

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN REY BALDUINO DE BÉLGICA

GENERADOR DE AGUA DULCE POR DESTILACIÓN AL VACÍO

Trabajo de titulación para optar al título
profesional de Técnico Universitario en
MECANICA INDUSTRIAL

Alumnos:

David Francisco Sánchez Arancibia

Profesor Guía:

Fabrizzio Cariñe Avendaño

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a mi Dios. No habría podido llegar tan lejos, y quizás habría abandonado hace unos años la universidad. Lo más probable, es que no habría llegado a conocer a esas personas que me tienen tanta paciencia, tolerancia y buena voluntad, aun no siendo mis familiares. En serio, es todo prácticamente su trabajo, y lo poco y nada que me he esforzado, ha sido calificado como más de mis expectativas. Al final él, sí cumple sus promesas.

Por supuesto, esto también se lo dedico a mis padres, que espero que algún día puedan leer este trabajo que no es muy difícil de entender (es un punto importante). Aunque mi padre si trabaja en el área de la mecánica, por lo que le será aún más fácil. Gracias por darme ciertas bases importantes en mi aprendizaje desde niño, de seguro no será en vano. No importa que yo sea un hombre adulto, aun se aprende hasta la vejez. Por lo que los consejos siempre son bienvenidos.

También se las dedico a mis familiares, a los que también les he llevado bastantes preocupaciones por la responsabilidad que requiere estar en la universidad y por mis malas decisiones en esta. Es hora de mirar hacia el futuro, pero nunca olvidar el pasado, para aprender de él.

Y por último y no menos importante, se la dedico a mi profesor guía, quien no tiene la obligación de tener paciencia conmigo, y aun así, lo hallo comprensivo en ciertos aspectos. Pero al mismo tiempo riguroso, serio e imparcial, que es lo que lo hace quien es entre los alumnos. Por lo que lo considero un gran exponente dentro de la universidad, un varón de mucho bagaje y conocimiento. Definitivamente, un capital humano que no se puede comprar. Si algún día yo optase por ser docente (que es uno de mis posibles caminos), lo más probable es que seguiría su metodología la cual encontré muy singular y didáctica. Gracias por su conocimiento y currículum oculto.

RESUMEN

Entre 2007 y 2010, Siria vivió una de las peores sequías de su historia. Su efecto fue diezmar a las comunidades rurales y expulsar a cientos de miles de personas de tierras y ciudades de Siria, donde fueron marginadas.

En contraste Israel, mediante el reciclaje de aguas residuales, la instalación de tratamientos de aguas residuales de Shafdan cerca de Tel Aviv suministra aproximadamente 140 millones de metros cúbicos de agua anual para uso agrícola, cubriendo unas 20.234 hectáreas de tierra de regadío. Pero también es Israel un líder mundial en la desalinización, o sea, en convertir el agua de mar en potable. Más de la mitad del agua potable de Israel proviene ahora de la desalinización.

De los diversos métodos para la separación de la sal del agua podemos encontramos sistemas que usan procesos físico químicos como lo es la osmosis inversa, que es una tecnología de purificación del agua que utiliza una membrana semipermeable para eliminar iones, moléculas, y partículas más grandes del agua potable. Si se aplica más presión de lo esperada por la presión osmótica el agua pasará a una solución todavía menos concentrada.

Pero también podemos encontrar la destilación, que es el proceso de separación de soluciones a través de la evaporación del fluido y condensación de este en un compartimento diferente.

Por ejemplo en la evaporación multietapa (MSF) el agua a desalar se calienta en un recipiente a baja presión lo que permite la evaporación súbita. Este proceso se repite a lo largo de una serie de etapas en las que la presión va disminuyendo según las distintas condiciones.

Para la evaporación multiefecto (MED) el proceso es parecido, porque el agua a desalinizar pasa a través de una serie de evaporadores puestos en serie. El vapor de una de las celdas se usa para evaporar el agua de la siguiente mientras que el aporte de energía primaria se hace sobre la primera de las celdas o etapas.

En cambio la evaporación por compresión de vapor, se induce el aumento de la temperatura de condensación del vapor con un compresor y se extrae mediante una bomba, luego se enfría con el agua ya condensada a través de un intercambiador de calor.

Sin embargo el proceso evaporación por vacío, es bastante ventajoso, debido a que disminuye la temperatura de ebullición para luego enfriar el vapor a través de un intercambiador de calor. El agua se calienta con calor residual de cualquier sistema de refrigeración que alcance entre 60 a 90 grados Celsius. Todo este proceso se puede lograr con un generador de agua dulce por medio del vacío.

Como toda máquina construida por el hombre, esta requiere de cuidados específicos para lograr el rendimiento óptimo para el cual fue creado, por lo cual se deja estipulado el tipo de mantención que se le debe reiterar en debidas ocasiones al generador, para aumentar o alargar su vida útil, poder evitar pérdidas inesperadas e innecesarias y provocadas por el mismo usuario.

Finalmente si se desea lograr una destilación al vacío mediante simulación en laboratorio se necesitan los siguientes elementos: frasco de destilación, cabezal Claisen, tubo de entrada de aire, cabezal de destilación, adaptador para termómetro, condensador, adaptador con toma para vacío y Frasco receptor.

A modo de conclusión este trabajo representa una opción de enriquecimiento de información necesaria para generar agua dulce del agua salada, a través de métodos que se conocen desde hace décadas pero se siguen utilizando por las limitaciones y la necesidad. Por lo cual está en criterio de cada persona el utilizar el tipo de desalinización que más convenga según el terreno en el cual se encuentre. Sin embargo este trabajo está enfocado en la amplia información de la recuperación de agua dulce a través del vacío desde el agua salada. Distribuir esta información es fundamental y prioritario, dado que hay gran información pero dispersa en el internet y las bibliotecas, y se ven regularmente tan concentradas en solo un trabajo, informe, o tesis.

INDICE TEMATICO

Figura 1- 1: Obtención de agua 4

Figura 2- 1: Proceso de tratamiento 5

Figura 3. 1: Osmosis Inversa 6

Figura 4- 2: Multi Stage Flash MSF 8

Figura 5- 1: Multi Effect Distillation MED 9

Figura 6- 1: Desalinización por compresión de vapor 10

Figura 7. 2: Esquema del Sistema de agua dulce por vacío 13

Figura 8. 2: Carcasa 13

Figura 9. 2: Intercambiador de calor..... 14

Figura 10. 2: malla monel 15

Figura 11. 2: Haz tubular por dentro..... 16

Figura 12. 2: Conjunto bomba motor agua salada 16

Figura 13. 2: Eyector..... 17

Figura 14. 2: Válvula de esfera..... 17

Figura 15. 2: Mirilla 18

Figura 16. 3: Sistema Desalinizador 20

Figura 17. Eyector A..... 21

Figura 18. 3: Eyector B 22

Figura 19. 3: Principio de Bernoulli 23

Figura 20. 3: Venturi..... 24

Figura 21. 3: Tubo Venturi..... 25

Figura 22. 3: Conjunto de eyectores 26

Figura 23. 3: Simbología eléctrico 1 27

Figura 24. 3: Simbología eléctrico 2..... 29

Figura 25. 3: pulsador 30

Figura 26. 3: relé térmico 30

Figura 27. 3: bornera..... 31

Figura 28. 3: monofásico..... 31

Figura 29. 3: trifásico 32

Figura 30. 3: Alessandro Volta..... 32

Figura 31. 3: Despiece motor trifasico..... 34

Figura 32. 3: rodamiento de bola 34

Figura 33. 3: Estator..... 35

Figura 34. 3: Corrientes de Foucault 36

Figura 35. 3: Rotor..... 37

Figura 36. 3: Contactor	38
Figura 37. 3: Bobina	39
Figura 38. 3: Cambio voltaje	40
Figura 39. 3: Diagrama eléctrico	41
Figura 40. 3: intercambiadores tubulares	42
Figura 41. 3: Bridas	43
Figura 42. 3: intercambiador de calor	44
Figura 43. 3: célula salinométrica.....	45
Figura 44. 3: electroválvula.....	46
Figura 45. 3: Conjunto salida agua dulce.....	46
Figura 46. 3: Alimentación agua dulce	47
Figura 47. 3: vacuómetro	49
Figura 48. 3: Conjunto de interrupción de vacío	49
Figura 49. 3: bomba hidráulica.....	50
Figura 50. 3: Bomba centrífuga.....	51
Figura 51. 3: bomba en corte.....	51
Figura 52. 3: tipos de impulsores.....	52
Figura 53. 3: Impeller bajo presión.....	53
Figura 54. 3: bomba de multietapas.....	54
Figura 55. 3: clasificación de bombas rotodinámicas	55
Figura 56. 3: bomba centrífuga mono etapa.....	55
Figura 57. 3: bomba de agua salada.....	56
Figura 58. 3: bomba de agua dulce	57
Figura 59. 5: tabla de temperatura-presión.....	64
Figura 60. 5: destilación por vacío en laboratorio	66
Figura 61. 5: frasco de destilación	67
Figura 62. 5: cabezal Claisen	67
Figura 63. 5: cabeza de destilación.....	68
Figura 64. 5: adaptador para termómetro	68
Figura 65. 5: condensador	69
Figura 66. 5: adaptador de vacío	70
Figura 67. 5: trampa de líquido	71

SIGLAS Y SIMBOLOGIA

°C: Grados Celsius

cm: Centímetro

cm²: Centímetros cuadrados.

kg: Kilogramo

Kg/cm²: kilogramos por centímetro cuadrado

V: Voltios

p.p.m.: partes por millón.

mm: Milímetros

SDI: Silt Density Index (Índice de densidad de sedimentos)

MSF: Multi Stage Flash (multi etapa flash)

MED: Multi Effect Distillation (destilación multi efecto)

AISI: American Iron and Steel Institute (Instituto americano de acero y hierro)

Cm.c.Hg: centímetros columna de mercurio

INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua que hay en el planeta es de aproximadamente 1400 millones de kilómetros cúbicos, cubriendo el 71% de la superficie terrestre.

El 97% del agua existente en el planeta es salada y se encuentra en los mares y los océanos. Del 3% restante de agua es agua dulce, de esta última el 87% de ella corresponde a los casquetes polares y glaciares, líquido profundo inaccesible o vapor atmosférico. Lo que nos deja únicamente un 0.4 % del agua en la Tierra que es asequible para su utilización. De este porcentaje minúsculo de agua dulce, el 70% de este se utiliza para irrigación, el 20% se emplea para fines industriales y el 10% restante para labores domésticas (usos urbanos).

Hoy en día, por varios factores, está disminuyendo la cantidad de agua disponible para consumo humano, lo que ha generado un movimiento en los gobiernos a buscar alternativas de rescate de este líquido principalmente de agua salada de los mares y los océanos.

El aumento de la contaminación del agua ha ido junto con el desarrollo de nuestros asentamientos. Al principio los problemas se debían a los desechos orgánicos y la salinización de los sistemas de riego. Hoy en día se le agregan los sólidos suspendidos, metales pesados, contaminantes orgánicos, desperdicios radiactivos, acidificación de lagos, ríos y aguas costera, entre otros motivos graves.

Varias organizaciones predicen la escasez de agua en un futuro no muy lejano de la actualidad; la gravedad es tal que el 2008 en Costa Rica (Plan de Abastecimiento del Agua y Gestión Integrada) de las aguas residuales para Guanacaste promovieron que los proyectos de iniciativa pública o privada promovieran procesos de desalinización de agua marina.

Uno de los tantos métodos que existen para la desalinización del agua marina es por destilación al vacío.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el sistema de generación de agua por medio de vacío, con el fin de entender que representa un método de desalinización que no requiere de grandes instalaciones.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir los diferentes sistemas existentes de generación de agua dulce, para estar al tanto de las opciones que frecuentemente se usan.
- Explicar el sistema de generación por vacío, para aprender a grandes rasgos en que consiste este tipo de extracción de agua dulce.
- Explorar el diseño y componentes de un generador de agua dulce por destilación al vacío, para estar en pleno conocimiento de cómo se compone y que función le brinda cada pieza al sistema.
- Aprender a como dar mantención a un sistema de desalinización al vacío y evitar así la destrucción, como también la baja durabilidad del equipo.

CAPITULO 1: DIFERENTES FORMAS DE DESALINIZACIÓN

1.1. PROCESOS FÍSICO-QUÍMICOS: OSMOSIS INVERSA

1.1.1. Captación del agua marina o salobre:

Lo primero es la obtención del agua bruta que es un agua con altos contenidos salinos. Las tuberías conducen el agua hasta la costa o el lugar de emplazamiento de las instalaciones, donde es impulsada por una estación de bombeo a la planta desaladora.

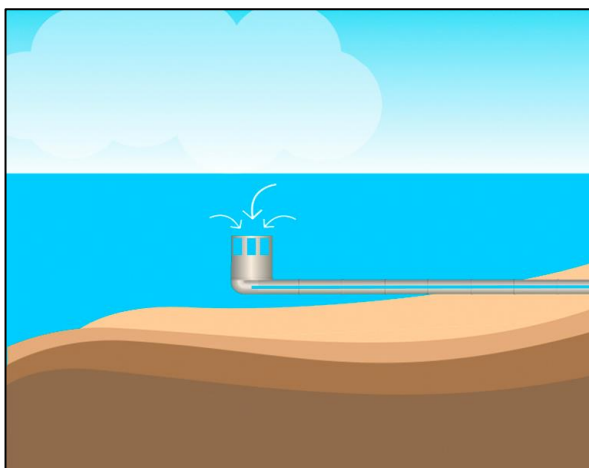


Figura 1- 1: Obtención de agua

1.1.2. Pretratamiento

Antes del tratamiento específico de las sales, hay que realizar un tratamiento global en el que se incluirán distintos procesos físicos y químicos. Lo primero será añadirle al agua bruta un coagulante (cloruro férrico) para formar agregados de partículas y propiciar su precipitación en el decantador al que va a ser enviada esta agua. Tras el proceso de la decantación se procederá a la desinfección, para eliminar así la carga biológica, esta puede realizarse de distintas formas: la cloración (mediante adición de hipoclorito de sodio), que es el método más empleado, dado que el cloro es un poderoso oxidante y desinfectante, además de que es barato y fácil de controlar, aunque aporta un sabor desagradable al agua.

Después del tratamiento de desinfección, el líquido, con una baja presión, pasa a través de un conjunto de filtros de doble capa (generalmente arena y/o carbón natural), tras los cuales la mayor parte de la materia en suspensión es retenido, obteniéndose un filtrado de aproximado de 15 micras (micrómetros). El agua obtenida pasara a un tanque regular que dosificara el caudal para el siguiente filtrado.

Ahora comienza una segunda etapa de filtración, en la que el agua es impulsada con una mayor presión a través de filtros multicapa (también de arena y/o carbón natural), los cuales aumentan la calidad de filtrado hasta partículas inferiores a 10 micras.

Como elemento final de seguridad el agua deberá pasar aun por filtros de cartucho, primero por unos de 15 micras y luego por otros de 10 micras. Tras este filtrado de agua, será declorada (ya que rondará el pH=8 y deberá reducirse a un pH<7) mediante la adición de ácido sulfúrico (debido a la corrosividad y peligrosidad de este acido tanto el deposito donde es almacenado, como las cañerías que lo conducen, están recubiertos por una película de hexametáfosfato sódico para evitar posibles escapes), pues el agua debe poseer unas condiciones fisicoquímicas óptimas para ser introducidas en las membranas de Osmosis, ya que éstas son muy sensibles. Con este procedimiento las aguas ya tendrían que tener un SDI (Silt Density Index= Índice de densidad de sedimentos “índice de ensuciamiento”) igual a 3 con lo que se evita que las membranas se dañen (cifra adimensional).

La escala de pH mide el grado de acidez de un objeto. Los objetos que no son muy ácidos se llaman básicos. La escala tiene valores que van del cero (el valor más ácido) al 14 (el más básico). Tal como puedes observar en la escala de pH que aparece arriba, el agua pura tiene un valor de pH de 7. (pH: Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa equivalente a 1 bar).

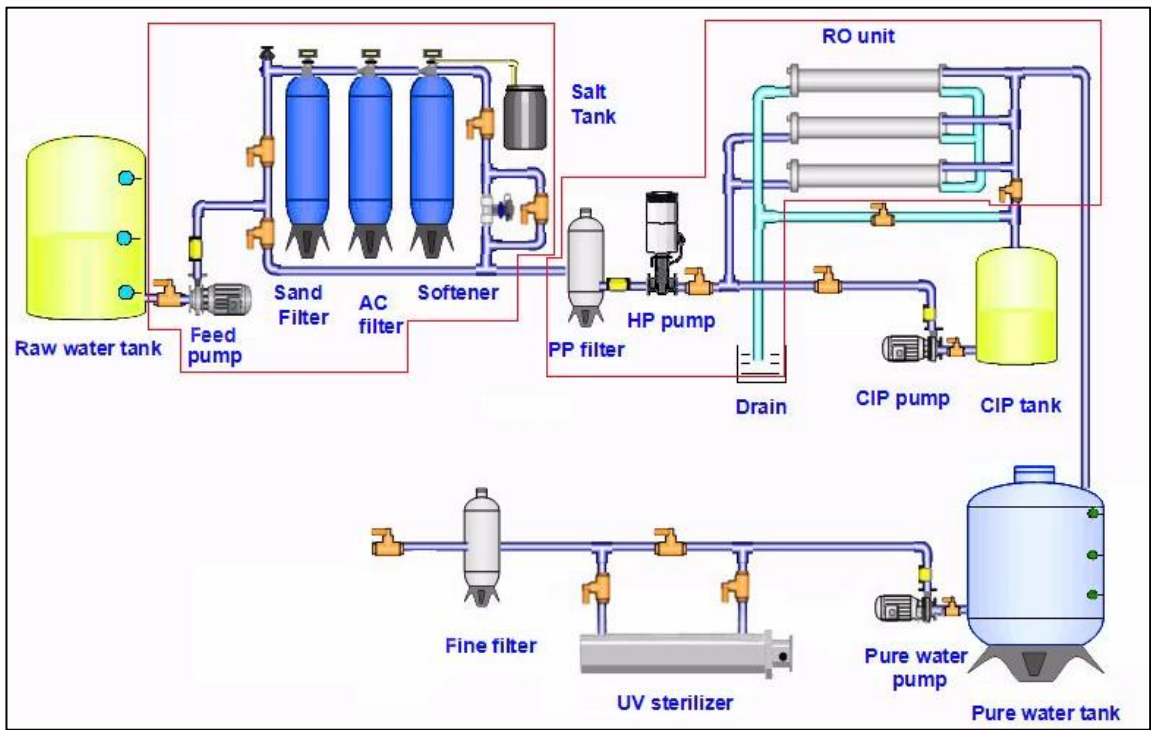


Figura 2- 1: Proceso de tratamiento

Fuente: Alibaba

1.1.3. Etapa de Osmosis Inversa

En esta etapa, una o más bombas de alta presión impulsan el agua hacia las membranas que producirán por el fenómeno de osmosis inversa, las aguas resultantes de este proceso. En términos generales, a partir del agua de alimentación se obtiene entre un 40 y un 45% de agua producto, a la que se le añade una base (hipoclorito sódico) que estabiliza su pH alrededor de 7 y además gracias a sus propiedades actúa como desinfectante, convirtiéndola así en agua apta para su consumo o uso. Por otro lado entre un 55 y un 60% del agua impulsada para convertirse en salmuera, que es el agua con alta concentración de sales que será nuevamente enviada al mar (a través de un emisario submarino por gravedad), u otra área de disposición.

Cuando se trata de plantas medianas o grandes se hace pasar esta agua de rechazo por un sistema de turbinas donde se aprovecha su energía residual (presión), disminuyendo así el consumo energético. Hay que recalcar que el agua en las actuales plantas desaladoras puede pasar por una segunda etapa de Osmosis Inversa.

El agua resultante pasa a un depósito de almacenaje, donde, de ser necesario, se le añaden minerales de modo que mejore su calidad para el consumo humano según las normas sanitarias vigentes.

La particularidad del sistema de desalación con sistema de osmosis inversa es que requiere de un suministro constante de energía para evitar la degradación de sus membranas. Por este motivo los sistemas híbridos con base en las energías renovables pudiesen ser la clave para el éxito de este tipo de plantas.

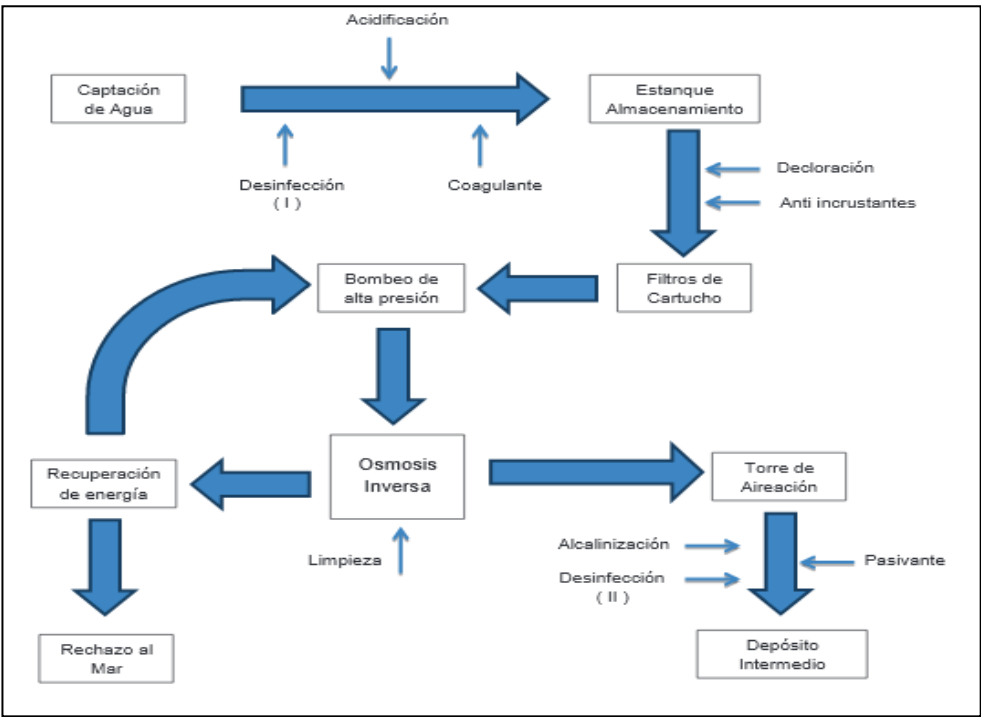


Figura 3. 1: Osmosis Inversa

Fuente: google

1.2. PROCESOS TÉRMICOS

1.2.1. Destilación

El agua dulce obtenida por destilación consiste en evaporar el agua marina para conseguir vapor que no contenga sales. El vapor se condensa posteriormente en el interior o exterior de los tubos de la instalación. Los sistemas desalinizadores suelen funcionar por debajo de la presión atmosférica con el fin de reducir el consumo energético, por lo que necesita un sistema de vacío (bombas o eyectores), además de extracción del aire y de gases no condensables.

La destilación como proceso de desalinización es efectiva ya que la mayoría de las especies químicas que se encuentran en el agua salada no son volátiles a las temperaturas empleadas, y por lo tanto permanecen en la salmuera no evaporada.

El proceso de desalación implica tres pasos para la obtención de agua desalada:

- Formación de vapor debido a la adición de calor a una masa de agua salada.
- Separación de este vapor del contacto con el líquido del que proviene.
- Condensación del vapor por la eliminación de calor, normalmente por contacto con una superficie fría.

Este método es muy utilizado en el Medio Oriente, ya que está indicado especialmente para aguas con alta salinidad y alta temperatura. Pero el inconveniente es que el consumo específico de energía es mucho mayor que el de otros tipos de desalinización, lo que lo hace permisible solo en países con energía barata.

1.2.2. Proceso de evaporación multietapa (MSF)

El proceso de evaporación súbita multietapa, conocido también como proceso multietapa flash (MSF), es el proceso más antiguo en uso industrial, y aun hoy día muy extendido en cuanto a capacidad de producción en el mundo. El proceso se basa en la ebullición de agua en un evaporador de numerosas cámaras que operan a temperaturas y presiones progresivamente decrecientes. Con ello se consigue evaporar agua en cada una de las etapas para formar el conjunto de la producción total.

Este método se basa en el principio de reducir abruptamente la presión del agua de mar por debajo del valor de su presión de vapor de equilibrio, ocurriendo así una evaporación súbita o una ebullición explosiva de la misma. Solamente un pequeño porcentaje del agua se evapora, de forma que la producción de la planta se logra

mediante sucesivas etapas que funcionan a presiones que se van reduciendo progresivamente.

Esto normalmente se logra introduciendo el agua de mar, previamente calentada a temperatura de ebullición, en una cámara flash a través de un orificio. De esta forma se provoca una caída de presión suficiente para que sea menor a la de saturación a esa temperatura, evaporando parte del agua salada. Debido a la naturaleza violenta y turbulenta de la evaporación, el área de la superficie del agua expuesta aumenta beneficiándose así de la producción de vapor. El vapor producido pasa a través de unas mallas donde se separa de las gotas de salmuera que arrastra. Este vapor es condensado luego sobre la superficie de tubos que alimentan el agua de mar de la planta. El agua de mar que entra a la planta es precalentada, de esta forma con el calor cedido por el vapor durante la condensación del agua dulce obtenida.

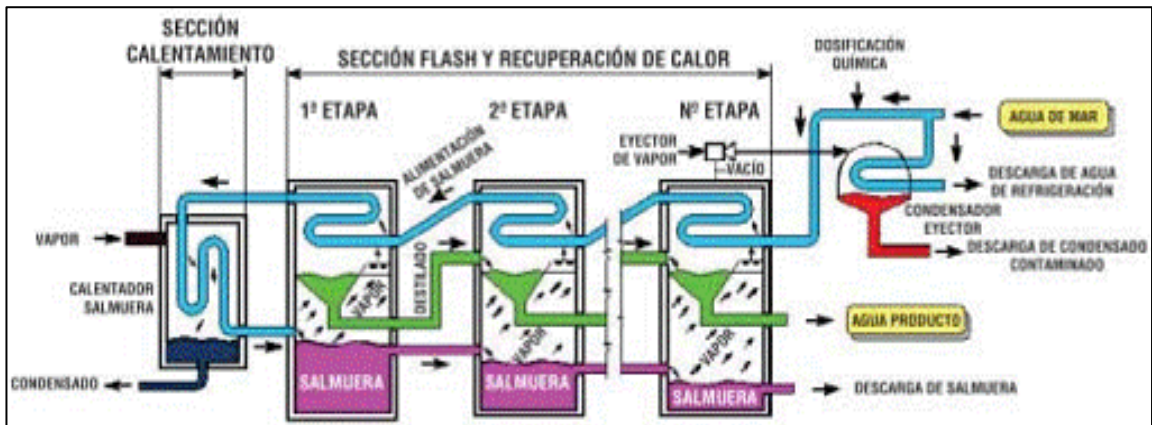


Figura 4- 2: Multi Stage Flash MSF

Fuente: <http://www.mailxmail.com>

1.2.3. Proceso de evaporación multiefecto (MED)

En el proceso MED el agua a desalinizar pasa a través de una serie de evaporadores puestos en serie. El vapor de una de las celdas se usa para evaporar el agua mientras que aporte de energía primaria se hace sobre la primera de las celdas o etapas.

La destilación de múltiple efecto (MED) utiliza el mismo principio que el proceso MSF. La diferencia principal entre el proceso MED y el MSF radica en la forma en que se lleva a cabo la evaporación. En las plantas de MED se utilizan varios evaporadores del tipo de película delgada (la evaporación se produce de forma natural en una cara de los tubos de un intercambiador aprovechando el calor latente desprendido por la condensación del vapor en la otra cara del mismo), con los cuales se logran mejores coeficientes de transferencia de calor que los que se pueden obtener en las plantas de MSF donde se produce la evaporación súbita en forma directa. Las configuraciones disponibles para los evaporadores utilizados son: las de tubo vertical con película ascendente, las de tubo horizontal y vertical con película descendente y las de tipo plato.

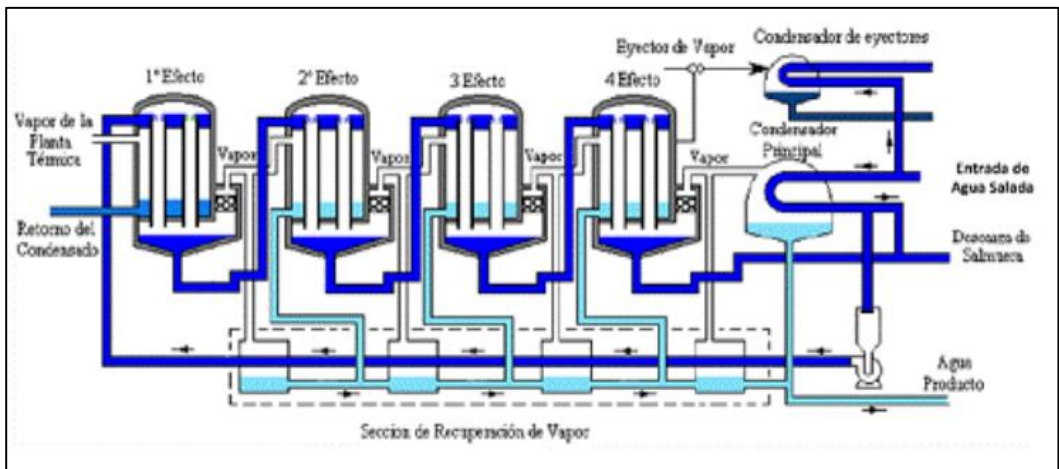


Figura 5- 1: Multi Effect Distillation MED

Fuente: <http://www.mailxmail.com>

1.2.4. Desalinización por compresión de vapor

El sistema de compresión de vapor consiste en evaporar el agua del mar, aumentando la temperatura de condensación de vapores mediante un compresor y su posterior condensación en un intercambiador de calor, enfriado con la misma agua evaporada.

La evaporación se produce en la parte más baja de la cámara, previa eliminación de los gases no condensables (aire) mediante una bomba o eyector de vacío. Los vapores son extraídos por el compresor, que los hace circular por el interior de los tubos condensadores.

Cuando el vapor se comprime, aumenta su temperatura de condensación y, al enfriar el condensador con el agua evaporada, se condensan los vapores y el agua dulce así obtenida se extrae del evaporador con una bomba. Para mantener la salinidad constante en el interior del evaporador, parte de la salmuera refrigerante se envía al mar. Para compensar la salmuera y producto extraídos hay que introducir agua de mar. Como el agua de mar es fría y la salmuera y producto están calientes, se les hace pasar por un intercambiador y así se recupera gran parte de su energía calorífica.

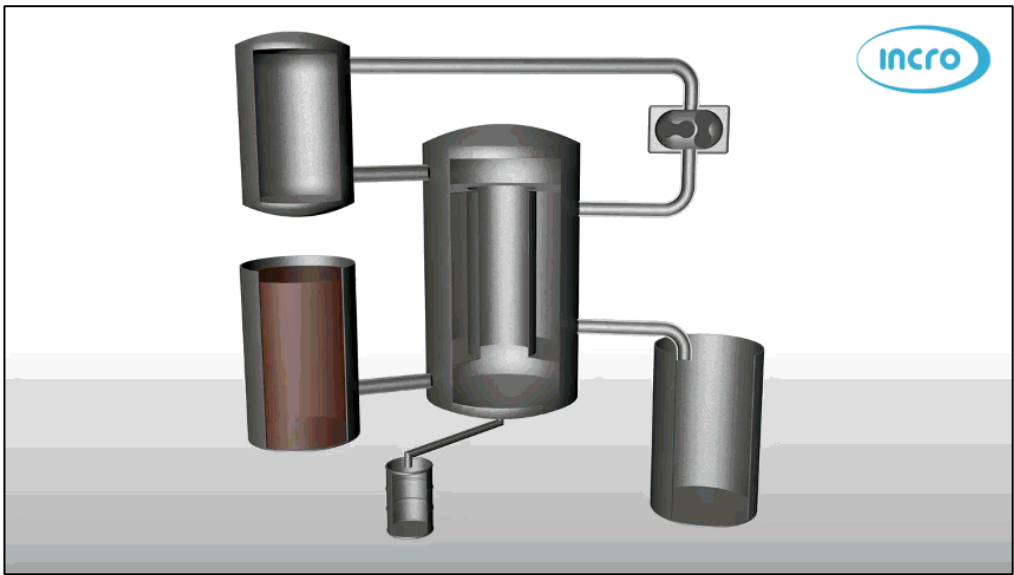


Figura 6- 1: Desalinización por compresión de vapor
Fuente: Youtube

CAPITULO 2: SISTEMA DE GENERACIÓN DE AGUA DULCE POR VACÍO

2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Este sistema trabaja bajo el principio de destilación en vacío. El recipiente de vacío debe alcanzar los 72 cm.c.Hg (centímetros columna de mercurio). En el interior de la carcasa el agua salada hierve a baja temperatura (debido al vacío) y el vapor de agua producido, al elevarse, atraviesa el separador y llega al condensador. El agua generada, después de la condensación, es enviada a través de una bomba, al tanque almacenador.

El agua caliente o vapor a baja presión, cualquiera que sea el medio utilizado, se pasa a través de los tubos de U del intercambiador de calor situado en la parte baja de la unidad. En este paso el agua de refrigeración del motor pierde 7°C aproximadamente, calor suficiente para la producción óptima de agua.

El agua de refrigeración, enviada por la bomba, atraviesa los tubos del condensador, situado en la parte superior del sistema.

Una pequeña parte del agua que sale del condensador, atraviesa la válvula de alimentación de agua al generador. El nivel de agua salada de alimentación es mantenido automáticamente por encima de los tubos del intercambiador, por medio de un rebose. El resto del caudal producido por la bomba, atraviesa el eyector que genera vacío dentro del cuerpo del generador y extrae la salmuera sobrante del equipo.

El intercambiador de calor eleva la temperatura del agua salada que rodea a los tubos aproximadamente 46°C, y llegado a este punto y por efecto del vacío el agua comienza a hervir. Esta baja temperatura de ebullición, ayuda a que la formación de depósitos calcáreos sea menor.

El vapor producido se eleva a la parte superior de la carcasa atravesando el separador metálico de la malla monel.

Las gotas de agua se depositan en la parte baja, mientras que el vapor puro atraviesa el separador. El vapor se condensa al ponerse en contacto con los tubos fríos del condensador.

Una bandeja situada por debajo del condensador recoge las gotas de agua destilada que va produciendo el generador.

La bomba de extracción envía el agua producida desde el generador al tanque almacén.

El salinómetro analiza toda el agua producida por el equipo asegurándose de que tan solo el agua pura sea almacenada al tanque indicando la salinidad del agua producida en p.p.m.

En el supuesto que la salinidad del agua producida exceda los 4 p.p.m. eléctricamente se activará una válvula solenoide 2 vías que descargara el agua no útil a una sentina o al mar.

El salinómetro tiene un mando regulable para activar el desvío del agua a la sentina con mayor salinidad de la ajustada.

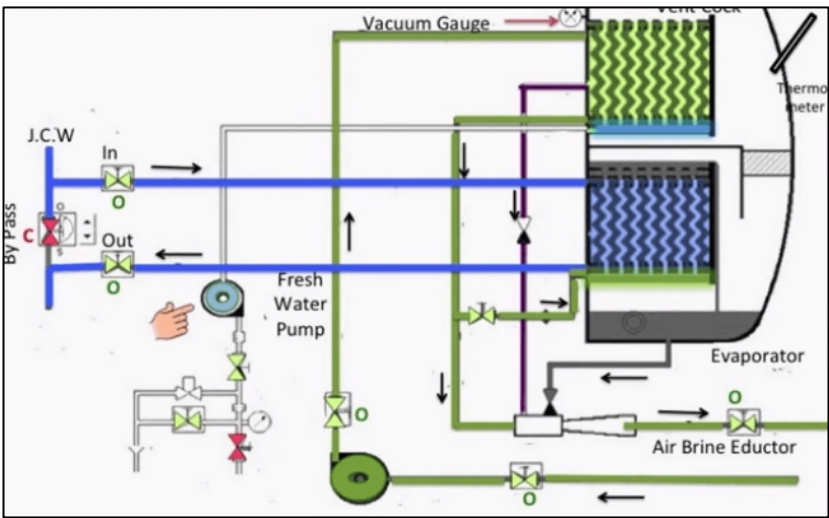


Figura 7. 2: Esquema del Sistema de agua dulce por vacío
Fuente: www.marineinsight.com

2.2 DESCRIPCION DEL GENERADOR

2.2.1 Descripción del Evaporador

2.2.1.1. Carcasa

En el interior de la carcasa se encuentran dos partes bien diferenciadas
La carcasa lleva en su parte inferior izquierda un tapón de vaciado y en la superior una válvula de seguridad tarada a 1,5 Kg/cm² (eso es igual a 1,5 bar), la cual no deberá funcionar, a no ser que la válvula del costado al mar esté cerrada.



Figura 8. 2: Carcasa
Fuente: www.gea.com

2.2.1.2. Cámara de calentamiento

En este departamento se encuentra la zona de evaporación formada por un intercambiador de calor exactamente igual al que se encuentra en la cámara de condensación.

El nivel de agua en la zona de calefacción es mantenido por encima de los tubos por un diafragma de nivel. Cuando el equipo se alimenta de agua en exceso, esta sobrepasa dicho rebose y es recogida por el eyector que descarga lo sobrante al mar.

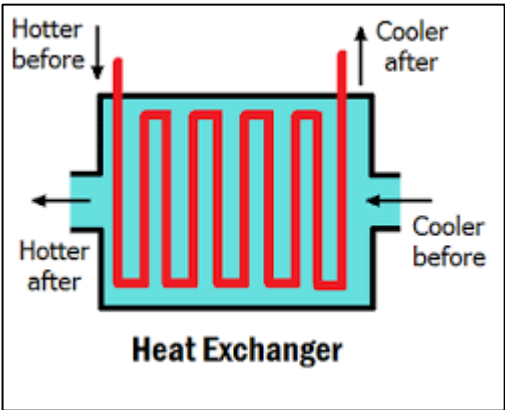


Figura 9. 2: Intercambiador de calor

Fuente: energyeducation.ca

2.2.1.3. Cámara de condensación

En este departamento se encuentra el enfriador, que como ya reflejamos en el apartado anterior, es de iguales dimensiones al calentador y por tanto intercambiables. Esta se encarga de enfriar el vapor puro que sube. A continuación se verán características más detalladas de los intercambiadores de calor.

2.2.1.4. Separador de vapor

El vapor producido por calentamiento en la zona de calefacción llega a la zona de condensación atravesando el separador de monel (situado en la parte superior del recipiente). La misión de este separador es la de secar y eliminar todas las partículas en suspensión que arrastre vapor antes de que se ponga en contacto con los tubos del condensador.

Los sólidos se decantan en la parte inferior del recipiente y son extraídos por el eyector. Dada la alta resistencia del separador monel no suele precisar recambio en la vida del equipo.

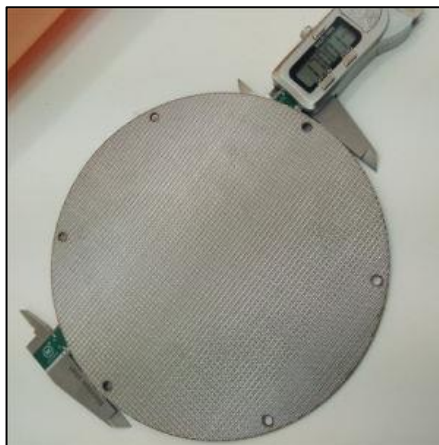


Figura 10. 2: malla monel

Fuente: es.made-in-china.com

2.2.1.5. Intercambiador de calor y condensador

Están formados por un haz de tubos de cupro-níquel en forma de U sujetos a la placa base, siendo ambos haces intercambiables.

Dada la alta calidad del cupro níquel 90/10, el condensador y calentador son altamente resistentes a la corrosión.

El intercambiador de calor en sus entradas y salidas está conectado a la fuente de calor. El agua de refrigeración que alimenta el condensador a una presión adecuada está unida a una entrada de agua salada fría y su salida está conectada con el eyector de vacío y salmuera.

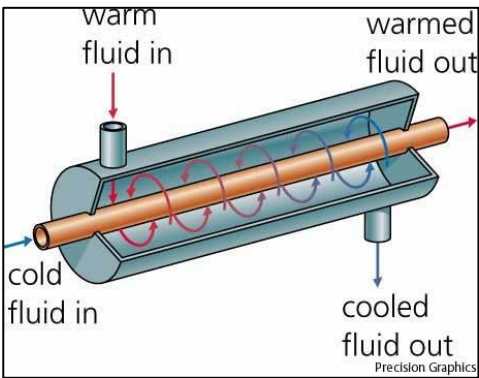


Figura 11. 2: Haz tubular por dentro
Fuente: <http://me1065.wikidot.com>

2.2.1.6. Bomba de agua salada

A través de esta bomba, el agua salada, que procedente del mar, atraviesa el condensador para su enfriamiento. Asimismo suministra la presión necesaria de 3.5 kg/cm² para hacer funcionar adecuadamente el eyector. Dicha bomba deberá instalarse separadamente del evaporador y siempre por debajo de la línea de flotación.



Figura 12. 2: Conjunto bomba motor agua salada
Fuente: www.matmax.es

2.2.1.7. Conjunto eyector de aire y salmuera

Formado por un cuerpo eyector en bronce RG-10 en donde se alojan:
Una tobera de acero inoxidable AISI 316 L y que al pasar por ella el agua salada a gran velocidad, genera el vacío.

Un Venturi en acero inoxidable AISI 316 L roscado al cuerpo eyector que es el que recibe el agua que pasa por la tobera.



Figura 13. 2: Eyector

Fuente: <http://jls-europe.de>

2.2.1.8. Conjunto de alimentación

Formado por: válvula de esfera, filtro en “Y”, latiguillo con racores y abrazaderas, válvula reguladora de caudal automática y racores de unión.

La válvula de esfera permite la limpieza del filtro y la verificación de los demás accesorios sin necesidad de parar el equipo.

La válvula reguladora de caudal automática permite que el flujo del agua sea el adecuado para la producción normal del equipo.



Figura 14. 2: Válvula de esfera

Fuente: www.grainger.com.mx

2.2.1.9. Extracción de agua dulce

Compuesto de: racores y manguera flexible transparente que permite en todo momento ver agua producida.

2.2.1.10. Conjunto salida agua dulce

Compuesto de: latiguillo con racores de unión, colector, mirilla, célula salinométrica, válvula solenoide de dos vías, válvula antiretorno, tubo con racor y ovalillo (para descarga a la sentina de agua impura). Válvula tarada de salida al tanque almacén. Válvula de prueba y manovacuómetro.

Es muy importante como mantenimiento de la unidad que la línea de aspiración de la bomba de agua destilada y la válvula antiretorno no presenten fugas. En caso de ser así, tendríamos pérdida de vacío y la bomba no sería capaz de extraer el agua del generador.



Figura 15. 2: Mirilla

Fuente: tecnosa.es

2.2.1.11. Cuadro de maniobra y control

Compuesto de:

Cuadro arrancador de bombas-salinómetro.

En su interior se encuentran los relés térmicos, contactores, cables de conexión y dos amperímetros para las bombas de agua salada y dulce. También se encuentra el relé salinómetro con numeración, identificados para la conexión de célula salinométrica válvula solenoide, etc.

La célula salinométrica en la línea de descarga de agua dulce esta eléctricamente conectada con el salinómetro que nos indica el contenido de sal del agua producida en p.p.m.

CAPITULO 3: DETALLES DE COMPONENTES DE GENERADOR DE AGUA
DULCE POR DESTILACIÓN AL VACÍO

3.1 PIEZAS Y VISTA GENERAL DEL SISTEMA

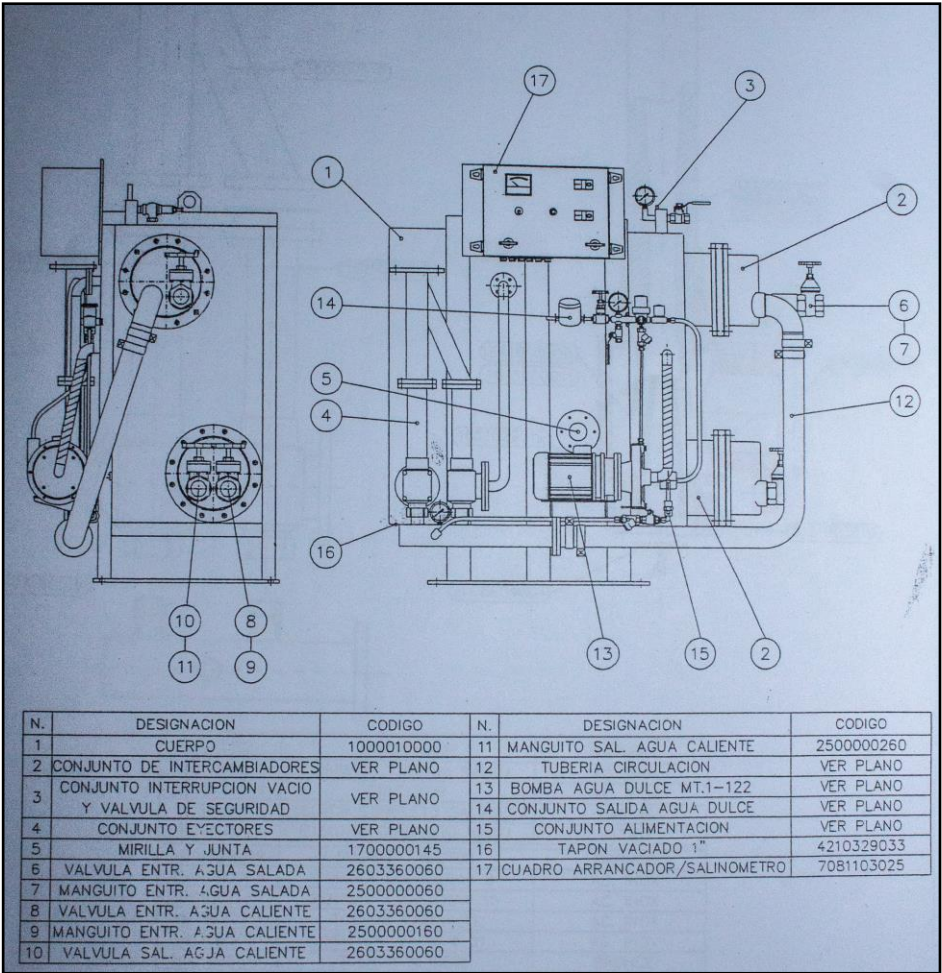


Figura 16. 3: Sistema Desalinizador
Fuente: N. Torreiro

3.2. CONJUNTO DE EYECTORES

3.2.1. Principio del eyector

El eyector o eductor, es un dispositivo de bombeo que se basa en el principio de Bernoulli de constancia de la energía a lo largo de una línea de corriente en régimen permanente, y en la reducción que experimenta la carga a presión cuando se hace que el fluido circulante adquiera una alta velocidad.

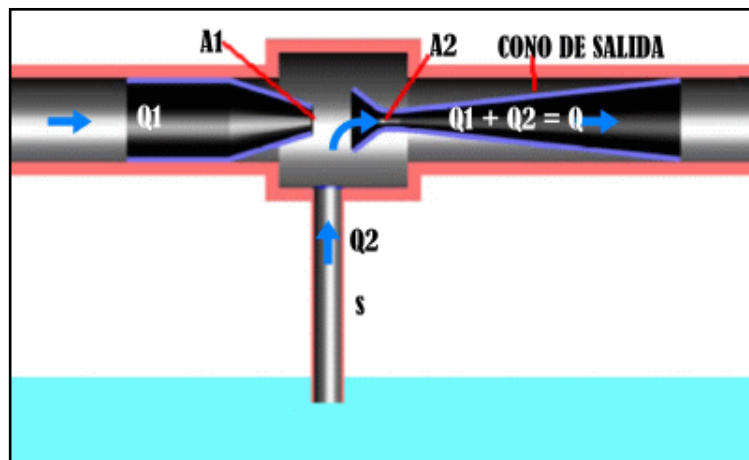


Figura 17. Eyector A

Fuente: google.cl

Por ejemplo, cierta cantidad de agua, Q_1 , se hace circular a través de la tobera A_1 , donde adquiere gran velocidad, originando un cierto grado de vacío e induciendo a una cantidad de agua Q_2 a entrar a través del tubo de succión S , la que unida a Q_1 sale a través de la garganta A_2 , por el Venturi de salida que no es más que un cono de recuperación en que la carga a velocidad se transforma en carga a presión a los efectos correspondientes.

El estado del agua antes de la garganta debe ser igual al estado del agua a través de la garganta A_2 , o sea que:

$$Q_1 V_1 + Q_2 V_2 = (Q_1 + Q_2) V_g$$

Que nos dice que el estado de agua a través de la tobera es igual al estado del flujo a través de la garganta.

Esta expresión puede transformarse en la siguiente:

$$Q_1 (V_1 - V_g) = Q_2 V_g$$

Que nos indica que la fuerza viva perdida por el agua impelente, ha sido transformada al flujo de bombeo.

También llamados eyectores de vacío, funcionan según el principio de Venturi y se distinguen entre eyectores de una etapa y eyectores con tecnología de toberas Eco. En los eyectores se introduce fluido a través de la conexión (A). Éste fluye por la tobera Venturi (B). El fluido aumenta su velocidad. Después de pasar por la tobera se alivia el fluido acelerado y se produce una depresión (vacío). De este modo, el aire se aspira a través de la conexión de vacío (D). El aire aspirado y el aire comprimido salen a través del silenciador (C).

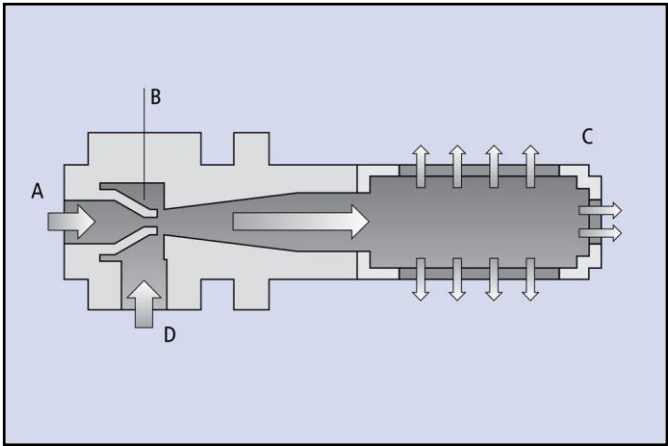


Figura 18. 3: Eyector B

Fuente: www.schmalz.com

En los eyectores con tecnología de toberas Eco, el vacío fluye a través de varias toberas Venturi sucesivamente conectadas. La suma de las capacidades de cada tobera da como resultado la capacidad total de aspiración.

3.2.2. Principio de Bernoulli

El fluido hidráulico en un sistema contiene energía en dos formas: energía cinética en virtud del peso y de la velocidad, y energía potencial en forma de presión. Daniel Bernoulli, un científico Suizo demostró que en un sistema con flujos constantes, la energía es transformada cada vez que modifica el área transversal del tubo. El principio de Bernoulli dice que la suma de energías potencial y cinética, en los varios puntos del sistema, es constante, si el flujo es constante. Cuando el diámetro de un tubo se modifica, la velocidad también se modifica.

La energía cinética aumenta o disminuye. En tanto, la energía no puede ser creada ni destruida (Primera ley de la termodinámica). Enseguida, el cambio en la energía cinética necesita ser compensado por la reducción o aumento de la presión.

Asimismo se aplica en los caudalímetros de orificio, también llamados Venturi, que miden la diferencia de presión entre el fluido a baja velocidad que pasa por un tubo de entrada y el fluido a alta velocidad que pasa por un orificio de menor diámetro, con lo que se determina la velocidad de flujo y, por tanto, el caudal.

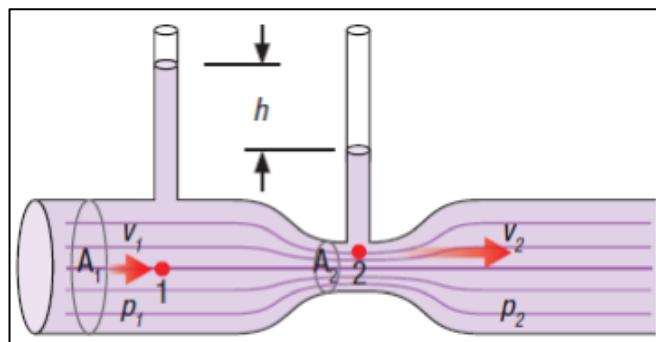


Figura 19. 3: Principio de Bernoulli

Fuente: <http://www.edicionessm.cl>

3.2.3. Caudal (Q)

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Si trabajamos con la velocidad (V) con la que pasa en un área (A) determinada el fluido, sería de la siguiente manera: $Q = V \times A \rightarrow Q_1 = Q_2$

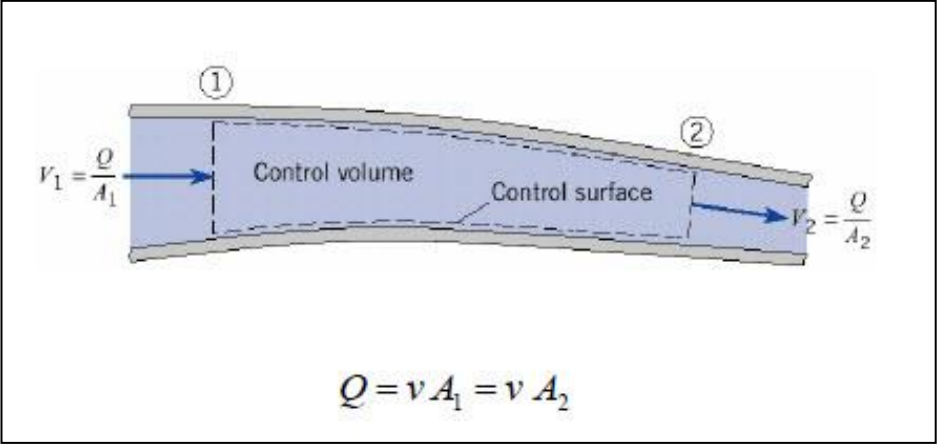


Figura 20. 3: Venturi
Fuente: Google.cl

3.2.4. Efecto Venturi

Este consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. En ciertas condiciones, cuando el aumento de velocidad es muy grande, se llegan a producir presiones negativas y entonces, si en este punto del conducto se introduce el extremo del otro conducto, se produce una aspiración del fluido de este conducto, que se mezcla con el que circula por el primer conducto.

Este efecto, demostrado en 1797, recibe su nombre del físico italiano Giovanni Battista Venturi.

Un tubo de Venturi es un dispositivo inicialmente diseñado para medir la velocidad de un fluido aprovechando el efecto Venturi. Efectivamente, conociendo la velocidad antes del estrechamiento y midiendo la diferencia de presiones, se halla fácilmente la velocidad en el punto problema.

La aplicación clásica de medida de velocidad de un fluido consiste en un tubo formado por dos secciones cónicas unidas por un tubo estrecho en el que el fluido se desplaza consecuentemente a mayor velocidad. La presión en el tubo Venturi puede medirse por un tubo vertical en forma de U conectando la región ancha y la canalización estrecha. La diferencia de alturas del líquido en el tubo en U permite medir la presión en ambos puntos y consecuentemente la velocidad.

En otros casos utiliza este efecto para acelerar la velocidad de un fluido obligándole a atravesar un tubo estrecho con el extremo en forma de cono.

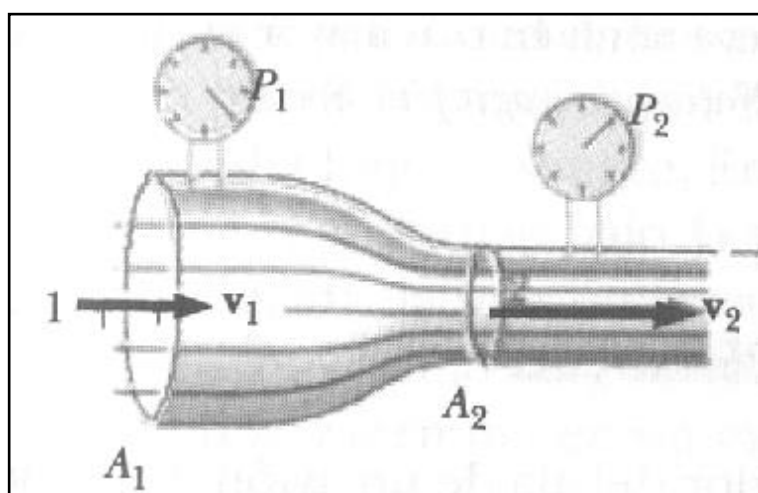


Figura 21. 3: Tubo Venturi

Fuente: hernanleon1002.wordpress.com

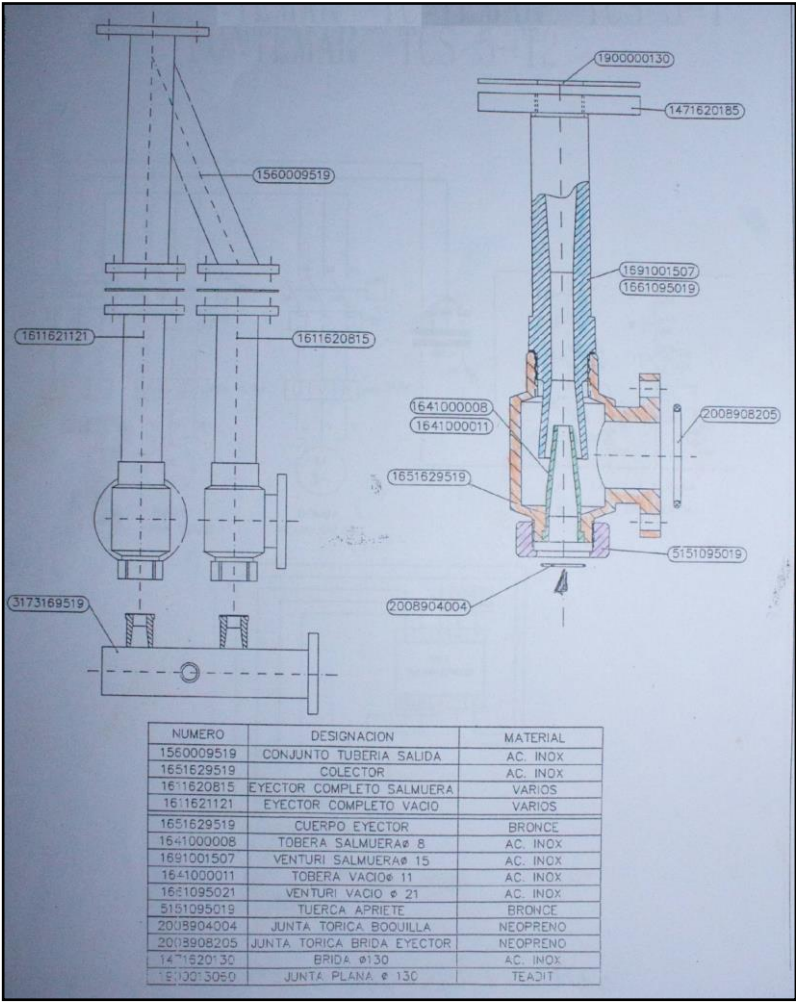


Figura 22. 3: Conjunto de eyectores

Fuente: N. Torreiro

Comprobar que la presión del agua de circulación a la entrada del eyector sea igual o superior a 3,5 Kg/cm², esto es para generar el vacío correspondiente en la cámara.

3.3. DIAGRAMA ELECTRICO 380-220 V. 50Hz

3.3.1. Sistema de control convencional

Se dice que un sistema usa un control convencional, cuando los componentes que integran el control (lógica) están constituidos por dispositivos que cumplen cada uno su función y por lo general están cableados, además, datan de hace muchos años.

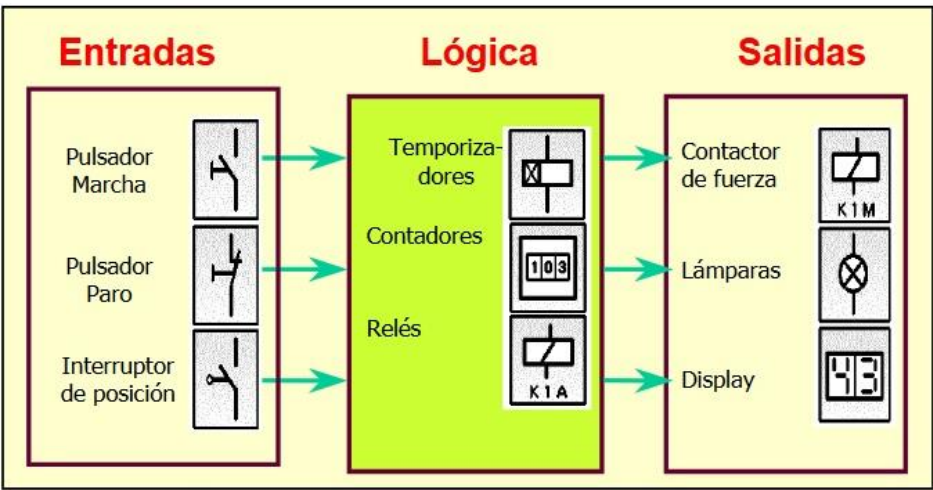
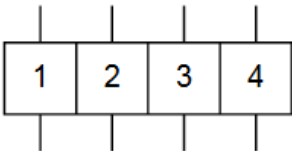
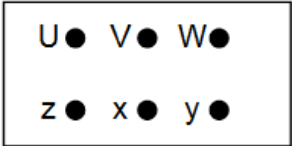
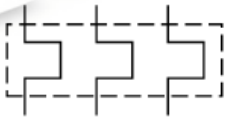


Figura 23. 3: Simbología eléctrica 1

Fuente: google.cl

Bornera.	
Placa de borne de un motor trifásico.	
Fases.	R S T
Entradas de los contactos principales.	1 3 5 6 L1 L2 L3
Relé térmico, circuito de fuerza.	

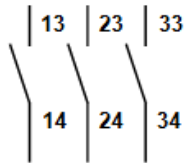
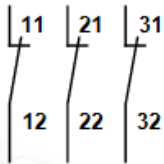
Contactos principales del contactor.	
Contactos auxiliares NA.	
Contactos auxiliares NC.	
Motor trifásico (3 bornes).	
Contactador eléctrico trifásico.	

Figura 24. 3: Simbología eléctrica 2

Fuente: google.cl

3.3.2. Pulsadores

El botón de un dispositivo electrónico funciona por lo general como un interruptor eléctrico, es decir en su interior tiene dos contactos, al ser pulsado uno, se activará la función inversa de la que en ese momento este realizando, si es un dispositivo NA (normalmente abierto) será cerrado, si es un dispositivo NC (normalmente cerrado) será abierto.



Figura 25. 3: pulsador

Fuente: www.manomano.es

3.3.3. El relé

En francés, relais, “relevo” o relevador es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

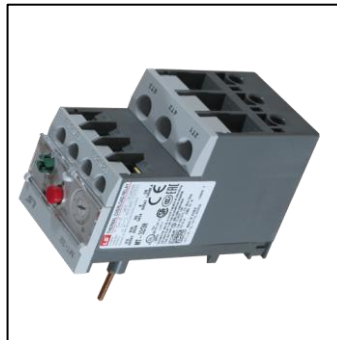


Figura 26. 3: relé térmico

Fuente: casahermes.co

3.3.4. Borne

Los bornes son los contactos que se usan para conectar y así transmitir la energía producida por la pila, e identificas su polaridad con los colores rojo y negro o con los signos de + (positivo) y - (negativo), los cuales vienen grabados en cada borne o conexión de las baterías o pilas.

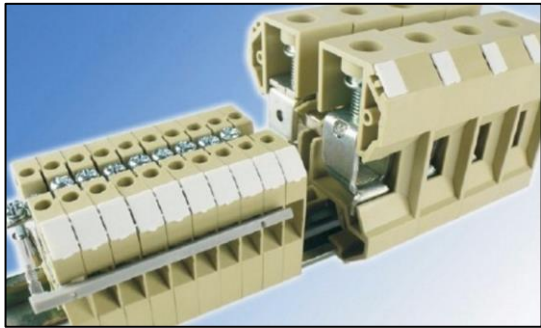


Figura 27. 3: bornera

Fuente: articulo.mercadolibre.com.ve

3.3.5. Fases

Las fases se diferencian en monofásica y trifásica. La primera es de usualmente alimentaciones de 220V, en cambio la trifásica es de 380V.

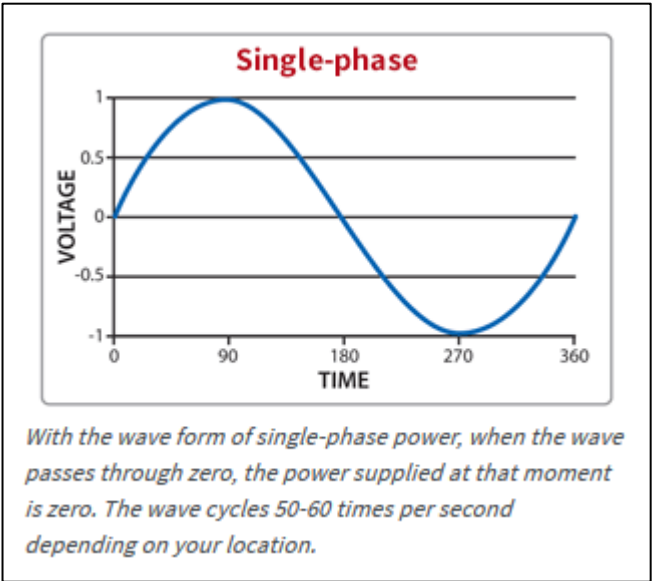


Figura 28. 3: monofásico

Fuente: blog.tripplite.com

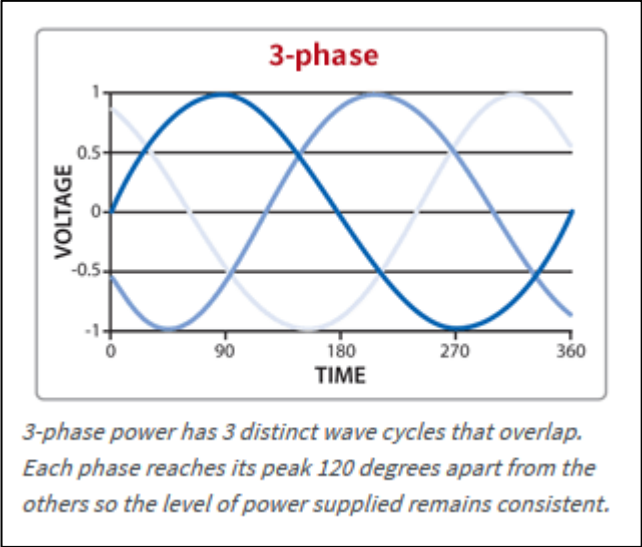


Figura 29. 3: trifásico

Fuente: blog.tripplite.com

3.3.6. Volts (V)

El voltio o volt por símbolo V, es la unidad derivada del Sistema Internacional para el potencial eléctrico, la fuerza electromotriz y la “tensión eléctrica”. Recibe su nombre en honor a Alessandro Volta, quien en 1800 inventó la pila voltaica, la primera batería química. Se podría decir que es la presión que empuja la electricidad.



Figura 30. 3: Alessandro Volta

Fuente: culturizando.com

3.3.7. Motor Trifásico

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica (380 V) suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator (o parte fija del motor).

Dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un par de torque en el eje que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica.

Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio. Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa. A este fenómeno se le llama deslizamiento.

Después de ese momento vendrá un nuevo empuje y un nuevo deslizamiento, y así sucesivamente. De esta manera se comprende que el rotor nunca logre alcanzar la misma velocidad del campo magnético giratorio.

Es por lo cual recibe el nombre de asíncrono o asincrónico. El deslizamiento puede ser mayor conforme aumenta la carga del motor y lógicamente, la velocidad se reduce en una proporción mayor.

Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

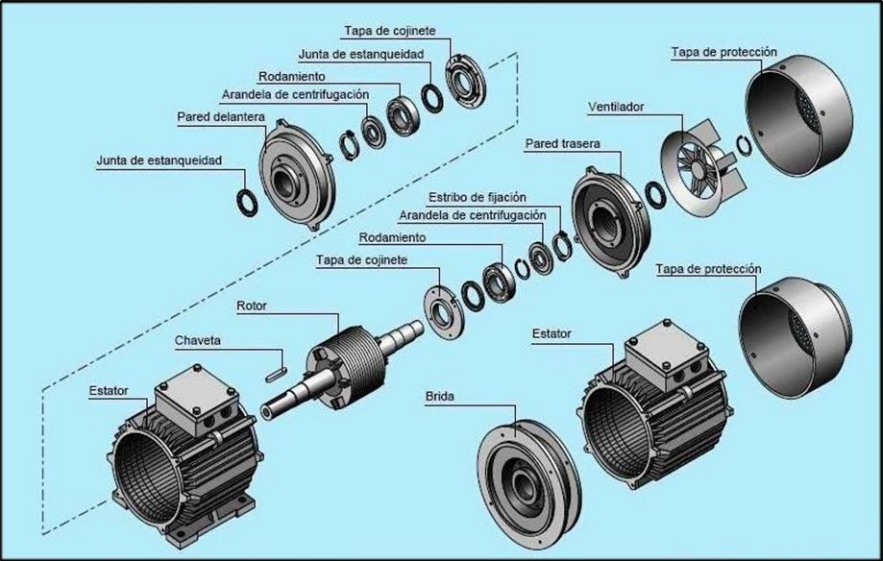


Figura 31. 3: Despiece motor trifasico.

Fuente: Google.cl

3.2.7.1. Rodamiento

Cojinete que consta de dos cilindros concéntricos entre los que va colocado un juego de rodillos o bolas que pueden girar libremente. Su labor es reducir la fricción entre un eje y un descanso.



Figura 32. 3: rodamiento de bola

Fuente: www.fersa.com

3.2.7.2. Estator

El estator es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia (en el caso de motores eléctricos) o corriente eléctrica (en el caso de los generadores eléctricos), siendo el otro su contraparte móvil, el rotor. El término aplica principalmente a la construcción de máquinas eléctricas y dependiendo de la configuración de la máquina.

El alojamiento del circuito de armadura en los generadores de corriente alterna (alternadores) o directa (generadores). En este caso, el estator interactúa con el campo rotante para producir corriente eléctrica. Una parte de la corriente generada puede ser aplicada al circuito del estator para generar un campo magnético más fuerte y resultando en una mayor corriente generada. Su construcción consta también de una estructura hueca con simetría cilíndrica, hecha de láminas de acero magnético apiladas, para así reducir las pérdidas debidas a la histéresis y las corrientes de Foucault.



Figura 33. 3: Estator

Fuente: www.ecured.cu

3.2.7.3. Corrientes de Foucault

También llamadas corrientes parásitas (con frecuencia), son indeseables porque disipan energía en forma de calor. Para reducir esta pérdida de energía, las partes conductores móviles a menudo se laminan, esto es porque se acumulan en delgadas capas separadas por un material no conductor, como laca u óxido metálico. Esta estructura en capas aumenta la resistencia de posibles trayectorias de las corrientes parásitas y confina efectivamente las corrientes a capas individuales. Una estructura laminada de estas características se usa en los núcleos de transformadores y motores para minimizar corrientes parásitas e incrementar de ese modo la eficiencia de estos dispositivos.

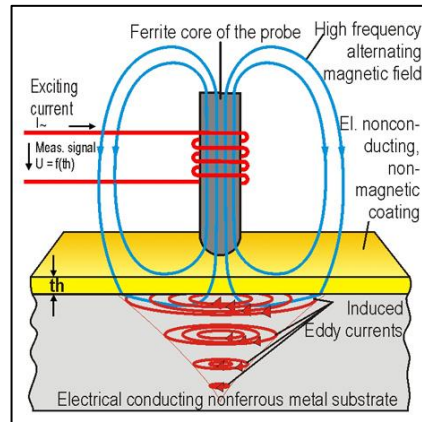


Figura 34. 3: Corrientes de Focault

Fuente: www.helmut-fischer.es

3.2.7.4. Histéresis magnética

En física se encuentra, por ejemplo, histéresis magnética si al magnetizar un ferromagneto (Al someter un material ferromagnético a un campo magnético intenso, los dominios tienden a alinearse) éste mantiene la señal magnética tras retirar el campo magnético que la ha inducido.

3.2.7.5. Rotor

El rotor es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, sea ésta un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

El rotor está formado por un eje que soporta un juego de bobinas arrolladas sobre un núcleo magnético que gira dentro de un campo magnético creado bien por un imán o por el paso por otro juego de bobinas, arrolladas sobre unas piezas polares, que permanecen estáticas y que constituyen lo que se denomina estator de una corriente continua o alterna, dependiendo del tipo de máquina de que se trate.

En máquinas de corriente alterna de mediana y gran potencia, es común la fabricación de rotores con láminas de acero eléctrico para disminuir las pérdidas asociadas a los campos magnéticos variables, como las corrientes de Foucault y las producidas por el fenómeno llamado histéresis.



Figura 35. 3: Rotor

Fuente: es.123rf.com

3.3.8. Contactores

Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se dé tensión a la bobina (en el caso de contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una encendido y otra apagado, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

Constructivamente son similares a los relés, y ambos permiten controlar en forma manual o automática, ya sea localmente o a distancia toda clase de circuitos. Pero se diferencian por la misión que cumple cada uno: los relés controlan corrientes de bajo valor como las de circuitos de alarmas visuales o sonoras, alimentación de contactores, etc. Los contactores se utilizan como interruptores electromagnéticos en la conexión y desconexión de circuitos de iluminación y fuerza motriz de elevada tensión y potencia.



Figura 36. 3: Contactor

Fuente: /www.linio.com.co

3.3.9. Bobina

Un inductor, bobina o reactor es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

Un inductor está constituido normalmente por una bobina de conductor, típicamente alambre o hilo de cobre esmaltado. Existen inductores con núcleo de aire o con núcleo hecho de material ferroso (por ejemplo, acero magnético), para incrementar su capacidad de magnetismo.

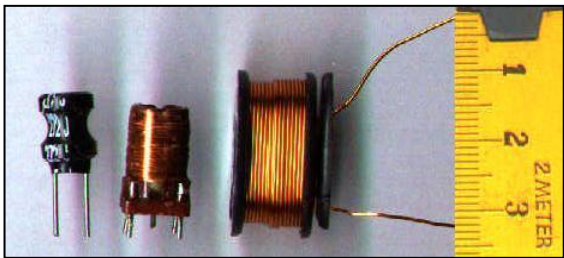


Figura 37. 3: Bobina

Fuente: Google.cl

El inductor consta de las siguientes partes:

Devanado inductor: Es el conjunto de espiras destinado a producir el flujo magnético, al ser recorrido por la corriente eléctrica.

Culata: Es una pieza de sustancia ferromagnética, no rodeada por devanados, y destinada a unir los polos de la máquina.

Pieza polar: Es la parte del circuito magnético situada entre la culata y el entrehierro, incluyendo el núcleo y la expansión polar.

Núcleo: Es la parte del circuito magnético rodeada por el devanado inductor.

Expansión polar: Es la parte de la pieza polar próxima al inducido y que bordea al entrehierro.

Polo auxiliar o de conmutación: Es un polo magnético suplementario, provisto o no, de devanados y destinado a mejorar la conmutación. Suelen emplearse en las máquinas de mediana y gran potencia.

También pueden fabricarse pequeños inductores, que se usan para frecuencias muy altas, con un conductor pasando a través de un cilindro de ferrita o granulado.

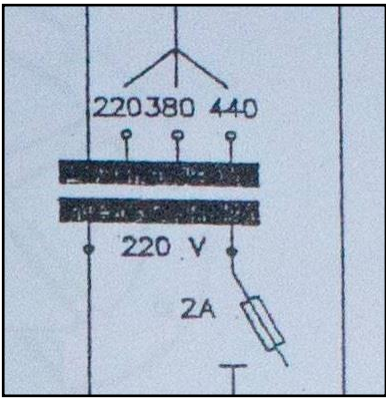


Figura 38. 3: Cambio voltaje

Fuente: N. Torreiro

En esta sección del diagrama se puede apreciar el cambio de voltaje con el que cambia la alimentación para los controles que es de 220 V. Diferida de la alimentación para los motores que necesitan 380 V.

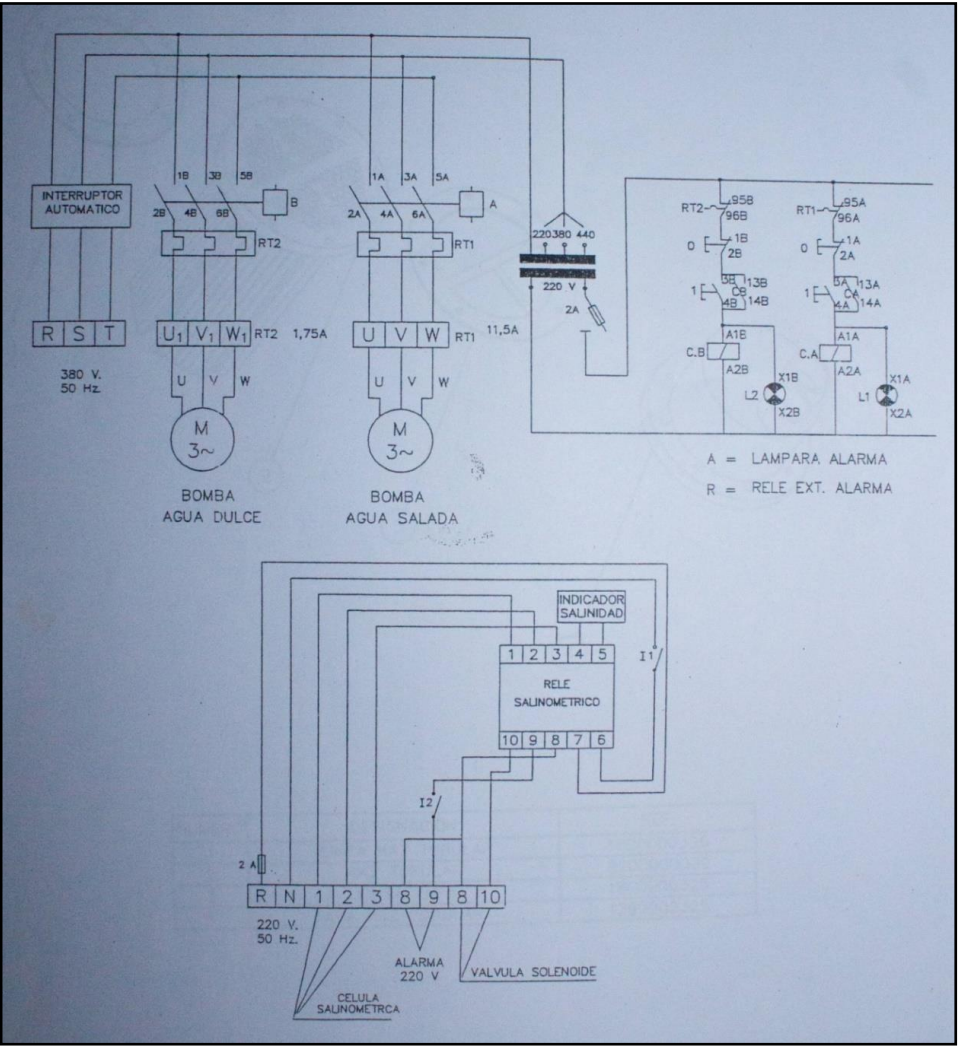


Figura 39. 3: Diagrama eléctrico

Fuente: N. Torreiro

3.4. INTERCAMBIADORES DE CALOR

3.4.1. Intercambiador de calor definición

Un intercambiador de calor es un radiador diseñado para transferir calor entre dos fluidos, o entre la superficie de un sólido y un fluido en movimiento. Son elementos fundamentales en los sistemas de calefacción, refrigeración, acondicionamiento de aire, producción de energía y procesamiento químico.

Los intercambiadores de calor se emplean para los siguientes usos:

Elevar la temperatura de un fluido gracias a otro más caliente.

Refrescar un fluido empleando otro con menor temperatura.

Llevar al punto de ebullición a un fluido por la acción de un segundo con mayor temperatura.

Condensar gases utilizando fluidos fríos.

Llevar a ebullición un determinado fluido mientras se condensa otro gaseoso más caliente.

Los intercambiadores están clasificados en dos tipos: directos e indirectos.

El primero es muy propenso a contaminarse, en cambio el segundo es de amplia variedad, y el que específicamente ayuda a nuestro sistema de destilación es el de haz tubular. (Intercambiadores de calor tubulares).

3.4.2 Intercambiadores de calor tubulares



Figura 40. 3: intercambiadores tubulares

Fuente: sacome.com

Sus ventajas son notables:

3.3.2.1. Altas presiones de trabajo

Debido a la ausencia de juntas y a su construcción completamente soldada, los intercambiadores tubulares pueden alcanzar presiones significativas.

3.3.2.2. Fácil inspección y montaje

Con el fin de tener un mejor acceso a la placa tubular y a los tubos interiores del intercambiador de calor, podemos considerar diseños de placa tubular bridada así como conexiones.

3.3.2.3. Brida

Es el elemento que une dos componentes de un sistema de tuberías, permitiendo ser desmontado sin operaciones destructivas, gracias a una circunferencia de agujeros a través de los cuales se montan pernos de unión. Las bridas son aquellos elementos de la línea de tuberías, destinados a permitir la unión de las partes que conforman esta instalación, ya sean tubería, válvulas, bombas u otro equipo que forme parte de estas instalaciones.



Figura 41. 3: Bidas

Fuente: google.cl

3.3.2.4. Altas temperaturas

Gracias a su construcción completamente soldada y a la ausencia de juntas en los intercambiadores tubulares, no se presentan los problemas de bajas tolerancias que otras configuraciones de intercambiadores de calor presentan ante elevadas temperaturas (por ejemplo, los intercambiadores de placas y juntas).

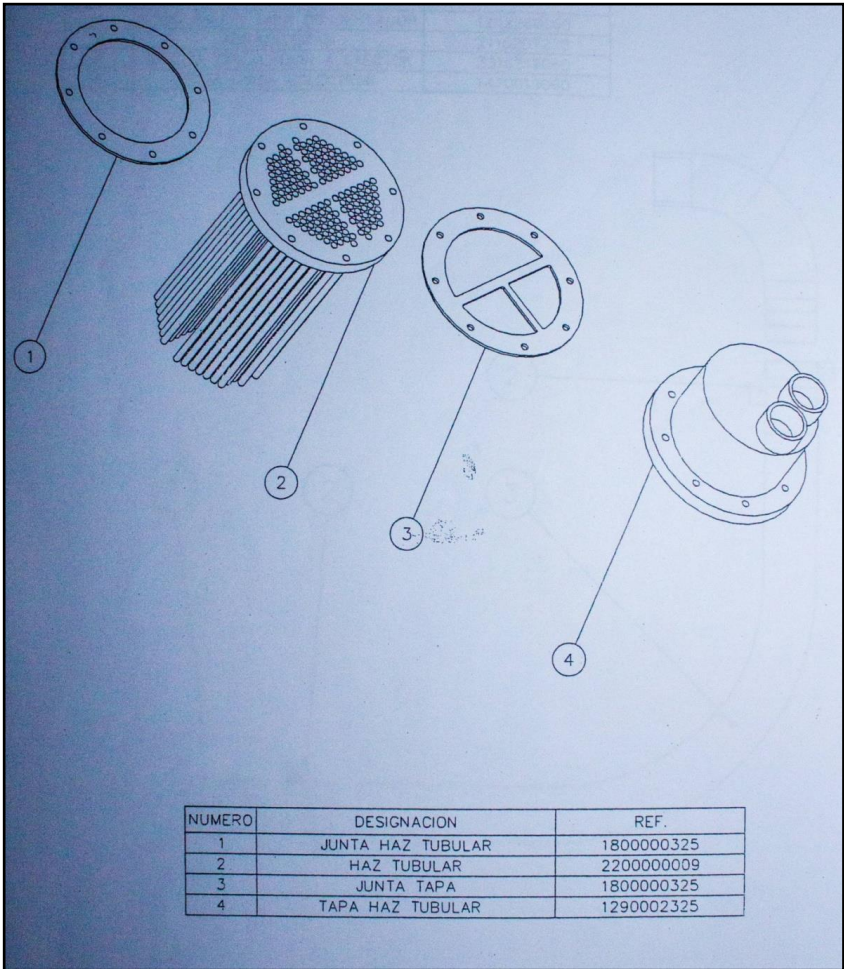


Figura 42. 3: intercambiador de calor

Fuente: N. Torreiro

Los intercambiadores de la cámara de calentamiento, deben alcanzar entre unos 60 a 90 grados Celsius, y pierden aproximadamente 7 grados Celsius en el intercambio. Deberían calentar el agua a aproximadamente 46°C, lo que es casi la mitad del punto de ebullición, y esto se logra gracias al vacío de la cámara.

3.5. CONJUNTO SALIDA AGUA DULCE

3.5.1. Célula Salinométrica

La célula salinométrica es un conductímetro o conductivímetro, y es un aparato que mide la resistencia eléctrica que ejerce el volumen de una disolución encerrado entre los dos electrodos, según la siguiente ecuación, para un conductímetro cuyos electrodos sean cuadrados y tengan la misma área:

$$K = \frac{1}{R} \times \frac{L}{A}$$

Donde K es la conductividad de la disolución, R es la resistencia que mide el conductímetro, L la distancia entre los electrodos, y A es el área de estos.

El aparato mide la resistencia, y dependiendo del electrodo, realiza las operaciones necesarias y muestra la conductividad en la pantalla.

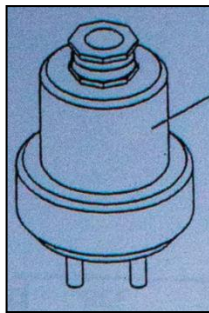


Figura 43. 3: célula salinométrica

Fuente: N. Torreiro

3.5.2. Electroválvula

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.



Figura 44. 3: electroválvula
Fuente: google.cl

Este despiece corresponde a la salida de agua dulce, el cual determina la salida o cierre del agua. Esto se debe a que trae la célula salinométrica (6) que mide la salinidad del agua, y esta envía una señal para cerrar la electroválvula de dos vías (4).

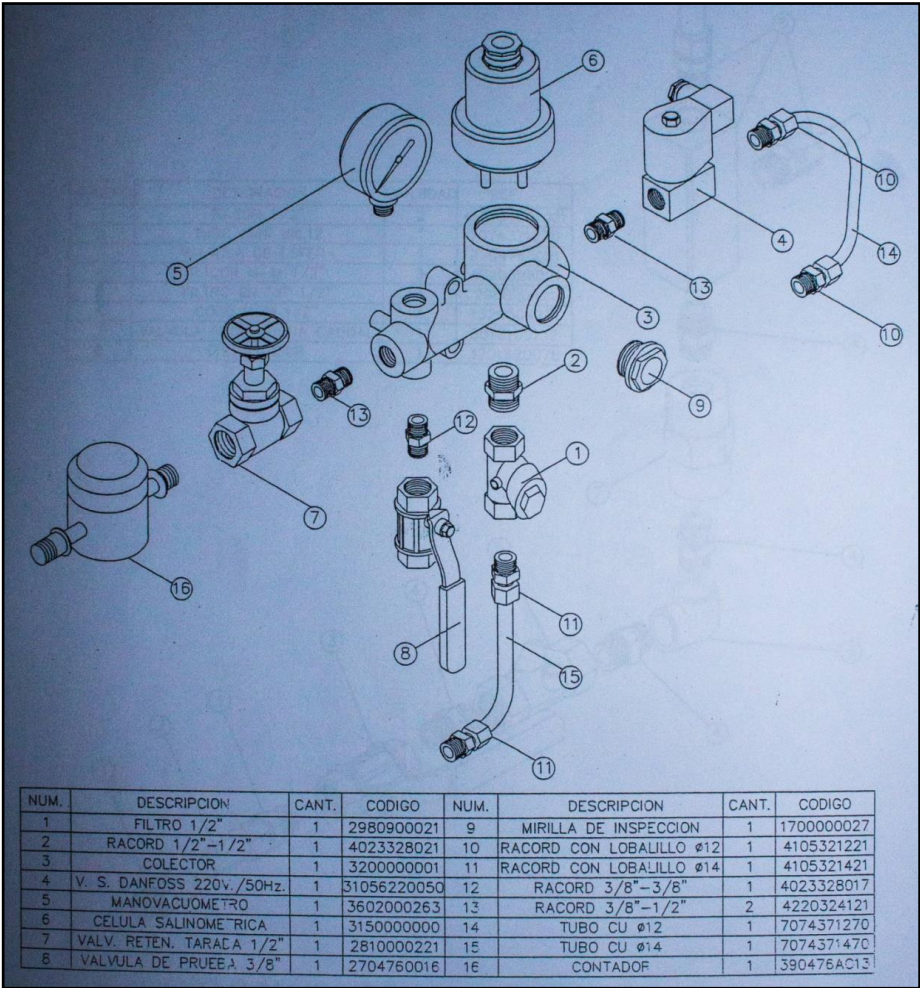


Figura 45. 3: Conjunto salida agua dulce
Fuente: N. Torreiro

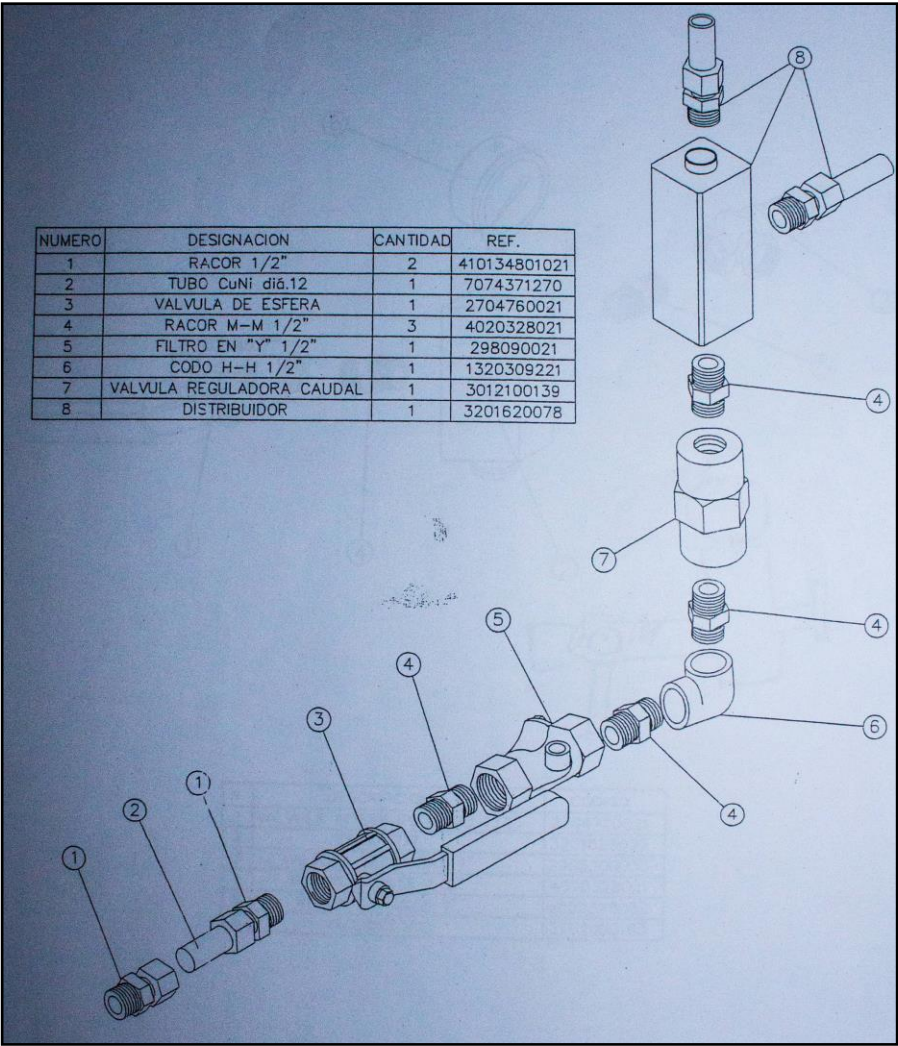


Figura 46. 3: Alimentación agua dulce

Fuente: N. Torreiro

3.6. VACUOMETRO

Se denomina vacuómetro a un instrumento que permite realizar la medición de la presión cuando ésta resulta menor a la presión de la atmósfera. Por eso se dice que los vacuómetros miden el vacío.

Recordemos que la presión atmosférica o presión de la atmósfera refleja la fuerza por unidad de superficie ejercida por el aire sobre la superficie planetaria. Se trata de una magnitud física que señala cómo se proyecta la fuerza de forma perpendicular por cada unidad de superficie.

En diversos sectores industriales y en el ámbito de la investigación, se suele trabajar en condiciones de vacío. Para esto se necesita un vacuómetro que contribuya a medir y controlar los valores.

Los vacuómetros disponen de sensores que pueden medir la presión con gran exactitud más allá de la clase de gas. Estos dispositivos también se destacan por su estabilidad y por tener una dependencia reducida de la temperatura.

El órgano de medición de nuestros vacuómetros analógicos se fundamenta en el principio de funcionamiento del muelle Bourdon (Eugène Bourdon, Francia, 1808 – 1884).

Un extremo del muelle, realizado a partir de tubos perfilados de una aleación especial de cobre, es soldado al perno roscado del vacuómetro-manómetro, formando con este un único cuerpo; el otro extremo cerrado, en cambio, es liberado.

Al aumentar la depresión o la presión en su interior, el muelle tiende a deformarse, modificando su posición original (efecto Bourdon).

El movimiento del extremo libre del muelle determina la depresión-presión.

Para facilitar la lectura, este movimiento es amplificado a través de una palanca de conexión y transmitido al indicador.

Todo el conjunto está protegido por una robusta caja metálica, que incluye el cuadrante y el indicador, visibles a través de un cristal. Están disponibles en distintas versiones, con conexiones radiales o coaxiales, con brida empotrable o externa, en seco o en baño de glicerina.



Figura 47. 3: vacuómetro

Fuente: articulo.mercadolibre.com.uy

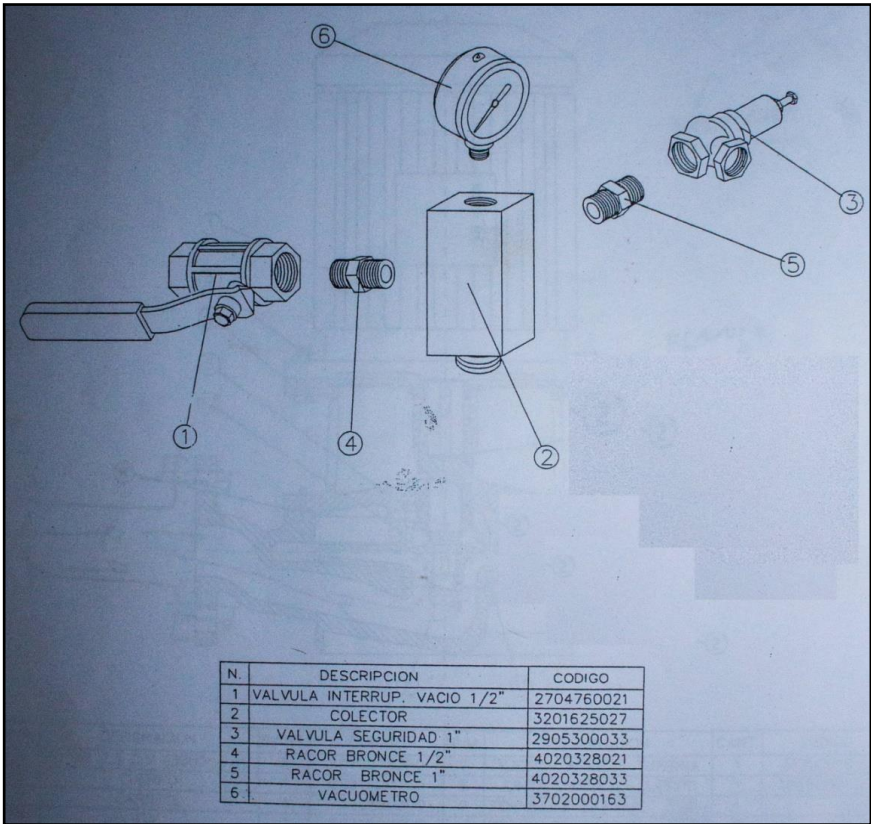


Figura 48. 3: Conjunto de interrupción de vacío

Fuente: N. Torreiro

3.7. BOMBAS

3.7.1. Concepto de bomba

Las bombas son dispositivos que se encargan de transferir energía a la corriente del fluido impulsándolo, desde un estado de baja presión estática a otro de mayor presión. Están compuestas por un elemento rotatorio denominado impulsor, el cual se encuentra dentro de una carcasa llamada voluta. Inicialmente la energía es transmitida como energía mecánica a través de un eje, para posteriormente convertirse en energía hidráulica. El fluido entra axialmente a través del ojo del impulsor, pasando por los canales de éste y suministrándosele energía cinética mediante los álabes que se encuentran en el impulsor para posteriormente descargar el fluido en la voluta, el cual se expande gradualmente, disminuyendo la energía cinética adquirida para convertirse en presión estática.



Figura 49. 3: bomba hidráulica

Fuente: <http://como-funciona.co>

3.7.2. Bomba centrífuga

Una bomba centrífuga es una máquina que consiste de un conjunto de paletas rotatorias encerradas dentro de una caja o cárter, o una cubierta o coraza. Se denominan así porque la cota de presión que crean es ampliamente atribuible a la acción centrífuga. Las paletas imparten energía al fluido por la fuerza de esta misma acción. Así, despojada de todos los refinamientos, una bomba centrífuga tiene dos partes principales: (1) Un elemento giratorio, incluyendo un impulsor y una flecha, y (2) un elemento estacionario, compuesto por una cubierta, estoperas y chumaceras o sellos mecánicos.

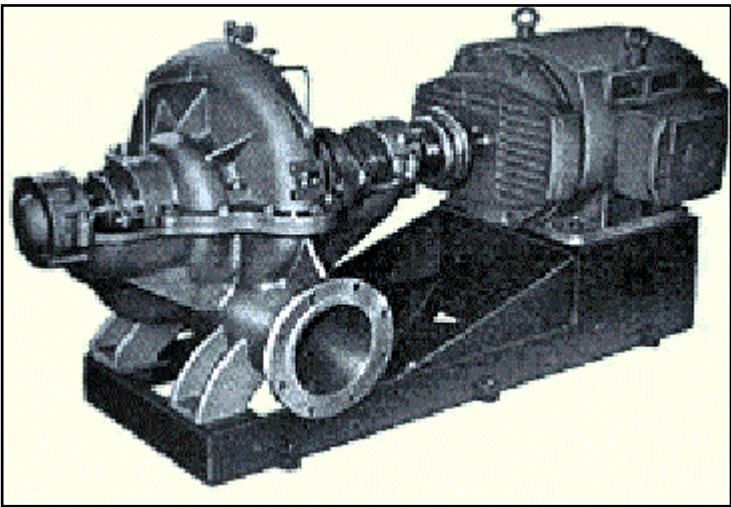


Figura 50. 3: Bomba centrífuga

Fuente: google.cl

El flujo entra a la bomba a través del centro u ojo del impeller o impulsor y el fluido gana energía a medida que las paletas del impulsor lo transportan hacia fuera en dirección radial. Esta aceleración produce un apreciable aumento de energía de presión y cinética, lo cual es debido a la forma de caracol de la voluta para generar un incremento gradual en el área de flujo de tal manera que la energía cinética a la salida del impulsor se convierte en cabeza de presión a la salida.

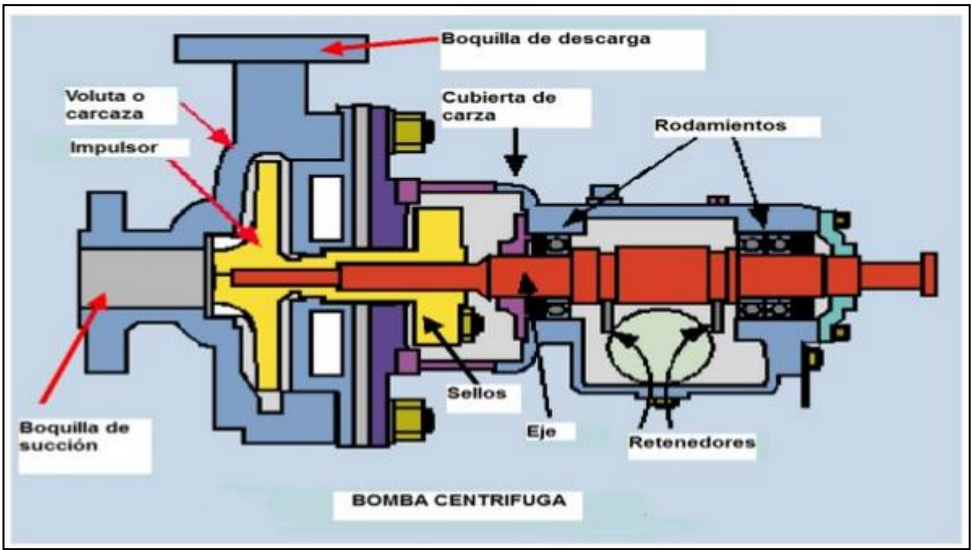


Figura 51. 3: bomba en corte

Fuente: google.cl

3.7.2.1. Impulsor

Los impulsores son rotores usados para incrementar o disminuir la presión y flujo de un fluido.

Un impulsor es un componente rotatorio de una bomba centrífuga que transfiere energía del motor, esto hace que el fluido bombeado sea acelerado desde el centro del impulsor hacia afuera de este.

3.7.2.2. Tipos de impulsores

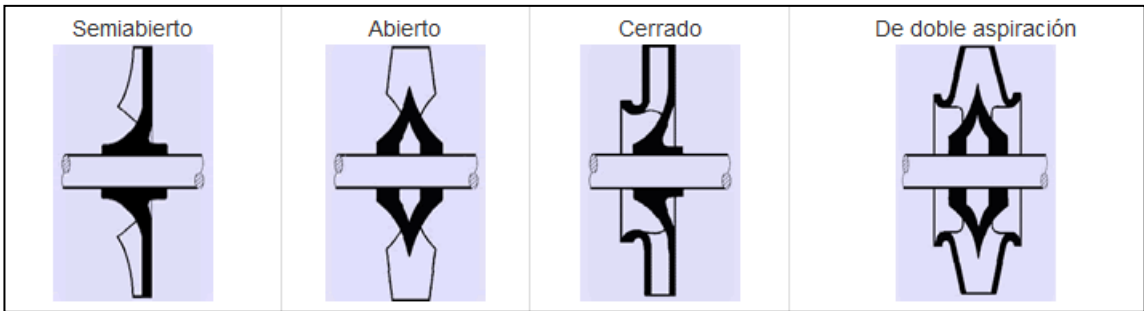


Figura 52. 3: tipos de impulsores

Fuente: google.cl

La dependencia de la geometría del impulsor, si es abierto, semiabierto o cerrado, es de la viscosidad y contaminación del fluido que se deba bombear. Por esto puede ser más fácil o no, llevar residuos de un lado a otro sin que haya riesgo de obstrucción. En estas dos imágenes (creados por un simulador) se puede observar la generación de la presión sobre el impulsor. El líquido entra por el centro (color azul). Los álabes generan la fuerza centrífuga (marcado en rojo) necesaria para bombear el producto.

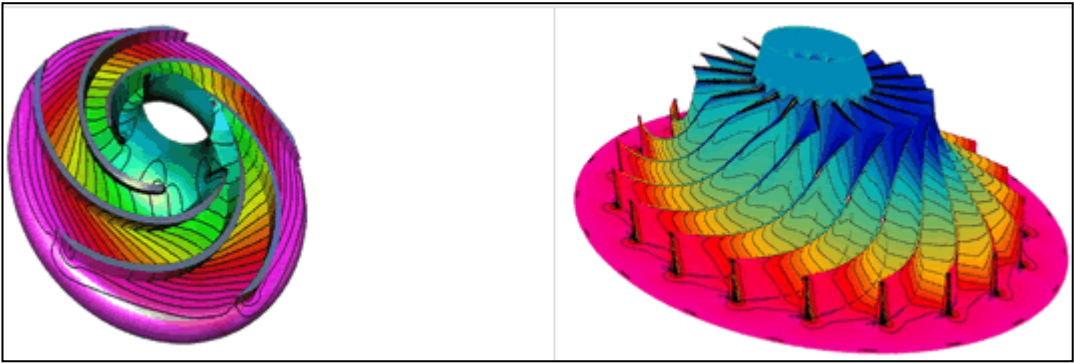


Figura 53. 3: Impeller bajo presión

Fuente: google.cl

3.6.2.3. Bombas de monoetapa y multietapa

Las bombas de monoetapa son las que tienen un solo impulsor y una sola cámara donde la presión de la succión y la descarga dependen únicamente de la geometría de la única etapa que poseen. Esto está bien para nuestro circuito de succión y descarga para agua salada como para agua dulce, ya que no se requiere un aumento de parámetros como el caudal y la presión, más de la que piden para el eyector y el flujo del sistema.

En cambio, las bombas de multietapa sacan provecho de la suma de presión que se logra pasando el flujo por sucesivas etapas de bombeo, ya que cada impulsor suma presión a la recibida de la etapa anterior. De esta manera se obtiene mayor presión sin perder eficiencia. Cuando hablamos de equipos con etapas idénticas la presión será proporcional a la cantidad de etapas.

El caudal que puede movilizar un impulsor está determinado por las distintas dimensiones y diseño del mismo. Al agregar uno o más impulsores, es decir al agregar más etapas de bombeo, ¿podemos trasladar mayor cantidad de fluido? Si lo analizamos de manera genérica, no obtendremos más caudal que el máximo que tira el primer impulsor, ya que el segundo (y sucesivos) movilizarán sólo lo que entregue el anterior.

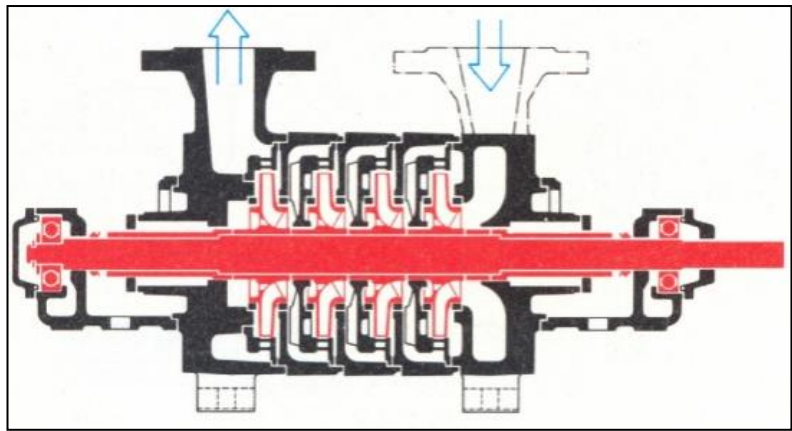


Figura 54. 3: bomba de multietapas

Fuente: google.cl

Las bombas centrífugas pertenecen al grupo de las bombas rotodinámicas. Pertenecen todas a la categoría de turbomáquinas. Son siempre rotativas. El órgano transformador de energía se denomina rodete (impulsor). La dinámica de la corriente es primordial en la transformación de la energía. Funcionan mediante aspiración normal. Ellas son ampliamente utilizadas, sobre todo para bombear agua. Se emplean, principalmente, en las construcciones navales, en la industria y en el transporte de agua. Por conexión consecutiva de varios rodetes se pueden establecer presiones de elevación muy amplias. Las bombas centrífugas tienen una forma compacta y su estructura es relativamente sencilla. El agua es impulsada por fuerzas centrífugas que se originan por el movimiento giratorio del rodete de la bomba. Durante el ciclo de vida de estas bombas se tienen que realizar normalmente operaciones de mantenimiento y reparación, ya que en muchos casos no están concebidas como piezas de recambio.

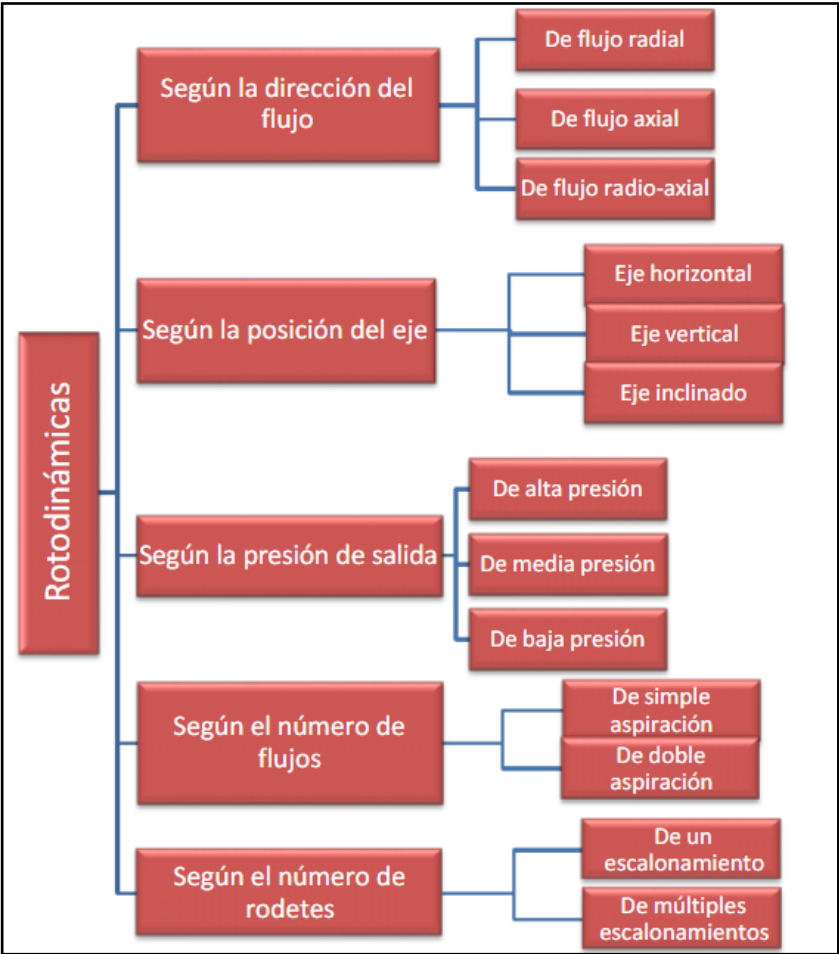


Figura 55. 3: clasificación de bombas rotodinámicas

Fuente: google.cl

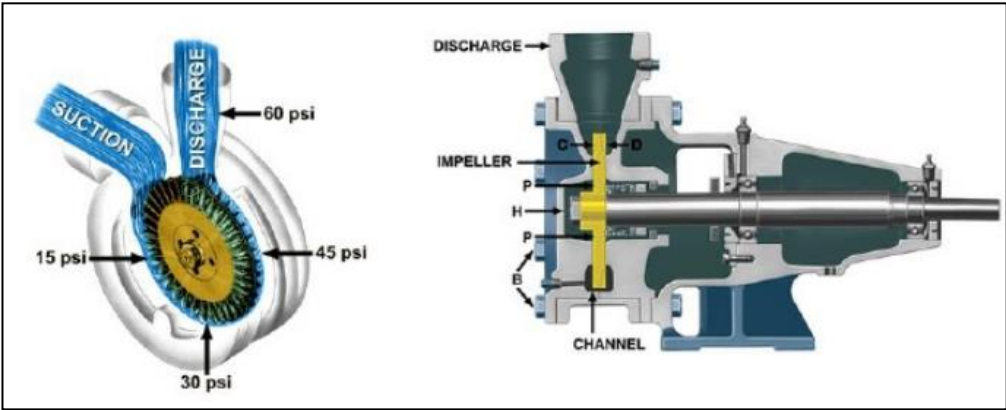


Figura 56. 3: bomba centrífuga mono etapa

Fuente: google.cl

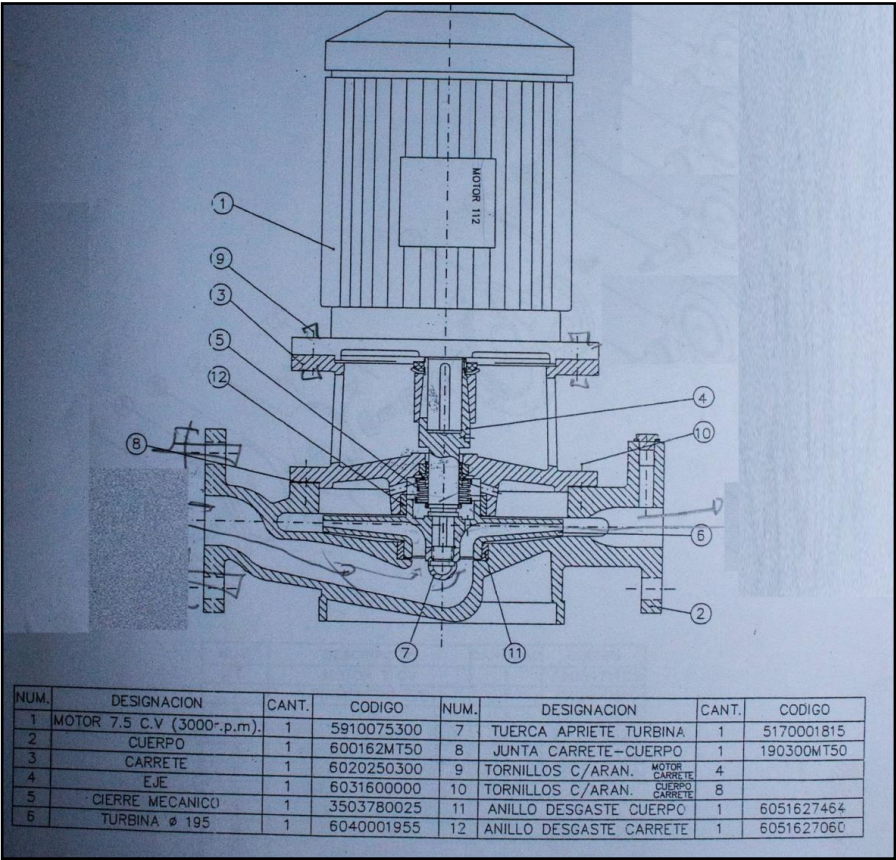


Figura 57. 3: bomba de agua salada

Fuente: N. Torreiro

Nota: CV = caballo vapor = caballo fuerza (medida de potencia).

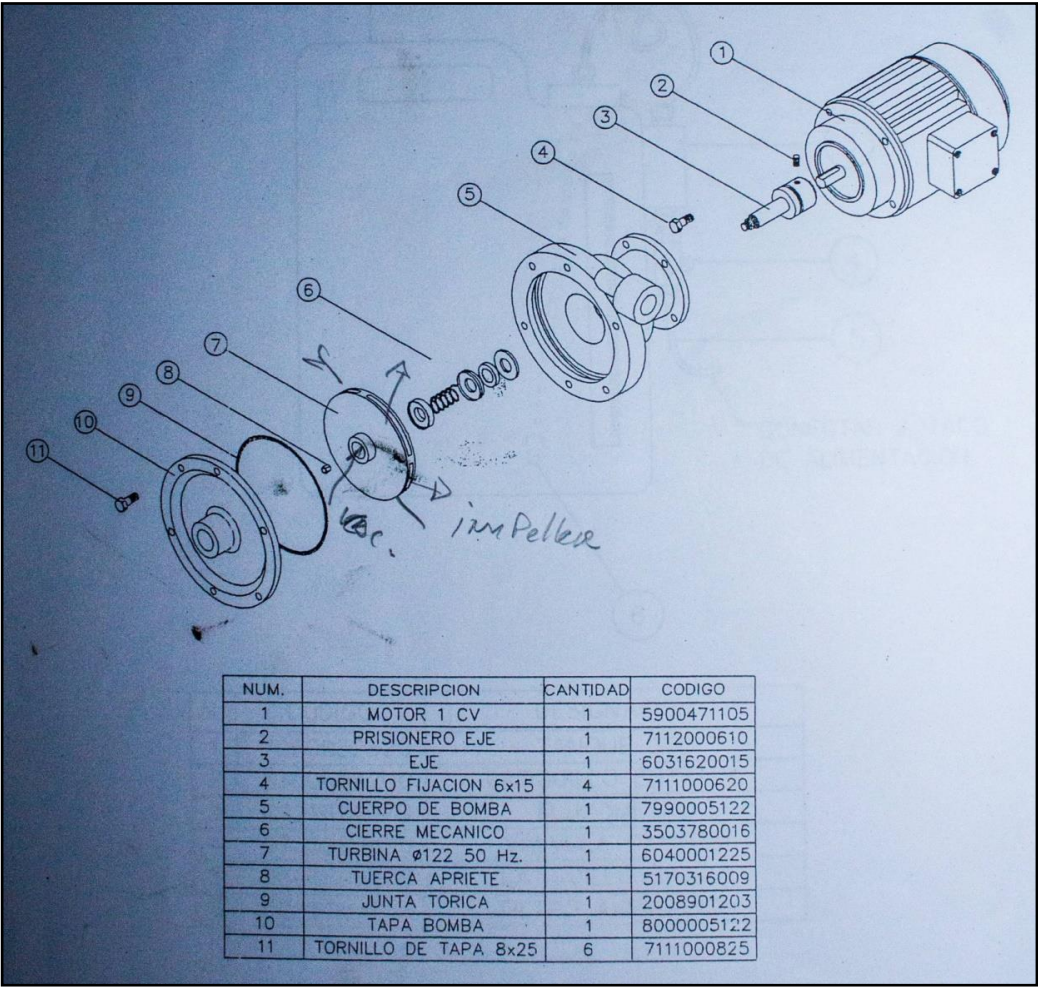


Figura 58. 3: bomba de agua dulce

Fuente: N. Torreiro

CAPITULO 4: MANTENIMIENTO

4.1. INSPECCION PERIODICA

Efectué un mantenimiento preventivo comprobando, periódicamente, si hay fugas en el sistema, poniendo particular atención en todas las juntas, válvulas, accesorios y conexiones de tuberías. Inspeccione los tubos del intercambiador de calor a través de la mirilla, la cual debe mantenerse siempre limpia.

Compruebe regularmente que la bomba de agua dulce y agua salada funcionan correctamente y sin pérdida. Es de gran importancia que el eje, turbina y cierre mecánico estén en perfectas condiciones.

4.1.1. Sistema de Circulación

- a) Comprobar la bomba de agua salada periódicamente asegurándose de que la bomba no funciona sobrecargada.
- b) Limpiar el filtro de aspiración de la bomba periódicamente y especialmente cuando se trabaje en aguas sucias.

4.1.2. Sistema de agua dulce

- a) Comprobar la bomba de agua dulce, teniendo especial atención a posibles pérdidas por deterioro de la junta de tapa y cierre mecánico.
- b) Comprobar el asiento de válvula de retención en la salida de agua dulce, limpiar válvula y renovar asiento en caso de ser necesario.

4.1.3. Calentador y condensador

Al producirse las expansiones y contracciones que tienen lugar durante los periodos de calentamiento y enfriamiento, este hecho evita en parte rechazar incrustaciones que puedan tener lugar en las superficies de los tubos.

Se recomienda que la temperatura media del calefactor no exceda los 82°C y que el vacío sea el máximo posible. No debe hacerse funcionar el equipo con un vacío inferior a 72 cm.c Hg al cual le corresponde un punto de ebullición de 58°C.

Las incrustaciones se forman cuando la temperatura en el interior de la carcasa alcanza los 90°C y la salmuera es alta. La combinación de estas dos condiciones producirá incrustaciones en los intercambiadores y como consecuencia una reducción en la producción de agua en el equipo.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario controlar visualmente los intercambiadores y limpiarlos químicamente en caso de depósitos calcáreos.

4.2 LIMPIEZA QUIMICA

Los tubos de los intercambiadores pueden limpiarse dentro de la carcasa o desmontarlos.

Cuando procedemos a la limpieza de los intercambiadores en el interior de la carcasa, introducir el desincrustante mezclado con agua hasta que los cubra completamente durante unas 8 horas. El cese de la reacción química indica que la limpieza ha terminado o el ácido ha perdido fuerza por falta de cantidad o excesivas sales.

Proceder luego a vaciar el equipo y arrancar la bomba de agua salada abriendo también el paso a la válvula reguladora de caudal durante 15 minutos con el fin de un lavado correcto. Finalmente poner en marcha nuevamente el equipo.

4.3. EXTRACCION DE LOS INTERCAMBIADORES

Proceder así:

- a) Cierre las válvulas de entrada y salida a los intercambiadores.
- b) Cierre la descarga al mar procedente del eyector.
- c) Vacíe a través del tapón de vaciado el agua de la carcasa.
- d) Desconecte todos los accesorios que puedan estar unidos a las tapas del intercambiador y condensador.
- e) Afloje los tornillos de las tapas y extraer cuidadosamente los intercambiadores.
- f) Proceder a la limpieza de los intercambiadores con la solución química.
- g) Para el montaje hacer las operaciones anteriores inversamente

En general los periodos de limpieza varían dependiendo de las distintas temperaturas a las que el equipo trabaje. Si la temperatura del agua de mar supera los 20°C deberemos hacer una limpieza cada 800 horas de trabajo. Por el contrario, si la temperatura del agua de mar es baja, se puede prolongar los periodos de limpieza hasta 1000 horas.

4.4. LARGAS PARADAS DEL EVAPORADOR

Cuando la parada exceda de siete días, el sistema ha de ser drenado.

Proceder de la siguiente manera:

- a) Sacar la purga de la bomba de agua dulce y purgar la que pueda haber en las líneas
- b) Quitar el tapón de vaciado que se encuentra en la parte inferior izquierda del equipo. Sacar la mirilla y baldear el interior de la carcasa con abundante agua. Limpiar todas las tuberías, purgar y proceder al vaciado de agua para luego colocar de nuevo las purgas y mirilla.

4.5. PRUEBA HIDROSTÁTICA

Si existiera evidencia de pérdidas de agua o vacío en el equipo, se recomienda hacer una prueba hidrostática con el fin de localizar dichas fugas. Con el evaporador completamente cerrado (válvulas de descarga de agua de mar, el codo cerrarlo con un tapón), proceder como se indica en una de las siguientes opciones:

- a) Abrir la entrada de agua de alimentación. Arrancar la bomba de agua salada hasta que se llene el evaporador y el manómetro llegue a 0,5 bar y no exceda de 1 bar. La válvula de seguridad esta tarada a 1.5 bar para prevenir cualquier daño por sobrepresurización.
- b) Una vez cerrada la válvula, drenar el equipo y por el orificio de drenaje introducir aire a presión hasta 0,5 bar. Nunca bloquear la válvula de seguridad. Rocíe con espuma todas las juntas, conexiones de tuberías, mirilla, etc. y observe donde está la pérdida.

4.6. POSIBLES AVERIAS, PROBABLE CAUSA, REMEDIO

Tobera del eyector taponada: Limpiar tobera.

Perdida de algún tubo en intercambiadores: Retire la tapa del haz tubular; llenar de agua hasta que el nivel alcance la mirilla. Observar la placa del intercambiador y taponar con madera o bronce los agujeros en los que aparezcan fugas en la prueba de presión, taponando el tubo de la pérdida a la entrada y salida.

Nivel de agua elevado en la carcasa: Examinar la válvula de alimentación y renovarla en caso de ser necesario. Comprobar tobera de eyector.

Perdidas de aire en carcasa: Ajustar junta de tapas y dar una capa de agua jabonosa observando si existe fuga.

Incrustaciones en los intercambiadores. Limpiar con productos químicos.

CAPITULO 5: PRACTICA EN LABORATORIO

5.1. DESTILACION AL VACIO EN LABORATORIO

Como destilación se entiende aquel proceso en el que se evapora un líquido, se condensan los vapores y el líquido condensado se recolecta en frasco aparte. Esta técnica es muy útil cuando se quieren separar mezclas líquidas en sus componentes si estos tienen diferentes puntos de ebullición o cuando alguno de los componentes no destila. Otra importante aplicación de la destilación es en la purificación de líquidos.

5.2. RELACION PRESION-TEMPERATURA DE EBULLICION

La temperatura de ebullición de los líquidos baja sustancialmente cuando baja la presión aplicada al líquido.

Para estimar el cambio en el valor de la temperatura de ebullición al cambiar la presión se puede utilizar la regla aproximada de que, en la vecindad de la presión atmosférica (760 mm de mercurio), la temperatura de ebullición baja 0.5°C por cada 10 mm de mercurio de caída de la presión. Una estimación más precisa de puede hacer con el siguiente gráfico:

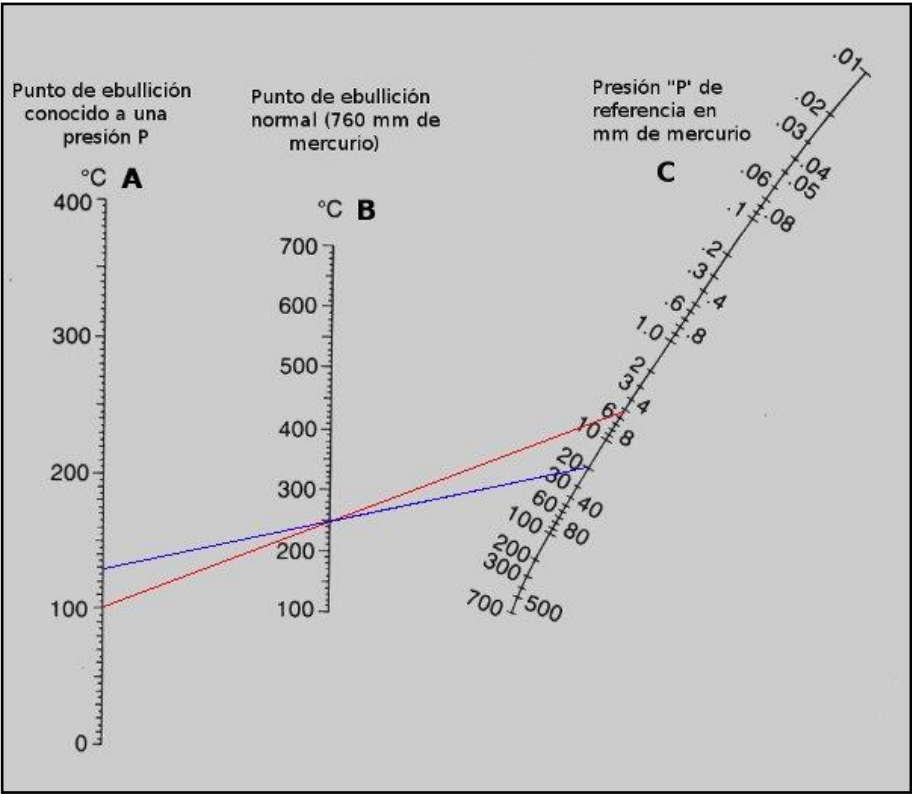


Figura 59. 5: tabla de temperatura-presión

Fuente: google.cl

5.3. APARATO DE DESTILACION

Para ejecutar una destilación al vacío en el laboratorio se debe montar un aparato como el mostrado en la figura, incluyendo, como factor importante, el anclaje de las partes como se indica ya que el sistema es inestable y puede volcarse y romperse durante el proceso, especialmente por la influencia de las mangueras flexibles utilizadas para alimentar con agua de enfriamiento el condensador y suministrar el vacío.

El aparato está formado por ocho piezas especializadas:

Frasco de destilación.

Cabezal Claisen.

Tubo de entrada de aire.

Cabezal de destilación.

Adaptador para termómetro.

Condensador.

Adaptador con toma para vacío.

Frasco receptor.

Toda vidriería utilizada debe ser de paredes suficientemente gruesas para soportar el vacío interior. Del mismo modo las mangueras de goma utilizadas para manejar la succión deben ser de paredes gruesas para evitar su colapso debido al vacío interior.

Importante: si no posee vidriería de esas características aborte el experimento o use un método para romper el vacío.

Usualmente se usa una manta calefactora eléctrica para calentar el aparato y es importante colocar soportes como los mostrados en la figura 30 al cuello del frasco de destilación, al condensador y al cuello del frasco colector. El frasco colector debe apoyarse adecuadamente en su fondo, ya sea en bloques de madera o en un aro metálico sostenido por un pedestal de soporte.

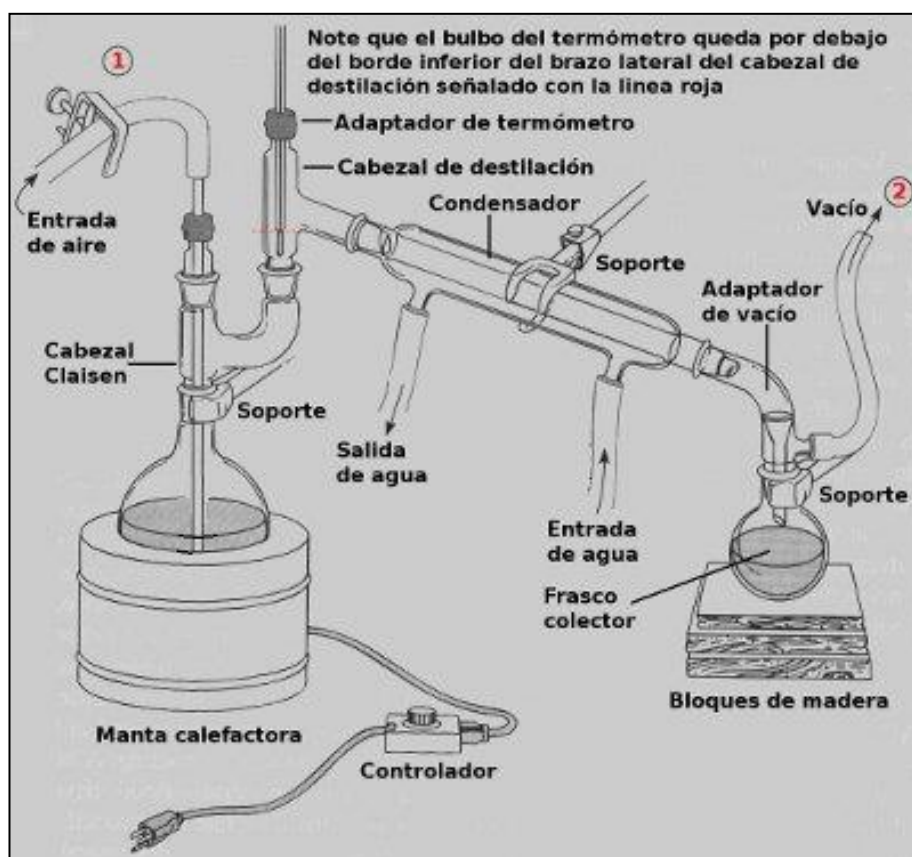


Figura 60. 5: destilación por vacío en laboratorio

Fuente: google.cl

5.3.1. Frasco de destilación

El frasco de destilación debe ser de fondo redondo, ya que este tipo de frasco ha sido diseñado para soportar el calentamiento y acomodar la acción de ebullición. La forma redonda proporciona un área de calentamiento maximizada. El volumen del frasco de destilación debe escogerse de tal manera que nunca se llene por encima de sus dos terceras partes, si el nivel del líquido es superior, puede producirse que el líquido a destilar salpique como gotas diminutas a través del cuello y pase directamente al destilado contaminándolo. Tampoco el frasco debe ser demasiado grande, si este es el caso suceden dos cosas:

- 1.- Se almacena demasiado vapor en el volumen vacío del frasco que no destila.
- 2.- La parte alta del fresco, dado su gran tamaño, puede estar demasiado fría y condensar los vapores los que vuelven al líquido.



Figura 61. 5: frasco de destilación

Fuente: www.bescience.com

5.3.2. Cabezal Claisen

El cabezal Claisen se coloca entre el frasco de destilación y el cabezal de destilación para evitar que el líquido salpique dentro del condensador al hervir.



Figura 62. 5: cabezal Claisen

Fuente: www.auxilab.es/

5.3.3. Tubo de entrada de aire

El tubo de entrada de aire colocado en la parte superior del cabezal Claisen permite la entrada de una lenta corriente de aire regulada por la pinza de tornillo. Esta corriente de aire produce burbujas dentro de la masa del líquido a destilar para hacer la ebullición más suave y evitar que la solución salte, también sirve como removedor de la solución.

5.3.4. Cabezal de destilación

El cabezal de destilación es una pieza de cristalería que permite colocar el termómetro y desviar los vapores al condensador utilizando conexiones estándares de esmerilados y estancos. El termómetro debe colocarse de forma que su bulbo esté por debajo del nivel inferior del conducto lateral de cabezal de destilación, de forma que quede en la corriente de vapor que está destilando. Cuando se desarrolla el proceso usted podrá apreciar el anillo de reflujo. Tanto el brazo lateral del cabezal de destilación como el bulbo del termómetro deben quedar por encima del anillo.



Figura 63. 5: cabeza de destilación
Fuente: es.aliexpress.com

5.3.5. Adaptador para termómetro

Este adaptador consiste en un trozo de conducto que tiene en su parte inferior el cono esmerilado para acoplarse de forma estanca en la salida superior del cabezal de destilación; y un adaptador de goma acoplado en la salida abierta superior para acomodar el termómetro. La flexibilidad de la goma permite desplazar el termómetro hacia arriba o hacia abajo para posicionarlo adecuadamente. Una pieza igual se usa para colocar el tubo de entrada de aire.



Figura 64. 5: adaptador para termómetro
Fuente: www.banggood.com

5.3.6. Condensador

Los empalmes del condensador son los sitios donde más fácilmente se puede producir la entrada de aire exterior debido a que el ángulo particular que tiene, que no es ni vertical ni horizontal hace que las conexiones sean más difícil de hacer y hay que asegurarse de que estas sean firme y estancas.

Lo mejor es lograr que los soportes que sujetan las piezas se monten inicialmente de forma que tiendan a apretar las uniones en lugar de separarlas. Ya en funcionamiento el vacío interior mantendrá las uniones apretadas.

La camisa exterior de enfriamiento del condensador estará llena de agua solo si se conecta la manguera de alimentación en la toma inferior y la manguera de drenaje en la toma superior, esta última debe ir al vertedero de aguas. Use un ritmo moderado de alimentación con agua, si el flujo de agua es muy intenso se puede producir el salto abrupto de las mangueras de las tomas del condensador.



Figura 65. 5: condensador

Fuente: es.aliexpress.com

5.3.7. Adaptador de vacío

Este dispositivo de cristalería tiene adentro un embudo que ocupa todo el espacio interior colectando el líquido procedente del condensador y lo conduce a un cuello de salida que vierte el condensado dentro el recipiente colector. Al mismo tiempo permite la comunicación del vacío que entra por la toma lateral del frasco colector al sistema. La diferencia entre el diámetro del cuello exterior del adaptador y el cuello del conducto procedente del embudo permite esta comunicación.



Figura 66. 5: adaptador de vacío

Fuente: es.aliexpress.com

5.3.8. Frasco colector

El frasco colector es usualmente de fondo redondo, y si existe el riesgo de pérdidas de las primeras fracciones del destilado por evaporación debido a que esta sea muy volátil, el frasco puede colocarse en un baño de agua de hielo. Si se pretenden extraer varias fracciones diferentes, es buena práctica tener disponibles y pesados previamente varios frascos colectores, incluyendo el original, de esta forma se podrán cambiar durante el proceso con más rapidez.

Para cambiar el frasco colector se debe detener el calor y ventilar el sistema antes de reemplazar el frasco.

5.4. ENGRASE

Además de lo descrito, es bueno engrasar ligeramente todas las uniones estándares esmeriladas a fin de hacerlas con más seguridad estancas al aire del exterior. Hay que tener mucho cuidado de no usar mucha grasa. La grasa puede ser un contaminante nocivo serio si brota en el interior de la unión al acoplar las piezas y terminar en el sistema.

Para engrasar, lo mejor es aplicar una fina capa de grasa a la pieza interior "macho" de la unión y luego distribuir la grasa con un ligero movimiento de rotación de la parte engrasada en la parte "hembra" mientras se aprieta ligeramente la unión, si se ha usado la cantidad apropiada de grasa esta no saldrá por el fondo de la unión; en su lugar toda la unión debe verse transparente sin estrías ni áreas sin cubrir. En el laboratorio existen grasas especiales para ese fin, bien derivadas del petróleo o de silicona.

5.5. TRAMPA DE LIQUIDO

Otra cuestión muy importante y recomendable es utilizar una trampa de líquido entre el aparato que suministra la succión y la entrada del vacío al sistema. La trampa de líquido es esencialmente necesaria si para la succión se usa un aspirador Vénturi.

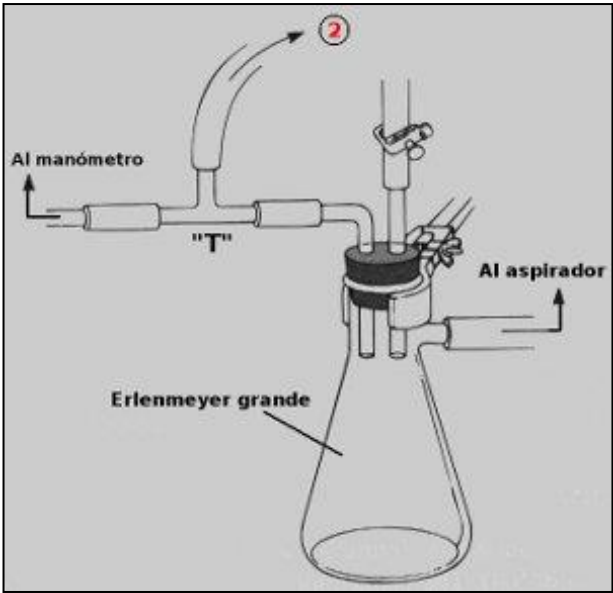


Figura 67. 5: trampa de líquido

Fuente: google.cl

Un arreglo común para la trampa de líquido la que además de prevenir la posibilidad de entrada de agua al sistema desde el aspirador Vénturi permite aliviar el vacío cuando sea necesario hacerlo, por ejemplo al cambiar el frasco colector. La pinza de tornillo, o en su lugar una llave de paso, es la que permite hacer esta operación de alivio del vacío en la zona de colección del sistema, y debe combinarse con la apertura de la pinza de tornillo que está sobre el tubo de entrada de aire en la parte de ebullición del sistema. Otra función importante de la trampa de líquido es que debido a su gran volumen actúa como un estabilizador a los pequeños cambios de presión que puedan producirse en la línea de succión.

5.6. UTILIZACION DE VACUOMETRO

Un Vacuómetro acoplado al sistema permite conocer la presión de trabajo y este debe estar presente al menos parte del tiempo en el que se desarrolle la destilación para saber a qué presión se está ejecutando el proceso. La "T", se ha instalado a fin de conectar el Vacuómetro en ella.

Para retirar el Vacuómetro del sistema es imprescindible cerrar esta rama de la "T" a la que está acoplado el manómetro y esto puede hacerse usando una pinza de tornillo la que se apretará para cortar el paso en la manguera antes de retirar el Vacuómetro.

5.7. UTILIZACION DE GAFAS DE PROTECCION

Nunca debe realizarse una destilación al vacío sin usar gafas de protección para los ojos, la posibilidad de una implosión de alguno de los elementos del aparato está siempre presente.

CONCLUSIONES

Se ha de concluir, que todo tipo de transformación de materia requiere energía, y para reducir ese gasto energético, se deben controlar los parámetros que regulan el ambiente en el que producimos el cambio de estado.

También podemos concluir que la información entregada en el presente trabajo acerca de los diferentes tipos de desalinización y la desalinización por vacío, se encuentra bien distribuida y bien difundida, sin dejar dudas o vacíos argumentales acerca de las definiciones utilizadas para instruir referente a los temas tratados. Que el desarrollo está bien planteado e ilustrado para el reconocimiento de cada uno de los elementos presentados, al fragmentar el sistema para detallarse mejor. Se entiende que con este desarrollo y sus vértices (todo lo demás) para clasificar mejor el conocimiento, se pueden dar por concluidos, o más bien, que cumplieron su cometido cada objetivo, tanto general como específico.

Se recomienda estudiar bien las partes de cada elemento y su función, repasar si se quiere entender a cabalidad el uso en su sistema y la importancia de sus componentes.

También se recomienda usar este sistema de vacío (el desalinizador por vacío, no el de laboratorio) en proyectos como, zonas costeras rurales y se requiera el uso de un motor de grandes proporciones, para alimentar con electricidad a las viviendas.

Se aprovecharía la refrigeración para dicha fuente de energía.

LINKOGRAFIA

- http://www.cazalac.org/2015/fileadmin/templates/documentos/Documento_Tecnico_PHI_-_Nro_33.pdf
- <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/80858/Memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- <http://galeon.com/elregante/eyector.html>
- <https://www.schmalz.com/es/saber-de-vacio/el-sistema-de-vacio-y-sus-componentes/generadores-de-vacio/eyectores-de-vacio/>
- <https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/principio-bernoulli/>
- <https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/segundo-corte/marco-teorico/efecto-venturi/>
- http://www.instrumentacionycontrol.net/Descargas/IyCnet_Simbologia_y_Esquemas_Motores.pdf
- <https://www.sacome.com/ventajas-intercambiadores-calor-tubulares/>
- <http://www.vuototecnica.es/product/120/es/3.01%20%C3%B7%203.04.pdf>
- <https://www.quiminet.com/articulos/las-bombas-centrifugas-con-el-impulsor-semiabierto-26851.htm>
- <http://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>
- <http://www.sabelotodo.org/quimica/deestilacionvacio.html>
- http://m3hweb.com/novedades_detalle.asp?id_novedad=465
- <http://www.gunt.de/es/productos/mecatronica/mantenimiento/componentes-de-instalaciones-valvulas-bombas-tuberias/montaje-y-mantenimiento-bomba-centrifuga-multietapa/051.18100/mt181/glct-1:pa-150:ca-74:pr-1000>
- <https://es.scribd.com/doc/299247856/BOMBAS-ROTODINAMICAS>