

## MÓDULO DE ENTRENAMIENTO TÉCNICO PROFESIONAL DE REFRIGERACIÓN INDUSTRIAL

Regalado Jorge <sup>1</sup>; Carlos Román <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Universitario ISMAC –Carrera de Electromecánica, Quito-Ecuador, joregalado23@hotmail.com

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico Universitario ISMAC –Carrera de Electromecánica, Quito-Ecuador, croman@tecnologicoismac.edu.ec

---

**Resumen:** Este sistema de refrigeración profesional implementa los equipos de última tecnología para el aprendizaje técnico y práctico en el campo de refrigeración. La implementación de este equipo es muestra de cómo son las instalaciones industriales en su forma más básica utilizando como principal elemento el líquido refrigerante y su paso por los diferentes componentes para lograr enfriar una cámara. El control de temperatura de esta, la automatización del mecanismo, sus sistemas de control y su independencia como máquina son uno de los retos a seguir. El aumento de la eficiencia y la reducción de los costos sin dejar de garantizar el proceso de enfriamiento del módulo también forma parte de este estudio, la operabilidad básica y sencilla del equipo tiene como objetivo hacerlo más amigable con el usuario de manera que la utilización de un personal con altos niveles de conocimientos no sea requerida para su operación.

**Palabras clave:** Refrigerante, instalaciones industriales, refrigeración.

### *Professional technical training module for industrial refrigeration*

**Abstract:** This professional refrigeration system implements the latest technology equipment for technical and practical learning in the field of refrigeration. The implementation of this equipment is a sample of how industrial facilities are in their most basic form, using the coolant as the main element and its passage through the different components to cool a chamber. Its temperature control, the automation of the mechanism, its control systems and its independence as a machine are one of the challenges to follow. The increase in efficiency and the reduction of costs while guaranteeing the cooling process of the module is also part of this study, the basic and simple operability of the equipment has the objective of making it more user-friendly so that the use of a staff with high levels of knowledge is not required for its operation.

**Keywords:** Refrigerant, industrial installations, cooling.

---

### 1. INTRODUCCIÓN

El módulo de entrenamiento técnico profesional es un equipo que simula un sistema de refrigeración industrial estándar, se origina a raíz de una minuciosa investigación que arroja como resultados la utilización general de este proceso, una de los principales objetivos es la conservación de productos a bajas temperaturas para su futuro consumo. Además de su aplicación en la industria, también debemos recalcar la

implementación dentro de lo residencial, en medios de transporte y en áreas concurridas por la población en general.

Este proceso se verifica cuando el líquido refrigerante pasa del estado líquido al gaseoso este proceso es conocido como evaporación, y que por características del líquido produce el enfriamiento del área circundante. La principal producción de estos equipos se la realiza para conservación de alimentos, sus aplicaciones son variadas

se puede encontrar sistemas de refrigeración en el área comercial, industrial y hasta residencial.

Ya que es un campo amplio y su aplicación es muy importante para el bienestar general estos sistemas deben de estar siempre a la vanguardia y debe estar sujetos a actualizaciones. La modernización y el avance científico hacen que estos equipos también se innoven y busquen siempre estar al ritmo del progreso. La investigación de procesos de enfriamiento, equipos, componentes y sistemas ayudan a que siempre estos módulos estén al ritmo del progreso mundial.

La investigación de este proyecto se realizará utilizando todas las citas disponibles se optará por revisar en páginas web, libros de estudio, revistas, diarios, publicaciones. Todo material disponible y que pueda estar al alcance será utilizado para realizar la presente investigación. Los resultados serán expuestos y escritos dentro de esta tesis, mencionando debidamente de donde se obtuvo la información para futuras referencias, se ampliará la investigación con ilustraciones, bocetos, cuadros y tablas que estén relacionadas con el proyecto a realizar.

### 1.1 Refrigeración

La definición considerada por Arrégle (2012), es la acción de retirar calor de un cuerpo, con el objetivo de su temperatura sea más baja que la ambiental. Proceso de remoción de energía térmica de una sustancia o un espacio.

### 1.2 Materia

Es llamado así a todo aquello que ocupa un lugar en el espacio y es tangible a nuestros sentidos. La materia la encontramos en tres estados bien definidos que son: solido, líquido y gaseoso (Díaz, 2010)

Un cuerpo se halla en estado sólido cuando tiene una forma determinada. Un cuerpo está en estado líquido cuando toma la forma del recipiente que lo contiene. Un cuerpo está en

estado gaseoso cuando además de lo anterior ocupan todo el recipiente que lo contiene y no importa la cantidad de masa del elemento.

**Cambio de estado de la materia.** La materia puede cambiar de estado con el aumento o disminución de temperatura. Pasar del estado sólido al estado líquido se necesita la suma de calor y se llama fusión, licuefacción o descongelación. El proceso contrario se llama solidificación o congelación y en este calor el cuerpo es disipado.

Pasar del estado líquido al estado gaseoso necesita de la suma de calor y se llama vaporización. Si pasamos del estado gaseoso al estado líquido el proceso se llama condensación con la consecuente pérdida de energía del cuerpo en forma de calor. Si pasamos del estado sólido al gaseoso y viceversa sin pasar por el estado líquido realizamos el proceso de sublimación.



Figura 1. Cambio estado de la materia.

### 1.3 Termodinámica

Termodinámica viene de las palabras griegas therme que significa calor y dymanis que significa fuerza. La Real Academia Española define a la termodinámica como la rama de la física encargada del estudio de la

interacción entre el calor y otras manifestaciones de energía.

Podemos decir que la termodinámica tiene propiedades y se pueden combinar para determinar las condiciones de equilibrio entre sistemas los procesos espontáneos y el cambio de energía en su entorno. Los principales elementos para su estudio son:

- La entropía: se define como el desorden en el que mueven las partículas internas que forman la materia.
- La entalpía: se define como la cantidad de energía que un sistema intercambia en su entorno.
- Las leyes de la termodinámica: define la forma en que la energía puede ser intercambiada entre los sistemas físicos.

Existen tres leyes importantes de la termodinámica que debemos tomar en cuenta además de un principio denominado "Cero".

**Ley cero de la termodinámica.** La ley cero afirma que dos sistemas que interactúan están en equilibrio térmico, comparten algunas propiedades que pueden medirse dándole un valor numérico preciso. En consecuencia, cuando dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercero, están en equilibrio entre sí y la propiedad compartida es la temperatura.

**Primera ley de la termodinámica.** La primera ley afirma que cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas están en contacto, se produce una transferencia de calor hasta su estado de equilibrio. En este nuevo estado las temperaturas de los dos cuerpos son iguales. Este es el principio de conservación de energía, que dice que la energía no se destruye únicamente se transforma.

**Segunda ley de termodinámica.** Establece que la transferencia de energía calorífica siempre va del cuerpo caliente al cuerpo frío.

**Tercera ley de la termodinámica.** La tercera ley indica que es imposible alcanzar el cero absoluto con un número finito de transformaciones y proporciona una definición precisa de la magnitud llamada entropía.

Adicionalmente, la tercera ley también establece que la entropía para un sólido perfectamente cristalino, a temperatura de 0 kelvin es igual a 0.

#### 1.4 Ciclos termodinámicos

Se denomina ciclo termodinámico al circuito de transformaciones termodinámicas realizadas en uno o más dispositivos o máquinas térmicas. El objetivo de estas transformaciones es la obtención de trabajo a partir de dos fuentes de calor a distinta temperatura, o de manera inversa, a producir mediante la aportación de trabajo el paso de calor de la fuente de menor temperatura a mayor temperatura.

La obtención de trabajo a partir de dos fuentes térmicas a distinta temperatura se emplea para producir movimiento. Por ejemplo, el accionamiento de turbinas para la generación de energía eléctrica.

En un ciclo termodinámico inverso busca lo contrario al ciclo termodinámico de obtención de trabajo. Se aporta trabajo externo al ciclo para conseguir que la transferencia de calor se produzca de la fuente más fría a la más caliente, al revés de como tendería a suceder naturalmente. Esta disposición se emplea en las máquinas de aire acondicionado y en refrigeración. Este ciclo es el fundamental en nuestra investigación.

**Tabla 1**

Ciclos Termodinámicos

CICLOS TERMODINÁMICOS					
Energía Inicial	Química	Radiante	Convertida a eléctrica	Mecánica	Calor
Nuclear	-	-	-	-	Reactor
Química	-	-	Célula combinada	-	Combustión
-	-	-	Descarga batería	-	Caldera
Radiante	Fotólisis	-	Célula fotov.	-	Placa solar
Eléctrica	Electrólisis	Bombilla	-	Motor	Resistencia
-	Carga bater.	Láser	-	Electrotecnia	Bomba calor
Mecánica	-	-	Generador eléct.	Turbina	Fricción
-	-	-	Generador minihidráulica	-	Agitación
Calor	-	-	Generador	Máquina	Convertor
-	-	-	Termoelectrónica	Térmica	Intercambio de calor
-	-	-	Termiónica	-	-

Fuente: La Ruta de la Energía

Nota. Ciclos termodinámicos a partir de una fuente inicial.

Fuente: Ruta de la energía.

Existen muchos tipos de ciclos termodinámicos. A continuación, exponemos algunos de los ejemplos destacados.

**Ciclo de Carnot.** El ciclo de Carnot es un ciclo teórico diseñado para comparar la eficiencia térmica de las máquinas térmicas. Es un ciclo reversible realizado por una "máquina de Carnot" conectada a dos fuentes de diferente temperatura. Utiliza como agente de trabajo un gas ideal mediante cuyas transformaciones se obtiene trabajo mecánico.

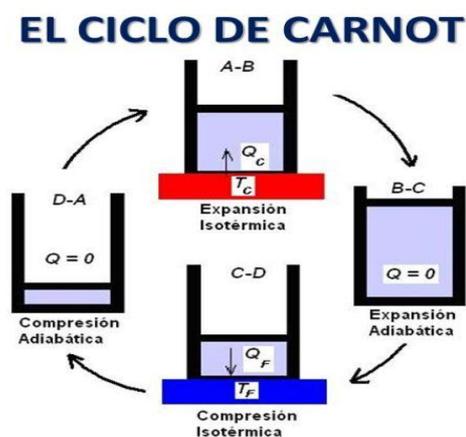


Figura 2. Ciclo de Carnot.  
 Fuente: Explicación.net

**Ciclo de Rankine orgánico.** El Ciclo de Rankine orgánico es un modelo de predicción del funcionamiento de un sistema de turbinas de vapor. Este modelo utiliza un fluido orgánico de alto peso molecular con un cambio de fase de líquido a vapor o punto de ebullición, que sucede a temperatura más baja que el cambio de fase de agua a vapor.

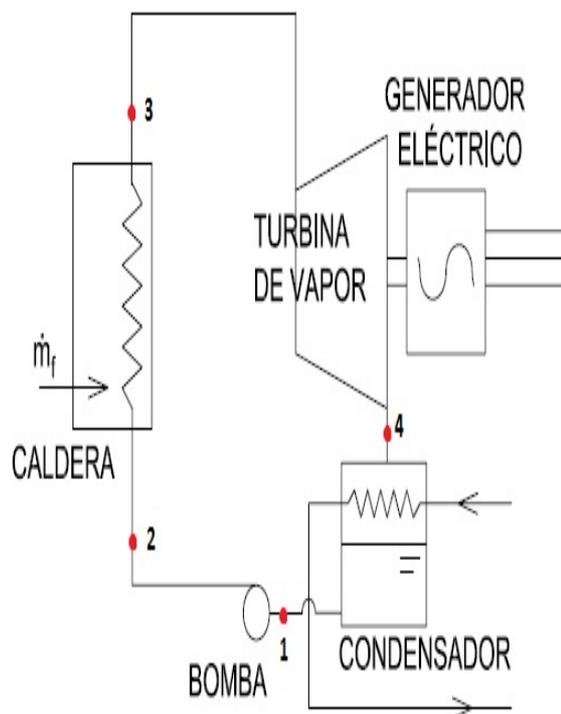


Figura 3. Ciclo de Rankine Orgánico.  
 Fuente: UMH Grebus

**Ciclo Diesel.** El ciclo Diesel es uno de los ciclos más utilizados en los motores térmicos de los automóviles. En este tipo de motor el movimiento se produce por la autoignición del combustible debido a altas temperaturas provocadas por la compresión del combustible. Durante el ciclo diésel se producen cuatro procesos: dos procesos isentrópicos alternados con un proceso isocórico y un proceso isobárico.

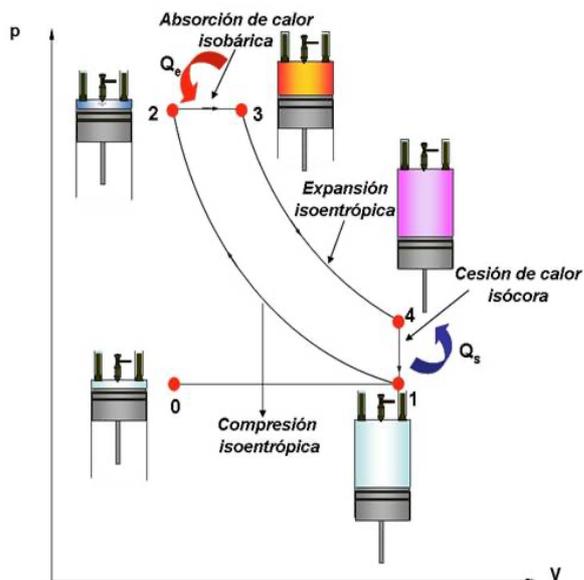


Figura 4. Ciclo Diesel.  
 Fuente: navarrof.orgfree.com

**El ciclo de Stirling.** Es un ciclo termodinámico que expresa los motores del principio de Stirling. El ciclo de Stirling se considera un ciclo reversible, lo que significa que, si se agrega energía mecánica al ciclo, actuará como una bomba de calor para calentar o enfriar e incluso para un enfriamiento profundo o extremo.

También es un ciclo cerrado en el que el fluido que fluye en su interior nunca sale del ciclo.

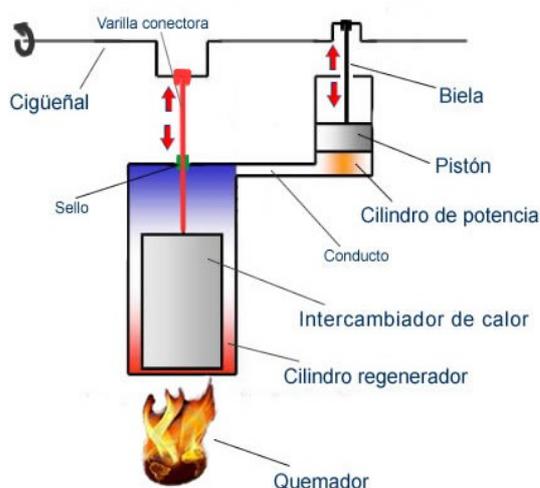


Figura 5. Ciclo Stirling.  
 Fuente: Junta de Andalucía.

## 2.1 Tipo de investigación

En correspondencia con los objetivos específicos descritos, el enfoque se basará en una investigación cuantitativa.

El enfoque cuantitativo; según Hernández, Fernández y Baptista (2014):

... el cual según es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque se pueden redefinir fases. Parte de una idea que va acotándose y una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas(diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos y se extrae una serie de conclusiones. (p.4).

En el caso de la investigación se obtendrá la información a través del enfoque cuantitativo, con la finalidad de conocer la necesidad de tener módulos de entrenamiento profesional en el área de refrigeración, en el Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, para la carrera de tecnología electromecánica.

## 2.2 Diseño de investigación

El estudio se basará en una investigación de campo, los datos se obtendrán directamente del lugar donde se desarrolla la problemática (fuentes primarias) a estudiar. Según el Manual de Tesis de Maestría de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006), una investigación de campo es:

El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación

## 2. METODOLOGÍA

conocidos o en desarrollo. Los datos de interés son recogidos en forma directa de la realidad; en este sentido se trata de investigaciones a partir de datos originales o primarios. Sin embargo, se aceptan también estudios sobre datos censales o muestrales no recogidos por el estudiante, siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados; o cuando se trate de estudios que impliquen la construcción o uso de series históricas y, en general, la recolección y organización de datos publicados para su análisis mediante procedimientos estadísticos, modelos matemáticos, econométricos o de otro tipo (p.18).

La información se obtendrá de fuente primarias ya que se aplicará el instrumento de recolección de datos de forma directa sin intermediarios a los estudiantes de primer a cuarto semestre del Instituto Tecnológico Universitario ISMAC, de la carrera de Tecnología Electromecánica.

### 3. DESARROLLO

Para comprobar la hipótesis se recurrió a realizar una encuesta a 70 estudiantes, con el fin de comprobar que la implementación de este tipo de módulo servirá para complementar los conocimientos adquiridos.

En tal virtud, de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta realizada, dan por asentado que es viable la construcción de un módulo de refrigeración que contribuya a sus conocimientos en el marco práctico y que complemente sus estudios teóricos de este tema, esto mejorará su capacidad de entendimiento de los equipos industriales y ayudará a su desarrollo como profesionales en sus diferentes trabajos, dado por asentado que al tener práctica rendirán mejor en el campo laboral.

### 4. RESULTADOS/DISCUSIÓN

#### 4.1 Proceso de diseño y construcción

**Estructura.** Tubo cuadrado de acero negro estructural, norma de fabricación NTE INEN 2415; Calidad SAE J 403 1008, en espesores de 1,20mm.

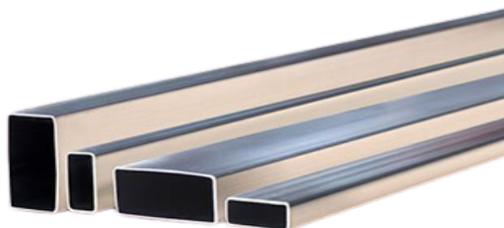


Figura 6. Tubo de acero negro.

Medidas:  
Ancho: 1200 mm  
Alto: 1870 mm  
Largo: 600 mm  
Materiales:  
Tubo INOX 25\*25\*2 mm

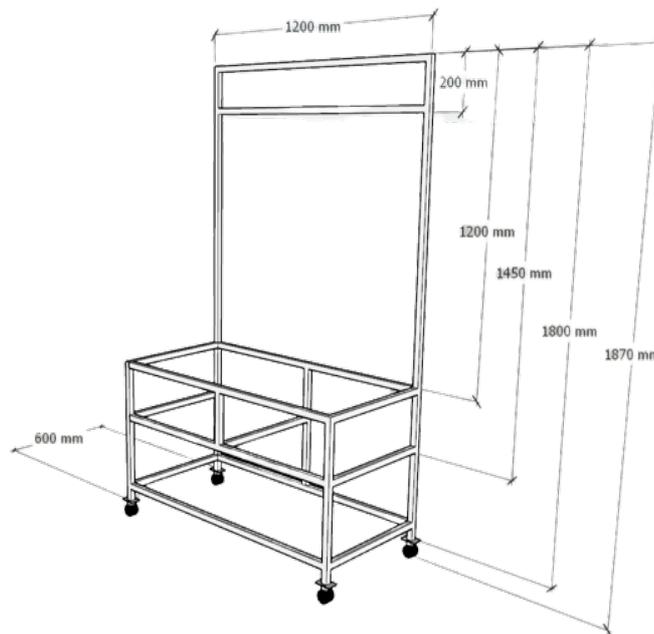


Figura 7. Estructura general del módulo de refrigeración.

**Tipo de suelda.** La construcción se realizó con este tipo de soldadura. Esta utiliza un tipo de gas inerte y es para proteger la atmósfera que rodea a la soldadura de allí sus siglas en inglés MIG (Metal Inert Gas).

Este tipo de soldadura utiliza un hilo como electrodo que al elevarlo a altas temperaturas con ayuda de electricidad y al ponerlo en contacto con el material a unir produce una fusión de los materiales a soldar. Este tipo de soldadura hoy en día son muy cotizadas ya que no deja residuos ni escorias y produce una soldadura fuerte y resistente

**Pintura Electroestática.** Este tipo de pintura utiliza un recubrimiento en polvo en la superficie a pintar y con ayuda de la electricidad que crea una estática entre el material y la pintura facilitando su adherencia, este proceso concluye con él envío del material a un horno donde es calentado, dentro del horno la pintura se disuelve pintando así la o las piezas en cuestión.

#### 4.2 Diseño mecánico

**Compresor Cubigel 3/8HP GPY14NGa.** Este tipo de compresor tiene dos funciones principales, primero succiona el vapor refrigerante reduciendo así la presión en el evaporador, y la segunda es elevar la presión lo suficiente para que la temperatura de saturación se a superior a la del medio de enfriamiento para proceder luego a la condensación del refrigerante.



Figura 8. Compresor.

**Condensador.** Es el elemento encargado de transferir el calor hacia el exterior, la temperatura absorbida en las etapas de evaporación y de compresión. al momento de realizar este proceso el vapor refrigerante se condensa.



Figura 9. Condensador.

**Recibidor.** Es un tanque que recibe refrigerante del condensador ya sea condensado y gaseoso, lo almacén y contiene. Debido a su estructura sirve como lugar de almacenamiento del refrigerante cuando se realice algún mantenimiento al sistema.



Figura 10. Recibidor.

**Presostato KP Alta y Baja.** Los presostatos KP son utilizados para dar protección al sistema de refrigeración frente a las altas presiones y también mantienen al sistema

controlado para bajas presiones respectivamente.

Estos dispositivos controlan también el encendido y la parada del sistema, pueden ser conectados directamente al sistema de arranque de motores no superior a 2KW en nuestro caso controlan los equipos eléctricos (relés) que son los que controlan el equipo.



Figura 11. Presostato.

**Controlador digital para refrigeración y deshielo.** El controlador digital automatiza el sistema de enfriamiento y también del área de descongelado.

Cuando el sistema no tiene la temperatura adecuada habilita los equipos para el trabajo haciendo que el sistema de absorción de calor sea el requerido, pero suele haber condensación en el sistema produciendo una capa de hielo he aquí donde entra el sistema de deshielo, que es eliminado mediante la activación de unas resistencias pequeñas que generan calor y permiten la fisión del hielo acumulado.



Figura 12. Controlador digital.

**Filtro secador unidireccional.** Los filtros secadores de las series DTG/L se usan en sistemas de refrigeración con flujo unidireccional para absorber la humedad y el ácido y filtrar las impurezas del sistema. Estos filtros están conformados por un bloque con desecador unificado.

#### *Especificaciones generales.*

- Aplicable para todos los HCFC común, HFC, HC, HFO refrigerantes, tales como: R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507A R290, R1234ez
- Temp. ambiente min./max.: de -30 °C a +55 °C
- TS min./max.: -30°C / +120°C
- PS: 4,83 Mpa



Figura 13. Filtro secador unidireccional.

#### **Visor del líquido.**

Esta colocado luego del filtro secador, y es exclusivamente para verificar visualmente dos cosas, primero el paso del líquido refrigerante por el sistema, y segundo para saber el estado del líquido ya que podría estar contaminado con humedad, de ser el caso el visor presenta una coloración particular que nos lo indica.

Existen de dos tipos de visores según su colocación soldables y los roscables en nuestro caso se utilizó el sistema roscable. Como nota adicional se debe tener en cuenta que este visor siempre debe ser colocado la forma longitudinal.

### Especificaciones generales.

- Aplicable para todos los refrigerantes habituales HCFC y HFC, tales como: R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507A, R744, R407A/F, R1234ze, R290
- Temperatura ambiente min./max.: de -50°C a +80°C
- TS min./max.: -40°C / +80°C • PS: 4,2 Mpa



Figura 14. Visor de líquido.

**Válvula de bola.** Las válvulas de bola serie SBV se usan en instalaciones comerciales de aire acondicionado, equipos de refrigeración o congelación y otros circuitos de refrigeración a fin de abrir y cerrar la trayectoria del flujo interno, actuando en la tubería de la instalación. Se puede usar también como válvula de servicio, para evacuación y vacío o para inyección de refrigerante.

Especificaciones generales:

- Aplicable en todos los refrigerantes HCFC y HFC tales como: R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507A
- TS min./max.: -40°C / +120°C
- PS: 45 bar

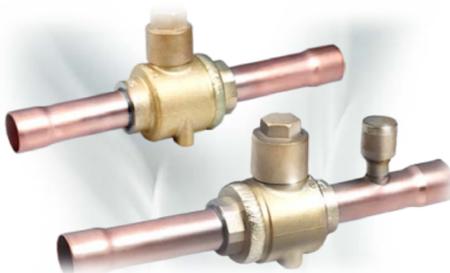


Figura 15. Válvula de bola.

**Válvula solenoide MDF.** La válvula solenoide es accionada directamente por el controlador digital, controlan directamente el paso del flujo del refrigerante en el sistema.

Especificaciones generales.

- Para uso de refrigerantes comunes HCFC y HFC como: R22, R134a, R407C, R404A, R410A, R507A
- Temperatura Ambiente: -30°C a +55°C
- Humedad Relativa: inferior a 95 %



Figura 16. Válvula solenoide.

**Válvula de expansión termostática.** Las válvulas de expansión termostática serie RFGD se usan para ajustar la cantidad de refrigerante que entra en el evaporador, controlando al mismo tiempo el recalentamiento del refrigerante a la salida del mismo. Se pueden utilizar con varios refrigerantes en cualquier condición de trabajo. Aplicaciones posibles son sistemas de congelación, fabricantes de hielo, secaderos, así como aire acondicionado y bombas de calor en varios rangos de temperaturas.

Especificaciones Generales.

- Aplicable para todos los refrigerantes HCFC y HFC habituales como: R22, R134a, R404A, R407C, R410A, R507
- Temperatura ambiente min./max.: -35°C/+55°C

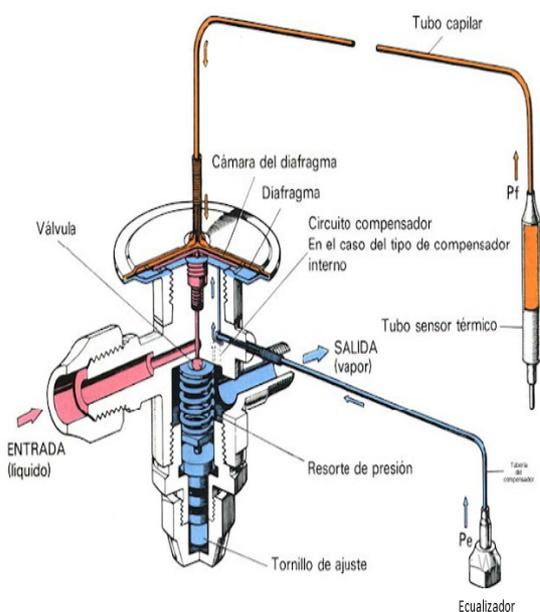


Figura 17. Válvula de expansión.

**Evaporador.** El Evaporador es el intercambiador de calor encargado de bajar la temperatura absorbiendo el calor del área de trabajo. Se debe elegir el evaporador adecuado para eliminar el calor en un ambiente ya que también se debe tener en cuenta que la humedad está presente, dependiendo de que vamos a enfriar de del área de trabajo se eligen el evaporador.



Figura 18. Evaporador

**Manómetros.** Estas herramientas nos permiten tener una apreciación visual de las presiones que se presentan en el sistema, ya que estas pueden ser altas o bajas.

Ya que no existen las presiones atmosféricas negativas nos centraremos en las presiones en los PSIG que son presiones en pulgadas de mercurio. Así en este tipo de manómetros se pueden observar también las presiones a vacío que se generan.

En los circuitos frigoríficos hay que distinguir presiones altas y bajas; por lo tanto, es necesario contar con un manómetro con el cual se puedan medir ambas presiones.

- Manómetro azul: baja presión (de -1 a +10 bar) 30 mmHg
- Manómetro rojo: alta presión (0 a 35 bar)



Figura 19. Manómetros.

#### 4.5 Vacío de sistema

Una vez construido todo el sistema se procede a realizar una prueba a vacío, el mismo tiene como objetivo extraer del sistema los gases no condensables y la humedad.

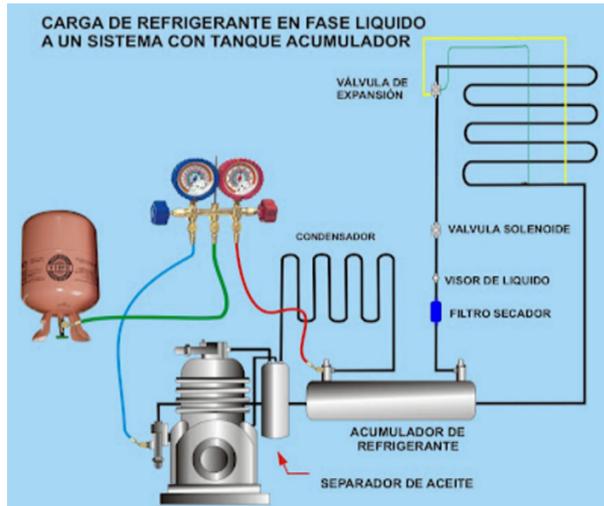


Figura 20. Vacío del sistema.

#### 4.6 Plano eléctrico de control y fuerza

##### Diseño eléctrico.

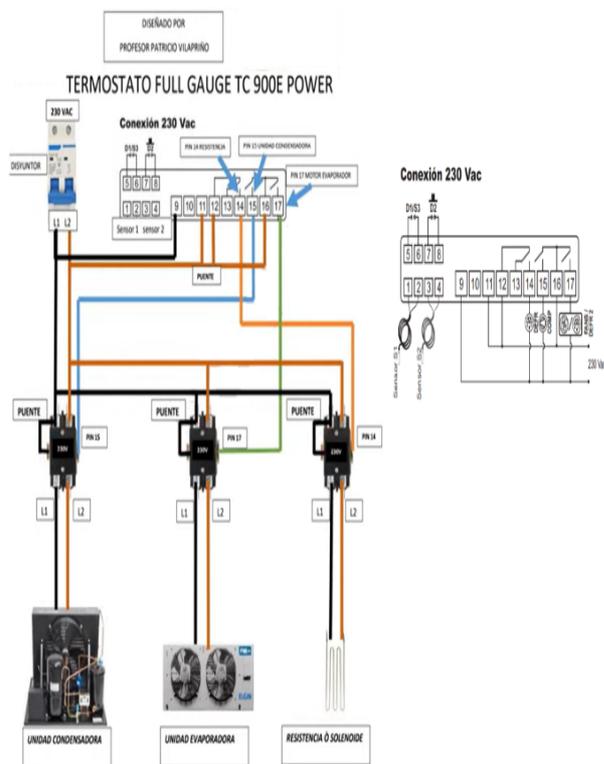


Figura 21. Conexión eléctrica general.

##### Funcionamiento.

Nuestro sistema tiene dos dispositivos para el arranque el primero que es el del compresor, evaporador, condensador y el segundo es el de la válvula solenoide.

El equipo empieza su funcionamiento primero verificando la temperatura del ambiente a enfriar mediante un bulbo que determina la temperatura del ambiente, esto es recibido por el controlador digital que activa la del compresor. Previamente debe de ser activado la válvula solenoide para que permita el flujo del refrigerante en el sistema, una vez arrancado el compresor el gas es transportado hacia el condensador donde se expulsa el calor hacia el exterior mediante un ventilador, aquí se produce el proceso de condensación, pasa el recibidor. De aquí se deriva a él presostato de alta, al manómetro de alta y a la válvula de bola, si las condiciones de presión son las adecuadas el líquido refrigerante pasa por la válvula solenoide, por el secador y por el visor para luego llegar a la válvula de expansión termostática.

Esta válvula permite la atomización del refrigerante de forma que el mismo se gasifica y pasa por el evaporador. Este se encuentra en el área a enfriar y realiza la absorción del calor del área, este gas con menor presión se dirige a otra ramificación donde encontramos un manómetro y el termostato de baja. Procediendo a terminar el ciclo con la entrada del gas al compresor nuevamente.

## 5. CONCLUSIONES

Los conocimientos previos y el estudio minucioso, la aplicación y manejo de programas como el SolidWorks y AutoCAD fueron importantes y de mucha ayuda para la realización del diseño del Módulo de Refrigeración. Este módulo ayudara a los estudiantes a su desarrollo practico y para aumentar su conocimiento técnico.

El equipo es incorporado al Instituto como módulo de refuerzo no solo como un sistema en conjunto sino también como un equipo que presenta componente que pueden ser estudiados independientemente, o pueden ser incorporados en otros sistemas, aumentando así las fronteras de las

aplicaciones. Aunque el Módulo de Refrigeración para el Instituto Tecnológico ISMAC ayudará a entender los procesos de la termodinámica, la automatización y la transferencia de calor, también impartirá conocimientos predios de lo que es proyectado en la industria.

## REFERENCIAS

- Álvarez, C. y Reina, J. (2009). **Diseño y construcción de un módulo didáctico de refrigeración en la Escuela Politécnica Nacional** [Tesis en línea]. Escuela Politécnica Nacional en Quito - Ecuador. Consultada el 24 de julio de 2022 en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1091>
- Arrégle, J. (2012). **Procesos y tecnologías de máquinas y motores térmicos**. Valencia, España: Universidad politécnica de Valencia.
- Daniel Maciel Separadores de aceite y ciclo de refrigeración parte 1 funcionamiento y selección INTENSITY (12-22-2016) Multinacional <https://intensity.mx/es/blog/separador-de-aceite-en-el-ciclo-de-refrigeracion-parte-1>
- De la Lata, M. (2011). **Química Inorgánica**. México: Progreso.
- Ing. Victorio Santiago Días, Ing. Raúl Oscar Barreneche (Marzo-2005). Acondicionamiento térmico de edificios. Argentina, Buenos Aires Nobuko <https://books.google.com.ec/books?id=1seWJIPcfO4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Estefania Coluccio Leskow. "Transferencia de calor" De: Argentina. Para: Concepto.de. Disponible en: <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>. Última edición: 16 de julio de 2021. Consultado: 21 de julio de 2022
- <https://concepto.de/transferencia-de-calor/#ixzz7aHpf2AY2>
- GSL.Industrias. 18 de enero del 2022 Compresores Reciprocantes. México - Nuevo león <https://industriagsl.com/blogs/automatizacion/compresor-reciprocante>
- Hernandez, M. (2006). **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. (4ta ed.) Venezuela, FEDUPEL
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). **Metodología de la investigación**. (6ta ed.). México: McGraw-Hill
- Mamani, E. y Mamani, J. (2015). **módulo didáctico computarizado de aire acondicionado para el laboratorio de termofluidos de la escuela profesional de ingeniería mecánica, mecánica eléctrica y mecatrónica** [Tesis en línea]. Universidad Católica Santa María en Arequipa - Perú. Consultada el 23 de julio de 2022 en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8943>
- Oriol Planas – ingeniero técnico industrial especialidad en mecánica Publicacion : 15 de Junio del 2016 <https://solar-energia.net/termodinamica>
- W. Stoecker: "Industrial Refrigeration Handbook", 1998. ASHRAE Handbook, Refrigeration Volume, 1994.
- Reducción en el Ecuador de gases de efecto invernadero** ( decreto ejecutivo 840) 10 de Septiembre 2019 <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/ecuador-reduccion-emision-efecto-invernadero.html>
- <https://agasca.net/wp-content/uploads/2019/01/6ACUMU-LADORES-DE-SUCCION.pdf>
- <https://es.wikipedia.org>