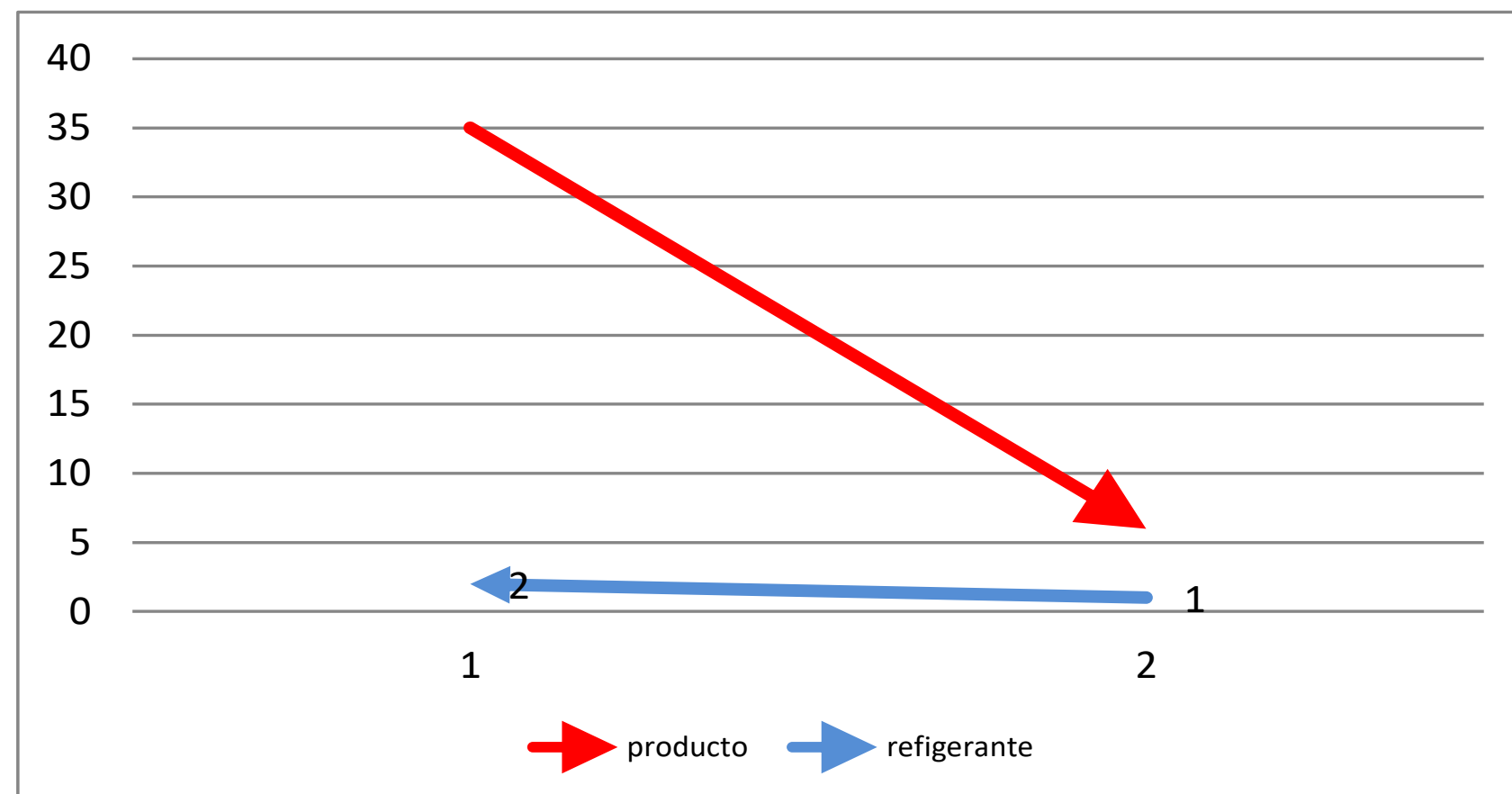


Figura 8



