



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título Ingeniero Electromecánico

Autor:

Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Director:

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando MSc.

La Maná- Ecuador

Julio, 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Delgado Espinosa Pablo Heriberto, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”**, siendo el MSc. Jácome Alarcón Luis Fernando, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



Delgado Espinosa Pablo Heriberto

C.I: 050346047-9

AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”**, del estudiante Delgado Espinosa Pablo Heriberto de la Carrera de Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, 17 de Julio 2017

El Tutor



Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando MSc

C.I: 050247562-7

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Delgado Espinosa Pablo Heriberto, con el título de proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.


La Maná, 28 de Julio 2017



PhD. Yoandrys Morales Tamayo
175695879-7
Lector 1



Ing. Vásquez Carrera Paco Jovanni M.Sc
C.I: 050175876 - 7
Lector 2



Ing. Jessica Castillo Fiallos M.Sc
C.I: 060459021-6
Lector 3

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la oportunidad de concluir mi carrera profesional con éxito.

A mi familia quienes me han apoyado moralmente, aconsejándome a continuar superándome.

Pablo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a Dios, por darme la vida a través de mis adorados padres y concederme una maravillosa familia, sin ellos no podría haber culminado con éxito esta etapa de mi vida profesional.

Pablo



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”

Autor:

Delgado Espinosa Pablo Heriberto

RESUMEN

El presente proyecto viene motivado por el auge que ha experimentado la automatización industrial en los últimos años, dotando a las industrias y empresas de sistemas de control totalmente automáticos e integrados. La automatización industrial es un conjunto de técnicas basadas en sistemas capaces de recibir información del proceso sobre el cual actúan, realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. En el caso específico de los aires acondicionados, la automatización permite garantizar las condiciones de confort en el ambiente a acondicionar. La automatización de la industria, obras civiles y edificios y su control inteligente, constituye una tecnología novedosa que cambia totalmente el concepto de control tradicional electromecánico con su complejidad y problemas de instalación. El objetivo de este proyecto será implementar un módulo didáctico automatizado, para proceso de acondicionamiento de aire con un PLC S7-1200. Al mejorar el proceso de aprendizaje del estudiante de la Carrera de Electromecánica. Se utilizará un proceso de tratamiento del aire para modificar ciertas características como son la humedad y la temperatura adicionalmente, también se podrá mejorar la impureza del aire. Se beneficiará el estudiante fortaleciendo sus conocimientos, conocerá cada uno de sus componentes y sus funcionamientos, conocerá la importancia y funcionamiento de cada equipo que lo constituyen y programar mediante software TIA PORTAL V.12.0 para controlar los funcionamientos de los aparatos de refrigeración mediante un computador. Gracias a la automatización de los sistemas de climatización se consigue optimizar el consumo energético y la mano de obra ya que se dispone de un sistema que funciona de manera automática optimizando todos los procesos que intervienen en él y permitiendo a los mantenedores del sistema dedicarse a otra serie de trabajos que no implique la supervisión constante de éste.

PALABRAS CLAVES: Refrigeración, automatización, aire acondicionado.



TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING SCIENCES AND APPLIED

TITLE: "IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF AUTOMATION PRACTICE THROUGH A DIDACTIC MODULE WITH THE SIMATIC S7-1200 PLC FOR CONTROLLING REFRIGERATION AND AIR CONDITIONING SYSTEMS"

Author:

Delgado Espinosa Pablo Heriberto

ABSTRACT

This project is motivated by the boom experienced by industrial automation in recent years, providing industries and companies with fully automatic and integrated control systems. Industrial automation is a set of techniques based on systems capable of receiving information about the process on which they act, performing analysis actions, organizing and controlling them appropriately with the objective of optimizing production resources, such as materials, human, economic, financial, etc. In the specific case of air conditioners, the automation allows to guarantee the comfort conditions in the environment to be conditioned. The automation of industry, civil works and buildings and their intelligent control, constitutes a novel technology that totally changes the concept of traditional electromechanical control with its complexity and installation problems. The objective of this project will be to implement an automated didactic module, for air conditioning process with an S7-1200 PLC. By improving the student learning process of the Electromechanical Major. An air treatment process will be used to modify certain characteristics such as humidity and temperature additionally, air impurity can also be improved. The student will benefit by strengthening his knowledge, will know each of its components and their operations, will know the importance and operation of each equipment that constitute it and program using TIA PORTAL V.12.0 software to control the operation of the refrigeration devices using a computer. Thanks to the automation of the air conditioning systems it is possible to optimize the energy consumption and the workforce since it has a system that works automatically optimizing all the processes that take part in it and allowing the maintainers of the system to go to another series of works that do not imply the constant supervision of this one.

KEYWORDS: Refrigeration, automation, air conditioning.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: **DELGADO ESPINOSA PABLO HERIBERTO**, con el título de proyecto de investigación **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, 28 de Julio 2017

Atentamente



Lcdo. Kevin Rivas Mendoza
DOCENTE

C.I.: 1311248049

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| Contenido | |
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA | ii |
| AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN..... | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| RESUMEN..... | vii |
| ABSTRACT | viii |
| CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN | ix |
| ÍNDICE GENERAL..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL..... | 1 |
| 1.1. Título del Proyecto: | 1 |
| 2. RESUMEN DEL PROYECTO..... | 2 |
| 3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... | 3 |
| 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO | 3 |
| 5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... | 4 |
| 6. OBJETIVOS..... | 5 |
| 6.1. Objetivo General | 5 |
| 6.2. Objetivos Específicos | 5 |
| 7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS | 5 |
| 8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA..... | 6 |
| 8.1. La automatización | 6 |
| 8.1.1. Definición de Automatización..... | 6 |
| 8.1.2. Sistema automatizado..... | 7 |
| 8.5. Característica sistema S7-1200 | 10 |
| 8.5.1. El controlador..... | 11 |
| 8.5.2. Los paneles | 11 |
| 8.5.3. El software..... | 11 |
| 9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS | 23 |

| | | |
|---------|---|----|
| 10. | METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL | 26 |
| 10.1. | Investigación de Campo | 26 |
| 10.2. | Investigación Bibliográfica-Documental | 26 |
| 10.3. | Métodos de Investigación..... | 27 |
| 10.3.1. | El método inductivo | 27 |
| 10.3.2. | El método deductivo..... | 27 |
| 10.4. | Técnicas de Investigación | 27 |
| 10.4.1. | La Entrevista..... | 27 |
| 10.4.2. | La Encuesta | 28 |
| 10.5. | Población..... | 28 |
| 10.6. | Diseño experimental..... | 28 |
| 11. | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS..... | 29 |
| 11.1. | Selección de Elementos..... | 29 |
| 11.2. | Construcción del módulo didáctico | 30 |
| 11.3. | Estructura del módulo de control | 30 |
| 11.3.1. | Dimensiones del Modular | 31 |
| 11.3.2. | Componentes del Módulo de Control | 31 |
| 11.4. | Controlador Lógico Programable..... | 32 |
| 11.6. | Compresor | 37 |
| 11.7. | Condensador..... | 38 |
| 11.8. | Evaporador | 39 |
| 11.8.1. | Función..... | 40 |
| 11.8.2. | Tipos..... | 40 |
| 11.9. | Válvula de Expansión..... | 42 |
| 11.9.1. | Tipos..... | 42 |
| 11.9.2. | Componentes de la VET..... | 43 |
| 11.10. | Configuración del PLC y HMI con el TIA Portal | 43 |
| 12. | IMPACTOS..... | 46 |
| 13. | PRESUPUESTO DEL PROYECTO..... | 46 |
| 14. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 48 |
| 14.1. | Conclusiones | 48 |
| 14.2. | Recomendaciones..... | 49 |
| 15. | BIBLIOGRAFÍA..... | 50 |
| 16. | ANEXOS..... | 52 |

| | | |
|----|-------------------------------------|----|
| A. | Hoja de vida del tutor | 52 |
| B. | Hoja de vida del investigador | 53 |
| C. | Instalación de borneras | 54 |
| D. | Configuración con el HMI | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Beneficiarios del proyecto | 3 |
| Tabla 2: Actividades y metodologías para los objetivos específicos | 5 |
| Tabla 3. Valores observados hipotesis general..... | 25 |
| Tabla 4. Valores esperados hipotesis general | 25 |
| Tabla 5: Técnicas e instrumentos | 28 |
| Tabla 6: Diseño experimental..... | 28 |
| Tabla 7: Selección de elementos | 29 |
| Tabla 8. Características del cpu 1212c. | 34 |
| Tabla 9. Dimensiones del montaje | 36 |
| Tabla 10: Presupuesto del proyecto..... | 46 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Partes del plc simatic s7-1200..... | 10 |
| Figura 2: Esquema de señal del proceso hmi. | 13 |
| Figura 3: Estructura general del software hmi | 14 |
| Figura 4. Ciclos de refrigeración | 17 |
| Figura 5. Distribución del chi cuadrado | 26 |
| Figura 6. Vista de plc..... | 33 |
| Figura 7. Dimensiones del montaje | 35 |
| Figura 8. Espacio libre necesario..... | 37 |
| Figura 9. Hmi programando | 44 |
| Figura 10. Pantalla hmi..... | 45 |

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICA DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO”

Fecha de inicio:

La Maná 19 de Octubre del 2016

Fecha de finalización:

La Maná 15 de Julio del 2017

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia:

Faculta de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Tutor de titulación:

Ing. Jácome Alarcón Luis Fernando MSc.

Coordinador del proyecto:

Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Procesos industriales

Sub líneas de investigación de la Carrera: Sistemas mecatrónicos y automatización industrial

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto viene motivado por el auge que ha experimentado la automatización industrial en los últimos años, dotando a las industrias y empresas de sistemas de control totalmente automáticos e integrados. La automatización industrial es un conjunto de técnicas basadas en sistemas capaces de recibir información del proceso sobre el cual actúan, realizar acciones de análisis, organizarlas y controlarlas apropiadamente con el objetivo de optimizar los recursos de producción, como los materiales, humanos, económicos, financieros, etc. En el caso específico de los aires acondicionados, la automatización permite garantizar las condiciones de confort en el ambiente a acondicionar.

La automatización de la industria, obras civiles y edificios y su control inteligente, constituye una tecnología novedosa que cambia totalmente el concepto de control tradicional electromecánico con su complejidad y problemas de instalación. El objetivo de este proyecto será implementar un módulo didáctico automatizado, para proceso de acondicionamiento de aire con un PLC S7-1200. Al mejorar el proceso de aprendizaje del estudiante de la Carrera de Electromecánica. Se utilizará un proceso de tratamiento del aire para modificar ciertas características como son la humedad y la temperatura adicionalmente, también se podrá mejorar la impureza del aire.

Se beneficiará el estudiante fortaleciendo sus conocimientos, conocerá cada uno de sus componentes y sus funcionamientos, conocerá la importancia y funcionamiento de cada equipo que lo constituyen y programar mediante software TIA PORTAL para controlar los funcionamientos de los aparatos de refrigeración mediante un computador. Gracias a la automatización de los sistemas de climatización se consigue optimizar el consumo energético y la mano de obra ya que se dispone de un sistema que funciona de manera automática optimizando todos los procesos que intervienen en él y permitiendo a los mantenedores del sistema dedicarse a otra serie de trabajos que no implique la supervisión constante de éste.

PALABRAS CLAVES: Refrigeración, automatización, aire acondicionado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este trabajo será enfocado para la enseñanza práctica para fortalecer el conocimiento del estudiante, convirtiendo así en un aprendizaje favorable para la educación. Se implementará un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para controlar los sistemas de refrigeración y aire acondicionado en el laboratorio de investigación de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. El módulo didáctico del sistema de refrigeración y aire acondicionado prestará un servicio práctico para los estudiantes dedicados a hacer prácticas, también para los docentes que darán esta asignatura (refrigeración y aire acondicionado) lo utilizarán prácticamente como medio de explicación, su uso será de forma cuidadosa y organizada donde tendrán la oportunidad de guiarse por medio de un manual de funcionamiento.

En general se utiliza un proceso de tratamiento del aire para modificar ciertas características como son la humedad y temperatura, adicionalmente también puede controlarse la pureza del aire para crear un ambiente frío, el sistema de aire acondicionado obtendrá el calor del medio ambiente y lo expulsa al exterior, mientras que el aire fresco permanece en la habitación y a través del sistema de ventilación el aire se distribuirá uniformemente. Dentro de estas tendencias se encontrará los dispositivos de control para utilizarlos en instalaciones de refrigeración que simplifican y optimizan las tareas de ajuste y programación para mantener las condiciones deseadas en estos sistemas. Ello conducirá a la buena automatización de los procesos que anteriormente requerirán de la intervención de un docente calificado para el manejo óptimo del módulo didáctico.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: directos e indirectos.

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

| Beneficiarios Directos | Beneficiarios Indirectos |
|--|---|
| 240 alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná | Delgado Espinosa Pablo Heriberto Siete docentes de la Carrera de Electromecánica |

Fuente: Secretaria Académica Periodo Abril – Agosto 2017

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La automatización consistirá en dotar al sistema los dispositivos que le permitirá operar por sí mismo. Para conseguir esta automatización será necesario contar con una serie de sensores o captadores capaces de registrar las condiciones del entorno y de funcionamiento interno. Las señales procedentes de esos captadores habrán de ser analizadas por un órgano de control que, basándose en esa información y en una serie de consignas o parámetros que definirán el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso. Con esta estrategia se conseguirá la manipulación, y apelación de equipos y un gran interés por parte del alumno creando unidades prácticas, enfocada a la adquisición y habilidades de destreza en relación con el aprendizaje y adquisición de la ingeniería de control de proceso automatizado.

La refrigeración es un proceso que consiste en bajar o mantener el nivel de calor de un cuerpo o un espacio. Considerando que realmente el frío no existe y que debe hablarse de mayor o menor cantidad de calor o de mayor o menor nivel térmico (nivel que se mide con la temperatura), refrigerar es un proceso termodinámico en el que se extrae calor del objeto considerado (reduciendo su nivel térmico), y se lleva a otro lugar capaz de admitir esa energía térmica sin problemas o con muy pocos problemas. La automatización es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar el funcionamiento del aire acondicionado como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarcara la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software TIA PORTAL en tiempo real para supervisar y controlar el funcionamiento que se realizará en el sistema.

Metodológicamente este proyecto sirve para futuros estudiantes que quieran mejorar el diseño de este trabajo de investigación o tomarlo de guía para su uso en otras áreas de control. La realización de este proyecto se justificó de manera social en el hecho de que un módulo didáctico para el control de sistemas de refrigeración y aire acondicionado siempre es necesario para la realización de prácticas experimentales con los estudiantes dentro de una carrera técnica.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar y desarrollar práctica de automatización con un módulo didáctico mediante el PLC SIMATIC S7-1200 para controlar los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

6.2. Objetivos Específicos

- Identificar los equipos del sistema de automatización mediante su funcionalidad para ponerlos en práctica.
- Conocer el funcionamiento de cada elemento que se compone el módulo didáctico de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado para tener más conocimiento establecido en lo práctico.
- Garantizar el aprendizaje práctico tecnológico a los estudiantes de la Carrera de Electromecánica mediante la programación del software TIA PORTAL

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades y Metodologías para los objetivos específicos

| Objetivos | Actividad | Resultados de la actividades | Descripción de la actividad |
|--|---|--|---|
| Identificar los equipos del sistema de automatización mediante su funcionalidad para ponerlos en práctica. | conocer el funcionamiento de los sistema de refrigeración | Establecer qué se debe hacer con los equipos establecidos. | Técnicas de observación Técnicas grupales Instrumento hacia la práctica del funcionamiento del sistema |
| Conocer el funcionamiento del equipo de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. | Capacitar a los docentes de la universidad de la Carrera de la Electromecánica. | Por medio de la manipulación del sistema de automatización | Técnicas de observación Instrumento de video obtenido del internet. Maqueta. Computadora. |

| | | | |
|---|---|--|--|
| Garantizar el aprendizaje práctico tecnológico a los estudiantes de la carrera de ingeniería electromecánica mediante la programación del software TIA PORTAL | Motivar a los estudiantes a que aprendan a programar mediante software TIA PORTAL | El uso de las tecnologías en el laboratorio práctico incrementara el interés y el mejoramiento de aprendizajes de los estudiantes. | Técnicas de Comentarios. Instrumento hacia la práctica Módulo didáctico practico, computadora, parlantes videos etc. |
|---|---|--|--|

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. La automatización

8.1.1. Definición de Automatización

Es la técnica de adaptar, diseñar y controlar un proceso mediante el acoplamiento de dispositivos tecnológicos en una máquina, a su vez optimizándola para aprovechar al máximo su capacidad de producción y obtener mayores y mejores ganancias.

En un concepto actual debemos entender por Automatización el proceso de diseño realizado y/o explotación de sistemas que emplean y combinan la capacidad de las máquinas para realizar tareas y controlar secuencias de operación sin intervención humana.

La automatización cambia la aplicación conjunta de la tecnología eléctrica, electrónica, neumática, hidráulica y/o mecánica para transformar un gran número de procesos de fabricación (DURAN, José; MARTÍNEZ, Herminio, 2012, pg.7).

La automatización es un sistema donde se transfiere tareas de producción aun conjunto de elementos tecnológicos, anteriormente realizadas por operadores humanos y actualmente sustituidos por dispositivos capaces de tomar decisiones, realizar cálculos y trabajos rutinarios (BARBADO, José; MARTÍN, Jesús, 2013, pg.108).

8.1.2. Sistema automatizado

“Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.” Para el grupo de investigación un sistema automatizado es un conjunto de actividades o procesos que en un principio las realizaban los trabajadores manualmente empleando demasiado tiempo a realizarlo, mientras que con la implementación de nuevas tecnologías se puede realizar las mismas operaciones con mayor velocidad y bajo costo de mantenimiento (CANTO, Carlos, 2008, pág. 18).

8.1.3. Niveles de automatización

El grado de automatización de un proceso viene determinado fundamentalmente por factores de tipo económico y tecnológico, por ello podemos encontrar una gama muy amplia y variada, dependiendo de los objetivos a alcanzar. Sin embargo, el National Bureau of standards (NBS), con el objetivo de aclarar conceptos, ha definido el modelo de automatización integral de empresas identificando los diferentes niveles que se pueden encontrar, a fin de estructurar e integrar sus fases de producción, diseño y gestión. El modelo propuesto por la NBS corresponde a estos cinco niveles de automatización: Proceso, estación, célula, sección, factoría (MEDINA, Guadayol, 2011, pág. 84).

8.1.4. Ventajas de la automatización

A la hora de realizar una instalación domótica en una vivienda hay que tener en consideración que los requerimientos de los usuarios residenciales son distintos a los profesionales, ubicados en oficinas o industrias, algo que hay que tener en cuenta al evaluar la tecnología y los sistemas más adecuados para satisfacer sus necesidades que, fundamentalmente, se dirigen, como se ha comentado, a hacer más amigable su relación con el entorno en el que habita una gran parte del tiempo (LÓPEZ, Carlos, 2007, pág. 22).

8.2. Sistemas de control

“Los sistemas de control son aquellos sistemas capaces de recoger información proveniente de entradas (sensores o mandos), procesarla y emitir órdenes a un actuador o salida, con el objeto

de conseguir confort, gestión de la energía o la protección de personas, animales y bienes (RODRIGUEZ, Antonio , 2011, pág. 11).

8.3. Controlador Lógico Programable

El PLC también llamado autómeta programable, el PLC surgió en los años sesenta en estados unidos por la necesidad de la industria automotriz u su propósito principal fue eliminar el costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relevadores (SORIA, Saturnino, 2013, pg.73).

El autómeta programable o PLC (Programmable Logic Controller), es el componente que es un cuadro eléctrico, nos permite elaborar y modificar las funciones que tradicionalmente se han realizado con relés, contactores, temporizadores (RUIZ, Diana, 2014, pg.10).

Un controlador lógico programable (PLC) es una forma especial de controlador basado en procesadores que usan una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones tales como lógica, secuenciación, temporizaciones, conteo y aritmética; con el objetivo de controlar máquinas y procesos. Son diseñados para operar por ingenieros con un conocimiento limitado de computadoras y lenguajes de computación.

Los PLCs son optimizados para tareas de control y el entorno industrial, por tanto, son:

- Robustos y diseñados para resistir vibraciones, temperatura, humedad y ruido.
- Son fáciles de programar y tiene un lenguaje de programación fácil de comprender el cual es principalmente concerniente con operaciones lógicas y de conmutación.

La arquitectura hardware del PLC consiste de una CPU para el control de cálculos; memoria operativa para datos temporales, memoria de programa, conversor A/D y D/A como interfaces con los valores del procesos, un bus interno de datos para intercambio de datos, y un paquete robusto para ambientes severos, incluyendo vibraciones.

El mercado del PLC puede segmentarse en 5 grupos.

1. Micro PLCs
2. PLCs pequeños

3. PLCs medianos
4. PLCs grandes
5. PLCs muy grandes

Las diferencias entre las categorías incluye: cantidad de E/S, tamaño de memoria, lenguaje de programación, funciones software, y otros factores. Una comprensión de los rangos del PLC y sus características le permitirá al usuario identificar adecuadamente el controlador que puede satisfacer los requerimientos de una aplicación en particular.

Los PLC están disponibles en todas las formas y tamaños, cubriendo un amplio espectro de capacidades. En la parte baja están los sustitutos del relé con un mínimo de E/S y capacidad de memoria. En el tope están los grandes controladores de supervisión m, los cuales juegan un papel importante en los sistemas jerárquicos por la realización de una variedad de funciones de control y adquisición de datos. Los micro PLC se utilizan en aplicaciones con hasta 32 E/S, siendo 20 o menos lo normal. Los micros PLC son seguidos por los PLC pequeños los cuales tienen de 32 a 128 E/S. Los PLC medianos son usados en aplicaciones que necesitan más de 128 E/S, además de control analógico, manipulación de datos y capacidades aritméticas.-

Los PLC muy grandes son utilizados en sofisticadas aplicaciones de control y adquisición de datos que requieren gran cantidad de memoria y capacidades de E/S, las interfaces de E/S remotas y especiales son también un requerimiento estándar para este tipo de controlador. Aplicaciones típicas para este tipo de muy grandes PLC incluyen fábricas de acero y refinerías (RAMÍREZ, Maikel, 2011).

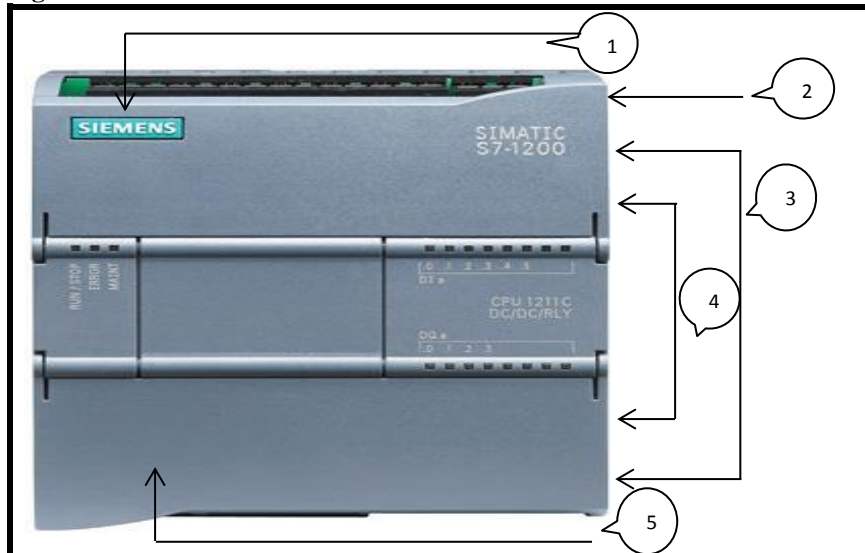
8.4. PLC Simatic S7-1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

- 1.- Conector de corriente.
- 2.- Ranura para memory card (debajo de la tapa superior).

- 3.- Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
- 4.- LEDs de estado para las E/S integradas.
- 5.- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Figura 1 : Partes del PLC Simatic S7-1200



Fuente: Manual del fabricante

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes (SIEMENS, 2009).

8.5. Característica sistema S7-1200

- El sistema S7-1200 ofrece a los profesionales de la instalación un amplio abanico de características técnicas entre las cuales cabe destacar las siguientes:
- Alta capacidad de procesamiento. Cálculos de bits.
- Interfaz Ethernet/ PROFINET integrado.
- Entrada analógicas integradas.
- Bloque de función para control de ejes conformen a PLC open.

- Programación mediante la herramienta de software STEP7 Basic v11 para la configuración y programación no solo del S7-1200 sino de manera integrado los paneles de la gama Simatic Basic Panels (BARREIRO, Efrén, 2010, pg.63).

8.5.1. El controlador

El controlador SIMATIC S7-1200 es modular compacto y de utilización versátil una inversión segura idónea para una completa gama de aplicaciones un diseño escalable y flexible una interfaz de comunicación a la altura de las máximas exigencias de la industria y toda una gama de elementos tecnológicos potentes e integrados hacen de este controlador un componente clave en soluciones de automatización (GARZA. Juan, 2011, pág. 175).

8.5.2. Los paneles

Los paneles de la gama SIMATIC HMI basic panels brindan la oportunidad de tener buen sistema costos asequibles facilitando las operaciones industriales brindando calidad en el producto optimización de recursos y sobre todo un sistema confiable de alta gama con tecnologías competentes a los requerimientos industrializados actuales (GARZA. Juan, 2011, pág. 176).

Los paneles de la gama SIMATIC HMI basic panels cuentan con pantallas táctiles de alta tecnología adaptada a las funciones de las redes establecidas de acuerdo a las necesidades de las operaciones y comunicación homogénea de fácil aplicación adaptabilidad y manejo.

8.5.3. El software

El sistema de ingeniería totalmente integrado SIMATIC STEP 7 basic con SIMATIC WinCC Basic está dirigido a tareas de optimización y automatización ofreciendo nuevo manejo y de más sencillo manejo con una configuración eficiente de SIMATIC S7 – 1200 y de los paneles de SIMATIC HMI (KERITH, Frank, 2012, pág. 57).

8.6. Programación del PLC

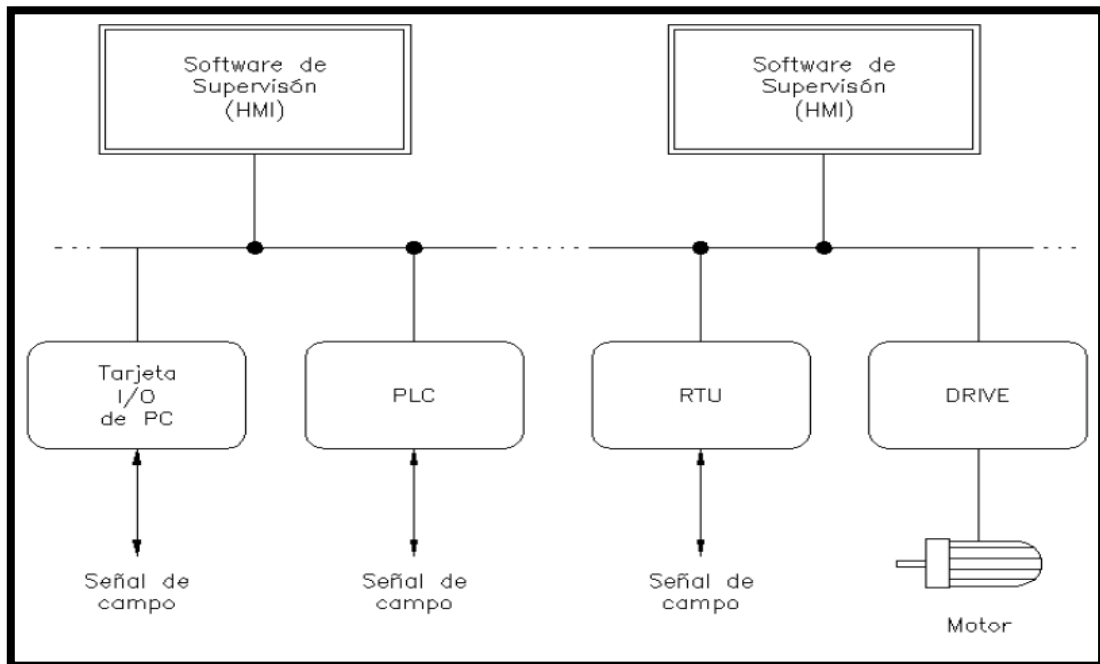
Para programar un PLC, debemos escribir las operaciones que tiene que realizar. Estas instrucciones se introducen con el teclado de la unidad de programación, se observan en el monitor y se almacenan en la memoria de la CPU. Desde el principio se prestó una particular atención al método de programación. Los criterios técnicos estipulaban que el sistema debía ser fácil y rápido de programar y reprogramar para el usuario. El PLC fue cuidadosamente diseñado para hacerlo simple de usar. Sin embargo, es útil tener cierto conocimiento de computación para programar un PLC.

Una instrucción u orden de trabajo tiene dos partes principales: operación y operando a su vez, el operando está dividido en símbolo y parámetro: La operación le indica a la CPU del PLC, qué tiene que hacer o, lo que es lo mismo, la clase de instrucción que tiene que realizar. El operando indica que tiene que hacer el PLC, es decir tiene que realizar una tarea ya sea como contador, temporizador, el operando le indica a la CPU dónde debe de hacerlo, dónde debe realizarse esa instrucción (WILDI, Theodore, 2007).

8.7. Pantalla HMI

La sigla HMI es la abreviación en inglés de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como un “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC’S (Controladores Lógicos Programables), RTU (Unidades remotas de i/o) o DRIVE’S (Variadores de velocidades de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda (BARREIRO, Efrén, 2010, pg.70).

Figura 2: Esquema de señal del proceso HMI.



Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

8.7.1. Tipos de HMI

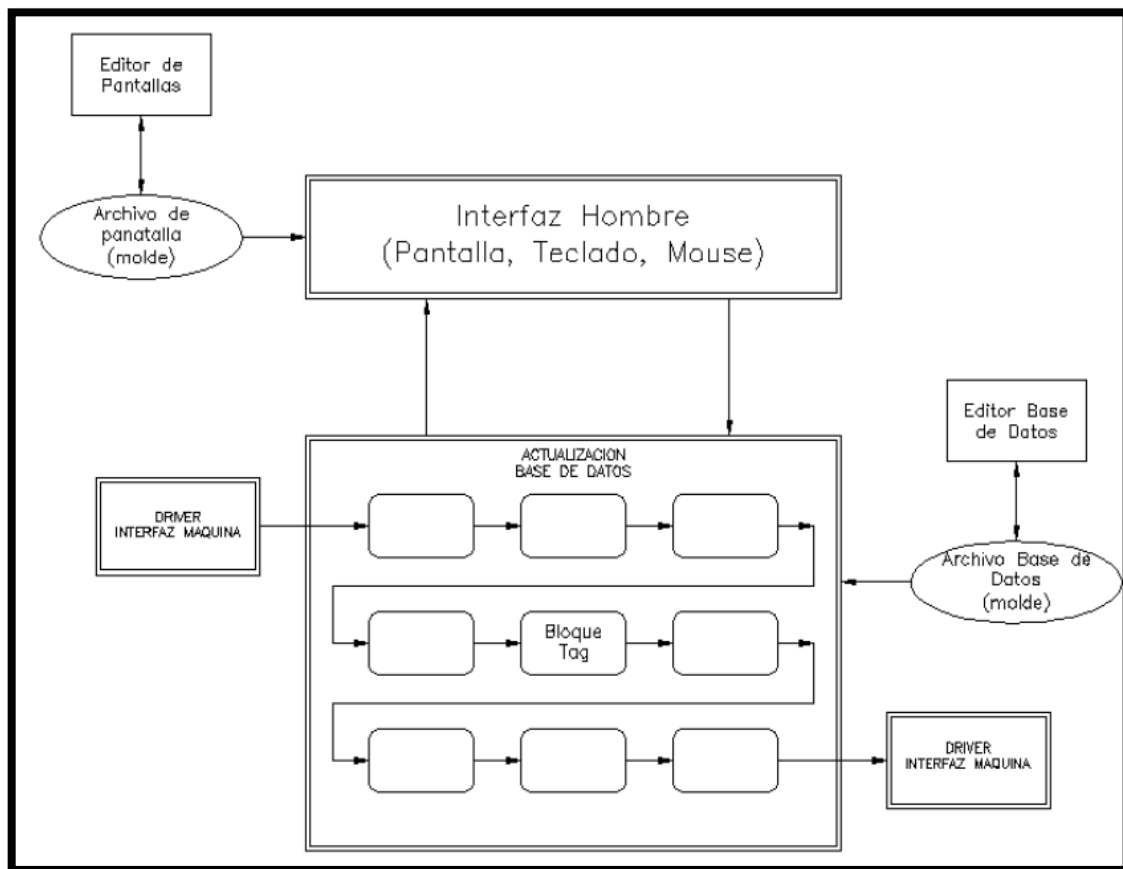
Desarrollo a medida. Se desarrollan en un entorno de programación grafica como vc ++, Visual Basic, Delphi.

Paquetes enlatados HMI. Son paquetes de software que contemplan la mayoría de las funciones estándares de los sistemas SCADA. Ejemplo son FIX, WinCC, Wonderware.

8.7.2. Funciones de un HM

- **Monitoreo.** Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta real.
- **Supervisión.** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas.** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlos estos eventos.
- **Control.** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites.

Figura 3: Estructura general del software HMI



Fuente: <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

8.8. Sistemas de refrigeración y aire acondicionado

8.8.1. Conceptos básico

- **Calor:** forma de energía transferida de un cuerpo a otro y que está relacionada con el movimiento de átomos y moléculas de la materia.
- **Temperatura:** es una cuantificación de la actividad térmica de un cuerpo y depende del grado de agitación, o movimiento, de las moléculas y átomos que forman dicho cuerpo.
- **Presión:** fuerza ejercida por unidad de área. Cualquier presión medida debe tener una referencia, por ejemplo, la presión atmosférica.
- **Volumen:** espacio que ocupa un cuerpo.
- **Densidad:** magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.
- **Trabajo:** efecto resultante de aplicar una fuerza a un cuerpo provocando en éste un

movimiento.

- **Ciclo termodinámico:** serie de procesos termodinámicos que se suceden de forma que el sistema regresa siempre al inicio del ciclo.
- **Tonelada de refrigeración:** unidad de medición utilizada para expresar la potencia de los sistemas de acondicionamiento de aire. Una tonelada de refrigeración equivale a 3.5 kilowatts.

8.8.2. Termodinámica

La termodinámica es la rama de la física que se encarga del estudio del calor y su relación con el trabajo. De ella surgen dos principios de suma importancia y se les conoce como primera y segunda ley de la termodinámica. Estas dos leyes permiten que los fenómenos y procesos relacionados con el calor y otras formas de energía sean explicados. Por lo tanto, para tener una idea clara del funcionamiento de un sistema acondicionador de aire es indispensable comprender los principios termodinámicos.

La primera ley de la termodinámica, también conocida como la ley de la energía, establece que la variación de energía en un sistema es igual a la energía agregada menos la energía retirada de dicho sistema. Esta ley tiene una interpretación muy conocida: la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma.

La segunda ley de la termodinámica puede ser interpretada de muchas formas, aunque en ella siempre están implicados dos conceptos: irreversibilidad y entropía. Esta ley dice que un proceso termodinámico puede ser irreversible (caso real), reversible (caso ideal) o imposible de suceder. De igual forma, la segunda ley de la termodinámica establece que la entropía en el universo no deja de incrementarse.

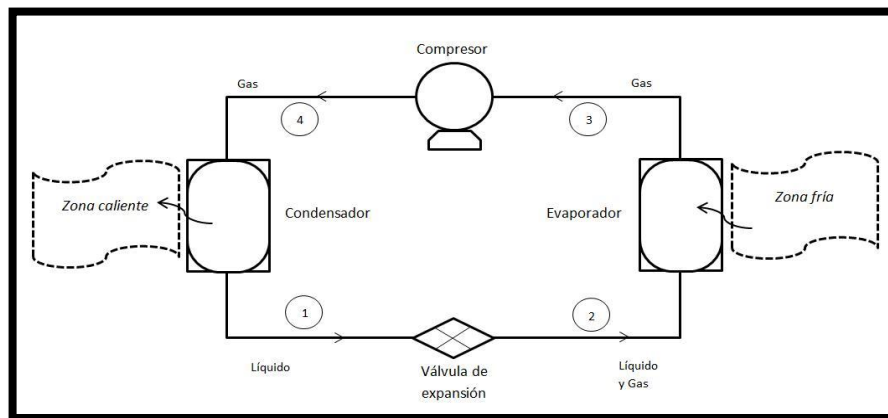
8.8.3. Ciclo de refrigeración

En un ciclo de refrigeración se mantiene circulando de forma constante a un fluido (refrigerante) que sufre cambios de fase conforme atraviesa por diferentes etapas. Dichos cambios permiten que se realice una transferencia de calor entre los componentes del ciclo de refrigeración y sus alrededores. Existen cuatro etapas o procesos importantes que se llevan a cabo durante la

circulación del fluido: expansión, evaporación, compresión y condensación.

- **Expansión:** en el punto 1 el refrigerante se encuentra en estado líquido a temperatura y presión un tanto altas. El refrigerante pasa de 1 a 2 a través de un dispositivo llamado válvula de expansión, el cual reduce su presión y controla su flujo. En 2 la presión es tan baja que se produce un cambio de estado en el refrigerante, el cual se evapora parcialmente. De esta evaporación se produce un ligero decremento en la temperatura del fluido.
- **Evaporación:** el refrigerante pasa a través de un intercambiador de calor (evaporador) y sufre un cambio de líquido a gas. Para que el cambio de estado ocurra el refrigerante debe tomar energía de los alrededores del evaporador, originando así la aparición de una zona fría.
- **Compresión:** en 3 el refrigerante está vaporizado a una presión baja y a una temperatura también baja. Del punto 3 al 4 interviene otro dispositivo llamado compresor el cual aumenta la presión del refrigerante. En el proceso de compresión también se presenta un aumento de la temperatura del fluido.
- **Condensación:** en este proceso se lleva a cabo otro cambio de estado, ahora de gas a líquido. El refrigerante pasa por otro intercambiador de calor (condensador) y hay un segundo intercambio de energía. En esta etapa del ciclo el refrigerante cede calor hacía los alrededores del condensador originando la aparición de una zona caliente. Ahora el refrigerante regresa al punto 1 y se encuentra listo para repetir el ciclo.

Es importante señalar que en el proceso de evaporación y en el de condensación se originan dos zonas: una fría y una caliente. Estas dos zonas se observan en cualquier sistema de acondicionamiento de aire. Si en el interior de una habitación se requiere reducir la temperatura entonces, es necesario hacer circular el aire a través de la zona fría cercana al evaporador.

Figura 4. Ciclos de refrigeración

8.8.4. Acondicionamiento de aire

Cuando se escucha la expresión acondicionamiento de aire es muy fácil pensar que se está haciendo referencia a un proceso de enfriamiento o refrigeración. Sin embargo, esa idea es muy vaga ya que el concepto preciso, además de la temperatura, implica otras variables importantes. De acuerdo con (PITA, 1994), el acondicionamiento de aire es el proceso de tratamiento del mismo en un ambiente interior con el fin de establecer y mantener los estándares requeridos de temperatura, humedad, limpieza y movimiento.

A continuación, se presenta una breve descripción de las cuatro variables mencionadas anteriormente y la forma de controlarlas:

- **Temperatura:** es la magnitud física que expresa en nivel de calor en el aire y se controla añadiendo o retirando calor.
- **Humedad:** es el agua, en forma de vapor, que se encuentra contenida en el aire y puede controlarse agregando vapor de agua al aire (humidificación) o retirándolo (des humidificación).
- **Limpieza:** también llamada pureza o calidad del aire, es la ausencia parcial o total de sustancias indeseables (contaminantes) en el aire y se controla mediante dos técnicas, principalmente; la primera, filtración, se vale de dispositivos porosos o filtros que atrapan las partículas contaminantes en el aire; la segunda, ventilación, consiste en la introducción de aire exterior al interior para reducir la concentración de contaminantes.

- **Movimiento:** es el flujo constante del aire y hace referencia a su velocidad y a los lugares en los que se distribuye. Puede ser controlado con ventiladores, extractores o cualquier otro equipo usado para hacer circular aire.

Un sistema de acondicionamiento de aire, también llamado sistema de climatización, puede proporcionar calefacción (calentamiento), refrigeración (enfriamiento) o ambos. En cualquiera de los casos el movimiento de aire siempre deberá estar presente, en tanto que el control de humedad y limpieza podrán o no proporcionarse.

Gran parte de los sistemas de acondicionamiento de aire son utilizados para dar comodidad a las personas que habitan un espacio interior. Si aquellas personas se encuentran en invierno su sistema deberá proveer calefacción y humidificación, mientras que en verano deberá refrigerar y deshumidificar. No obstante, los sistemas de acondicionamiento de aire tienen bastante demanda en aplicaciones industriales y de control de procesos; algunos ejemplos son instalaciones textiles, de imprenta, fotográficas, farmacéuticas, así como salas de equipo de cómputo que requieren condiciones específicas de temperatura, humedad, limpieza y movimiento de aire.

8.8.5. Tipos de sistemas

En la actualidad existe una gran variedad de sistemas de acondicionamiento de aire y los criterios para clasificarlos también pueden ser muy diversos. Estos sistemas podrían ser clasificados según su potencia, tamaño, capacidad de refrigeración, consumo energético, eficiencia térmica, etc. No obstante, hay dos clasificaciones que son las más aceptadas por los expertos y pueden encontrarse en la mayor parte de la literatura de acondicionamiento de aire.

Primeramente, los sistemas pueden agruparse según el fluido que utilizan para el transporte de calor en:

- Sistemas de sólo aire
- Sistemas de sólo agua o hidrómicos
- Sistemas combinados de aire y agua

Los sistemas de acondicionamiento de aire también se clasifican, de acuerdo con la distribución

de sus componentes, en:

- Sistemas unitarios
- Sistemas centrales

Cuando el compresor, evaporador, condensador y la válvula de expansión se encuentran en un mismo paquete, se trata de un sistema unitario. Pero si los componentes mencionados anteriormente están separados o distribuidos en zonas diferentes entonces, se habla de un sistema central.

Entre los equipos de acondicionamiento de aire más comunes se encuentran las unidades de techo, paquete y manejadoras de aire. Estos tres tipos son los más utilizados en aplicaciones que requieren capacidades bajas (uso doméstico), medianas (refrigeración de edificios) y en algunos casos altas (uso industrial). A continuación, se presentan las características principales de cada unidad:

- **Unidades de techo:** este tipo de unidades pertenecen a los sistemas unitarios y se diseñan con el objetivo de que su operación sea en exteriores, por lo general se instalan en los techos de los edificios. La unidad puede tener la capacidad de proveer calefacción; componentes como el evaporador y el ventilador se arman juntos pudiendo estar así, alejados del compresor y el condensador. Por tener que estar ubicadas en exteriores, las unidades de techo deben contar con equipamiento resistente a lluvias, corrosión y humedad. Una de las ventajas de usar este tipo de unidades es que no ocupan espacio en el interior de la construcción; además, son relativamente baratas. El uso que se les da a este tipo de unidades es el de refrigerar construcciones de bajo costo y de un solo nivel, por ejemplo supermercados, tiendas de autoservicio y construcciones suburbanas.
- **Unidades paquete:** pertenecen a los sistemas unitarios y se diseñan para instalarse en el interior o en las cercanías del espacio acondicionado. Cuando los equipos de este tipo proporcionan calefacción deben tener aditamentos extras, por ejemplo, quemadores de gas o resistencias eléctricas. Las unidades paquete pueden ser construidas de forma que su disposición sea vertical u horizontal, siendo ésta última la más popular. En la mayoría de las instalaciones el equipo se encuentra en el exterior y se usan ductos para conectar las salidas y entradas de aire con el recinto acondicionado. Contar con un sistema de este tipo en el cual los componentes ya vienen instalados de fábrica tiene varias ventajas. Por

ejemplo, los costos de instalación disminuyen ya que cada elemento no tiene que ser ajustado ni tiene que conectarse al resto del sistema. Debido a que sólo se requieren algunos ductos y una conexión a la red eléctrica, las labores de puesta en marcha se simplifican. Además, se cuenta con la posibilidad de que la unidad sea probada en la fábrica para luego ser transportada, sin necesidad de ser desarmada, a su ubicación final. Con esto la probabilidad de que el equipo falle, una vez instalado, se reduce bastante. Las unidades paquete se utilizan para aplicaciones comerciales de capacidad baja y las hay de hasta 50 toneladas.

- **Unidades manejadoras de aire:** equipos que pertenecen a los sistemas centrales y agrupan diferentes componentes como serpentines, ventilador, filtros, compuertas y caja para acondicionar aire. También se les conoce como unidades de tratamiento de aire, climatizadores o aparatos centrales de acondicionamiento. Cuando se trata de aplicaciones de capacidad baja y media, las unidades manejadoras de aire se construyen por secciones en la fábrica. Cada elemento principal (ventilador, caja de mezcla serpentines, y filtros) de la unidad está contenido en una sección y el tamaño de ésta depende de las necesidades de acondicionamiento. Una unidad manejadora de aire (UMA) se diseña para que cualquier accesorio extra requerido por el usuario pueda ser añadido fácilmente. Cuando la aplicación es de capacidad alta, la selección de ventiladores, serpentines y filtros se realiza por separado y la caja se construye a la medida. Las cajas se fabrican generalmente de lámina galvanizada y se les añade algún tipo de aislamiento térmico para evitar posibles pérdidas de energía. En caso de que la UMA proporcione enfriamiento y des humidificación se necesitan charolas bajo los serpentines para coleccionar el vapor de agua condensado. A estas charolas se les conecta a una tubería de drenaje.

8.8.6. Sensores

Para que un sistema de acondicionamiento de aire opere de forma correcta y eficiente es necesario contar con instrumentos que perciban las condiciones en las que el sistema funciona. A estos instrumentos se les llama sensores y su función consiste en convertir un estímulo proveniente de una variable física en una señal que pueda ser interpretada por un observador o algún aparato. Los tipos de sensores que tienen mayor aplicación en los sistemas de aire acondicionado son los de temperatura, presión, humedad y flujo. Los primeros se utilizan para

medir la temperatura de la habitación que se quiere refrigerar o calentar; los sensores de presión son utilizados para conocer el estado de los filtros de aire y el nivel de refrigerante que circula por las tuberías; los sensores de humedad son instalados en el interior de la habitación y en algunos casos en los ductos de aire; los sensores de flujo se utilizan para cuantificar la cantidad de aire que circula entre el área acondicionada y las unidades de aire acondicionado.

8.8.6.1. Sensores de temperatura

- **Sensores bimetalicos:** fueron los primeros en usarse para aplicaciones de control, también se les llama bimestrales y su diseño es muy simple. Consisten en dos tiras metálicas con coeficientes de dilatación diferentes. Las tiras se unen o sueldan y al presentarse un cambio en la temperatura, éstas cambian de forma. La deformación obtenida se aprovecha para cuantificar la magnitud de temperatura a la que se encuentra la viñeta.
- **Termopares:** están formados por una unión de dos conductores metálicos diferentes. Cuando las puntas que forman la unión caliente se encuentran a una temperatura distinta a la de las puntas de la unión fría, se genera una diferencia de potencial entre ésta última. A un cambio de temperatura en la unión caliente del termopar le corresponde un cambio de potencial entre los extremos de la unión fría. De este modo, una temperatura de 22 °C se puede traducir, mediante circuitería apropiada, a 220 Mb. Dependiendo del tipo de metales que formen la unión se pueden tener termopares tipo K, J o T, entre otros.
- **RTDs (*Resistance Temperature Detector*):** son dispositivos que aumentan su resistencia eléctrica cuando se someten a un incremento de temperatura. Son sensores modernos y muy usados ya que tienen buen grado de estabilidad y exactitud. Los materiales utilizados en RTDs son el cobre y el platino, siendo éste último el responsable del alto costo de estos sensores. Además, este tipo de dispositivos necesitan aditamentos para funcionar correctamente.
- **Termistores:** se componen de materiales semiconductores y dependiendo de su tipo pueden tener un comportamiento semejante al de los RTDs. Sin embargo, los termistores pueden disminuir su resistencia al incrementarse la temperatura a la que se encuentran. Para este tipo de sensores, la variación de resistencia respecto a la señal de voltaje que

producen es no linear. A pesar de que tienen una velocidad rápida de respuesta y un costo bajo, los termistores son frágiles y presentan auto calentamiento, característica que disminuye su exactitud.

8.8.6.2.Sensores de presión

- **De diafragma:** son arreglos que incluyen un par de compartimientos o cámaras separadas por un diafragma que no es más que una pared flexible. Cuando el arreglo se somete a un cambio de presión el diafragma se mueve o comienza a vibrar, de modo que es importante que el material del cual está hecho el diafragma sea sensible a cambios de presión. Si se tienen uniones mecánicas adecuadas se puede tener un interruptor de dos posiciones y así determinar magnitudes de presión. En los sensores electrónicos la deformación del diafragma es detectada mediante galgas.
- **Capacitivos:** en este tipo de sensores la capacitancia entre dos placas con carga eléctrica, que están una frente a la otra, cambia a medida que la distancia entre éstas se altera. Con los sensores capacitivos se tiene la desventaja de que la señal producida debe ser procesada por algún dispositivo o circuito electrónico para lograr obtener una medición de presión.
- **Barómetro de Bourdon:** consiste en un tubo aplanado de bronce o acero curvado en arco. A medida que se aplica presión al interior del tubo, éste tiende a enderezarse, y este movimiento se transmite a un cuadrante por intermedio de un mecanismo amplificador adecuado. Los tubos Bourdon para altas presiones se hacen de acero.

8.8.6.3. Sensores de humedad

Para medir humedad en sistemas de acondicionamiento de aire es muy común usar sensores de humedad relativa, también llamados higrómetros. De ellos podemos encontrar una gran variedad; por ejemplo, los que usan materiales higroscópicos (aquellos que cambian sus dimensiones después de absorber humedad del ambiente); los que aprovechan variaciones de conductividad eléctrica entre dos terminales cuando entre ellas hay cierto grado de humedad; los capacitivos que se valen de la variación de capacitancia en un condensador expuesto a ambientes húmedos y los de rayos infrarrojos que basan su funcionamiento en la radiación

absorbida por el vapor de agua contenido en el ambiente.

8.8.6.4. Sensores e flujo

- **De presión diferencial:** son sensores que aprovechan la correlación entre flujo y presión diferencial. Para lograr una medición de flujo se utilizan parámetros como la velocidad del fluido (normalmente aire), su densidad y la diferencia de presión generada entre un punto del ducto y otro. Algunos ejemplos son los medidores Venturi, de placa con orificio y de Pitot.
- **De desplazamiento:** este tipo de sensores hace uso de piezas que pueden ser rotadas o desplazadas por un fluido. Entre ellos encontramos a los de pala y los de turbina; los primeros consisten en una pieza móvil con forma de pala la cual es desplazada cuando el fluido choca contra ella, al relacionar el desplazamiento se obtiene una medida del caudal; los segundos tienen una serie de aspas unidas a un rotor que gira gracias al impulso del fluido, de la medición de rotaciones por segundo se logra una cuantificación del flujo circulante. Con el objetivo de manipular las variables asociadas al sistema de

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

¿La implementación de un módulo didáctico con el PLC Simatic S7-1200 para controlar los sistemas de refrigeración y aire acondicionado ayudará a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes de la Carrera de Electromecánica?

9.1. Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó la estadística inferencial, y el de análisis el Chi- cuadrado después de haber realizado un análisis de los resultados de las encuestas.

Fórmulas:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} =$$

$X^2_{\text{calculado}} > X^2_{\text{tabla}} =$ Se rechaza la hipótesis nula H_0 (dependencia entre las variables)

$X^2_{\text{prueba}} < X^2_{\text{tabla}} =$ Aceptar hipótesis nula H_0 (independencia entre las variables)

9.1.1. Comprobación de la hipótesis general

Para la comprobación de la Hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y se aplicó el método del Chi Cuadrado.

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó como la pregunta N°- 10 de las encuestas realizadas a los estudiantes.

PASO 1: Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

Hipótesis Nula (H_0): La hipótesis Nula (H_0) La implementación y desarrollo de una práctica de automatización a través de un módulo didáctico con PLC SIMATIC S7– 1200 para controlar los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. No permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

Hipótesis Alternativa (H_1): La hipótesis Nula (H_0) La implementación y desarrollo de una práctica de automatización a través de un módulo didáctico con PLC SIMATIC S7 – 1200 para controlar los sistemas de refrigeración y aire acondicionado. SI permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes.

Paso 2: Determinación de los Valores Observados y Esperados

Nivel de significancia: $\alpha = 0,05$

Se obtuvo los siguientes resultados luego de tabular las encuestas de los 240 estudiantes que se realizó la encuesta, los resultados obtenidos son los valores Observados.

Tabla 3. Valores Observados Hipotesis General

| Valores Observados | | | |
|---------------------------|--------------|----------------|--------------|
| Opciones | Antes | Después | Total |
| Si | 110 | 225 | 335 |
| No | 130 | 15 | 145 |
| Total | 240 | 240 | 480 |

Fuente: Encuesta antes de la implementación (Pregunta 10)

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Tabla 4. Valores Esperados Hipotesis General

| Valores Esperados | | | |
|--------------------------|--------------|----------------|--------------|
| Opciones | Antes | Después | Total |
| Si | 167.5 | 167,5 | 335 |
| No | 72.5 | 75.5 | 145 |
| Total | 240 | 240 | 480 |

Fuente: Encuesta después de la implementación (Pregunta 10)

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Una vez obtenido los Valores Esperados el siguiente paso es determinar el valor de Chi X^2 calculado para lo cual se aplica la siguiente Ecuación:

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} = X^2 \text{ calculado } 130.684$$

Determinar el valor del X^2_{tabla} para lo cual se necesita conocer los grados de libertad (gl) y el nivel de significancia que es del 5% es decir 0,05 para determinar los grados de libertad:

$$gl = 1$$

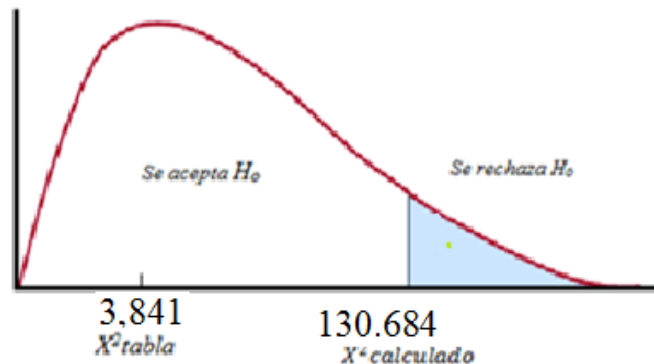
Por lo tanto buscando en la tabla de chi cuadrado en el anexo N° 3 el valor para X^2_{tabla}
 $X^2_{tabla} = 3,841$

Resultado obtenido:

$$X^2_{calculado} = 13.3929 > X^2_{tabla} = 3,841 \text{ Se rechaza la hipótesis nula } H_0$$

$$X^2_{calculado} = 130.684 > X^2_{tabla} = 3,841$$

El chi2 es mayor que el chi de la tabla por lo que se rechazar la Hipótesis Nula H_0 y se acepta la Hipótesis Alternativa H_1 de investigación.

Figura 5. Distribución del Chi Cuadrado

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Análisis:

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo del chi cuadrado de la tabla y el chi cuadrado calculado podemos llegar a la conclusión que se acepta la hipótesis nula. La hipótesis Nula (H_0) La implementación y desarrollo de una práctica de automatización a través de un módulo didáctico con PLC SIMATIC S7– 1200 para el arranque de un motor mediante un autotransformador. SI permitirá mejorar el nivel académico de los estudiantes, con un nivel de significancia del 5% en la prueba de chi cuadrado X^2

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Investigación de Campo

Según (LÓPEZ, 2010, pág. 88), define: “La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta.

10.2. Investigación Bibliográfica-Documental

Es aquella búsqueda en documentos escritos o narrados por expertos en el tema sobre el cual queremos conocer más. Al recopilar la información obtenida en ellos, se pueden comenzar a analizar de forma tal, que podamos determinar hacia dónde nos orienta la información que

hayamos, es decir, si necesitamos profundizar más hacia un tema en específico, si hay algún tema nuevo sobre el cual podemos comenzar a indagar. (LISI, 2012).

10.3. Métodos de Investigación

10.3.1. El método inductivo

Conjuntamente con el anterior es utilizado en la ciencia experimental. Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, lo cual es como admitir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado. (CEGARRA, S. 2012).

10.3.2. El método deductivo

Permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales. El método deductivo parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir: parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El razonamiento deductivo constituye una de las principales características del proceso de enfoque cuantitativo de la investigación. (CARVAJAL, 2013).

10.4. Técnicas de Investigación

10.4.1. La Entrevista

El entrevistador "investigador" y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de este, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación. La entrevista es una técnica antigua, pues ha sido utilizada desde hace mucho en psicología y, desde su notable desarrollo, en sociología y en educación. De hecho, en estas ciencias, la

entrevista constituye una técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo serían muy difíciles conseguir. (GALVEZ., 2013).

10.4.2. La Encuesta

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. (GALVEZ., 2013).

10.5. Población

El universo que se tomó en consideración para la realización de las encuestas fueron los 240 estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

10.6. Diseño experimental

Tabla 5: Técnicas e instrumentos

| Nº | TÉCNICAS | INSTRUMENTOS |
|----|-------------|--------------|
| 1 | Encuestas | Cuestionario |
| 2 | Entrevistas | Test |

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

Tabla 6: Diseño experimental

| Agente y/o Tecnologías | Técnicas, espacios de trabajo y difusión | Población | Cantidad Total |
|------------------------|--|------------|----------------|
| Población | Encuesta | 240 | 240 |
| Docentes | Entrevista | 7 | 7 |
| TOTAL | | 247 | |

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Se elaboró un cuestionario que permitió establecer la opinión de los estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná. El análisis estadístico de las encuestas realizadas a los estudiantes de la carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

11.1. Selección de Elementos

Tabla 7: Selección de elementos

| ITEM | DESCRIPCION | MARCA | MODELO | RANGO |
|------|---|------------|----------------------|---------------------|
| 1 | Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB | ASUS | CORE i5 | NA |
| 2 | Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO | SIEMENS | 1LE0142-0DA86-4AA4-Z | 1HP |
| 3 | Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1 | FMOLINA | SIMILAR LAB | 1.60X1.60 |
| 4 | PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color | SIEMENS | 6AV2123-2DB03-0AX0 | pantalla de 4" |
| 5 | Fuente de poder siemens logo power | SIEMENS | 6EP1332-1S H43 | 2.5A |
| 6 | Switch industrial ethernet csm 1277 | SIMATIC | 6GK7277-1AA10-0AA0 | 4 PUERTOS |
| 7 | Plc s7 1200 + envío de material | SIEMENS | 6ES7212-1BE40-0XB0 | CPU 1212C |
| 8 | SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE | SIEMENS | 6ES7222-1BF32-0XB0 | RELE |
| 9 | Guarda motor | SIEMENS | 3RV2021-4CA10 | 7-10A |
| 10 | VARIADOR DE FRECUENCIA SINAMICS V20 1HP Con panel BOP | SIEMENS | 6SL3211-0AB21-5UA1 | 1HP |
| 11 | Relés térmicos | SIEMENS | 3RU2116-1HB0 | 4.5-6.3A |
| 12 | Breaker 2 polos | SIEMENS | 5SL32167 | 6 A, 230/400VAC |
| 13 | Breaker 3 polos | SIEMENS | 5SL33167 | 16 A, 230/400VAC |
| 14 | Borneras push | PHOENEX C | DE4 ACOPLERAPIDO | 16-18 AWG |
| 15 | Contactador bobina 220vac | SIEMENS | 3RT2015-1AP01 | 9A |
| 16 | Contactos auxiliar | SIEMENS | 3RH2122 - 1AP00 | 2NO+2NC |
| 17 | Canaleta 40x40 | DEXSON | RANURADA | 40X40 |
| 18 | Borneras de distribución | CGH | PARA RIEL 4 LINEAS | 4 LINEAS |
| 19 | Plup de 4 entradas | | | |
| 20 | Terminales tipo punta | CAMSCO | | #14-18 AWG |
| 21 | Cable flexible | ELECTCABLE | 1X1C | 16/18 AWG |

| | | | | |
|----|------------------------------|--------|----------|-----------|
| 22 | Cable utp | | | ROLLOS |
| 23 | Riel din | | | |
| 24 | Canaleta 30x25 | CAMSCO | RANURADA | 30X25 |
| 25 | Conductor | | 1X4C | 12AWG |
| 26 | Toma corriente trifásico + g | | | TRIFASICO |
| 27 | Semáforo indicador | CAMSCO | | 5W 220AC |
| 28 | Enchufe trifásico + g | | | TRIFASICO |

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

11.2. Construcción del módulo didáctico

El presente módulo didáctico se lo ha diseñado para que cumpla con las expectativas de los alumnos en el área de control del sistema de refrigeración, el mismo que tiene elementos de funcionamiento didáctico e intuitivo, pero se debe tener cuidado con el manejo de los dispositivos. El módulo que controla el sistema de refrigeración con la ayuda del HMI será el principal elemento didáctico para el aprendizaje de los estudiantes. El módulo contará con un PLC como elemento automatizador por lo cual se basa en la tecnología programada para la creación de automatismos eléctricos, además de sistema de control.

El módulo cuenta con un software de programación instalado en una PC, la cual servirá como programadora del PLC para la realización de las distintas prácticas de automatización con los motores trifásicos.

En virtud de los avances tecnológicos se puede contar con elementos y dispositivos de última generación en el campo de la automatización, los cuales permitirán que los futuros ingenieros en electromecánica tengan un amplio conocimiento y visión hacia la evolución de la tecnología.

11.3. Estructura del módulo de control

La estructura es aquella en donde están colocados la programadora, el PLC, la fuente de alimentación y los elementos de entrada y salida que simularan las distintas situaciones planteadas en el control del sistema de refrigeración. Las dimensiones del módulo dependen del tamaño de los elementos, los espacios destinados para la ubicación del módulo dentro del laboratorio, para ello se analizó las dimensiones de la programadora, el PLC, la fuente de alimentación, las entradas y las salidas de señales.

Se tomaron en cuenta aspectos de ergonomía en el diseño para la fácil manipulación del módulo de automatización. Complementariamente tiene un diseño de tal manera que está abierto a modificaciones e incorporación de elementos para cubrir necesidades que se presenten a futuro.

11.3.1. Dimensiones del Modular

Las dimensiones del modular fueron determinadas de acuerdo a las medidas y disposición de los elementos tomando en cuenta parámetros de funcionamiento y estética de la estructura. La estructura está construida con las siguientes medidas: alto 1.60m, ancho 0.70m y largo 1.60m.

11.3.2. Componentes del Módulo de Control

Para la apropiada realización del control y monitoreo se realiza el análisis y un pliego de condiciones concretas. Los instrumentos que se utilizan para el diseño, el dibujo de los esquemas, la selección de los componentes y su implantación podrán ser diferentes en función de la complejidad de la instalación y del tamaño del proveedor de servicios. El sistema de refrigeración por amoníaco, está formado fundamentalmente por dos etapas de diseño bien diferenciadas: Diseño Mecánico y Diseño Electrónico. Mediante los dos tipos de diseño mencionados se puede construir un sistema completo que realice de manera correcta las acciones que el proceso requiera, para esto es necesario conocer la manera de implementar cada uno de ellos.

Diseño mecánico.- En esta etapa se ha construido una caja para la ubicación del panel operador, la cual consta de una estructura metálica en la que se encuentran distribuidos los componentes que lo conforman, dentro de los cuales se dispone de cuatro equipos esenciales para el sistema de refrigeración como son: evaporador, compresor, condensador, válvula de expansión.

El compresor es el encargado de forzar mecánicamente la circulación del fluido de amoníaco en el circuito cerrado creando zonas de alta y baja presión con el propósito de que el fluido absorba calor en un lugar y lo disipe en otro, con la condensación se logra eliminar el calor absorbido en el evaporador y también la energía entregada al refrigerante en el proceso de compresión, además con la válvula de expansión se regulará la entrada en el evaporador

del agente refrigerante en su fase líquida, procedente del condensador a través de la correspondiente tubería conocida como línea de líquido.

El refrigerante líquido a alta presión, que procede del depósito de la unidad condensadora, pasa por la válvula de expansión para convertirse en líquido a baja presión, dicha válvula es la divisoria entre las partes de alta y baja presión del sistema y finalmente con la evaporación se extrae el calor del lugar a enfriar, ese calor no deseado es el que produce la evaporación del refrigerante.

Diseño electrónico.- En esta etapa de diseño se debe tener en cuenta los procesos y variables a controlar con lo que se podrá acoplar los diferentes elementos que sean factibles para el sistema. También se realizará el dimensionamiento de las protecciones, instalaciones de sensores, sistema de adquisición de datos y además se describirán los circuitos y equipos utilizados para realizar el sistema de control.

En el sistema de refrigeración por amoníaco se tiene temperatura y presión como variables del proceso, para dichas variables se ha utilizado elementos adecuados para su correcta medición, los cuales se describe a continuación.

11.4. Controlador Lógico Programable.

El controlador lógico programable o PLC es el dispositivo principal dentro del módulo de automatización. El permite ejecutar un programa para simular situaciones de un proceso. El PLC al ser el dispositivo principal se lo ubicará en el centro del modular para la correcta visualización de los diferentes estados de operación así como de la activación de sus entradas y salidas.

Es un autómata programable (AP) un sistema electrónico programable diseñado para ser utilizado en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar unas soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencia, temporización, recuento y funciones aritméticas con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos.

Figura 6. Vista de PLC



Fuente: Catálogo de productos, S71200

11.4.1. Principales Componentes de un PLC

a. Fuente de alimentación.- Convierte la tensión de la red, 110V o 220V AC a baja tensión de cc (24V por ejemplo) que es la que se utiliza como tensión de trabajo en los circuitos electrónicos que forma el autómata.

La fuente de alimentación es la encargada de abastecer del voltaje adecuado a las entradas del PLC, ya que las mismas funcionan a un nivel de voltaje distinto que el que alimenta a la CPU del PLC.

Por lo tanto la fuente de alimentación esta junto al PLC, ubicándose al costado izquierdo del mismo lugar destinado para elementos de esta característica.

b. CPU.- La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Es el encargado de recibir órdenes del operario a través de la consola de programación y el módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.

c. Módulo de entradas.- Aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay 2 tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

d. Módulo de salida.- Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños, etc.). La información enviada por las entradas a la CPU, cuando está procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay 3 módulos de salidas según el proceso a

controlar por el autómata: relés, triac y transistores.

e. Terminal de programación.- La terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos.

f. Periféricos.- Ellos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata pero sí que facilitan la labor del operario.

11.4.2. Características de la CPU 1212C.

El PLC S7-1200 que cuenta el laboratorio cuenta con una CPU 1212C la cual se menciona sus características en la siguiente tabla.

Tabla 8. Características del CPU 1212C.

| Función | | CPU 1212C |
|---|--------------------------|------------------------|
| Dimensiones físicas mm | | 90x100x75 |
| Memoria de Usuario | Trabajo | 25KB |
| | Carga | 1MB |
| | Remanente | 2KB |
| E/S integradas locales | Digital | 8 entradas/ 6 salidas |
| | Analógico | 2 entradas |
| Tamaño de la memoria imagen de proceso | Entrada (I) | 1024 bytes |
| | Salida (Q) | 1024 bytes |
| Área de marcas (M) | | 4096 bytes |
| Ampliación con módulo de señales (SM) | | 2 |
| Signar bordo (SB) o placa de comunicación (CB) | | 1 |
| Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo) | | 3 |
| Contadores rápidos | Total | 4 |
| | Fase simple | 3 a 100 kHz |
| | | 1 a 30 kHz |
| Fase cuadratura | 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz | |
| Generador de impulsos | | 2 |
| Memory card | | Memory card (opcional) |

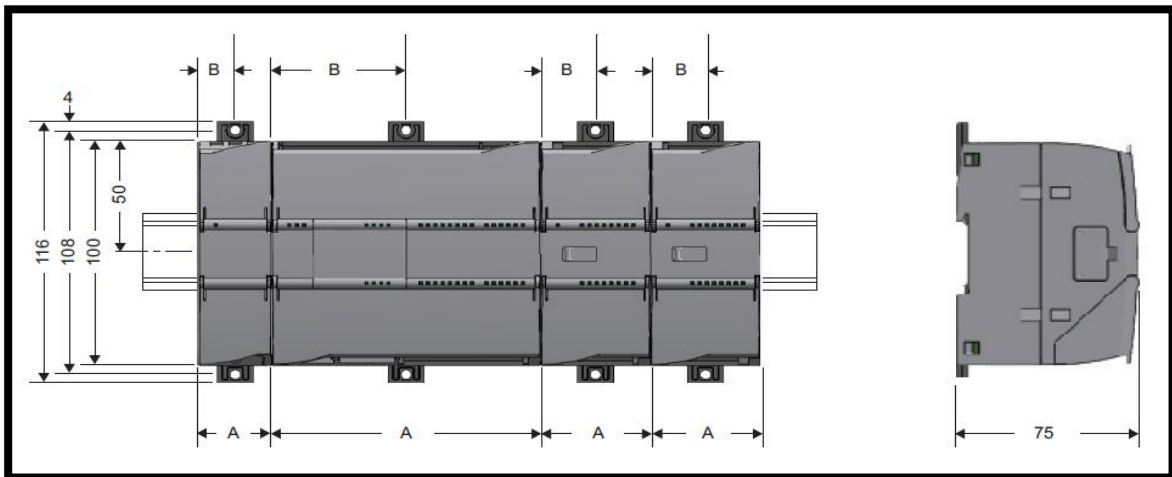
| | | |
|--|--|----------------------------------|
| Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real | | Típico 10 días / 6 días a 40°C |
| PROFINET | | 1 puerto de comunicación Ethernt |
| Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales | | 18 μ s/ instrucción |
| Velocidad de ejecución booleana | | 0.1 μ s/ instrucción |

Fuente: Manual del Fabricante.

11.5. Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios.

El PLC S7-1200 ha sido diseñado para un fácil montaje. Tanto montado sobre un panel como sobre un perfil DIN normalizado, su tamaño compacto permite optimizar el espacio. Cada CPU, SM, CM y CP admite el montaje en un perfil DIN o en un panel. Utilice los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel. La dimensión interior del orificio para los clips de fijación en el dispositivo es 4,3 mm.

Figura 7. Dimensiones del montaje



Fuente: Manual del Fabricante.

Tabla 9. Dimensiones del montaje

| Dispositivos S7-1200 | | Ancho A | Ancho B |
|----------------------------|---|---------|---------|
| CPU | 1212C | 90mm | 45mm |
| Módulos de señales | Digital de 8 y 16 E/S, analógico de 2, 4 y 8 E/S, termopar de 4 y 8 E/S, RTD de 4 E/S | 45mm | 22.5mm |
| | Analógico de 16 E/S, RTD de 8 E/S | 70mm | 35mm |
| Interfaces de comunicación | CM 1241 RS232, CM 1241 RS485 | 30mm | 15mm |
| | CM 1243-5 PROFIBUS maestro, CM 1242-5 PROFIBUS esclavo | 30mm | 15mm |
| | CP 1242-7 GPRS | 30mm | 15mm |
| | Teleservice adapter IE Basic | 30mm | 15mm |

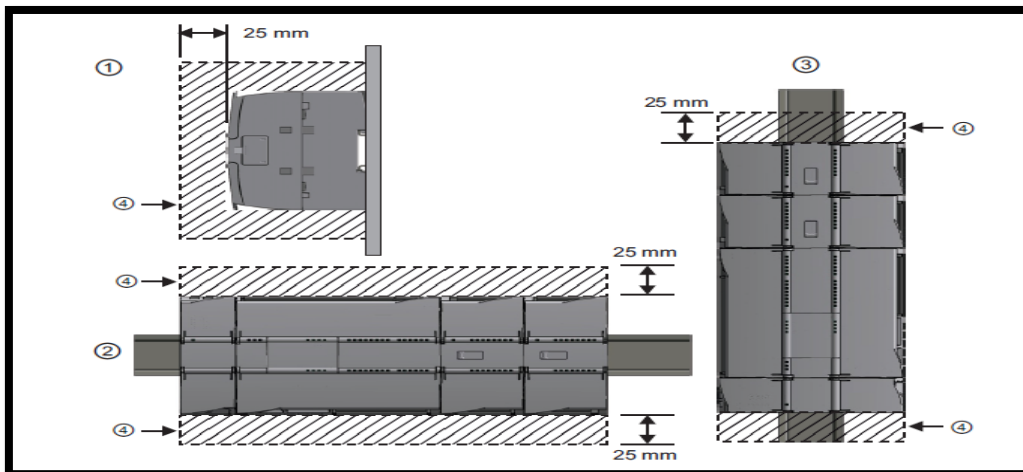
Fuente: Manual del Fabricante.

A la hora de planificar una instalación se debe tomar las siguientes directrices:

- Aleje los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias.
- Procure espacios suficientes para la refrigeración y el cableado, es preciso disponer de una zona de disipación de 25mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente.

1. Vista lateral
2. Montaje horizontal
3. Montaje vertical
4. Espacio libre

Figura 8. Espacio libre necesario



Fuente: Manual del Fabricante.

11.6. Compresor

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él, convirtiéndose en energía de flujo aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Tipos de compresores

Los compresores son de dos tipos generales, el de movimiento alternativo (o de cilindro y émbolo) y el de movimiento rotativo (ya sea de acción directa, o bien, centrífuga); los del segundo tipo son los que predominan en la práctica. Cada una de tales máquinas se describe a continuación.

Compresor de émbolo oscilante.- Este es el tipo de compresor más difundido actualmente. Es apropiado para comprimir a baja, media o alta presión. Su campo de trabajo se extiende desde unos 1 .100 kPa (1 bar) a varios miles de kPa (bar).

Compresor de membrana.- Este tipo forma parte del grupo de compresores de émbolo. Una membrana separa el émbolo de la cámara de trabajo; el aire no entra en contacto con las piezas móviles. Por lo tanto, en todo caso, el aire comprimido estará exento de aceite. Estos

compresores se emplean con preferencia en las industrias alimenticias, farmacéuticas y químicas.

Compresor rotativo multicelular.- Es un rotor excéntrico que gira en el interior de un cárter cilíndrico provisto de ranuras de entrada y de salida. Las ventajas de este compresor residen en sus dimensiones reducidas, su funcionamiento silencioso y su caudal prácticamente uniforme y sin sacudidas. El rotor está provisto de un cierto número de aletas que se deslizan en el interior de las ranuras y forman las células con la pared del cárter. Cuando el rotor gira, las aletas son oprimidas por la fuerza centrífuga contra la pared del cárter, y debido a la excentricidad el volumen de las células varía constantemente.

Compresor de tornillo helicoidal, de dos ejes.- Dos tornillos helicoidales que engranan con sus perfiles cóncavo y convexo impulsan hacia el otro lado el aire aspirado axialmente.

Compresor rotos.- En estos compresores, el aire es llevado de un lado a otro sin que el volumen sea modificado. En el lado de impulsión, la estanqueidad se asegura mediante los bordes de los émbolos rotativos.

Turbo compresores.- Trabajan según el principio de la dinámica de los fluidos y son muy apropiados para grandes caudales. Se fabrican de tipo axial y radial. El aire se pone en circulación por medio de una o varias ruedas de turbina, esta energía cinética se convierte en una energía elástica de compresión. La rotación de los álabes acelera el aire en sentido axial del flujo.

11.7. Condensador

El condensador es un intercambiador de calor, su función es eliminar el recalentamiento del gas refrigerante proveniente del compresor, y se clasifica de la siguiente manera.

11.7.1. Funciones

- Enfrían el vapor recalentado robando el calor sensible.
- Condensan el fluido al robar el calor latente.

- También pueden producir el su enfriamiento, por ejemplo, si se sobredimensionan.
- En estos condensadores, el fluido refrigerante cede su calor al aire.

11.7.2. Tipos

Los condensadores pueden ser de tres tipos:

- Enfriados por aire.
- Enfriados por agua.
- Evaporativos.

Enfriados por aire.- El condensador enfriado por aire aprovecha el aire como medio de disipación, se utiliza mucho para sistemas de baja capacidad.

Los condensadores enfriados por aire tienen en dos tipos:

- Conducción natural.
- Conducción forzada.

Enfriados por agua.- Este tipo de condensadores tiene mayor capacidad de enfriamiento que los enfriadores por aire es por ello que se les ve en unidades industriales de compresores de 2HP, en adelante; generalmente, es la elección más económica si se dispone de un adecuado suministro de agua y de la instalación necesaria para su circulación.

Condensador evaporativo.- Reúne los dos elementos aire y agua en un solo equipo, están formados por un serpentín el cual es bañado por agua recirculada por una bomba y un ventilador que hace circular aire a contra flujo del agua.

11.8. Evaporador

Se conoce por evaporador al intercambiador de calor que genera la transferencia de energía térmica contenida en el medio ambiente hacia un gas refrigerante a baja temperatura y en proceso de evaporación. Este medio puede ser aire o agua.

Estos intercambiadores de calor se encuentran al interior de neveras, refrigeradores domésticos,

cámaras de refrigeración industrial, vitrinas comerciales para alimentos y un sinnúmero de aplicaciones en procesos para la industria de alimentos, así como en procesos químicos. De igual manera, también se encuentran al interior una diversa gama de equipos de aire acondicionado. Es debido a esto que el evaporador tiene un diseño, tamaño y capacidad particular conforme la aplicación y carga térmica.

11.8.1. Función

La finalidad del evaporador es transferir calor entre dos cuerpos que están a distintas temperaturas. En el evaporador se encuentra el elemento refrigerante en sus dos estados (líquido y gaseoso). En el otro el cuerpo caliente al estar cerca del líquido refrigerante, este absorbe el calor que tenga y se produce dentro del evaporador la ebullición del refrigerante el cual será succionado por el compresor ya que si no fuese así se desperdiciaría el refrigerante y será muy costoso reponerlo.

Una explicación de lo que sucede en el evaporador es que en el tubo del serpentín se encuentra el refrigerante y el tubo se coloca cerca del objeto caliente que se va a enfriar, el calor circulará del objeto caliente hacia el refrigerante, y hará que el refrigerante hierva y se evapore. Los refrigerantes tienen bajo punto de ebullición y luego que ya está vaporizado se puede succionar hacia el compresor. El evaporador se puede utilizar para enfriar agua o aire, es decir, por refrigeración directa o indirecta.

11.8.2. Tipos

Debido a que un evaporador es cualquier superficie de transferencia de calor en la cual se vaporiza un líquido volátil para eliminar calor de un espacio o producto refrigerado, los evaporadores se fabrican en una gran variedad de tipos, tamaños y diseños y se pueden clasificar de diferentes maneras.

Según alimentación de refrigerante

De expansión directa o expansión seca.- En los evaporadores de expansión directa la evaporación del refrigerante se lleva a cabo a través de su recorrido por el evaporador,

encontrándose en estado de mezcla en un punto intermedio. De esta manera, el fluido que abandona el evaporador es puramente vapor sobrecalentado. Estos evaporadores son los más comunes y son ampliamente utilizados en sistemas de aire acondicionado. No obstante son muy utilizados en la refrigeración de media y baja temperatura, no son los más apropiados para instalaciones de gran volumen.

Inundados.- Los evaporadores inundados trabajan con refrigerante líquido con lo cual se llenan por completo a fin de tener humedecida toda la superficie interior del intercambiador y, en consecuencia, la mayor razón posible de transferencia de calor. El evaporador inundado está equipado con un acumulador o colector de vapor el que sirve, a la vez, como receptor de líquido, desde el cual el refrigerante líquido es circulado por gravedad a través de los circuitos del evaporador. Preferentemente son utilizados en aplicaciones industriales, con un número considerable de evaporadores, operando a baja temperatura y utilizando amoníaco como refrigerante.

Sobrealimentados.- Un evaporador sobrealimentado es aquel en el cual la cantidad de refrigerante líquido en circulación a través del evaporador ocurre con considerable exceso y que además puede ser vaporizado.

Según el tipo de construcción

Existen varios, entre los principales son los siguientes.

Tubo descubierto.- Los evaporadores de tubo descubierto se construyen por lo general en tuberías de cobre o bien en tubería de acero. El tubo de acero se utiliza en grandes evaporadores y cuando el refrigerante a utilizar sea amoníaco, mientras para pequeños evaporadores se utiliza cobre. Son ampliamente utilizados para el enfriamiento de líquidos o bien utilizando refrigerante secundario por su interior (salmuera, glicol), donde el fenómeno de evaporación de refrigerante no se lleva a cabo, sino más bien estos cumplen la labor de intercambiadores de calor.

De superficie de placa.- Existen varios tipos de estos evaporadores. Uno de ellos consta de dos placas acanaladas y asimétricas las cuales son soldadas herméticamente una contra la otra de manera tal que el gas refrigerante pueda fluir por entre ellas; son ampliamente usados

en refrigeradores y congeladores debido a su economía, fácil limpieza y modulación de fabricación. Otro tipo de evaporador corresponde a una tubería doblada en serpentín instalada entre dos placas metálicas soldadas por sus orillas. Ambos tipos de evaporadores, los que suelen ir recubiertos con pintura epóxica, tienen excelente respuesta en aplicaciones de refrigeración para mantención de productos congelados.

Evaporadores aleteados.- Los serpentines aleteados son serpentines de tubo descubierto sobre los cuales se colocan placas metálicas o aletas y son los más ampliamente utilizados en la refrigeración industrial como en los equipos de aire acondicionado. Las aletas sirven como superficie secundaria absorbidora de calor y tiene por efecto aumentar el área superficial externa del intercambiador de calor, mejorándose por tanto la eficiencia para enfriar aire u otros gases. La circulación de aire se realiza de dos maneras: por convección forzada por ventiladores, bien sean centrífugos o axiales, mono o trifásicos, conforme la aplicación y de manera natural por diferencia de densidades del aire, fenómeno conocido como convección natural.

11.9. Válvula de Expansión

Estos dispositivos son los encargados de disminuir la presión del líquido y controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador. El tubo capilar es el más usado para sistemas de refrigeración de potencia menor de un caballo de vapor, para sistemas de tamaño medio, lo más frecuente es el uso de válvulas de expansión termostáticas.

11.9.1. Tipos

Manual.- En la que la regulación se realiza mediante un tornillo. En este tipo de válvulas el sobrecalentamiento no depende de la temperatura de evaporación del refrigerante en su estado gaseoso, sino que, es fijo.

Termostática.- Denominada VET o TXV, la cual actúa por medio de un elemento de expansión controlado por un bulbo sensor, el cual regula el flujo del refrigerante líquido a través del orificio de la VET.

Termostática con compensación de presión externa.- Denominada VETX, es una derivación de la VET para equipos medianos o grandes o que trabajen a altas presiones y variaciones de carga térmica. Además estas deben ser utilizadas en sistemas donde el evaporador tiene varios circuitos, y/o está acoplado a un distribuidor de refrigerante.

Electrónica o electromecánica.- Trabaja mediante un control electrónico, en el cual sensores de temperatura envían señales a un CI (circuito integrado) y este mediante esos datos mantiene un sobrecalentamiento dentro de los parámetros permitidos para el funcionamiento.

Automática.- La que mantiene una presión constante en el evaporador inundado alimentando una mayor o menor cantidad de flujo a la superficie del evaporador, en respuesta a los cambios de carga térmica que se tengan en el mismo.

11.9.2. Componentes de la VET

La válvula de expansión termostática se compone de:

- Un cuerpo compuesto por una cámara en la cual se produce la expansión, al pasar el fluido refrigerante a ésta a través de un orificio cilindro-cónico obturado parcialmente por un vástago. Y los tubos de entrada y salida del fluido.
- Un elemento de potencia que actúa sobre el vástago para abrir o cerrar el paso de refrigerante a la cámara de expansión.
- Un regulador o tornillo que nos limita la cantidad mínima de caudal.
- Un bulbo sensor situado a la salida del evaporador, conectado por un tubo capilar al elemento de potencia y que actúa sobre éste.
- Un tubo de compensación de presión conectado también a la salida del evaporador, que ayuda al funcionamiento.

11.10. Configuración del PLC y HMI con el TIA Portal

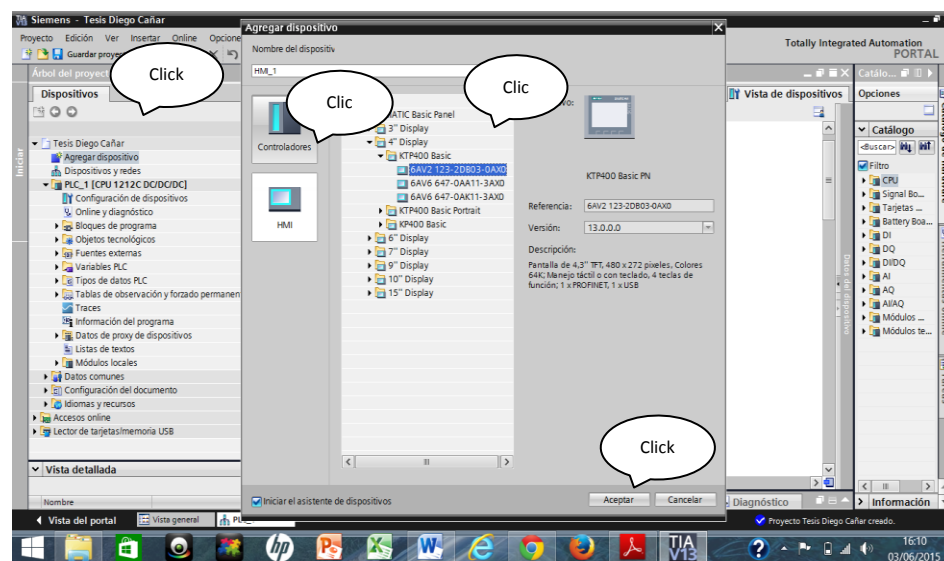
1). Hacer doble clic en TIA PORTAL

2). Hacer un clic en crear proyecto, seguidamente ubicamos el mouse en: “nombre del proyecto”, “ruta”, “Autor” y “Comentario” con la finalidad de ubicar el nombre del proyecto en Windows; luego hacer clic en crear.

3). Hacer clic en dispositivos y redes, seguidamente hacer clic en agregar dispositivos, luego aparecerá una venta, en la cual hacemos clic en controladores, para escoger el PLC acorde al que se adquiere para hacer el proyecto y continuación clic en agregar.

4). Al hacer clic en agregar, va a parecer una opción llamada “agregar dispositivo” al hacer doble clic en esta opción aparecerá el cuadro de HMI y luego procedemos a escoger el HMI correspondiente a la adquisición que se realice, para nuestro proyecto es. 6AV2 123-2DB03, a continuación clic en aceptar.

Figura 9. HMI Programando



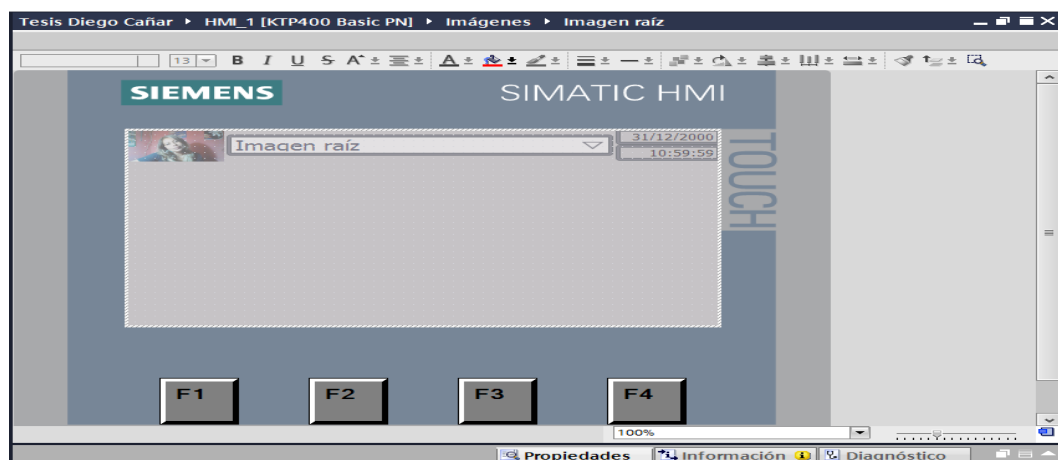
Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

5). A continuación aparece las siguientes páginas, conexiones de PLC, luego hacemos clic en examinar haciendo clic en PLC y en visto (✓) y se desplegará otra ventana donde se conectara en interfaz entre el puerto y PROFINET del HMI y el PLC, y luego hacemos clic en siguiente.

6). Luego se despliega otra ventana señalando formato de imagen para establecer el encabezado que incluye la fecha – hora y logotipo y por consiguiente se hace clic en avisos, imágenes, imágenes de sistema, botones, donde habrá opciones a elegir según convenga.

- 7). Después de hacer clic en finalizar se muestra la pantalla para el HMI establecida.
- 8). A continuación hacemos clic en agregar dispositivo, luego pulsamos en mostrar direcciones, donde aparecerán las IP para escoger las direcciones tanto del HMI y PLC.
- 9). Debido a que el PLC que se ha adquirido contiene 6 salidas digitales (DQ) tipo Relay, y en este proyecto se necesita 16 salidas digitales adicionales. Por este motivo se adquirió dos módulos de señal digital con 8 salidas digitales (DQ) Tipo Relay cada módulo. Para agregar los módulos de señal digital entramos a dispositivos y redes, a continuación damos doble clic en el PLC, a continuación nos ubicamos en catálogo, escogemos y agregamos dando doble clic en el tipo del módulo adquirido.
- 10). A continuación se asignarán variables del PLC con la finalidad de dar nombre a cada instrucción básica, para llegar a esto se hace clic en “variables PLC” seguidamente se asigna el nombre y automáticamente se designa el tipo de datos y la dirección, estas variables se hacen para cada segmento.
- 11). Seguidamente damos doble clic en la opción Main (OB1) y aparecerán los segmentos donde programaremos con el lenguaje ladder, al lado derecho y en la parte superior de los segmentos aparecen las instrucciones básicas para empezar a realizar el diseño de la programación.

Figura 10. Pantalla HMI



Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

12. IMPACTOS

Tecnológicos

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados de procesos industriales.
- La automatización de las instalaciones.
- La integración de servicios

Ambientales

- El ahorro energético.
- El cuidado del medio ambiente.

Económicos

- La reducción de los altos costos de operación y mantenimiento.
- Incremento de la vida útil de los motores.
- La relación costo-beneficio.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 10: Presupuesto del proyecto

| Ítem | Descripción | Unidad | Cant. | Precio Unitario | Precio Total |
|------|---|--------|-------|-----------------|--------------|
| 1 | Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB | U | 1 | 700,00 | 700,00 |
| 2 | Mueble computador | U | 1 | 30,00 | 30,00 |
| 3 | Bornera de motores, presotopas, terminales ojo, cable concéntrico | U | 2 | 10,00 | 20,00 |
| 4 | Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO | U | 2 | 150,00 | 300,00 |
| 5 | Bases motor, madera, pintura, soporte | U | 2 | 5,00 | 10,00 |
| 6 | Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1 | U | 1 | 600,00 | 600,00 |
| 7 | PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color | U | 1 | 710,00 | 710,00 |
| 8 | Fuente de poder siemens logo power | U | 1 | 115,00 | 115,00 |
| 9 | Switch industrial ethernet csm 1277 | U | 1 | 240,00 | 240,00 |
| 10 | Plc s7 1200 + envío de material | U | 1 | 473,00 | 473,00 |
| 11 | Módulo de salidas analógicas sb 1232 | U | 1 | 208,00 | 208,00 |
| 12 | SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE | U | 2 | 208,00 | 416,00 |

| | | | | | |
|----|--|---|-----|--------|--------|
| 13 | Guarda motor | U | 1 | 73,87 | 73,87 |
| 14 | Variador De Frecuencia SINAMICS V20 1HP Con panel BOP | U | 1 | 338,00 | 338,00 |
| 15 | Relés térmicos | U | 2 | 39,94 | 79,88 |
| 16 | Breaker 2 polos | U | 1 | 19,70 | 19,70 |
| 17 | Breaker 3 polos | U | 2 | 32,50 | 65,00 |
| 18 | Borneras push in | U | 105 | 1,52 | 159,60 |
| 19 | Finales de bornera | U | 13 | 1,25 | 16,25 |
| 20 | Separadores pequeños | U | 10 | 1,28 | 12,80 |
| 21 | Separadores medianos | U | 7 | 1,28 | 8,96 |
| 22 | Puentes de borneras | U | 6 | 1,28 | 7,68 |
| 23 | Contactador bobina 220vac | U | 4 | 22,23 | 88,92 |
| 24 | Contactos auxiliar | U | 2 | 27,34 | 54,68 |
| 25 | CANALETA 25x60 | U | 1 | 11,60 | 11,60 |
| 26 | Canaleta 25x40 | U | 1 | 7,50 | 7,50 |
| 27 | Canaleta 40x40 | U | 4 | 5,60 | 22,40 |
| 28 | Bornera de tierra | U | 1 | 5,76 | 5,76 |
| 29 | Borneras de distribución | U | 1 | 15,25 | 15,25 |
| 30 | Bornera porta fusible | U | 4 | 1,50 | 6,00 |
| 31 | Fusibles | U | 4 | 0,50 | 2,00 |
| 32 | Terminales tipo punta | U | 3 | 3,50 | 10,50 |
| 33 | Cable flexible | U | 260 | 0,30 | 78,00 |
| 34 | Cable utp | U | 2 | 2,50 | 5,00 |
| 35 | Riel din | U | 3 | 3,50 | 10,50 |
| 36 | Conductor | U | 6 | 2,32 | 13,92 |
| 37 | Enchufe trifásico +g | U | 1 | 12,00 | 12,00 |
| 38 | Toma corriente trifásico + g | U | 1 | 12,00 | 12,00 |
| 39 | Semáforo indicador | U | 2 | 36,00 | 72,00 |
| 40 | Amarras negras | U | 2 | 3,00 | 6,00 |
| 41 | Autoperforantes+brocas | U | 200 | 0,03 | 6,00 |
| 42 | Amperímetro | U | 1 | 13,39 | 13,39 |
| 43 | Voltímetro | U | 1 | 13,39 | 13,39 |
| 44 | Sensor de presión | U | 1 | 267,75 | 267,75 |
| 45 | Sensor de caudal | U | 1 | 78,50 | 78,50 |

| | | | | | |
|------------------|---|---|---|-------|--------------------|
| 46 | Cinta para marquillar de acuerdo a modulo | U | 2 | 30,00 | 60,00 |
| SUBTOTAL: | | | | | 5.476,80 |
| IVA 12% | | | | | 657,22 |
| TOTAL | | | | | \$ 6.134,02 |

Elaborado por: Delgado Espinosa Pablo Heriberto

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Se implementó el módulo didáctico utilizando equipos modernos de última tecnología para que los estudiantes puedan realizar prácticas de control de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, con la correcta selección de los dispositivos eléctricos y electrónicos garantizando un desempeño adecuado.
- Con el estudio e investigación teórica de antecedentes se pudo determinar los dispositivos que conforman el módulo didáctico, con el fin de construir un equipo que nos brinde resultados satisfactorios al momento de realizar las prácticas de simulación.
- El sistema de control mediante el HMI permitió controlar adecuadamente los parámetros de presión y temperatura de acuerdo a la carga requerida por el sistema de refrigeración.
- El HMI controla y supervisa el sistema de refrigeración logrando establecer diferentes parámetros de funcionamiento para enseñar a los estudiantes de una manera real el procedimiento para tomar decisiones adecuadas ante un proceso industrial.
- El software TIA Portal permitió desarrollar un sistema de control y supervisión de manera didáctica, el manejo del software no es complejo, lo cual logró tener una buena capacidad de desarrollar visualización de los procesos de manera real.

14.2. Recomendaciones

- Tener cuidado al momento de realizar las conexiones y consultar los manuales de equipos para tener un adecuado uso del módulo didáctico al momento de energizar para evitar corto circuitos o acciones que deterioren los equipos implementados.
- Realizar una limpieza de los equipos una vez a la semana para eliminar el polvo por las condiciones de trabajo.
- Designar una computadora para el módulo para que sea estrictamente para el funcionamiento del tablero, aquí se tendrá la correspondiente licencia del software TIA Portal, evitando conectar cualquier dispositivo que pueda transmitir virus informáticos.
- Indicar a los alumnos la responsabilidad del manejo de los equipos por ser delicados, costosos manipulando con precaución los cables de los sensores y los cables de conexiones entre los elementos componentes del módulo, evitando ocasionar corto circuitos.

15. BIBLIOGRAFÍA

- BALCELLS Josep, *Calidad y Uso Racional de la Energía Eléctrica*. Editorial Circutor. 2011, p.69. ISBN: 978-84-699-2666-7.
- CARRETERO Antonio, *Gestión de la Eficiencia Energética: Cálculo del Consumo, Indicadores y Mejora*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p.187. ISBN: 9788481437522.
- CREUS Solé Antonio, “Instrumentación Industrial”, Sexta Edición, Alfaomega, México, 1998.
- CONAN Jean G., “Refrigeración Industrial”, Editorial Ediciones Paraninfo S.A., Primera Edición, Francés 1990.
- CENGEL Yunus A. Y Boles Michael A.; “Termodinámica”, Editorial Limusa, Quinta Edición, México D.F., 2006.
- DOSSAT, Roy, “Principios de refrigeración”, Editorial continental, Decima Séptima Edición, México, 1997.
- ENRÍQUEZ Harper, *La Calidad de la Energía en los Sistemas Eléctricos*. Editorial Limusa. 2012, p.185. ISBN: 978-968-18-6736-2
- ENRÍQUEZ Harper; “Manual de Aplicación del Reglamento de Instalaciones Eléctricas”, Editorial Limusa, Primera Edición 2003.
- FAIRES M. Virgil y Clifford Max Simmang; “Termodinámica”, Editorial Limusa, Segunda Edición, México D.F., 1993.
- FÉLICE Érice, *Perturbaciones Armónicas*. Editorial Paraninfo. 2009, p.73. ISBN: 978-84-283-2827-7.

- FERNÁNDEZ, Carlos. *Instalaciones Eléctricas Interiores*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2010, p.46. ISBN: 9788497325813.
- FERNÁNDEZ, José. *Eficiencia Energética en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2011, p.123. ISBN: 978-84-96709-71-3.
- POTTER C. y Scott P., “Termodinámica”, Editorial Thomson Internacional, Primera Edición, año 2006.
- PERRY R., “Manual de Ingeniería Química”, Editorial Mc Graw Hill, Sexta Edición, México D.F. 1992.
- PÉREZ José, *Instalaciones Eléctricas en Edificios*. Editorial Creaciones Copyright. 2011, p.215. ISBN: 978-84-96300-03-3.
- REY Francisco, *Eficiencia Energética en Edificios. Certificación y Auditorías Energéticas*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2006, p.187. ISBN: 9788496709713.
- ROMERO Cristóbal, *Domótica E Inmótica. Viviendas Y Edificios Inteligentes*, (2ª Edición). 2011, ISBN: 9788478977291.
- SÁNCHEZ Franco, *Locales Técnicos en los Edificios*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2012, p. 59. ISBN: 978-84-96709-73-7.
- SALVADOR Pérez Cárdenas, “Fundamentos de Termodinámica”, Editorial Limusa, Primera Edición, México D.F., 1990.
- TORRES José, *Sobreintensidades en Baja Tensión. Riesgos Protecciones y Aparamentos*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2009, p.121. ISBN: 978-84-8143-290-3.
- TRASHORRAS Jesús, *Proyectos Eléctricos. Planos y Esquemas*. Editorial Paraninfo. 2011, p.95. ISBN: 978-84-283-2664-9.

16. ANEXOS

A. Hoja de vida del tutor

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Jácome Alarcón
NOMBRES: Luis Fernando
ESTADO CIVIL: Casado
CEDULA DE CIUDADANÍA: 050247562-7
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Quevedo 26 de mayo de 1985
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: La Maná, Avenida Amazonas y Manabí
TELÉFONO CONVENCIONAL: 032696138
TELÉFONO CELULAR: 0985789747
E-MAIL INSTITUCIONAL: luis.jacomea@utc.edu.ec
TIPO DE DISCAPACIDAD: Ninguna
DE CARNET CONADIS: No aplica



ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

| NIVEL | TITULO OBTENIDO | FECHA DE REGISTRO | NÚMERO DE REGISTRO |
|--------------|---|--------------------------|--|
| TERCER | Ingeniero en Eléctrico Mecánica con Mención en Gestión Empresarial Industrial | 2009-02-16 | 1028-09-894072 |
| CUARTO | Maestría en Docencia Universitaria Maestría en Gestión de Energías | 2016-05-11 2016-05-12 | 1020-2016-1670350 1020-2016-1671050 |

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

FECHA DE INGRESO A LA UTC: Abril 2010- Agosto 2010

B. Hoja de vida del investigador

DATOS PERSONALES

| | |
|------------------------------|------------------------------|
| APELLIDOS: | Delgado Espinosa |
| NOMBRES: | Pablo Heriberto |
| ESTADO CIVIL: | Soltero |
| CEDULA DE CIUDADANÍA: | 050346047-9 |
| LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: | La Maná, 17 de marzo de 1988 |
| DIRECCIÓN DOMICILIARIA: | La Maná |
| TELÉFONO CELULAR: | 0994807827 |
| E-MAIL INSTITUCIONAL: | metalik_1988@hotmail.com |
| TIPO DE DISCAPACIDAD: | Ninguna |
| # DE CARNET CONADIS: | No aplica |

**EDUCACIÓN Y FORMACIÓN**

Primaria: Jhon F. Kennedy

Secundaria: Colegio Técnico 19 de Mayo, (Cantón La Maná)

Superior: Estudiante en Universidad Técnica de Cotopaxi (Cantón La Maná).

C. Instalación de borneras



D. Configuración con el HMI

