



Desarrollo de guías para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para la universidad Antonio Nariño sede Medellín

Samuel Fernando Sánchez Cuervo

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Medellín, Colombia
2020

Desarrollo de guías para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para la universidad Antonio Nariño sede Medellín

Samuel Fernando Sánchez Cuervo

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Tecnólogo en mantenimiento electromecánico industrial

Director:

Ingeniero Juan Pablo Hernández Valencia, Esp.

Línea de Investigación:

Desarrollo de ayudas didácticas para el apoyo de la docencia, la investigación y la extensión

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Medellín, Colombia

2020

*A mi familia la cual me brinda la motivación
para avanzar cada día con entusiasmo.*

Agradecimientos

A la empresa TRANSMETANO por brindarme los espacios y los recursos para hacer realidad esta formación académica.

A aquellos amigos que motivan a través de sus ideas y reflexiones de apoyo.

A la universidad Antonio Nariño por brindarme el espacio necesario para el desarrollo de este proyecto.

Resumen

Este trabajo de grado presenta el desarrollo de unas guías para la implementación de prácticas de laboratorio específicamente en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para La Universidad Antonio Nariño sede Medellín.

Se inicia con la investigación del estado de los módulos y se encontró que ambos módulos no tenían ningún tipo de información o documento que permitiera manipularlos adecuadamente, además, el módulo de aire acondicionado se encontró técnicamente no funcional, mientras que el módulo del variador de velocidad estaba en buen estado. Luego se procedió a la reparación del módulo de aire acondicionado necesario para desarrollar parte de las guías.

La elaboración de las guías se realiza en base a la experiencia en el ámbito industrial, enfocándose en el contenido de cada módulo, y luego se procede a realizar prácticas experimentales y contingentemente la documentación, para ir desarrollando técnicamente cada una de las guías, posteriormente con las guías terminadas se procede a verificar la trazabilidad de cada una de las prácticas con el propósito de disminuir puntos de incertidumbre asociados a la parte experimental y teórica del funcionamiento de los módulos.

Los resultados de estas guías fueron satisfactorios, ya que se entregan guías didácticas y módulos revisados, probados y funcionales, permitiendo al docente y los estudiantes de los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico, tener una herramienta que les permita manipular de manera adecuada cada módulo.

Palabras clave: Máquinas térmicas, mando y control eléctrico, guías para la implementación de prácticas de laboratorio, módulo variador de velocidad, módulo de aire acondicionado.

Abstract

This degree work shows the development of a guide to implement the laboratory practices specifically on Air conditioning and the speed variator for the Universidad Antonio Nariño – Medellin.

It begins with the investigation of the condition of the modules and it's found that both modules have no information or documents that shows how to handle them adequately, also, the air conditioning module was found no functional and the speed variator was found in Good conditions. After this, we proceeded to repair the air conditioning module so it was possible to develop the guides.

The making off of this guides are based on the experience in industry fields, based in the content of each module, so we proceed to make some experimental practices and make documents about this practices to be able to develop the guides and then verify the traceability of each practice with the propose of minimize the uncertainty points associated with experimental and theorical part of the modules performance.

The results of this guides were satisfactory, because the guides are didactical and the modules are checked, tested and functional, allowing to the teachers and students of the thermal machines and electric control and command students have one tool to use efficiently each module.

Key words: Thermal machines, electrical command and control, guides for the implementation of laboratory practices, speed variator module, air conditioning module.

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras.....	XIII
Introducción.....	1
1. Objetivos.....	3
1.0 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
2. Antecedentes.....	4
3 Metodología.....	7
4. Capítulo 1 Estado inicial y final de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica de la universidad Antonio Nariño sede Medellín.....	9
4.1 Módulo de aire acondicionado.....	10
4.1.1 Condiciones iniciales	10
4.1.2 Condiciones finales y actuales.....	13
4.2 Módulo variador de velocidad.....	16
4.2.1 Condiciones iniciales.....	16
4.2.2 Condiciones finales y actuales.....	18
5. Capítulo 2. Usos y funciones de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica de la universidad Antonio Nariño sede Medellín.....	19
5.1 Usos del módulo de aire acondicionado.....	20
5.2 Funciones del módulo de aire acondicionado.....	20
5.3 Usos del módulo variador de velocidad.....	24
5.4 Funciones del módulo variador de velocidad.....	24

5.5	Integración entre el módulo aire acondicionado y variador de velocidad.....	25
6.	Capítulo 3 Revisión del contenido programático para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para la universidad Antonio Nariño sede Medellín.....	26
6.1	Máquinas térmicas.....	26
6.2	Mando y control eléctrico.....	27
7.	Capítulo 4 Formato por el cual se desarrollaron las guías de laboratorio para cada módulo.....	29
8.	Conclusiones y recomendaciones.....	31
8.1	Conclusiones.....	31
8.2	Recomendaciones.....	32
A.	Anexo A: Se adjuntan las prácticas de laboratorio desarrolladas para las áreas de máquinas térmicas (guía 1 y guía 2).....	34
B.	Anexo B: Se adjuntan las prácticas de laboratorio desarrolladas para el área de mando y control eléctrico (guía 1 y guía 2)	35
C	Anexo C: Se adjunta la práctica de integración de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad (guía 1).....	36
D	Anexo D: Se adjuntan las guías de operación rápida para los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad.....	37
E	Anexo E: Se adjuntan los contenidos programáticos de los programas de máquinas térmicas y mando y control eléctrico.....	38
	Bibliografía.....	39

Lista de figuras

	Pág.
Figura.1-1: Módulo de aire acondicionado en estado inicial.....	11
Figura.1-2: Sistema despresurizado en estado inicial.....	12
Figura.1-3: Indicadores de temperatura ambiente y del evaporador fuera de servicio.....	12
Figura.1-4: Proceso de vacío al módulo de aire acondicionado	13
Figura.1-5: Verificación de estanqueidad al sistema con espuma.....	14
Figura.1-6: Proceso de llenado del módulo de aire acondicionado con refrigerante R22.	15
Figura.1-7: Módulo de aire acondicionado en estado final y operativo.....	15
Figura.1-8: Módulo estudiantil variador y circuitos de mando y control.....	17
Figura.2-1: Fases líquido-vapor de un refrigerante como ejemplo.....	21
Figura.2-2: Identificación de fases en el módulo de aire acondicionado-A.....	22
Figura.2-3: Identificación de fases en el módulo de aire acondicionado-B.....	23
Figura.2-4: Ciclo de aire acondicionado y refrigeración por compresión	23

Introducción

Las prácticas de laboratorio deben ser una estrategia didáctica y según lo menciona (Cardona,2013), estas permiten lograr resultados favorables en los procesos de enseñanza-aprendizaje, además, generan en el estudiante un pensamiento crítico de lo que sucede en el entorno. Así mismo, en los antecedentes consultados para la realización de este trabajo de grado se encuentra similitud sobre la motivación que genera en el estudiante pasar de lo teórico a lo práctico estimulando la comprensión del tema y aprovechando el uso de los recursos físicos con los cuales cuenta los laboratorios de investigación en las universidades.

Actualmente, en el laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín, se encuentran los módulos didácticos de Aire acondicionado y variador de velocidad que sirven para hacer prácticas, los cuales no se están utilizando; por una parte, porque el módulo de aire acondicionado se encuentra averiado y también porque a ambos les hace falta documentación técnica para manipularlos. En este sentido se está desaprovechando el servicio que estos módulos aportan a las prácticas de los estudiantes en los cursos de; mando y control eléctrico, máquinas térmicas, máquinas eléctricas y áreas afines a la instrumentación industrial, en donde el docente y el estudiante complementen el aprendizaje teórico.

Además, en el momento de realizar este trabajo de grado, no se encontraron proyectos de investigación para el laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño (UAN) sede Medellín, sobre la elaboración de guías que permitan manipular los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad adecuadamente; por esta razón surge el interés de realizar este proyecto, el cual consiste en desarrollar unas guías para la implementación de prácticas de laboratorio que permita comprender el funcionamiento de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad y la integración entre ambos

módulos de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín. Por lo tanto, con estas guías los docentes y estudiantes obtienen una herramienta didáctica que les permite manipular de manera adecuada los dos módulos y, también se facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por consiguiente, para la ejecución de este trabajo de grado, se consultaron antecedentes relacionados con la implementación de prácticas de laboratorio, en donde se evidencio la necesidad de utilizar documentación técnica que permita el uso adecuado de los módulos, también se verifico el estado inicial de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad, además, se desarrollan los usos y funciones de los módulos que permiten comprender los diferentes procesos que se manejan en el área de trabajo, se revisó el contenido programático de los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico de acuerdo a las necesidades de cada módulo y por último se explica el formato por el cual se desarrollaron las guías para los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones que evidencian la importancia del desarrollo de las guías para los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad y dan cuenta de los beneficios que los docentes y estudiantes de la UAN adquieren al tener documentación técnica de los módulos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Desarrollar unas guías para la implementación de prácticas de laboratorio que permita comprender el funcionamiento de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad y la integración entre ambos módulos de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín, para facilitar el uso adecuado de estos módulos.

1.2. Objetivos específicos

- Conocer los principios de operación de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad.

- Recuperar los módulos didácticos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín, para realizar prácticas en los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico.

- Desarrollar para cada módulo, guías para que los docentes y estudiantes de la Universidad Antonio Nariño se beneficien de estas.

- Integrar los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad como aplicación compuesta de tipo industrial con el fin de generar procesos dinámicos.

2. Antecedentes

Acerca de las prácticas de laboratorio se han escrito diferentes documentos con buenas publicaciones en las que se hace referencia a la importancia de desarrollar guías de laboratorio que permiten a los docentes y estudiantes, no solo de darle buen uso a los módulos, sino que también permite facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, se exponen algunas de las referencias que son objeto de estudio para este tema en particular, la literatura más representativa se refiere a los siguientes:

En primer lugar, se menciona la Universidad del Valle, la cual se enfoca en que las prácticas de laboratorio sean una estrategia didáctica (Cardona,2013). En este trabajo se analizan las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica para lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje, y muestra un contraste de las prácticas de laboratorio tipo receta desde un enfoque tradicional frente a una propuesta alternativa de cómo abordar y plantear las prácticas experimentales. Se muestran los resultados de un estudio y las experiencias en esta dirección con el objetivo de mejorar los resultados en la formación de los estudiantes. (Cardona,2013, p.0).

Por otra parte, la Universidad Pedagógica Nacional realiza unas prácticas de laboratorio para el aprendizaje de conceptos básicos sobre la electrostática (Tiquete,2016). Este trabajo determina que tanto la teoría como las prácticas de laboratorio, son una estrategia para que el estudiante interactúe y pueda tener un pensamiento crítico de lo que sucede en el entorno, permitiendo fortalecer la motivación y el interés que tienen por la asignatura en particular a través de la relación entre lo teórico y cómo se puede comprender esto desde actividades prácticas que posteriormente puedan interactuar con la cotidianidad. (Tiquete,2016, p.6).

La Universidad la Gran Colombia (Malagón,2016), argumenta que para una formación de calidad de un ingeniero civil, es necesario que el estudiante realice prácticas de laboratorio las cuales le permitirán no solo comprender de manera teórica los conceptos vistos en cada una de las áreas de la ingeniería, ya que es una forma aplicada de comprender como funciona dicho concepto en la realidad y de esta manera en la vida profesional tendrá más certeza de cómo, cuándo, porqué y para qué se deben realizar los estudios previos a un proyecto de ingeniería civil. Por esta razón es necesario elaborar las guías de laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil de la Universidad la Gran Colombia, así el estudiante podrá desarrollar la práctica de laboratorio de suelos de manera correcta. (Malagón,2016, p.11).

Otra universidad que plantea una propuesta para la realización de guías de laboratorio sobre el tema de diseño de experimentos para la asignatura de métodos experimentales es la Universidad de Ibagué (Rojas & Calderón,2019); en donde la asignatura de Métodos Experimentales busca el desarrollo de competencias en el diseño de experimentos por parte de los estudiantes a partir de la elaboración de prácticas tipo laboratorio que estimulen la comprensión del tema y el uso de los recursos físicos con los cuales cuenta el programa. (Rojas & Calderón,2019, p.12).

La Universidad Nacional con sede en Medellín, plantea una propuesta de laboratorios virtuales (Álvarez & Aris,2016). La propuesta fue diseñada para favorecer el trabajo de laboratorio virtual en química y el aprendizaje significativo crítico y mezclado. El trabajo tuvo como principal objetivo potenciar el desarrollo del pensamiento científico y autónomo en los estudiantes de los grados décimo y undécimo de la Institución Educativa Playa Rica, a través de la implementación de prácticas de laboratorio virtual en química. Se espera lograr con estas actividades que los estudiantes amplíen el conocimiento sobre las ciencias naturales, dentro del contexto de un proceso de desarrollo humano integral. (Álvarez & Aris,2016, p.7).

Indagando en el ámbito internacional, la Universidad Ecuatoriana de Manabí (Heredia & Macias,2015), sugirió el uso permanente del laboratorio para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería Eléctrica adquieran nuevos conocimientos mediante la realización de proyectos en la modalidad de Trabajo Comunitario; para este fin se implementó un

laboratorio de física para fortalecer los procesos de aprendizaje práctico de los estudiantes de la escuela de Ingeniería Eléctrica. Este proyecto también se considera de suma importancia ya que permitirá desarrollar prácticas en el Laboratorio de Física de una forma didáctica. (Heredia & Macias,2015, p. IVX).

Por último, la Universidad Católica de Colombia elabora unas guías de laboratorio de estructuras; como lo menciona (Barragán & Trujillo,2018), estas guías detallan de forma precisa los pasos que se deben realizar en el laboratorio para un adecuado desarrollo de las prácticas, donde se encuentra todo el material teórico necesario para que quien realice la práctica pueda determinar de qué forma manejar los datos obtenidos en el laboratorio y como entender los resultados, datos o cálculos que se realicen con base en la información del ensayo de laboratorio.

3. Metodología

La propuesta metodológica para el desarrollo de guías para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad, parte de la necesidad de rescatar y aprovechar los sistemas tipo industrial que alberga la Universidad Antonio Nariño en el laboratorio de máquinas eléctricas y electrónicas de la sede Medellín. Este proyecto de investigación promueve el uso continuo de herramientas que apoyan la docencia y estimulan al estudiante a afinar las competencias esenciales para mejorar las condiciones técnicas en los diferentes departamentos de operación y mantenimiento de las compañías en donde desarrollan las actividades de trabajo.

El presente trabajo se basa en un tipo de investigación aplicada, debido a que se necesita tener conocimientos prácticos y teóricos los cuales se deben de combinar para llegar a obtener buenos resultados y se debe estar continuamente enfocado en la búsqueda de los objetivos para no perder la dirección en la que va encaminado el trabajo.

Para la implementación de varios tipos de prácticas con los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad sobre los cuales se desarrolla el proyecto, es necesario verificar el estado de estos, hacer reparaciones, probar cada una de las prácticas y documentar las guías para el buen uso de estas. Finalmente, con estas guías los docentes y estudiantes se benefician de manera didáctica en la manipulación de cada módulo.

Para lograr el desarrollo del trabajo de grado se realizan las siguientes actividades:

- Búsqueda de información relacionada con el tema; en artículos, libros y páginas web referentes a este tema.

- Se inicia con la investigación del estado de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad.

- Se hace la reparación del módulo de aire acondicionado esencial para el desarrollo de una de las guías de laboratorio.

- Se procede a desarrollar las practicas experimentales individuales para cada módulo y una práctica que integra los dos módulos y la construcción documental de las guías de laboratorio.

- con las guías terminadas se procede a verificar la trazabilidad de cada una de las prácticas con el propósito de disminuir puntos de incertidumbre asociados a la parte experimental y teórica del funcionamiento de los módulos.

- Revisión, digitalización y entrega del trabajo final de acuerdo con las normas APA y los formatos establecidos por la universidad.

4. Capítulo 1

Estado inicial y final de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín

La primera parte de esta investigación está enfocada en el estado inicial y final de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad que se encuentran en el laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín. Estos módulos fueron revisados de forma individual para determinar qué tipo de avería pudiera presentar y de acuerdo con esto, conseguir las herramientas necesarias para reparar elementos deteriorados que permitieran dar continuidad al desarrollo del proyecto.

A continuación, se enuncias las condiciones iniciales y finales de cada módulo y se anexan algunas figuras donde se pueden observar las partes que los conforman.

4.1 Módulo aire acondicionado

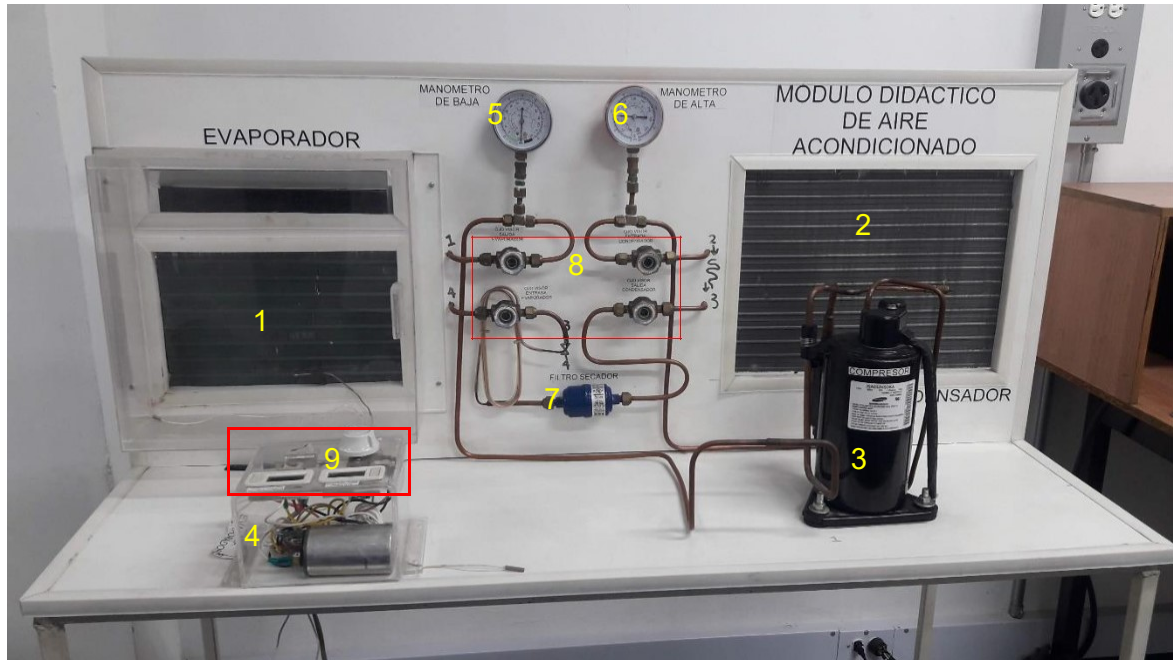
Inicialmente, de este módulo se sabe que es un proyecto de grado de estudiantes de la UAN, sin embargo, no se encontró la tesis o documentación que así lo acredite. Por otra parte, al igual que otros módulos del laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín, se encontraba sin uso y/o con fallas; por lo cual, fue preciso dejarlo en óptimas condiciones, ya que éste es útil porque sirve de apoyo a la docencia en las áreas que como mínimo abarquen temas de fluidos, transferencia de calor, ciclos térmicos, termodinámica, entre otros.

4.1.1. Condiciones iniciales

El módulo de aire acondicionado se encontró despresurizado; es decir sin refrigerante por fugas en los ajustes mecánicos de algunos racores, los indicadores digitales de temperatura ambiente y temperatura de salida del evaporador estaban apagados; ya que las baterías de alimentación de estos se encontraron descargadas, los motores de evaporación y condensación se encontraron funcionales, así como el termostato análogo, el compresor trabaja con refrigerante R22 y se encontró en buenas condiciones tanto eléctricas como mecánicas, los serpentines de condensación y evaporación en buen estado; es decir sin aplastamiento de las láminas de disipación y sin porosidad, finalmente, el cableado en general en buenas condiciones de distribución.

A continuación, se adjuntan algunas figuras de lo anteriormente mencionado (desde la figura 1-1 a 1-3):

Figura. 1-1: Módulo de aire acondicionado en estado inicial



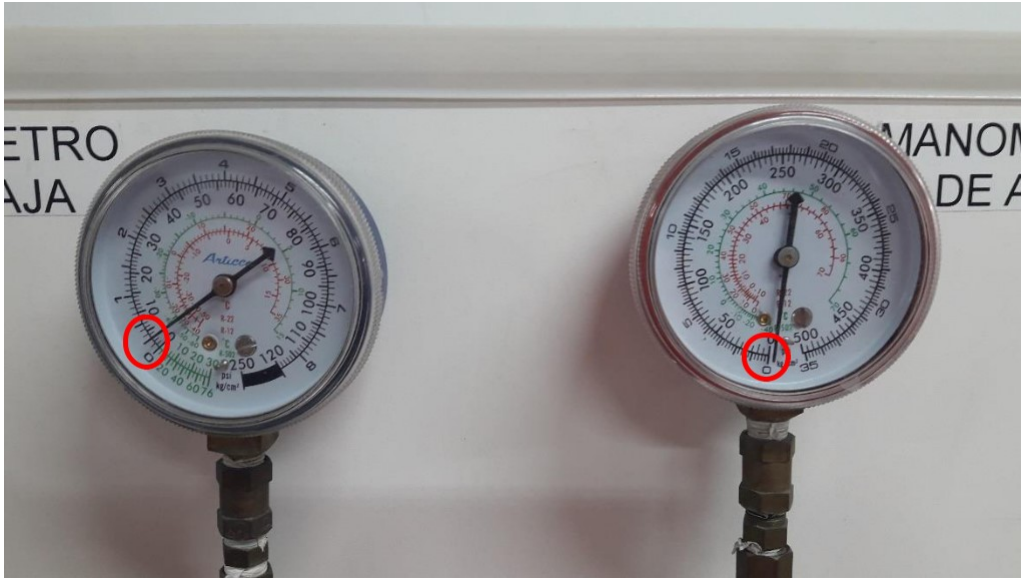
Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes del módulo de aire acondicionado enumerados en la figura 1-1:

- 1. Serpentín de vaporación.
- 2. Serpentín de condensación.
- 3. Compresor.
- 4. Circuito eléctrico.
- 5. Manómetro de baja.
- 6. Manómetro de alta.
- 7. Filtro secador.
- 8. Visores.
- 9. Indicadores de temperatura.

12 Desarrollo de guías para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para la universidad Antonio Nariño sede Medellín

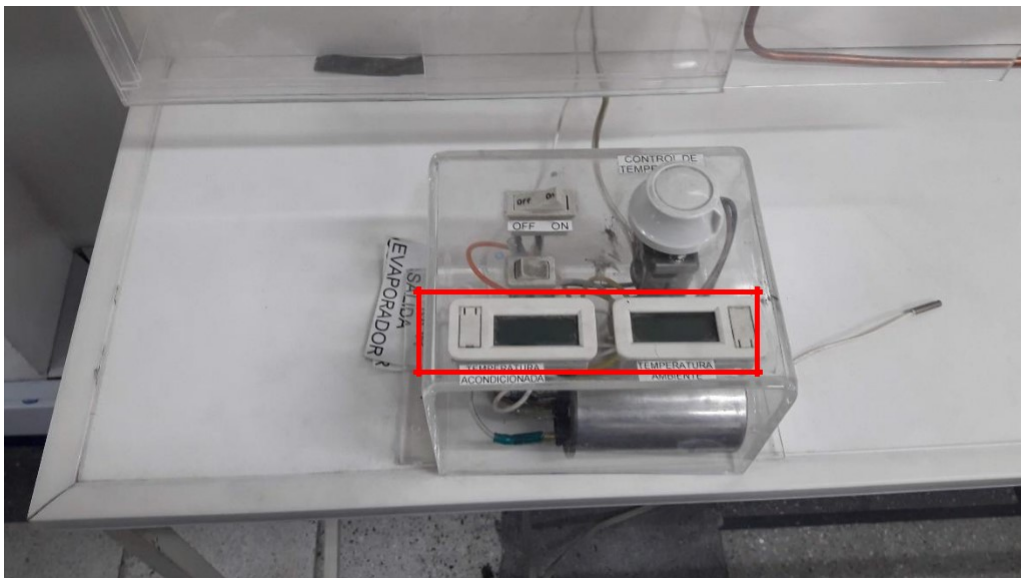
Figura. 1-2: Sistema despresurizado en estado inicial



Fuente: Foto tomada al módulo didáctico de aire acondicionado UAN

Los círculos marcados en los manómetros de la figura 1-2, indican que el módulo de aire acondicionado estaba sin estanqueidad.

Figura. 1-3: Indicadores de temperatura ambiente y del evaporador fuera de servicio.



Fuente: Foto tomada al módulo didáctico de aire acondicionado UAN

El recuadro de la figura 1-3, muestra los indicadores de temperatura fuera de servicio.

4.1.2. Condiciones finales y actuales

Inicialmente, se realizó un vacío al módulo; ya que éste al estar despresurizado por tanto tiempo, se contaminó al ingresarle humedad y fue necesario realizar este procedimiento antes de empezar a llenar nuevamente el circuito del módulo de aire acondicionado con refrigerante R22, también se ajustaron todos los componentes mecánicos para evitar que nuevamente se despresurice el módulo. Actualmente, el módulo de aire acondicionado está disponible y trabaja con un controlador de temperatura digital que funciona como termostato y que sustituyó al control análogo con función de termostato. Esta actualización del módulo da confiabilidad en la respuesta de encendido de la unidad compresora, con menos porcentaje de incertidumbre al momento de la lectura de señal análoga del sensor de temperatura.

A continuación, se adjuntan algunas figuras de lo anteriormente mencionado (desde la figura 1-4 a 1-7):

Figura.1- 4: Proceso de vacío al módulo de aire acondicionado

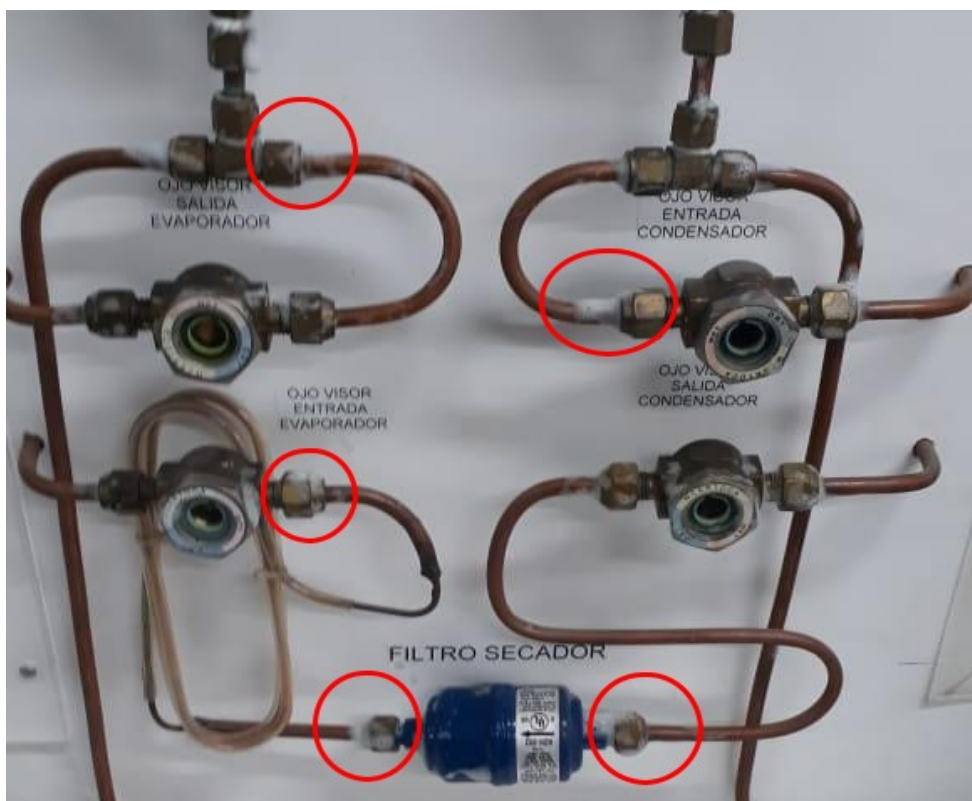


Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes de la figura 1-4 :

- 1. Bomba de vacío.
- 2. Juego de manómetros de refrigeración.

Figura.1- 5: Verificación de estanqueidad al sistema *con* espuma



Fuente: Módulo didáctico de aire acondicionado UAN

Los círculos en rojo indican en la figura 1-5, el chequeo de estanqueidad en accesorios.

Figura. 1-6: Proceso de llenado del módulo de aire acondicionado con refrigerante R22.



Fuente: Laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes de la figura 1-6 :

- 1. Cilindro de refrigerante R-22

Figura. 1-7: Módulo de aire acondicionado en estado final y operativo.



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

La figura 1-7 a diferencia de la figura 1-1, muestra un controlador de temperatura (1) que se le agrega al módulo, con el propósito de tener un mejor arranque del sistema y todo el circuito de aire acondicionado presurizado (2).

4.2 Módulo variador de velocidad

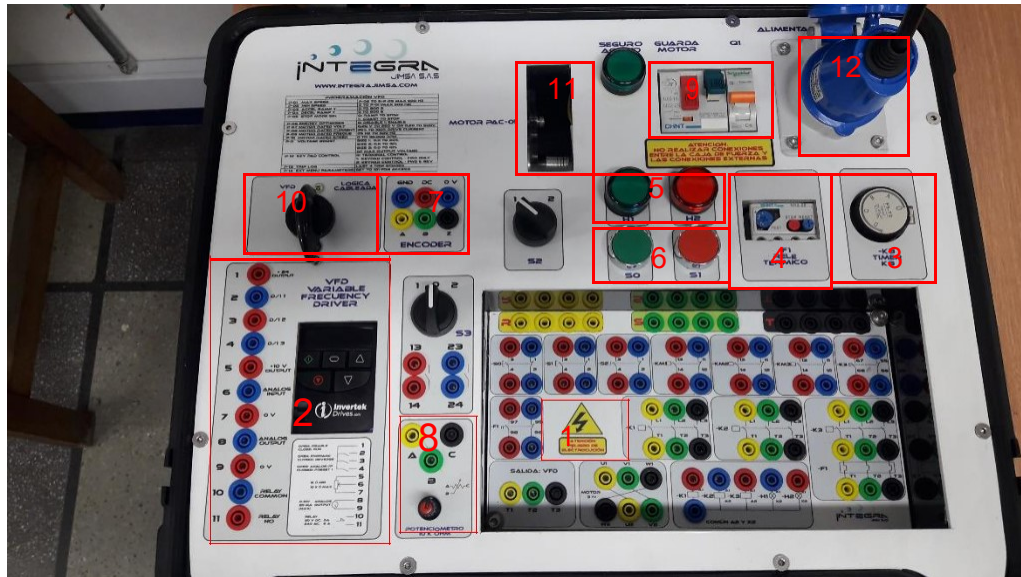
El variador de velocidad ofrece unos contenidos muy completos para las prácticas de laboratorio; en la utilización de lógica cableada, en el uso de tipos de conexión de un motor ya sea en estrella o en delta y en arranques bajo otros principios eléctricos, adicionalmente, ahondar en el aprendizaje de las señales discretas y análogas, y además en el conocimiento de otros elementos que componen un circuito de control y potencia.

4.2.1 Condiciones iniciales

Al módulo variador de velocidad, se le verificaron los componentes que lo integran, el cual está formado por circuitos de potencia y control a 220 voltios de corriente alterna, 3 contactores, un temporizador, un relé térmico, un guardamotor, indicadores luminosos o pilotos, *start-stop*, suiches de posición, un variador de velocidad con las respectivas opciones de configuración, un potenciómetro y un *encoder* en buenas condiciones.

A continuación, se adjunta la figura 1-8 de lo anteriormente mencionado:

Figura. 1-8: Módulo estudiantil variador y circuitos de mando y control.



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes del módulo variador de velocidad enumerados en la figura 1-8:

- 1. Circuito de control y potencia.
- 2. Variador de velocidad con sus respectivos puertos de conexión.
- 3. Temporizador.
- 4. Relé térmico.
- 5. Indicadores luminosos.
- 6. Pulsadores de *start-stop*.
- 7. Puertos del *encoder*.
- 8. Potenciómetro.
- 9. Guardamotor.
- 10. Selector de lógica cableada y variador de velocidad.
- 11. Motor trifásico.
- 12. Alimentación a 220 voltios de corriente alterna.

4.2.2 Condiciones finales y actuales

El módulo variador de velocidad a diferencia del de aire acondicionado, no tenía componentes averiados que detuvieran las practicas experimentales del proyecto y el desarrollo de las guías elaboradas para este módulo.

Actualmente, este módulo está disponible y permite al docente y estudiante ejecutar diferentes prácticas para el curso de mando y control eléctrico y así seguir avanzando en el conocimiento. Con el desarrollo de las guías se aportará la manera adecuada de utilizarlo.

5. Capítulo 2

Usos y funciones de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño sede Medellín.

Para mencionar los usos y funciones de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad se recurrió a la experiencia que tiene el investigador en sistemas de refrigeración, aire acondicionado, torres de enfriamiento y montaje de tableros eléctricos, y además se experimentó con los contenidos físicos de cada módulo para poder definir el alcance de los usos y funciones, de los cuales los docentes y estudiantes se beneficiaran en el momento de realizar las prácticas de laboratorio.

5.1. Usos del módulo de aire acondicionado

Para que los docentes y estudiantes del curso de máquinas térmicas tengan una base de que usos se le pueden dar a este módulo, en las prácticas de laboratorio. A continuación, se referencian:

- Se usa para identificar los ciclos térmicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado. (ver anexo A, guía No -1)
- También se usa para comprender la terminología vista en el curso de máquinas térmicas, a través del módulo didáctico de aire acondicionado. (ver anexo A, guía No -2).

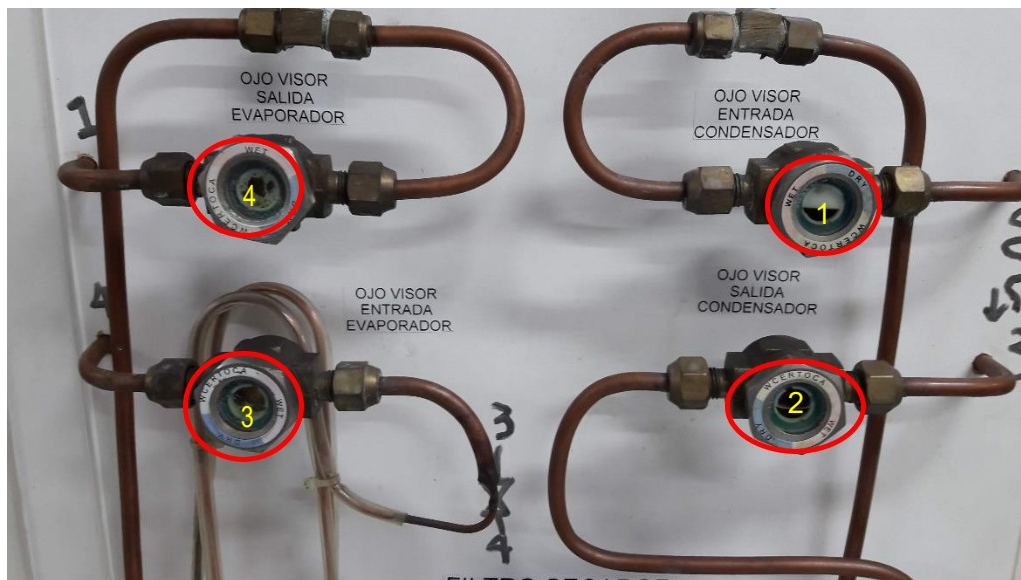
5.2. Funciones del módulo de aire acondicionado

Las funciones del módulo de aire acondicionado en relación con las prácticas de laboratorio que realizan los docentes y estudiantes del curso de máquinas térmicas se mencionan a continuación.

- Este módulo le permite al estudiante conocer el proceso de condensación isobárica; es decir la cedencia de calor del fluido al ambiente exterior por medio de ventilación forzada.
- Este módulo le permite al estudiante conocer el proceso evaporación isobárica; es decir la ganancia de calor del medio exterior y transmitido al fluido por medio de ventilación forzada.
- Sirve para hacer prácticas con otros módulos del laboratorio de electricidad y electrónica de la UAN (integración entre módulos).

- Por medio de este módulo se puede iniciar procesos productivos para construir ideas innovadoras (elaboración de salmueras, construcción de sistemas de refrigeración y aire acondicionado para aplicaciones industriales y comerciales, entre otros), ya que permite experimentar y estudiar diferentes fenómenos que ocurren en los procesos industriales a nivel térmico y de esta manera facilitar las herramientas necesarias para desarrollarlo.
- El módulo está diseñado para identificar las fases de un líquido y un gas utilizando para esto un gas refrigerante (figura 2-1).

Figura.2-1: Fases líquido-vapor de un refrigerante como ejemplo.



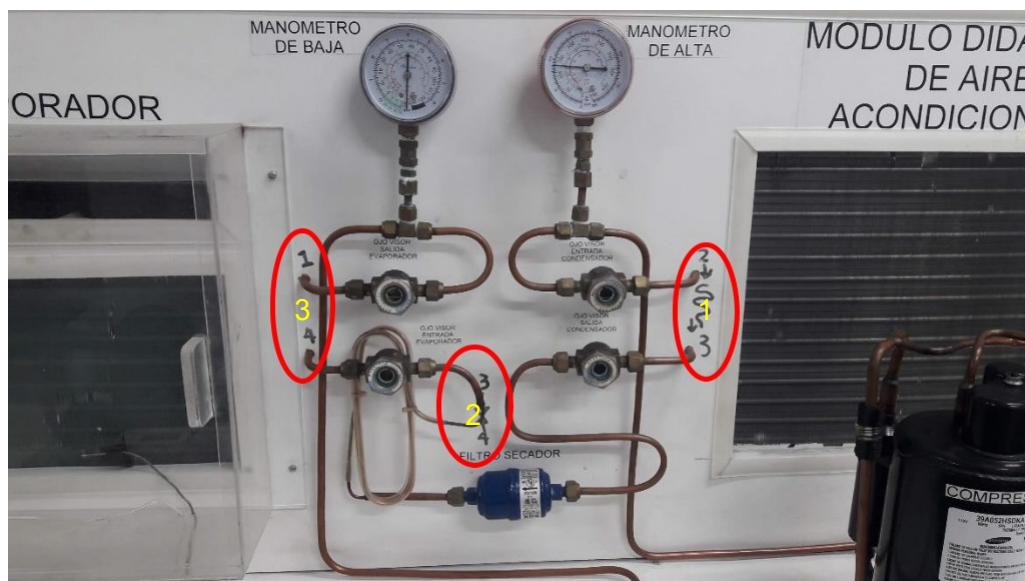
Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes enumerados en la figura 2-1:

- 1. Entrada del refrigerante sobre calentado al condensador; en donde sucede el proceso de condensación isobárica.
- 2. Salida de líquido más vapor, pero mas líquido a la salida del proceso de condensación isobárica.
- 3. Entra del líquido al evaporador, en donde sucede el proceso de evaporación isobárica (antes sucede el proceso de expansión isoentálpica).
- 4. Salida del fluido en vapor saturado, luego del proceso de evaporación isobárica.

A continuación, se muestran las figuras 2-2, 2-3 y 2-4; en donde se muestra donde suceden los diferentes ciclos del aire acondicionado y refrigeración por compresión:

Figura.2-2: Identificación de fases en el módulo de aire acondicionado-A



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes enumerados en la figura 2-2:

- 1. Proceso 2-3; en donde sucede el proceso de condensación isobárica.
- 2. Proceso 3-4; en donde sucede el proceso de expansión isoentálpica.
- 3. Proceso 4-1; en donde sucede el proceso de evaporación isobárica.

Figura.2-3: Identificación de fases en el módulo de aire acondicionado-B

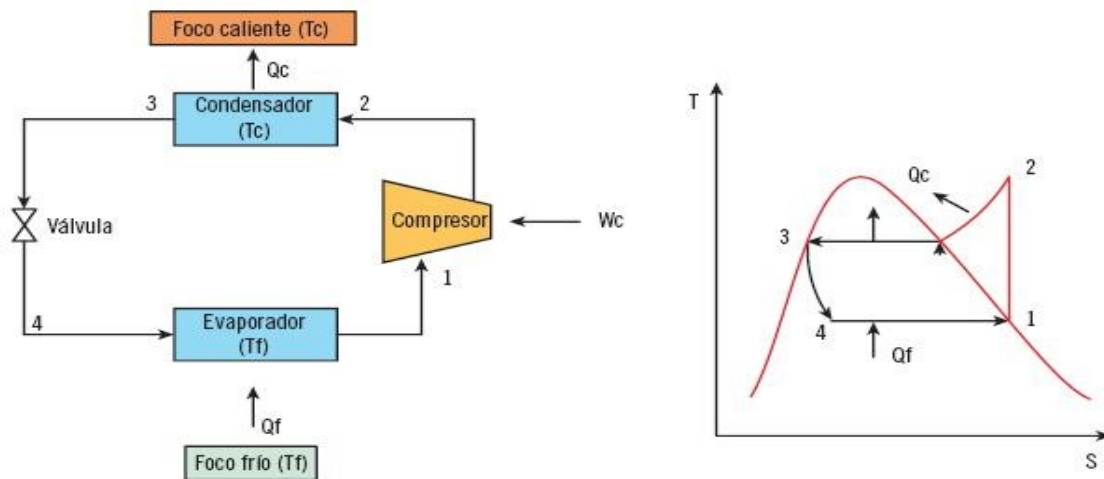


Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Componentes enumerados en la figura 2-3:

- 1. Proceso 1-2; en donde sucede el proceso de compresión adiabática.

Figura.2-4: Ciclo de aire acondicionado y refrigeración por compresión



Fuente: <http://reader.digitalbooks.pro>

5.3. Usos del módulo variador de velocidad

Para que los docentes y estudiantes del curso de mando y control eléctrico, tengan una base de que usos se le pueden dar a este módulo en las prácticas de laboratorio. A continuación, se referencian:

- Se utiliza para el arranque de un motor trifásico en configuración estrella con el módulo variador de velocidad. (ver anexo B, guía No -1)
- Se usa para el arranque de un motor trifásico en configuración estrella con, parada por temporizador neumático al trabajo en el módulo variador de velocidad (ver anexo B, guía No -2)
- El variador de velocidad se utiliza en infinidad de aplicaciones y a través de la programación que tiene configurada se pueden estudiar diferentes comportamientos de las señales de salida al dispositivo que controle.

5.4. Funciones del módulo variador de velocidad

Las funciones del módulo variador de velocidad, en relación con las prácticas de laboratorio que realizan los docentes y estudiantes del curso de mando y control eléctrico se mencionan a continuación:

- El *encoder* facilita aplicaciones de control de movimiento, por ejemplo, el giro paso a paso de un eje.

- Mediante este módulo se puede comprender cómo se efectúa en la vida real el cableado de control y potencia de una máquina mediante un tablero de diferentes colores.
- Otra función importante del módulo es que está compuesto por: contactores, suiches, indicadores luminosos o pilotos, el relé térmico, temporizador, guardamotor, etc.; que le permite al estudiante profundizar sobre cómo funcionan estos dispositivos.
- Sirve para integrar prácticas más grandes de tipo industrial con otros módulos del laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño.

5.5. Integración entre el módulo de aire acondicionado y variador de velocidad

En el desarrollo de las guías para la implementación de prácticas de laboratorio se integraron los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad (ver anexo C de la guía No 1), se puede identificar como se concatenan esto dos módulos, que es básicamente mediante un contacto abierto del controlador de temperatura MT-512 E, que permite de una manera lógica y ordenada ejecutar un subproceso de tipo industrial.

De acuerdo a lo anterior, podemos encontrar en varios procesos industriales, aplicaciones similares, donde se manejan sistemas de dos fases como es un proceso térmico integrado a un sistema mecánico y eléctrico cuya finalidad, es aportar en la cadena de producción.

6. Capítulo 3

Revisión contenido programático para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad para la universidad Antonio Nariño sede Medellín

En la elaboración de este proyecto para tener un fundamento metodológico al momento de realizar la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad, se revisó el contenido programático de los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico de la universidad Antonio Nariño sede Medellín.

6.1. Máquinas térmicas

En la revisión del contenido programático (con fecha de actualización de julio de 2018), del área de máquinas térmicas para la implementación de prácticas de laboratorio con el módulo didáctico de aire acondicionado y que se tornen aprovechables para el docente y estudiantes se tuvo presente lo siguiente:

- Revisión de la justificación de la asignatura.

- Parte del objetivo general.
- Gran parte de los objetivos específicos.
- En los contenidos, parte significativa de los capítulos 1 (transferencia de energía), 2 (ciclos termodinámicos) y 7 (turbinas de vapor).
- El estudio de la metodología.
- Las fuentes de información o referencias.
- En la metodología se hace referencia a dos métodos educativos como CDIO (concebir-diseñar-implementar-operar) y la taxonomía de Bloom; las cuales buscan como objetivo diseñar, modelar y planear otro tipo de procesos; así como otras competencias que le permitan al estudiante tener criterios de innovación en el área de máquinas térmicas. Esto encaja con la implementación de las guías de laboratorio como apoyo a la docencia y aprendizaje del estudiante permitiendo continuar desarrollando otros tipos de prácticas que garanticen el uso de las herramientas con las que cuenta la universidad.

6.2 Mando y control eléctrico

En la revisión del contenido programático (con fecha de actualización de julio de 2018) del área de mando y control eléctrico, para la implementación de prácticas de laboratorio con el módulo didáctico del variador de velocidad y que se tornen aprovechables para el docente y estudiantes se tuvo presente lo siguiente:

- Revisión de la justificación de la asignatura.
- Parte del objetivo general.
- Todos los objetivos específicos.
- En los contenidos, partes significativas de los capítulos 1 (introducción a los automatismos cableados), 2 (diseño de automatismos eléctricos cableados) y 5 (tableros eléctricos para sistemas de automatismos eléctricos).
- El estudio de la metodología.

- Las fuentes de información o referencias.
- En la metodología se hace referencia a dos métodos educativos como CDIO y la taxonomía de Bloom; las cuales buscan como objetivo diseñar, modelar y planear otro tipo de procesos; así como otras competencias que le permitan al estudiante tener criterios de innovación en el área de mando y control eléctrico. Esto encaja con la implementación de las guías de laboratorio como apoyo a la docencia y aprendizaje del estudiante y que permitan continuar desarrollando otros tipos de protocolos que garanticen el uso de las herramientas con las que cuenta la universidad.

7. Capítulo 4

Formato por el cual se desarrollan las guías de laboratorio para cada módulo

El formato por el cual se desarrollaron cada una de las guías de laboratorio, comprenden varios aspectos distribuidos en 8 secciones que se plasman de tal manera que le den sentido, interés y que sean aprovechables de la mejor manera.

- **Objetivos:** Cada una de las prácticas cuenta con más de un objetivo y busca de una manera simple, que el estudiante interprete de forma clara al principio de cada laboratorio lo que se pretende hacer.
- **Alcance:** De los laboratorios desarrollados se determinó adicional a los objetivos, delimitar a qué partes del sistema se le pone énfasis con el firme propósito de ir en el paso a paso y entender qué se debe hacer desde el principio hasta el final.
- **Introducción:** A modo de ir preparando las nociones que se necesitan para entender la dinámica de cada laboratorio, se realiza una breve introducción que describe los procesos industriales a los cuales les aplica el contenido de la guía.

- **Definiciones:** Algunos de los términos que se emplean durante todo el recorrido de la práctica de laboratorio, se plasman en este espacio con el fin de que el estudiante y docente tengan esta herramienta de ayuda y así evitar buscar en otras fuentes que puedan desviar el desarrollo del documento.

- **Marco teórico:** Se hace de forma general un resumen de aquellos aspectos relevantes que guíen al estudiante a comprender objetivamente la teoría mencionando los equipos y dispositivos que se van a emplear en el desarrollo de la guía de laboratorio; así como los componentes teóricos que se podrían encontrar en algún artículo.

- **Desarrollo general de la práctica:** Se tratan los aspectos de seguridad y condiciones ambientales, que son importantes para una correcta toma de decisiones y que eviten inconvenientes al momento de estar en el laboratorio, también se mencionan algunas condiciones generales que buscan en todo momento recordar al estudiante aquello que se debe hacer antes de tomar una decisión, se plasman las herramientas y equipos que se requieren para el desarrollo normal de las actividades y por último se trata el desarrollo en el paso a paso de lo que se debe hacer por guía de laboratorio.

- **Análisis de resultados:** Es una de las partes más importantes del documento ya que en esta, se le invita al estudiante mediante preguntas específicas desarrolladas al finalizar la práctica a realizar un análisis de qué pasaría si efectuara ciertas modificaciones o si aumentara o disminuyera ciertos valores o se escriben enunciados que ponen a prueba el análisis del estudiante para responder a cuestionamientos que podrían ser ciertos o falsos. En este punto se debe entregar al docente los resultados de dichos análisis como complemento a lo desarrollado en la práctica.

- **Documentos de referencia:** Finalmente, se escriben las fuentes de consulta en algunos casos basados en textos y en otros artículos de páginas web.

8. Conclusiones y recomendaciones

8.1. Conclusiones

- Fue fundamental recuperar el módulo didáctico de aire acondicionado, ya que los componentes más importantes como: la bomba de presión o compresor, los serpentines o difusores de evaporación y condensación se encontraron en buen estado, a pesar de haber pasado tanto tiempo sin tener un mantenimiento preventivo y esto les permite a los estudiantes ejecutar las prácticas de laboratorio.

- Se recuperó la funcionalidad de los módulos didácticos de aire acondicionado y variador de velocidad del laboratorio de electricidad y electrónica la UAN que permitirán el uso continuo de estos módulos a docentes y estudiantes en los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico.

- El desarrollo de las guías para la implementación de prácticas de laboratorio en los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad se evidenció la necesidad poner al servicio de la comunidad estudiantil información documentada que facilita la manipulación de estos fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

- Se desarrolló por cada módulo, las guías que permitirán a los docentes y estudiantes, manipular de forma adecuada los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad y también para identificar las funciones y usos de cada módulo que complementa la parte teórica de los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico.
- Se realizó la integración de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad que permitió una aplicación más dinámica y en consecuencia aporta a los docentes y estudiantes, tener una visión holística de subprocesos de dos fases que se observan en muchos procesos industriales.

8.2 Recomendaciones

- La realización de este trabajo tecnológico de grado incentiva a los docentes quienes hacen uso de los laboratorios de la universidad Antonio Nariño, a que se permitan investigar dentro de éstos, aquellos equipos y herramientas que puedan ser útiles para mejorar las clases de cátedra, dedicar un tiempo con los estudiantes y asignarles trabajos con aquellos equipos que son importantes para la formación de habilidades y destrezas en el camino de preparación del estudiantado, de la facultad de ingeniería.
- En el laboratorio de electricidad y electrónica de la Universidad Antonio Nariño se encuentra un módulo de PLC, en excelentes condiciones de operación y es útil si se desarrolla una guía operativa para usarlo, siendo este de gran ayuda al docente y con mayor razón al estudiante; ya que se puede integrar con los otros módulos para generar procesos más dinámicos tipo industrial.

- Es importante, fomentar la utilización de las herramientas con las que cuenta la universidad y especialmente para los estudiantes de ambos programas de electromecánica que realizan estudios a distancia; ya que estas repotencian el conocimiento que se tiene por parte del estudiantado, pues es de saber que la mayoría de ellos, trabaja en el área de mantenimiento y estos módulos además de otros equipos les darían a las clases otro tipo de interés; el de no solo ir a un aula de clase a sentarse a escuchar una teoría sino también, en el sentido de hacer, de tocar y manipular equipos que para muchos son conocidos y para otros no tanto.

- Utilizar los resultados de esta investigación, como una fuente de consulta para otros investigadores preocupados, motivados o interesados en hacer guías didácticas para otros módulos que están en los laboratorios de la UAN.

A. Anexo A: Se adjuntan las prácticas de laboratorio desarrolladas para el área de máquinas térmicas (guía 1 y guía 2)

Ver este anexo luego de la bibliografía

B. Anexo B: Se adjuntan las prácticas de laboratorio desarrolladas para el área de mando y control eléctrico (guía 1 y guía 2)

Ver este anexo luego de la bibliografía

C. Anexo C: Se adjunta la práctica de integración de los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad (guía 1)

Ver este anexo luego de la bibliografía

D. Anexo D: Se adjuntan las guías de operación rápida, para los módulos de aire acondicionado y variador de velocidad.

Ver este anexo luego de la bibliografía

E. Anexo E: Se adjuntan los contenidos programáticos de los programas de máquinas térmicas y de mando y control eléctrico.

El estudiante solicita estos documentos al inicio de los cursos de máquinas térmicas y mando y control eléctrico.

Bibliografía

1. Cupido, J. (2004). *Máquinas térmicas* (Primera Edición ed.). Ciudad de México, México: Alfaomega.
2. TOLEDO, M. (2004). *Turbinas de gas* (Primera Edición ed.). Ciudad de México, México: Alfaomega.
3. Barbado Santana, J. (2013). *Automatismos Industriales*. Ciudad de México, México: Alfaomega.
4. Álvarez, W.,& y Sánchez, S. (2019). *Puesta en marcha módulo didáctico variador de velocidad (Research Day 2019-1)*. Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
5. Sánchez, S. (2019). *Análisis de transferencia de energía y ciclos termodinámicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado del laboratorio de la UAN sede Medellín (Research Day 2019-2)*. Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
6. *Ciclo de aire acondicionado y refrigeración por compresión*. (s. f.). [Ilustración]. Recuperado de <http://reader.digitalbooks.pro>
7. Cardona Buitrago, F. E. (2013, septiembre 9). *Las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://es.slideshare.net/>
8. Tiquete Escobar, D. C. (2016, febrero 22). *Prácticas de laboratorio para la enseñanza-aprendizaje de conceptos básicos de la electrostática con estudiantes de grado once del colegio nuevo reino de Granada*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/>

9. Malagón Álvarez , A. A. (2016, mayo 10). *Propuesta de Guía para el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería civil de la Universidad la gran Colombia*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://repository.ugc.edu.co/>

10. Rojas , B. E., & Calderón Almario , J. D. (2019, noviembre 28). *Propuesta para la realización guías de laboratorio sobre el tema diseño de experimentos para la asignatura métodos experimentales del programa de ingeniería industrial de la Universidad de Ibagué*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://repositorio.unibague.edu.co/>

11. Álvarez, A., & Aris, R. (2016, noviembre 29). *Propuesta de construcción y aplicación de laboratorios virtuales en la didáctica de la química*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://bdigital.unal.edu.co/>

12. Heredia Calderón, C. J., & Intriago Macías, D. G. (2015, abril 12). *Estudio e complementación del laboratorio de física en el tópico de electromagnetismo para la formación científica y mejoramiento del desempeño profesional de los estudiantes de la carrera de ingeniería eléctrica de la universidad técnica de Manabí*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://repositorio.utm.edu.ec/>

13. Barragán Peña, C. C., & Trujillo Osorio, M. Á. (2018, mayo 22). *Elaboración de guías de laboratorio de estructuras de la universidad católica de Colombia*. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://repository.ucatolica.edu.co/>

GUÍA 1
IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL
MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Identificación de los ciclos térmicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado.

LUGAR DE EJECUCIÓN: Laboratorio de electricidad y electrónica

TIEMPO ESTIMADO: 1 hora

MATERIA: Máquinas térmicas

DATOS GENERALES:

NOMBRE ESTUDIANTES:

C.C

1

2.....

3.....

NOMBRE DOCENTE:

.....

FECHA DE REALIZACIÓN:

aaaa/mm/dd

.../...../.....

GUÍA 1
IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL
MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. DEFINICIONES.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	4
6. DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA.....	8
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	11
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	11

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

1 OBJETIVOS

- Conocer de forma general el módulo de aire acondicionado.
- observar en el módulo la aplicabilidad del área de máquinas térmicas.
- Identificar en el módulo dónde ocurren los procesos de compresión adiabática, condensación isobárica, expansión isoentálpica y evaporación isobárica, mediante el diagrama de fases y/o diagrama de mollier.
- Observar mediante los visores dispuestos en el módulo de aire acondicionado el comportamiento del líquido interno en sus diferentes fases, teniendo en cuenta el objetivo anterior.

2 ALCANCE

Comprende el estudio inicial del módulo antes de la conexión, su puesta en marcha y la aplicabilidad al área e industria.

3 INTRODUCCIÓN

La aplicación de sistemas que tengan que ver con cedencia de calor, ganancia de calor, cambios de estado de un líquido y/o gas, el trabajo realizado por un motor, compresor, entre otros equipos; son procesos que se dan en el área industrial, residencial, sector salud y comercial. En la teoría en algunos casos, lograr imaginarnos y aprender a dimensionar lo que sucede en un ciclo térmico puede tornarse complicado; mientras si se tiene una herramienta de trabajo como lo es el módulo de aire acondicionado puede orientarnos a entender áreas como máquinas térmicas e hidráulicas en los capítulos en los que aplique.

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

4 DEFINICIONES

- **Presión P :** Del fluido caloportador, bien sea gaseoso o líquido. La presión por lo general se mide en PSIG.
- **Entropía S :** Una parte de la energía que no se utiliza para producir trabajo. La entropía se mide por lo general en Julios por Kelvin (J/K).
- **Volumen V :** Referente al fluido caloportador, bien sea gaseoso o líquido. El volumen se mide por lo general en metros cúbicos (m^3).
- **Entalpía (H):** cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno. La entalpía se mide en Julios (J).
- **Temperatura T :** Referente al fluido caloportador y de los focos. La temperatura se mide en grados Kelvin (K) y comúnmente el Fahrenheit.

5 MARCO TEÓRICO

La generación de frío es un fenómeno térmico de absorción de calor donde la fuente de calor es el a enfriar o de confort. Es decir, no se trata de suministrar frío, sino de extraer calor a dicho objeto o espacio.

Existen varias aplicaciones para generar frío, pero de una forma simple todos los procesos de refrigeración se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Procesos químicos: basados en el uso de algunas disoluciones de sales en agua u otros disolventes. Estas disoluciones podrían alcanzar temperaturas en un rango inferior de $-15\text{ }^\circ\text{C}$, absorbiendo calor del medio que las rodea.

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Procesos físicos: la generación de frío se basa en el descenso de la variable temperatura que se consigue durante ciertos fenómenos físicos, como por ejemplo la expansión de un fluido mediante la válvula termostática.

Todos los procesos físicos utilizados para refrigeración son ciclos de tipo termodinámicos, entendiéndose cualquier serie de procesos termodinámicos; en donde el sistema parte de una condición inicial, realiza unos procesos y retorna al punto inicial. En estos procesos físicos existe una variación de las propiedades termodinámicas del sistema, que son:

- Presión P
- Entropía S
- Volumen V
- Entalpía H
- Temperatura T

FUNCIONAMIENTO DE UN CICLO DE AIRE ACONDICIONADO Y REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN

En la práctica, los diferentes ciclos que utilizan fluidos compresibles discrepan en varios aspectos del ciclo ideal de Carnot. Las distintas etapas de estos ciclos se pueden ver en la figura 1:

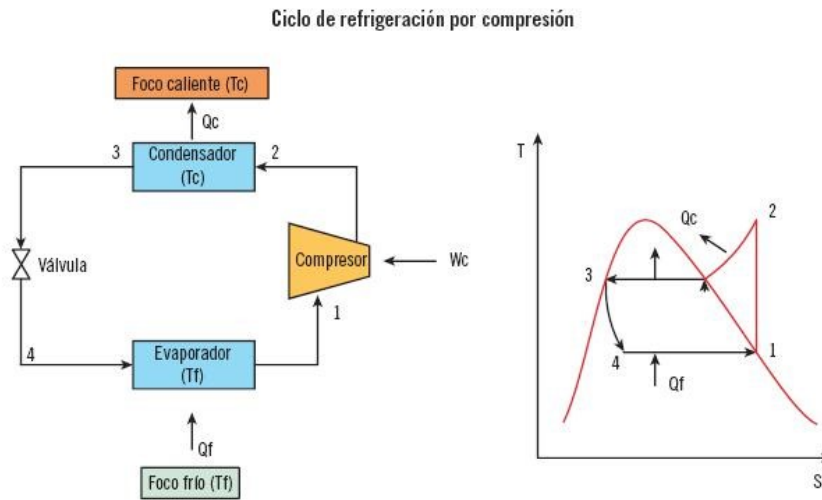
Tenemos:

- **T_c**: temperatura de la zona caliente.
- **T_f**: temperatura de la zona fría.
- **Q_c**: calor cedido en la zona caliente.
- **Q_f**: calor cedido en la zona fría.
- **W_c**: trabajo aportado al compresor.

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Fig. 1: Ciclo de refrigeración y aire acondicionado por compresión



Fuente: <http://reader.digitalbooks.pro>.

Analizando la figura, se verifican los siguientes procesos:

- **Zona 1-2: Compresión adiabática:** el fluido llega al compresor en estado vapor saturado; es decir sin presencia de líquidos a diferencia del ciclo de Carnot, en el que el fluido ingresa al compresor líquido más vapor. Al aplicar trabajo al compresor, la presión del sistema se eleva sin intercambio de calor con el ambiente u otro medio. A la vez se aumenta la temperatura por encima de la temperatura de la zona caliente T_c (vapor saturado), hecho que no ocurría en el ciclo de Carnot.
- **Zona 2-3: Condensación isobárica:** el fluido llega al condensador como vapor saturado, donde se enfría por medio de ventilación forzada hasta la temperatura de la zona caliente, y luego cambia del estado vapor a líquido subenfriado, cediendo la cantidad de calor Q_c a la zona caliente o ambiente exterior.
- **Zona 3-4: Expansión isoentálpica:** el fluido en forma líquida y subenfriado llega a la válvula de expansión termoestática, donde disminuye su presión y su temperatura por cambio de diámetro en la tubería, hasta la temperatura de la zona fría T_f . Durante este proceso, parte del fluido pasa de líquido a estado gaseoso. A diferencia del ciclo de Carnot, se ha sustituido la turbina por una

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

válvula de expansión termostática; en donde el trabajo obtenido por una turbina es mucho menor que en el compresor, siendo más económico instalarla válvula de control termostática, aunque no se aproveche el trabajo.

- **Zona 4-1: Evaporación isobárica:** en este punto el fluido ingresa líquido más vapor en el evaporador, procurando que la mayor parte sea líquido, para asegurar que el fluido a través de ventilación forzada tome la mayor cantidad posible de calor Q_f de la zona fría. Este proceso se produce a temperatura y presión constantes.

A continuación, se muestran las figuras 2 y 3 como parte complementaria del módulo en sus parte frontal y posterior para formalizar mejor la terminología mencionada anteriormente:

Fig. 2: Módulo didáctico aire acondicionado



Fuente: Foto tomada del laboratorio de electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 1

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Fig. 3: Ventilador del condensador(1) y Ventilador del evaporador(2)



Fuente:Foto tomada del laboratorio de electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

6 DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA

6.1 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- El personal que participen en la ejecución del laboratorio deben aplicar el autocuidado.
- Se deben inspeccionar visualmente el módulo a utilizar, a fin de garantizar que se encuentre en condiciones de operación.

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

- El módulo a utilizar solo puede ser operado por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos o con la guía del docente.
- Una vez finalizada la práctica las áreas respectivas deben dejarse en orden y aseo.

6.2 CONDICIONES GENERALES

- Leer esta práctica por completo antes de iniciar a desarrollar el laboratorio.
- En todo momento y antes de colocar en operación el módulo, se debe contar con el visto bueno del docente.

6.3 EQUIPO A UTILIZAR

- Guía de operación rápida del módulo de aire acondicionado.
- Módulo de aire acondicionado.

6.4 ACTIVIDADES

1. El módulo debe estar sin energizar.
2. Identificar inicialmente cada componente marcado en el módulo didáctico de aire acondicionado:

IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

- **Compresor:** Tiene la función de comprimir el gas (fluido refrigerante), que permite en un ciclo de compresión/descompresión generar una transferencia de calor de una zona a otra de un circuito de enfriamiento.
 - **Controlador indicador digital de temperatura:** Equipo con capacidad de controlar un sistema de acuerdo a una temperatura de entrada por medio de una sonda ubicada en la salida del serpentín de evaporación.
 - **Visores:** Son dispositivos que permiten visualizar el estado del gas refrigerante en sus diferentes estados, según la figura 1.
 - **Filtro secador:** Permite contener las impurezas y eliminar humedades del sistema.
 - **Manómetro de baja:** Permite visualizar lecturas de la presión del gas, antes de ingresar por la succión del compresor.
 - **Manómetro de alta:** Permite visualizar lecturas de la presión del gas, luego de salir por la descarga del compresor.
 - **Serpentín o radiador de evaporación:** Este elemento, permite la ganancia de calor.
 - **Serpentín o radiador de condensación:** Este elemento, permite la cedencia de calor al medio; o sea que por acción del ventilador se arroja aire caliente al recinto o al aire libre.
 - **Parte eléctrica:** Encargada de suministrar la corriente necesaria para las diferentes funciones del módulo.
3. Identifique los procesos de compresión adiabática 1-2, condensación isobárica 2-3, expansión isoentálpica 3-4 y evaporación isobárica 4-1 (estos los encuentra marcados en el módulo didáctico de aire acondicionado).
 4. Luego de identificar en el punto anterior cada uno de los procesos, indique que pasa en cada uno guiándose por la figura 1.
 5. Luego de haber interpretado en el punto 4 cada uno de los procesos, energice el módulo y compare sus deducciones con lo que visualiza y percibe físicamente palpando las diferentes fases del proceso según el punto 3.

**IDENTIFICACIÓN DE LOS CICLOS TÉRMICOS A TRAVÉS DEL
MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO**

6. Finalice esta práctica, haciendo una comparación con sistemas similares, como lo puede ser un ciclo de Carnot, entre otros.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Porque al pasar de un diámetro de mayor tamaño de tubería a uno menor, en el proceso expansión isoentálpica 3-4 ; se produce una especie de escarcha, justo en ese punto.
- Que se observa en el visor de salida del evaporador.
- Si se retira la sonda de temperatura del controlador situada en el serpentín de evaporación la temperatura aumenta, disminuye o se iguala a la de ambiente.
- ¿En su casa se puede decir que hay un sistema similar al analizado?

8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

1. Sánchez, S. (2019). Análisis de transferencia de energía y ciclos termodinámicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado del laboratorio de la UAN sede Medellín (*Research Day* 2019-2). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
2. Álvarez, J., & Callejón, I. (2002, septiembre 15). Máquinas térmicas motoras primera edición. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://fbermejo.files.wordpress.com/>
3. Ciclo de aire acondicionado y refrigeración por compresión. (s. f.). [Ilustración]. Recuperado de <http://reader.digitalbooks.pro>

GUÍA 2
IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE
TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS
TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO
DE AIRE ACONDICIONADO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Identificación y comprensión de terminología del área máquinas térmicas a través del módulo didáctico de aire acondicionado. **LUGAR DE EJECUCIÓN:** Laboratorio de electricidad y electrónica

TIEMPO ESTIMADO: 1 hora

MATERIA: Máquinas térmicas e hidráulicas

DATOS GENERALES:

NOMBRE ESTUDIANTES:

C.C

1

2..... ..

3..... ..

NOMBRE DOCENTE:

.....

FECHA DE REALIZACIÓN:

aaaa/mm/dd

.../...../.....

GUÍA 2
IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE
TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS
TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO
DE AIRE ACONDICIONADO

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. DEFINICIONES.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	4
6. DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA.....	8
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	11
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	12

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

1 OBJETIVOS

- Identificar y comprender varios de los conceptos y terminología empleada en el área de máquinas térmicas a medida que el estudiante avanza en su respectivo semestre.
- Escribir la terminología identificada y mediante sustentación al docente, mostrarle en qué parte del módulo de aire acondicionado aplican.

2 ALCANCE

Comprende el manejo de terminología en general y la comprensión de ésta utilizando el módulo didáctico de aire acondicionado y de esta manera hacer más entendible y aprovechable el curso de máquinas térmicas.

3 INTRODUCCIÓN

La aplicación de sistemas que tengan que ver con cedencia de calor, ganancia de calor, cambios de estado de un líquido y/o gas, el trabajo realizado por un motor, compresor, entre otros equipos; son procesos que se dan en el área industrial, residencial, sector salud y comercial. En la teoría, en algunos casos lograr imaginarnos y aprender a dimensionar lo que sucede en un ciclo térmico puede tornarse complicado; mientras si se tiene una herramienta de trabajo como lo es el módulo de aire acondicionado, este puede orientarnos a entender áreas como máquinas térmicas e hidráulicas en los capítulos en los que aplique.

**IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE
TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS
A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE
ACONDICIONADO**

4 DEFINICIONES

- **Presión P :** Del fluido caloportador, bien sea gaseoso o líquido. La presión por lo general se mide en PSIG.
- **Entropía S :** Una parte de la energía que no se utiliza para producir trabajo. La entropía se mide por lo general en Julios por Kelvin (J/K).
- **Volumen V :** Referente al fluido caloportador, bien sea gaseoso o líquido. El volumen se mide por lo general en metros cúbicos (m^3).
- **Entalpía (H):** cantidad de energía que un sistema puede intercambiar con su entorno. La entalpía se mide en Julios (J).
- **Temperatura T :** Referente al fluido caloportador y de los focos. La temperatura se mide en grados Kelvin (K) y comúnmente el Fahrenheit.

5 MARCO TEÓRICO

La generación de frío es un fenómeno térmico de absorción de calor donde la fuente de calor es el a enfriar o de confort. Es decir, no se trata de suministrar frío, sino de extraer calor a dicho objeto o espacio.

Existen varias aplicaciones para generar frío, pero de una forma simple todos los procesos de refrigeración se pueden clasificar en dos grandes grupos:

Procesos químicos: basados en el uso de algunas disoluciones de sales en agua u otros disolventes. Estas disoluciones podrían alcanzar temperaturas en un rango inferior de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, absorbiendo calor del medio que las rodea.

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Procesos físicos: la generación de frío se basa en el descenso de la variable temperatura que se consigue durante ciertos fenómenos físicos, como por ejemplo la expansión de un fluido mediante la válvula termostática.

Todos los procesos físicos utilizados para refrigeración son ciclos de tipo termodinámicos, entendiéndose cualquier serie de procesos termodinámicos; en donde el sistema parte de una condición inicial, realiza unos procesos y retorna al punto inicial. En estos procesos físicos existe una variación de las propiedades termodinámicas del sistema, que son:

- Presión P
- Entropía S
- Volumen V
- Entalpía H
- Temperatura T

FUNCIONAMIENTO DE UN CICLO DE REFRIGERACIÓN POR COMPRESIÓN

En la práctica, los diferentes ciclos que utilizan fluidos compresibles discrepan en varios aspectos del ciclo ideal de Carnot. Las distintas etapas de estos ciclos se pueden ver en la figura 1:

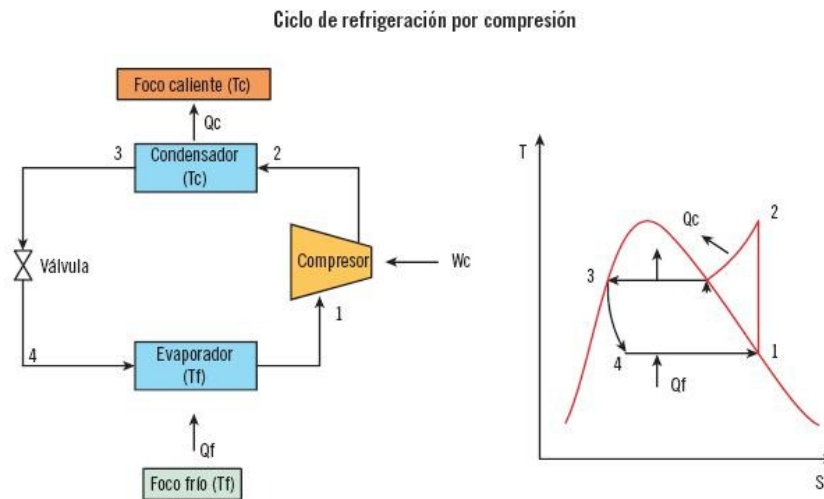
Tenemos:

- **T_c**: temperatura de la zona caliente.
- **T_f**: temperatura de la zona fría.
- **Q_c**: calor cedido en la zona caliente.
- **Q_f**: calor cedido en la zona fría.
- **W_c**: trabajo aportado al compresor.

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRESIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Fig. 1: Ciclo de refrigeración y aire acondicionado por compresión



Fuente: <http://reader.digitalbooks.pro>.

Analizando la figura, se verifican los siguientes procesos:

- **Zona 1-2: Compresión adiabática:** el fluido llega al compresor en estado vapor saturado; es decir sin presencia de líquidos a diferencia del ciclo de Carnot, en el que el fluido ingresa al compresor líquido más vapor. Al aplicar trabajo al compresor, la presión del sistema se eleva sin intercambio de calor con el ambiente u otro medio. A la vez se aumenta la temperatura por encima de la temperatura de la zona caliente T_c (vapor saturado), hecho que no ocurría en el ciclo de Carnot.
- **Zona 2-3: Condensación isobárica:** el fluido llega al condensador como vapor saturado, donde se enfría por medio de ventilación forzada hasta la temperatura de la zona caliente, y luego cambia del estado vapor a líquido subenfriado, cediendo la cantidad de calor Q_c a la zona caliente o ambiente exterior.
- **Zona 3-4: Expansión isoentálpica:** el fluido en forma líquida y subenfriado llega a la válvula de expansión termoestática, donde disminuye su presión y su temperatura por cambio de diámetro en la tubería, hasta la temperatura de la zona fría T_f . Durante este proceso, parte del fluido pasa

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

de líquido a estado gaseoso. A diferencia del ciclo de Carnot, se ha sustituido la turbina por una válvula de expansión termoestática; en donde el trabajo obtenido por una turbina es mucho menor que en el compresor, siendo más económico instalarla válvula de control termoestática, aunque no se aproveche el trabajo.

- **Zona 4-1: Evaporación isobárica:** en este punto el fluido ingresa líquido más vapor en el evaporador, procurando que la mayor parte sea líquido, para asegurar que el fluido a través de ventilación forzada tome la mayor cantidad posible de calor Q_f de la zona fría. Este proceso se produce a temperatura y presión constantes.

A continuación, se muestran las figuras 2 y 3 como parte complementaria del módulo en sus parte frontal y posterior para formalizar mejor la terminología mencionada anteriormente:

Fig. 2: Módulo didáctico aire acondicionado

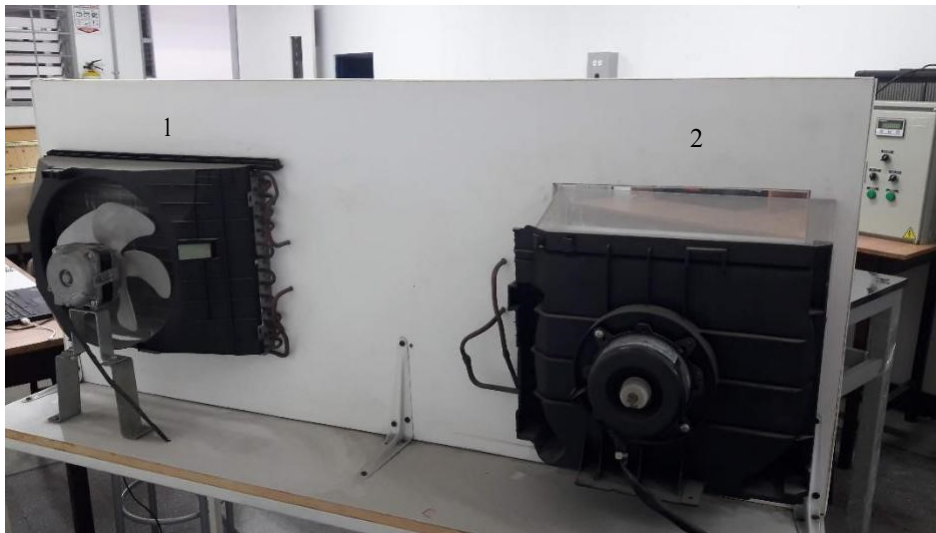


Fuente: Foto tomada del laboratorio de electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Fig. 3: Ventilador del condensador(1) y ventilador del evaporador(2)



Fuente: Foto tomada del laboratorio de electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

6 DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA

6.1 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- Las personas que participen en la ejecución del laboratorio deben aplicar el autocuidado.
- Se deben inspeccionar visualmente el módulo a utilizar, a fin de garantizar que se encuentre en condiciones de operación.

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

- El módulo a utilizar solo puede ser operado por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos o con la guía del docente.
- Una vez finalizada la practica las áreas respectivas deben dejarse en orden y aseo.

6.2 CONDICIONES GENERALES

- Leer la guía por completo antes de iniciar la práctica de laboratorio.
- En todo momento y antes de colocar en operación el módulo, se debe contar con el visto bueno del docente.

6.3 EQUIPO A UTILIZAR

- Guía de operación rápida
- Módulo de aire acondicionado

6.4 ACTIVIDADES

1. El módulo debe estar sin energizar.
2. Identificar inicialmente cada uno de los componentes marcados en el módulo didáctico de aire acondicionado:

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

- **Compresor:** Tiene la función de comprimir el gas (fluido refrigerante), que permite en un ciclo de compresión/descompresión generar una transferencia de calor de una zona a otra de un circuito de enfriamiento.
 - **Controlador indicador digital de temperatura:** Equipo con capacidad de controlar un sistema de acuerdo a una temperatura de entrada por medio de una sonda ubicada en la salida del serpentín de evaporación.
 - **Visores:** Son dispositivos que permiten visualizar el estado del gas refrigerante en sus diferentes estados, según la figura 1.
 - **Filtro secador:** Permite contener las impurezas y eliminar humedades del sistema.
 - **Manómetro de baja:** Permite visualizar lecturas de la presión del gas, antes de ingresar por la succión del compresor.
 - **Manómetro de alta:** Permite visualizar lecturas de la presión del gas, luego de salir por la descarga del compresor.
 - **Serpentín o radiador de evaporación:** Este elemento, permite la ganancia de calor.
 - **Serpentín o radiador de condensación:** Este elemento, permite la cedencia de calor al medio; o sea que por acción del ventilador se arroja aire caliente al recinto o al aire libre.
 - **Parte eléctrica:** Encargada de suministrar la corriente necesaria para las diferentes funciones del módulo.
3. Identifique a través del módulo de didáctico de aire acondicionado los siguientes términos que se tratan en el curso de máquinas térmicas e hidráulicas y de ser necesario energice el módulo y en todo caso justifique al docente si aplican o no a la materia:
- Aplica el concepto de energía térmica
 - Aplica el concepto de energía dinámica
 - Aplica el concepto de radiación
 - Aplica el concepto de conducción
 - Aplica el concepto de convección
 - Aplica el concepto de la velocidad de transferencia de calor

GUÍA 2

IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

- Aplica el concepto de ciclo termodinámico
- Aplica el concepto de efecto adiabático
- Aplica el concepto de líquido saturado
- Aplica el concepto de líquido subenfriado
- Aplica el concepto de consumo de potencia
- Aplica el concepto de temperatura de saturación
- Aplica el concepto de cambio de fase líquido-vapor
- Aplica el concepto de eficiencia termodinámica
- Aplica el concepto de expansión isotérmica

4. Finalice la práctica dejando apagado el módulo.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los siguientes enunciados cerciórese lo suficiente si son válidos o no:

- En el proceso 1-2: de compresión adiabática se puede decir que el fluido se comporta como compresible o incompresible.
- Como se podría usar la energía disipada en forma de calor en el condensador.
- La radiación, en principio, se considera un flujo de calor aplicado en el condensador y evaporador.
- Se produce conducción en los serpentines o radiadores del condensador y evaporador.
- Se produce convección en los serpentines o radiadores del condensador y evaporador.
- Cuál es la conductividad térmica del cobre a temperatura ambiente utilizada en el módulo

GUÍA 2
IDENTIFICACIÓN Y COMPRENSIÓN DE
TERMINOLOGÍA DEL ÁREA MÁQUINAS
TÉRMICAS A TRAVÉS DEL MÓDULO DIDÁCTICO
DE AIRE ACONDICIONADO

8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

1. Sánchez, S. (2019). Análisis de transferencia de energía y ciclos termodinámicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado del laboratorio de la UAN sede Medellín (*Research Day* 2019-2). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
2. Álvarez, J., & Callejón, I. (2002, septiembre 15). Máquinas térmicas motoras primera edición. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://fbermejo.files.wordpress.com/>
3. Ciclo de aire acondicionado y refrigeración por compresión. (s. f.). [Ilustración]. Recuperado de <http://reader.digitalbooks.pro>



GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE
VELOCIDAD

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico en configuración estrella con el variador de velocidad

LUGAR DE EJECUCIÓN: Laboratorio de electricidad y electrónica

TIEMPO ESTIMADO: 1 hora

MATERIA: Mando y control eléctrico

DATOS GENERALES:

NOMBRE ESTUDIANTES:

C.C

1

2..... ..

3..... ..

NOMBRE DOCENTE:

.....

FECHA DE REALIZACIÓN:

aaaa/mm/dd

.../...../.....

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE
VELOCIDAD

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. DEFINICIONES.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	4
6. DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA.....	6
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	9
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	10

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

1 OBJETIVOS

- Conocer de forma general el módulo estudiantil del variador de velocidad, que contiene un variador de velocidad y otros elementos de control mediante una guía de operación rápida.
- Seleccionar los elementos necesarios para la conexión en estrella entre el variador y motor trifásico.
- Realizar la conexión y arranque adecuada entre variador y motor, analizando la configuración del variador de frecuencia.

2 ALCANCE

Comprende el estudio inicial del módulo antes de la conexión, la selección adecuada de elementos para conexión, la configuración del variador y el arranque del sistema.

3 INTRODUCCIÓN

El motor trifásico asíncrono es uno de los motores más usado en el mundo industrial por su sencillez en diseño y manejo.

Una característica del motor trifásico es el alto consumo de corriente cuando es alimentado con carga a través de un arranque directo que puede causar caídas de tensión en la red y posiblemente problemas en los sistemas mecánicos.

Dentro de las amplias opciones de arranque de motores asíncronos, las cuales pueden ser soluciones electromecánicas tradicionales, se destaca el arranque mediante variador de frecuencia (VFD) que ha permitido variar la velocidad de diferentes motores, de una forma rápida, robusta y fiable, debido

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

a que sus comandos y protección electrónica provee un mayor desempeño para la máquina, además de ofrecer una significativa diferencia ante el ahorro de energía.

4 DEFINICIONES

- **VFD:** Variador de frecuencia.
- **Resistencia variable:** Es una resistencia variable o comúnmente llamado potenciómetro, a la cual se le puede aumentar o disminuir el valor de la resistencia.
- **Salida analógica:** Es aquella señal en la que los valores de la variable (voltaje, corriente, temperatura, etc.), varían constantemente y pueden tomar cualquier valor.
- **Conexión en estrella de un motor trifásico:** La conexión o arranque estrella-triángulo o estrella-delta, también conexión o arranque Ye-triángulo o Ye-delta son un modo de conexión para un motor trifásico, el cual se emplea para lograr un buen arranque.

5 MARCO TEÓRICO

- Un inversor de frecuencia es un dispositivo que encargado de regular y controlar la velocidad de giro de motores de corriente alterna. Su función es controlar la cantidad de energía que se suministra al motor.

FUNCIONAMIENTO DE LOS INVERSORES DE FRECUENCIA

El funcionamiento de un inversor de frecuencia se centra en la rectificación de la corriente alterna que reciben. La rectificación se lleva a cabo a través de diodos, resistencias, un contactor interno y capacitores. Lo que estos elementos permiten es conseguir corriente directa sin componentes de corriente alterna. Una vez que se obtiene la corriente directa, esta se vuelve a transformar en

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

corriente alterna y será la que determine la velocidad de giro del motor(ver figuras 1 y 2).

Los inversores de frecuencia también regulan al mismo tiempo la frecuencia y el voltaje de salida que llega al motor. Este proceso se hace de manera automática y no requiere de la intervención externa de operadores.

Fig. 1: Variador de velocidad

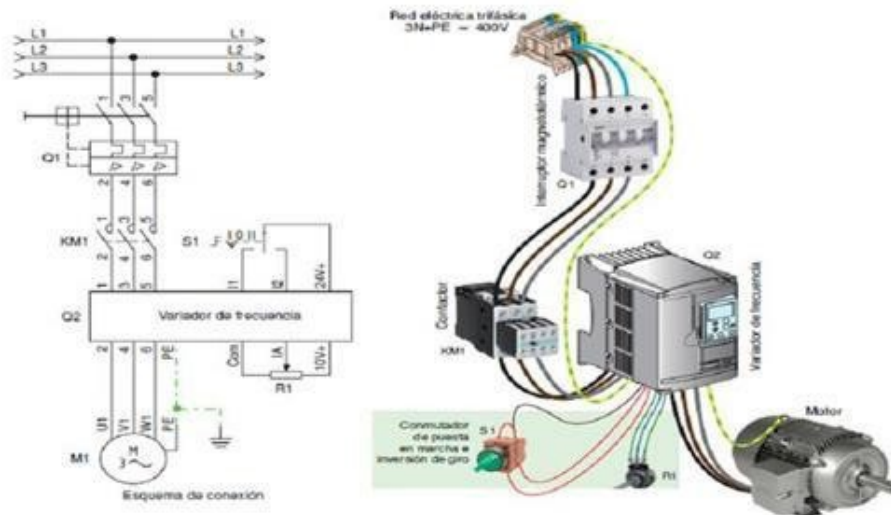


Fuente: Manual optidrive E2.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 2: Conexión típica de un motor controlado por variador de velocidad



Fuente: Manual optidrive E2

6 DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA

6.1 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- El personal que participen en la ejecución del laboratorio deben aplicar el autocuidado.
- Se deben inspeccionar visualmente las herramientas y/o los equipos a utilizar, a fin de garantizar que se encuentren en buenas condiciones de operación.
- Los equipos y herramientas que se utilicen solo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos o con la guía del docente.
- Una vez finalizados los trabajos, las áreas respectivas deben quedar en orden y aseo.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

6.2 CONDICIONES GENERALES

- Leer la guía por completo antes de iniciar la práctica de laboratorio.
- En todo momento y antes de colocar en operación el módulo, se debe contar con el visto bueno del docente.

6.3 EQUIPO A UTILIZAR

- Guía de operación rápida del módulo variador de velocidad.
- Módulo variador de velocidad (caja del variador de velocidad-contiene motor trifásico)
- Multímetro
- Juego de cables y conectores.

6.4 ACTIVIDADES






1. El módulo debe estar sin energizar.
2. Colocar la perilla selectora en la posición NEUTRA (donde esta VFD y LÓGICA CABLEADA).
3. Cablear el SW (S3), mediante el contacto abierto 13 y 14 llevando primero el cable de la posición 13 a la posición terminal 1 (+ 24 OUTPUT), del barraje de control y de la posición terminal 2 (D/I1), se cierra el circuito llevando el cable a la posición 14 del SW (S3).
4. Cablear la salida del VFD, teniendo presente que T1, se lleva al terminal del motor trifásico 3 (~) U1, T2 se lleva a V1 y T3 se lleva a W1.


GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

5. Cablear la salida del VFD, teniendo presente que T1, se lleva al terminal del motor trifásico 3 (~) U1, T2 se lleva a V1 y T3 se lleva a W1.
6. Realizar la conexión estrella, conectando entre si W2 con U2 y U2 con V2, mediante los cables dispuestos para tal fin.
7. Alimentar la maleta, mediante el conector a 220V y encender el sistema mediante Q1 y el SW de color verde del guarda motor y mantener el SW donde se arranca el VFD en la posición NEUTRA (0).
8. Configurar el VFD, mediante el teclado dispuesto en la figura 3:

Fig. 3: Funcionalidad del teclado

	NAVEGAR	Se utiliza para mostrar la información en tiempo real, acceder y salir del modo de edición y almacenar los cambios en los parámetros
	ARRIBA	Se utiliza para aumentar la velocidad en modo tiempo real o aumentar valores de los parámetros
	ABAJO	Se utiliza para disminuir la velocidad en modo tiempo real o disminuir valores de los parámetros
	RESETEAR / PARAR	Se utiliza para resetear el convertidor cuando se ha desconectado. En el modo teclado, se utiliza para parar el convertidor si está en marcha.
	MARCHA	En el modo teclado, se utiliza para poner en marcha una unidad parada o para invertir el sentido de giro si el modo teclado bidireccional está habilitado



Fuente: Manual optidrive E2.

- Configurar los parámetros básicos P-01(frecuencia máxima (60Hz)/velocidad límite), P-02(frecuencia mínima(0 Hz)/velocidad límite), P-03(tiempo rampa de aceleración(5 seg)), P-

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

04(tiempo rampa de deceleración(3 seg)), P-07(voltaje nominal del motor(220 Vac)), P-08(corriente nominal del motor(1.6 Amp)), P-09(frecuencia nominal del motor(60 Hz)), P-12(selección modo control (terminal/teclado/MODBUS/PI); mediante la tecla NAVEGAR.

- Dejar el parámetro P-12 en 2.
- Oprimir la tecla de RESETEAR/PARAR y configurar el valor de frecuencia nuevamente, solo si es necesario.
- Oprimir la tecla de MARCHA y pasar el SW (S3) de arranque a la posición 1 y se puede observar y escuchar el arranque del motor.
- Si oprime la tecla de MARCHA el motor cambia de giro.
- Una vez terminada la práctica se debe desenergizar el módulo y desconectar todos los cables de forma segura.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- El motor trifásico empleado en la práctica tiene una corriente por placa de 2.3 Amperios. Si se configura una protección térmica a un valor mayor este estará protegido en el caso de que se conecte este dispositivo.
- Qué pasa si se cablea el potenciómetro de 10 k Ω .
- Como es posible obtener corriente alterna trifásica de un convertidor de frecuencia, si alimentamos con corriente alterna monofásica.
- Si se configura el parámetro P03 en 10 segundos que resultados se obtienen.
- Que es una conexión estrella-triángulo.

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN ESTRELLA CON EL MÓDULO VARIADOR DE
VELOCIDAD

8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

1. Mayor Duque, A. M. (2014, noviembre 28). Método de medición de la eficiencia en un motor de inducción alimentado por variador de velocidad. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://bdigital.unal.edu.co/>
2. Sergio Fabián, M. S., Diego Fernando, G. M., & George Rusbell, S. C. (2013, junio 13). Instrumentación y control de velocidad para un motor de corriente alterna en el laboratorio de control e instrumentación de la E3T-UIS. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://tangara.uis.edu.co/>
3. Álvarez, W.,& y Sánchez, S. (2019). Puesta en marcha módulo didáctico variador de velocidad (Research Day 2019-1). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
4. Invertk, D. (1998, junio 14). Variable Frequency Drives. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://www.invertkdrives.com/>
5. Quimi, N. (2011, septiembre 9). Inversores de frecuencia - La mejor opción para controlar la velocidad de los motores. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://www.quiminet.com/>

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico en configuración estrella con parada por temporizador neumático al trabajo (*on delay*) en el módulo variador de velocidad. **LUGAR DE EJECUCIÓN:** Laboratorio de electricidad y electrónica

TIEMPO ESTIMADO: 1 hora

MATERIA: Mando y control eléctrico

DATOS GENERALES:

NOMBRE ESTUDIANTES:

C.C

1

2..... ..

3..... ..

NOMBRE DOCENTE:

.....

FECHA DE REALIZACIÓN:

aaaa/mm/dd

...../...../.....

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. DEFINICIONES.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	4
6. DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA.....	8
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	15
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	16

GUÍA 2
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA
POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON*
***DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD**

1 OBJETIVOS

- Conocer de forma general el módulo variador de velocidad, en la parte de control eléctrico y potencia.
- Seleccionar los elementos necesarios para la conexión en estrella del motor trifásico con temporizador.
- Realizar la conexión y arranque adecuada del motor, mediante el diagrama de control y potencia.

2 ALCANCE

Comprende el estudio inicial del módulo variador de velocidad antes de la conexión en su parte de control y potencia, la selección adecuada de elementos para conexión y el arranque del sistema.

3 INTRODUCCIÓN

El motor trifásico asíncrono es uno de los motores más usado en el mundo industrial por su sencillez en diseño y manejo.

Una característica del motor trifásico es el alto consumo de corriente cuando es alimentado con carga a través de un arranque directo que puede causar caídas de tensión en la red y posiblemente problemas en los sistemas mecánicos.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

4 DEFINICIONES

- **Contactador:** Dispositivo eléctrico para establecer o interrumpir el paso de la corriente.
- **Temporizador neumático al trabajo – *on delay*:** Cuando se energiza la bobina del contactor empieza a contar el tiempo programado, inmediatamente concluye el tiempo, cambia el estado de sus contactos.
- **Bobina:** Es un componente pasivo de dos terminales que generan un flujo magnético cuando se hacen circular por ellas una corriente eléctrica.
- **Conexión en estrella de un motor trifásico:** La conexión o arranque estrella-triángulo o estrella-delta, también conexión o arranque Ye-triángulo o Ye-delta son un modo de conexión para un motor trifásico, el cual se emplea para lograr un buen arranque.

5 MARCO TEÓRICO

Los procesos industriales son operaciones que se llevan a cabo para transformar materias primas en productos terminados. En un proceso industrial se pueden alterar las diversas características de la materia prima, como su forma, su tamaño y su color. Hay que tener claro que todos los procesos industriales como conjunto global se encuentra compuestos de una serie de subprocesos o tareas que son necesarios para lograr el fin propuesto. Según lo anterior, se puede establecer que los procesos más significativos al respecto son los de conformado, los de fundición, los de unión, los de maquinado, los de acabado, los de procesamiento y para las diferentes subfunciones de un proceso se utilizan motores eléctricos que pueden estar predispuestos o temporizados, para ciertas funciones específicas que ayudan a que el producto final salga al mercado en el tiempo estimado y de buena calidad.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO MEDIANTE TEMPORIZADOR, CONTACTOR, TÉRMICO Y CONTACTOS AUXILIARES EN GENERAL.

El funcionamiento de un motor trifásico mediante un temporizador al trabajo lo que busca es cumplir una función de operación a través de un tiempo programado y pasado este tiempo los contactos cambian de estado y el funcionamiento se detiene; si analizamos este dispositivo y lo llevamos a un proceso industrial, podemos utilizarlo para realizar una parte de un proceso de fabricación de forma controlada; adicional para un óptimo funcionamiento eléctrico se debe contar con un relé térmico el cual protege al motor de sobre corrientes disparando el dispositivo y desenclavando el contactor que cumple la función de dar paso de corriente o interrumpirla. Pero para que todos los elementos mencionados operen es necesario utilizar contactos auxiliares abiertos y cerrados, *start* y *stop* y cables de conexionado.

A continuación, se presentan algunos elementos eléctricos citados anterior mente mediante las figuras 1,2, 3 y 4 respectivamente:

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 1: Temporizador On-delay



Fuente: Manual Schneider Electric.

Fig. 2: Contactor



Fuente: Manual Chint

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 3: Relé térmico



Fuente: Manual Chint

Fig. 4: Cables de conexión



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

6 DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA

6.1 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- El personal que participen en la ejecución del laboratorio deben aplicar el autocuidado.
- Se deben inspeccionar visualmente las herramientas y/o los equipos a utilizar, a fin de garantizar que se encuentren en buenas condiciones de operación.
- Los equipos y herramientas que se utilicen solo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos o con la guía del docente.
- Una vez finalizados los trabajos, las áreas respectivas deben quedar en orden y aseo.

6.2 CONDICIONES GENERALES

- Leer la guía por completo antes de iniciar la práctica de laboratorio.
- En todo momento y antes de colocar en operación el módulo, se debe contar con el visto bueno del docente.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

6.3 EQUIPO A UTILIZAR

- Guía de operación rápida del módulo variador de velocidad.
- Módulo variador de velocidad (caja del variador de velocidad-contiene motor trifásico)
- Multímetro
- Juego de cables y conectores.

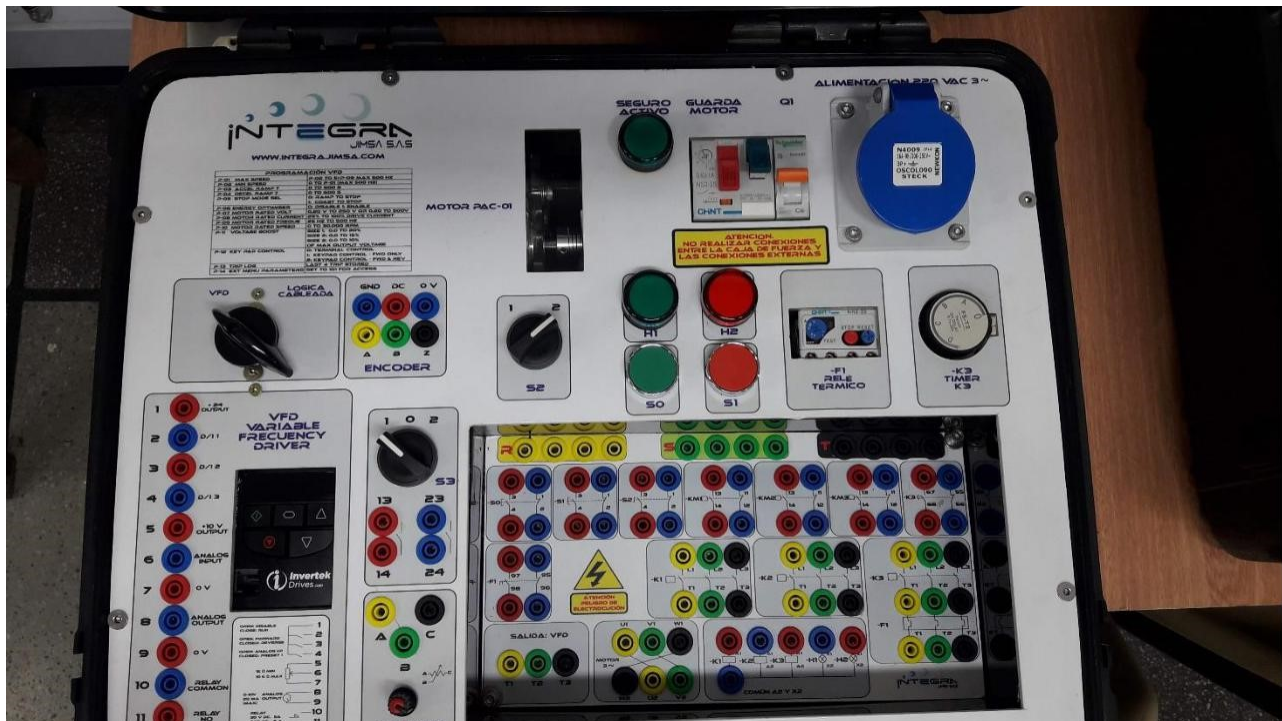
6.4 ACTIVIDADES

Antes de iniciar con el paso a paso, es importante ver las figuras 5, 6, 7 y 8 , con el propósito de que se tenga plena idea de lo que se va a ejecutar.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 5: Planta general del módulo

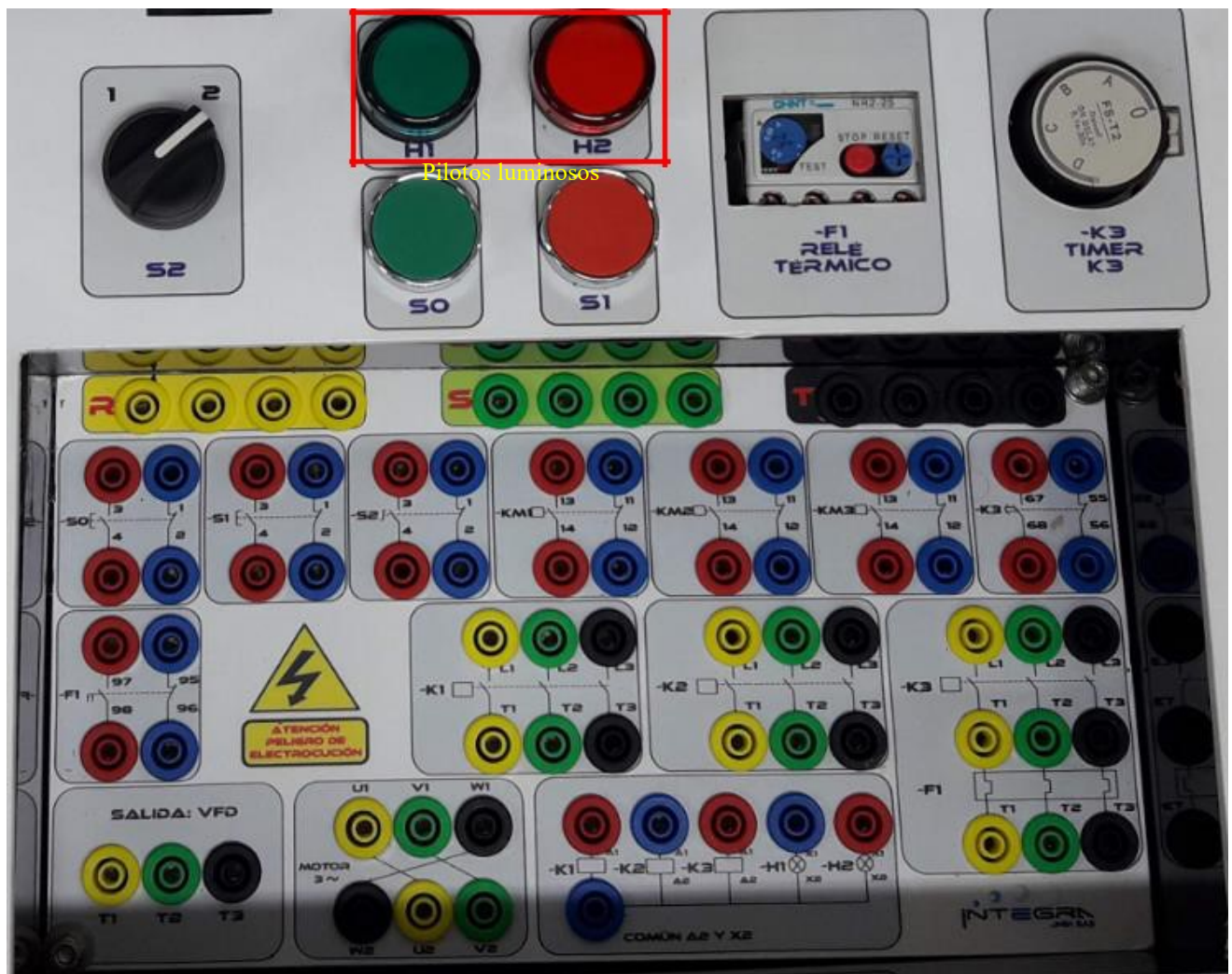


Fuente:Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 6: Planta de conexionado

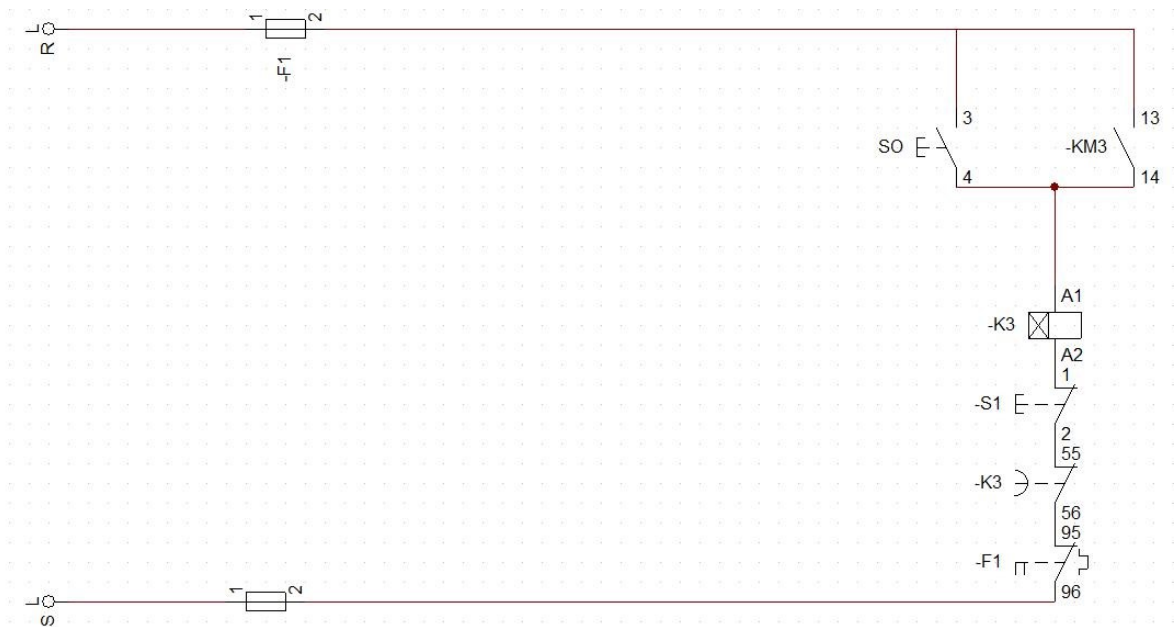


Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 7: Diagrama de control

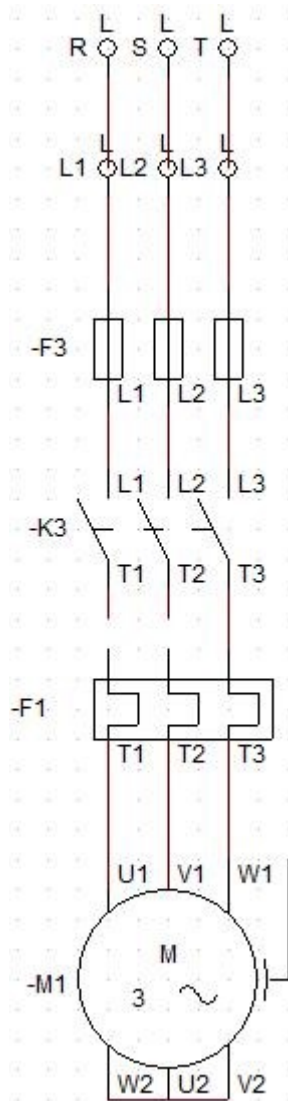


Fuente: Software CADe_SIMU

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 8: Diagrama de potencia



Fuente: Software CADe_SIMU

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

1. El módulo debe estar sin energizar.
2. Colocar la perilla selectora en la posición NEUTRA (donde esta VFD y LÓGICA CABLEADA).
3. Cablear el *start* (SO)-(3 y 4), mediante un cable que viene de la fase R y se lleva a 3, luego se sale de 4 de SO mediante un cable que se lleva a la terminal A1 de la bobina de K3.
4. Cablear la retención del circuito (13 y 14), mediante KM3 llevando un cable desde R a 13 y de 14 se sale a la terminal A1 de la bobina de K3.
5. Cablear la salida A2 de la bobina de K3, que es común de todas las bobinas y pilotos luminosos, mediante un cable que se lleva a la posición 1 del *stop* S1, luego se sale de 2 de S1 mediante un cable que va al contacto NC temporizado de K3 55 (recordar que el temporizador K3 TIMER está posicionado encima del contactor de la bobina de K3) y se sale con un cable de 56 a la posición 95 del relé térmico F1, de 96 se lleva un conector a la fase S y se cierra el circuito de control alimentado a 220 voltios de corriente alterna.
6. Ahora se realiza la conexión del circuito de potencia, llevando un cable desde la fase R (amarillo) a la posición L1 del contactor K3, luego se lleva un cable desde la fase S (verde) a la posición L2 del contactor K3 y finalmente se lleva un cable desde la fase T (negro) a la posición L3 del contactor K3. Luego se sale de la terminal T1 del relé térmico F1, mediante un cable a la terminal U1 del motor trifásico (3~), luego se sale de T2 del relé térmico F1, mediante un cable a la terminal V1 del motor trifásico (3~) y finalmente se sale del terminal T3 del relé térmico F1 con un cable hacia la terminal W1 del motor trifásico (3~).
7. Realizar la conexión estrella, conectando entre si W2 con U2 y U2 con V2, mediante los cables dispuestos para tal fin.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

8. Alimentar la maleta, mediante el conector a 220V y encender el sistema mediante Q1 y el SW de color verde del guarda motor y pasar el SW donde se arranca el VFD a la posición de lógica cableada.
9. Configure el relé térmico a un valor de corriente que garantice la protección del motor.
10. Configure el temporizador *TIMER* K3 a un valor tal que el proceso arranque sin novedades
11. Oprimir el botón de start S0 y observar si el motor trifásico arranca.
12. Una vez el motor arranque y pasado unos segundos, se puede dar stop mediante el botón S1 y de esta forma aseguramos que el montaje realizado se efectuó correctamente, pero la idea de la práctica es que se pare el motor luego de transcurrido el tiempo programado en el temporizador.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Si se opera el circuito de control de la figura 7, sin el relé térmico, este igual trabajará sin problemas y arrancará el motor sin novedades.
- Realice un circuito de control diferente al de la figura 7 para arrancar el mismo motor.
- Si se sitúa la perilla del timer en las posiciones A, B, C y D; qué tiempos se obtienen (anote estos tiempos).
- En que parte del circuito de control se puede cablear los pilotos H1 y H2 mostrados en la figura 6, para indicar el *start* y el *stop*.

GUÍA 2

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

1. CHINT, E. (2019, abril 1). Nuevo e - Catalogo general 2018. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://chintelectrics.es/>
2. Álvarez, W.,& y Sánchez, S. (2019). Puesta en marcha módulo didáctico variador de velocidad (Research Day 2019-1). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
3. INTEGRA, J. sas. (2019, agosto 14). Integra. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://www.integrajimsa.com/>

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA**

NOMBRE DE LA PRÁCTICA: Arranque de un motor trifásico en configuración estrella por indicación de baja temperatura del controlador MT-512E y con parada por temporizador neumático al trabajo (*on delay*) en el módulo variador de velocidad.

LUGAR DE EJECUCIÓN: Laboratorio de electricidad y electrónica

TIEMPO ESTIMADO: 1.5 hora

MATERIA: Mando y control eléctrico

DATOS GENERALES:

NOMBRE ESTUDIANTES:

C.C

1

2..... ..

3..... ..

NOMBRE DOCENTE:

.....

FECHA DE REALIZACIÓN:

aaaa/mm/dd

.../...../.....

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

TABLA DE CONTENIDO

	Pág
1. OBJETIVO.....	3
2. ALCANCE.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. DEFINICIONES.....	4
5. MARCO TEÓRICO.....	5
6. DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA.....	9
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	18
8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	19

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

1 OBJETIVOS

- Conocer de forma general el módulo variador de velocidad, en la parte de control eléctrico y potencia.
- Seleccionar los elementos necesarios para la conexión en estrella del motor trifásico con controlador de temperatura y temporizador.
- Realizar la conexión adecuada del motor, mediante el diagrama de control, potencia y el controlador de temperatura.

2 ALCANCE

Comprende el estudio inicial del módulo antes de la conexión en su parte de control y potencia, la selección adecuada de elementos, el cableado del controlador de temperatura y el arranque del sistema.

3 INTRODUCCIÓN

El motor trifásico asíncrono es uno de los motores más usados en el mundo industrial y grandes edificaciones por su simplicidad en diseño y manejo.

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

El motor trifásico se caracteriza por su alto consumo de intensidad cuando es alimentado con carga a través de un arranque directo que puede causar caídas de tensión en la red y problemas en los sistemas mecánicos; adicionalmente el arrancar un motor mediante un controlador por variación de una señal análoga como lo es la temperatura, le suministra a los procesos mejores condiciones de trazabilidad en la ejecución de una tarea industrial.

4 DEFINICIONES

- **Contactador:** Dispositivo eléctrico para dar paso o interrumpir el flujo de la corriente.
- **Temporizador neumático al trabajo – on delay:** Cuando se energiza la bobina del contactor empieza a contar el tiempo programado, inmediatamente concluye el tiempo, cambia el estado de sus contactos.
- **Bobina:** Es un dispositivo pasivo de dos puertos que generan un flujo magnético cuando se hacen circular por ellas una corriente eléctrica.
- **Conexión en estrella de un motor trifásico:** La conexión o arranque estrella-triángulo o estrella-delta, también conexión o arranque Ye-triángulo o Ye-delta son un modo de conexión para un motor trifásico, el cual se emplea para lograr un buen arranque.
- **Controlador de temperatura:** Dispositivo de control que cierra un contacto para arrancar o parar un proceso, mediante una señal de entrada análoga.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

5 MARCO TEÓRICO

Los procesos industriales son operaciones que se llevan a cabo para transformar materias primas en productos terminados. En un proceso industrial se pueden alterar las diversas características de la materia prima, como su forma, su tamaño y su color. Hay que tener claro que todos los procesos industriales como conjunto global se encuentra compuestos de una serie de subprocesos o tareas que son necesarios para lograr el fin propuesto. Según lo anterior, se puede establecer que los procesos más significativos al respecto son los de conformado, los de fundición, los de unión, los de maquinado, los de acabado, los de procesamiento y para las diferentes subfunciones de un proceso se utilizan motores eléctricos que pueden estar predispuestos o temporizados, para ciertas funciones específicas que ayudan a que el producto final salga al mercado en el tiempo estimado y de buena calidad.

FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO MEDIANTE TEMPORIZADOR, CONTACTOR, TÉRMICO, CONTACTOS AUXILIARES EN GENERAL Y UN CONTROLADOR

El funcionamiento de un motor trifásico mediante un temporizador al trabajo y un controlador, lo que busca es cumplir una función de operación a través de una condición de baja temperatura, de otro subproceso industrial para arrancar el motor y luego de un tiempo programado los contactos cambian de estado y el funcionamiento se detiene; si analizamos estos dispositivos podemos utilizarlos para realizar cualquier parte de un proceso de fabricación de forma controlada ; adicional para un óptimo funcionamiento eléctrico se debe contar con un relé térmico el cual protege al motor de sobre corrientes disparando el dispositivo y desenclavando el contactor que cumple la función de dar paso de corriente o interrumpirla. Pero para que todos los elementos mencionados operen es necesario utilizar contactos auxiliares abiertos y cerrados, *start* y *stop* y cables de conexionado.

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

A continuación, se presentan algunos elementos eléctricos citados anterior mente mediante las figuras 1,2, 3,4 y 5 respectivamente:

Fig. 1: Temporizador On-delay



Fuente: Manual Schneider Electric.

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 2: Contactor



Fuente: Manual Chint

Fig. 3: Relé térmico



Fuente: Manual Chint

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 4: Cables de conexión



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

Fig. 5: Controlador de temperatura



Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

6 DESARROLLO GENERAL DE LA PRÁCTICA

6.1 SEGURIDAD Y CONDICIONES AMBIENTALES

- El personal que participen en la ejecución del laboratorio deben aplicar el autocuidado.
- Se deben inspeccionar visualmente las herramientas y/o los equipos a utilizar, a fin de garantizar que se encuentren en buenas condiciones de operación.
- Los equipos y herramientas que se utilicen solo pueden ser operados por personas que tengan el nivel de competencias requerido para el manejo de los mismos o con la guía del docente.
- Una vez finalizados los trabajos, las áreas respectivas deben dejarse en buenas condiciones de orden y aseo.

6.2 CONDICIONES GENERALES

- Leer esta guía por completo antes de iniciar la práctica de laboratorio.
- En todo momento y antes de colocar en operación el módulo, se debe contar con el visto bueno del docente.

6.3 EQUIPO A UTILIZAR

- Guía de operación rápida de los módulos de aire acondicionado y el módulo INTEGRA del variador.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

- Módulo INTEGRA (caja del variador de velocidad-contiene motor trifásico-circuitos para cableado de control y potencia).
- Multímetro.
- Juego de cables y conectores.
- Módulo didáctico de aire acondicionado.
- Controlador de temperatura.

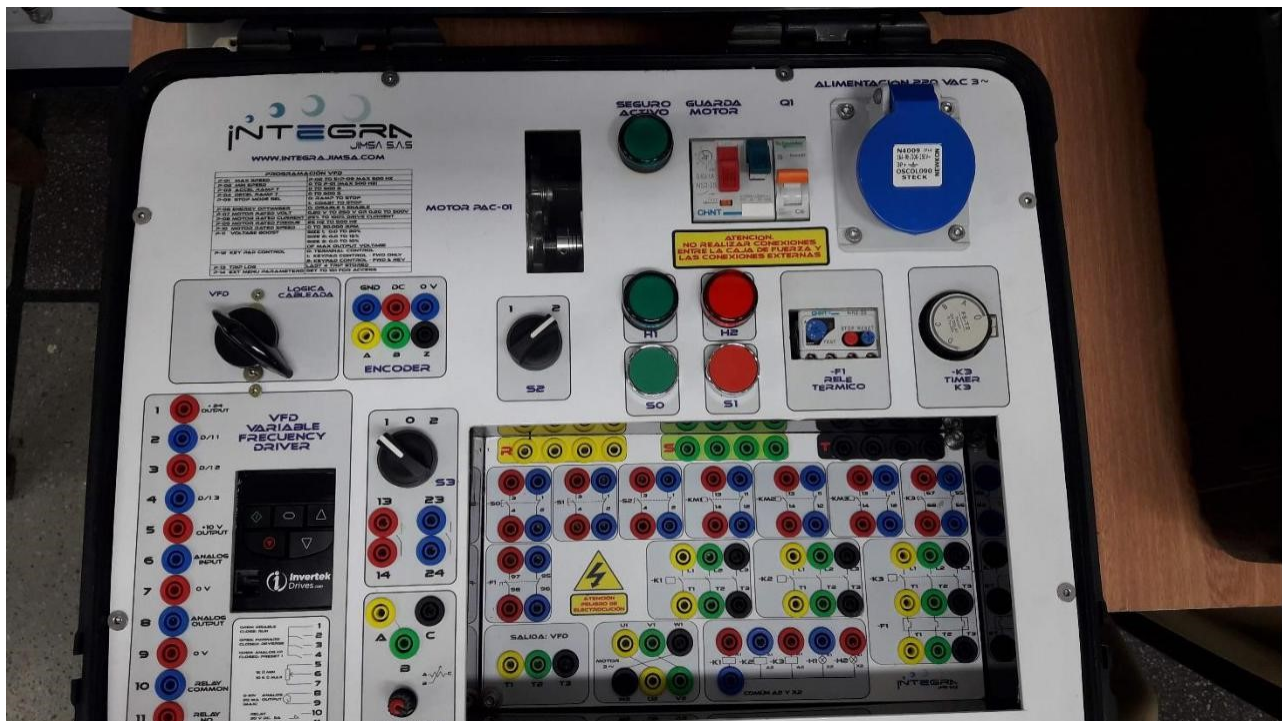
6.4 ACTIVIDADES

Antes de iniciar con el paso a paso, es importante ver las figuras 5, 6, 7 y 8 , con el propósito de que se tenga plena idea de lo que se va a ejecutar.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 5: Planta general del módulo

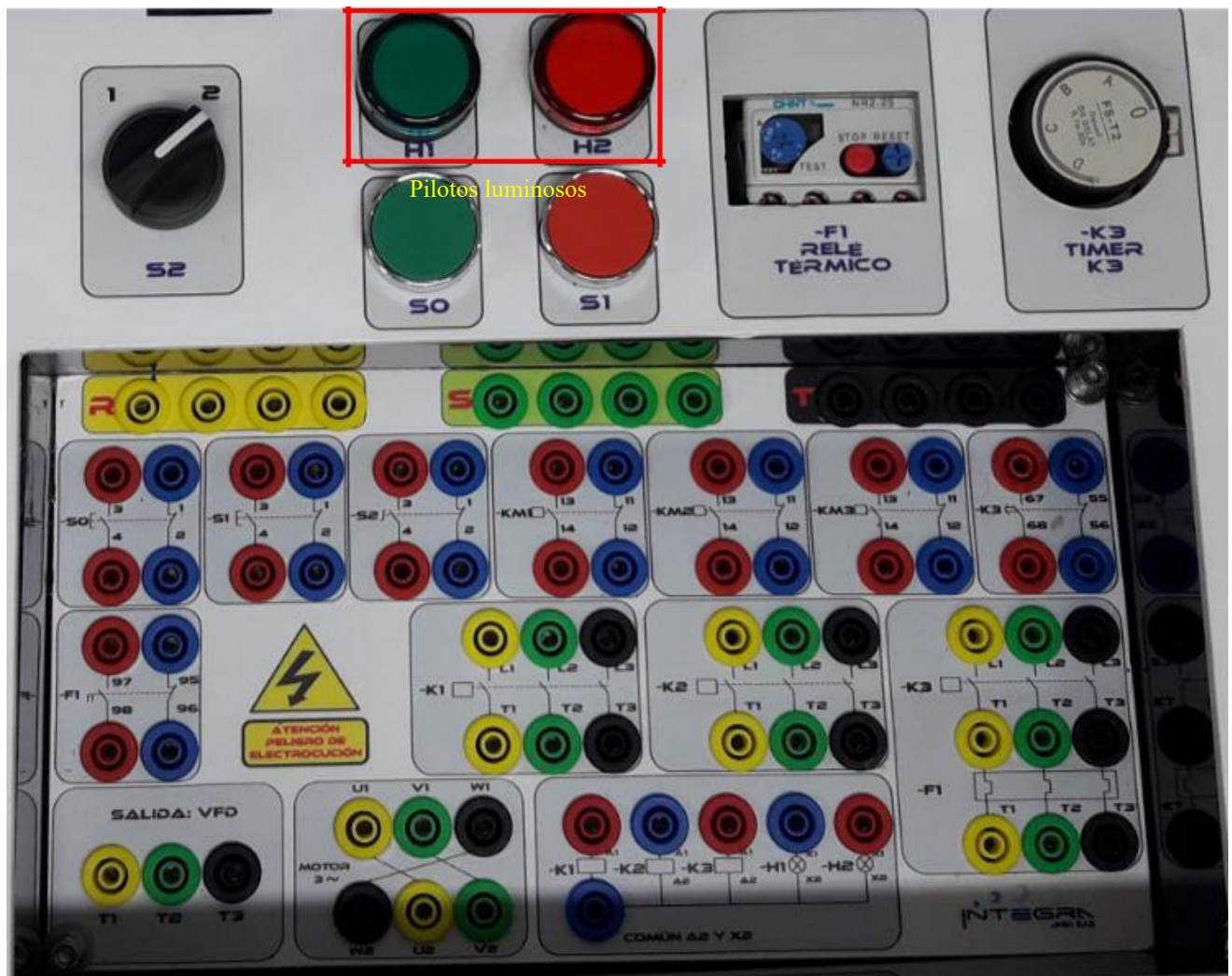


Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

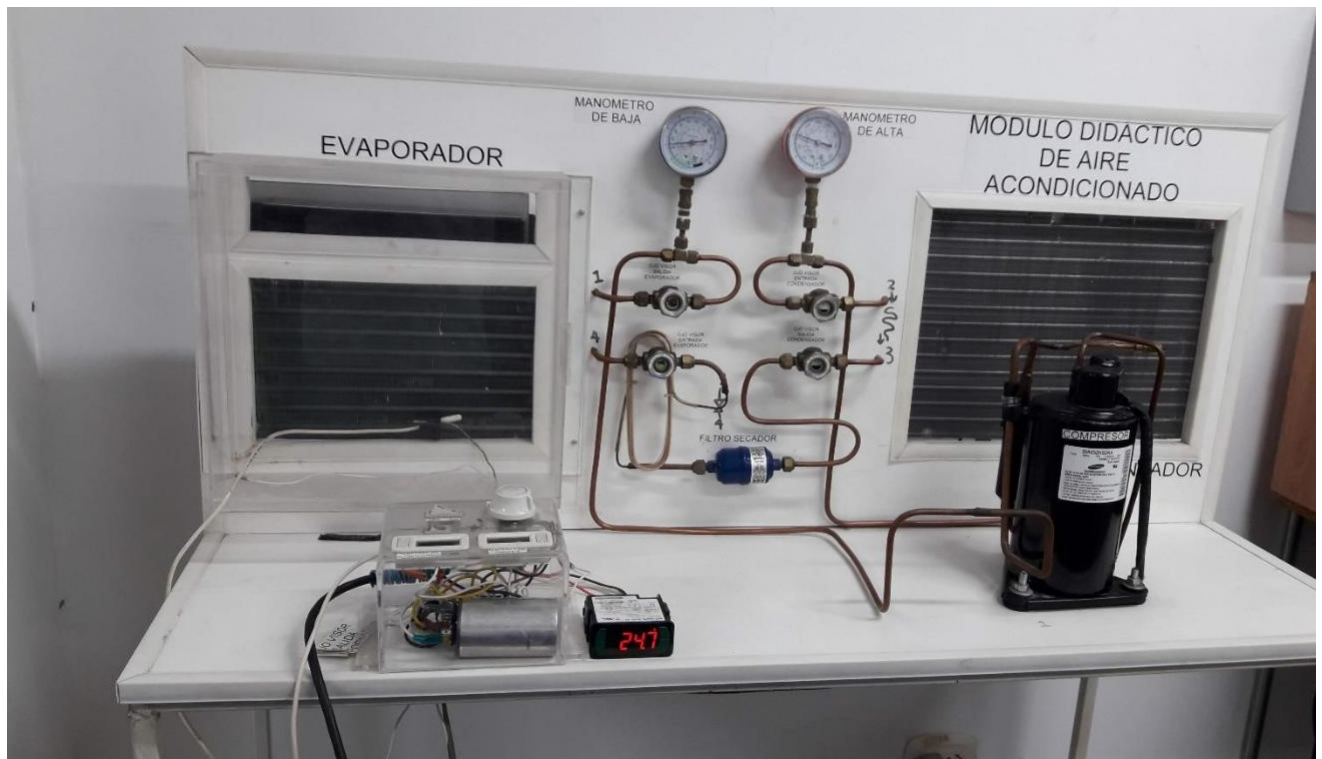
Fig. 6: Planta de conexionado



Fuente:Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (ON DELAY) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 7: Módulo didáctico de aire acondicionado

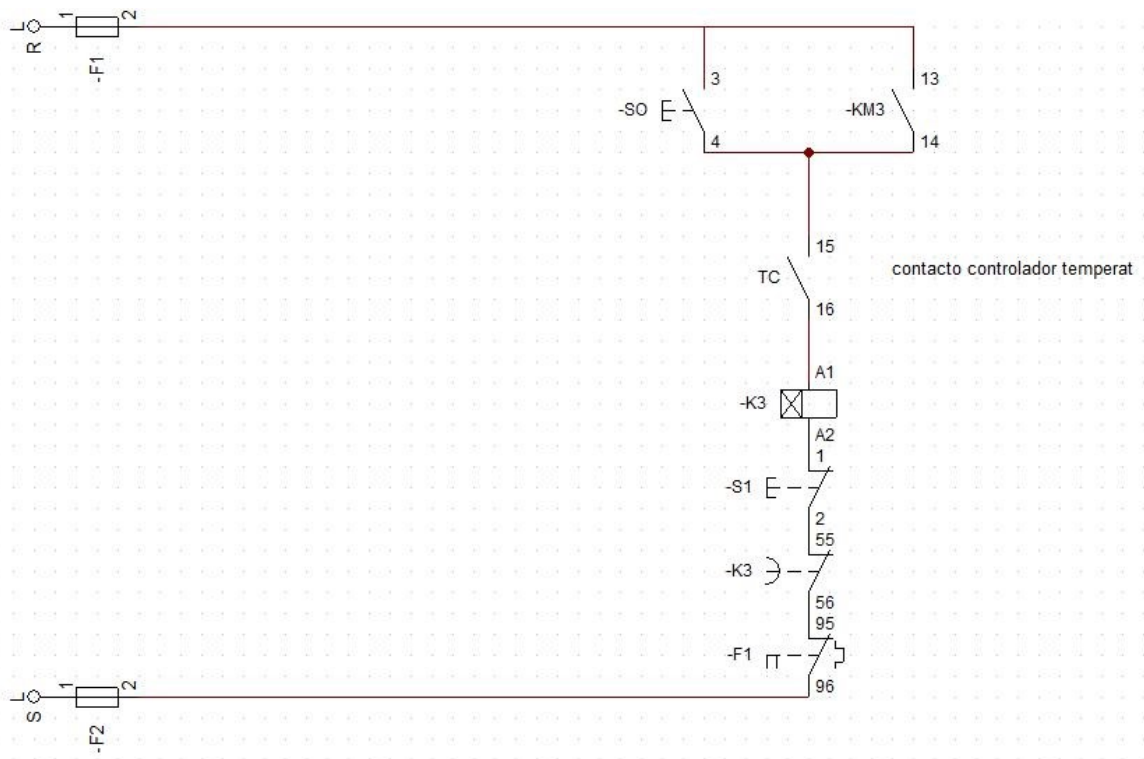


Fuente: Foto tomada del laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 8: Diagrama de control

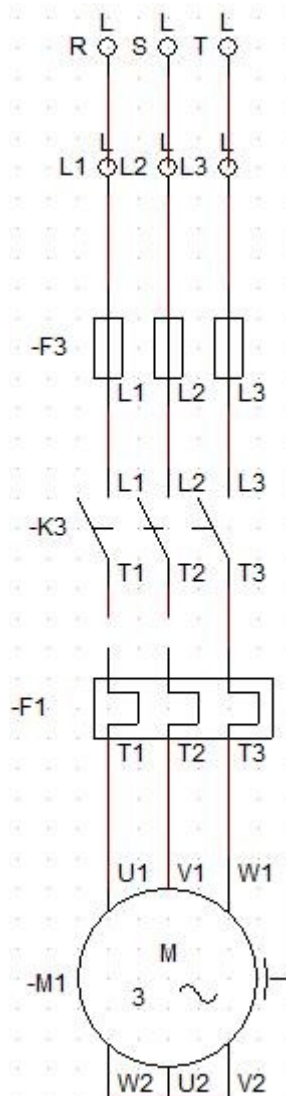


Fuente: Software CAdE_SIMU

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 9: Diagrama de potencia



Fuente: Software CADe_SIMU

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

1. Los módulos debe estar sin energizar.
2. Ubicar los módulos uno al lado del otro para poder realizar la conexión entre estos.
3. Colocar la perilla selectora en la posición NEUTRA (donde esta VFD y LÓGICA CABLEADA).
4. Cablear el *start* (SO)-(3 y 4), mediante un cable que viene de la fase R y se lleva a 3, luego se sale de 4 de SO mediante un cable que lo llevamos a la terminal 15 del controlador de temperatura (cablear con los caimanos y cables dispuestos en el laboratorio).
5. Cablear la retención del circuito (13 y 14), mediante KM3 llevando un cable desde R a 13 y de 14 se sale a la terminal 15 del controlador de temperatura (cablear con los caimanos y cables dispuestos en el laboratorio).
6. Cablear la salida del terminal 16 del controlador de temperatura mediante un conector a A1 de la bobina de K3, se sale de A2 que es común de todas las bobinas y pilotos luminosos, mediante un cable que se lleva a la posición 1 del stop S1, luego se sale de 2 de S1 mediante un cable que va al contacto NC temporizado de K3 55 (recordar que el temporizador K3 TIMER está posicionado encima del contactor de la bobina de K3) y se sale con un cable de 56 a la posición 95 del relé térmico F1, de 96 llevamos un conector a la fase S y se cierra el circuito de control alimentado a 220 voltios de corriente alterna.
7. Ahora se realiza la conexión del circuito de potencia, llevando un cable desde la fase R (amarillo) a la posición L1 del contactor K3, luego se lleva un cable desde la fase S (verde) a la posición L2

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

del contactor K3 y finalmente se lleva un cable de la fase T (negro) a la posición L3 del contactor K3. Luego se sale de la terminal T1 del relé térmico F1, mediante un cable a la terminal U1 del motor trifásico (3~), luego se sale de T2 del relé térmico F1, mediante un cable a la terminal V1 del motor trifásico (3~) y finalmente se sale del terminal T3 del relé térmico F1 con un cable hacia la terminal W1 del motor trifásico (3~).

8. Realizar la conexión estrella, conectando entre si W2 con U2 y U2 con V2, mediante los cables dispuestos para tal fin.
9. Alimentar la maleta, mediante el conector a 220V y encender el sistema mediante Q1 y el SW de color verde del guarda motor y pasar el SW donde se arranca el VFD a la posición de lógica cableada.
10. Configure el relé térmico a un valor de corriente que garantice la protección del motor.
11. Configura el temporizador TIMER K3 a un valor tal que el proceso arranque sin novedades.
12. Alimentar el módulo didáctico de aire acondicionado y verificar que la temperatura del controlador sea con un valor igual o menor de 22°C (este valor ya está configurado en el controlador), para que cierre el contacto 15-16 en el controlador de temperatura (se escucha cuando se cierra en el controlador).
13. Oprimir el botón de start SO y observar si el motor trifásico arranca.

GUÍA 1
PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR
TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR
INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR
MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR
NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO
VARIADOR DE VELOCIDAD

14. Una vez el motor arranque y pasado unos segundos, se puede dar *stop* mediante el botón S1 y de esta forma se asegura que el montaje realizado se efectuó correctamente, pero la idea es que el motor se apague temporizado, siempre y cuando las condiciones de temperatura enunciadas en el numeral 12 se mantengan.

7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

- Qué pasaría si en vez de encender el módulo de aire acondicionado para que la temperatura baje a 22°C, se coloca la sonda en un recipiente con agua, será que se obtiene el mismo resultado y más rápido que si se encendiera el módulo de aire acondicionado.
- Si se coloca un tiempo alto en el timer K3 y no se conservan las condiciones de temperatura definidas, en que valor de temperatura se apagaría el motor trifásico por desconexión del contacto 15-16.
- Si se para el sistema en funcionamiento mediante S1(*stop*) y manteniendo todas las condiciones de temporización y temperatura, será posible volver a arrancar el sistema mediante SO (*start*).
- Realice el diagrama de control con otro tipo de simbología a la desarrollada en la figura 8.

GUÍA 1

PROCEDIMIENTO PARA ARRANQUE DE UN MOTOR TRIFÁSICO EN CONFIGURACIÓN ESTRELLA POR INDICACIÓN DE BAJA TEMPERATURA DEL CONTROLADOR MT-512E Y CON PARADA POR TEMPORIZADOR NEUMÁTICO AL TRABAJO (*ON DELAY*) EN EL MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

8 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

1. Álvarez, J., & Callejón, I. (2002, septiembre 15). Máquinas térmicas motoras primera edición. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <https://fbermejo.files.wordpress.com/>.
2. CHINT, E. (2019, abril 1). Nuevo e - Catalogo general 2018. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://chintelectrics.es/>.
3. Álvarez, W.,& y Sánchez, S. (2019). Puesta en marcha módulo didáctico variador de velocidad (Research Day 2019-1). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.
4. INTEGRA, J. sas. (2019, agosto 14). Integra. Recuperado 14 de febrero de 2020, de <http://www.integrajimsa.com/>.
5. Sánchez, S. (2019). Análisis de transferencia de energía y ciclos termodinámicos a través del módulo didáctico de aire acondicionado del laboratorio de la UAN sede Medellín (Research Day 2019-2). Laboratorio de electricidad y electrónica, Medellín: UAN.

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

El objetivo de esta guía de operación rápida busca instruir sobre las condiciones de chequeo inicial antes de proceder a montar y/o ejecutar cualquier practica de laboratorio. Se deben seguir los siguientes lineamientos.

Fig. 1: Vista general del módulo didáctico de aire acondicionado



Fuente: Laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

1. Según la practica a ejecutar, ubique el módulo en un lugar cercano a la fuente de alimentación y con buen espacio.
2. Verifique de forma visual que todos los componentes del sistema estén en su lugar; es decir sin cables sueltos, piezas flojas, las presiones en los manómetros deben estar marcando OPSIG, etc.
3. Antes de conectar la toma a 110Vac, verifique que el *Switch* de encendido este en la posición de *OFF*, según se muestra en la figura 2.

Fig. 2: Switch de encendido del módulo



Fuente: Módulo didáctico de aire acondicionado

4. Posicione el Switch en ON, mostrado en la figura 2.
5. Una vez energizado el módulo, este prende el compresor, ventilador de evaporación, ventilador de condensación, controlador de temperatura y las presiones de ambos manómetros son diferentes de OPSIG, según la figura 3.

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO DIDÁCTICO DE AIRE ACONDICIONADO

Fig. 3: Panorámica general del módulo al energizarlo



Fuente: Laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

6. Este sistema permanecerá operando en su totalidad mientras la temperatura no baje por debajo de 22 °C . Apenas la temperatura baje de 22°C, solo quedara encendido el motor del evaporador y una vez la temperatura este por encima de 22°C , nuevamente los demás equipos del sistema se energizan nuevamente para alcanzar la temperatura configurada en el controlador.

7. De esta manera se realiza el chequeo general del módulo y queda listo para desarrollar las prácticas de laboratorio.

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA
TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL
LABORATORIO DE ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

El objetivo de esta guía de operación rápida busca instruir sobre las condiciones de chequeo inicial antes de proceder a montar y ejecutar cualquier practica de laboratorio. Se deben seguir los siguientes lineamientos.

Fig. 1: Vista general del módulo variador de velocidad



Fuente: Laboratorio electricidad y electrónica Universidad Antonio Nariño

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MODULO VARIADOR DE VELOCIDAD

1. Según la practica a ejecutar, ubique el módulo en un lugar cercano a la fuente de alimentación y con buen espacio.
2. Abra la tapa frontal del módulo y realice un chequeo visual general de la planta de trabajo, cerciorándose que el breaker Q1 mostrado en la figura 2, este en la posición de apagado.

Fig. 2: Switch Q1



Fuente: Módulo variador de velocidad

3. Conecte el cable de alimentación a la toma de 220Vac y al módulo mostrado en la figura 3.

Fig. 3: Fuentes de alimentación



Fuente: Módulo variador de velocidad

4. Suba el breaker de Q1 y presione el ON (color verde), del guarda motor para energizar todo el módulo, según la figura 4.

Fig. 4: Guarda motor



Fuente: Módulo variador de velocidad

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

5. Posicione el Switch selector mostrado en la figura 5, en lógica cableada y con un multímetro digital verifique voltajes de 220 Vac, del tablero de potencia y control mostrado en la figura 5 en las fases R,S y T.

Fig. 5: Switch selector-tablero de potencia y control



Fuente: Módulo variador de velocidad

6. Posicione el Switch selector mostrado en la figura 6, en VFD y con un multímetro digital verifique voltajes de DC (el voltaje máximo es de 24Vdc aproximadamente), del tablero del variador de frecuencia mostrado en la figura 6.

Fig. 6: Switch selector-tablero del variador de frecuencia



Fuente: Módulo variador de velocidad

7. Desenergice el módulo mediante el OFF (color rojo) del guarda motor, según la figura 7.

Fig. 7: Guarda motor



Fuente: Módulo variador de velocidad

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MODULO VARIADOR DE VELOCIDAD

8. Cablee según la figura 8 y mantenga el *switch* selector en la posición de VFD.

Fig. 8: Switch selector-tablero del variador de frecuencia



Fuente: Módulo variador de velocidad

9. Antes de energizar, consulte con el docente el montaje realizado.
10. Energice el módulo mediante Q1.
11. Verificar que el display del variador se encienda, según la figura 9.

GUÍA DE OPERACIÓN RÁPIDA MÓDULO VARIADOR DE VELOCIDAD

Fig. 9: Display variador



Fuente: Módulo variador de velocidad

12. Finalmente, el módulo, según los chequeos anteriores estaría funcional para iniciar cualquier practica de laboratorio.