



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TITULO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO
CON HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE
REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO DE AIRE
ACONDICIONADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE
COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015”.**

Tesis presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero en Electromecánica.

Autor:

Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Director:

Ing. Héctor Arnulfo Chacha Armas.

La Maná - Cotopaxi – Ecuador

Marzo, 2016.

**AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE REVISIÓN Y
EVALUACIÓN**

TESIS DE GRADO

Sometido a consideración del tribunal de revisión y evaluación por: el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015”.

REVISADA Y APROBADA POR:

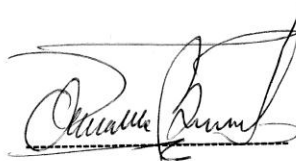
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Héctor Arnulfo Chacha Armas.

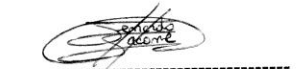


MIEMBROS DEL TRIBUNAL ESPECIAL

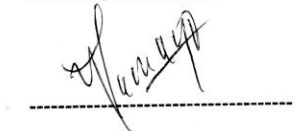
Ing. Amable Bienvenido Bravo.



Ing. Luis Fernando Jácome Alarcón.



Phd. Yoandrys Morales Tamayo.



AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación : **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015”**, son de exclusiva responsabilidad del autor.



Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

C.I. 050352610-5



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Trabajo de
Grado
CIYA

COORDINACIÓN

TRABAJO DE GRADO

AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015”

Del señor estudiante; Pilaguano Orovio Edison Reinaldo
postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos- técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Grado**, que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Diciembre del 2015

EL DIRECTOR

Ing. Héctor Arnulfo Chacha Armas.

DIRECTOR DE TESIS

www.ttc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

COORDINACIÓN ACADÉMICA

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Lcdo. Ringo John López Bustamante Mg.Sc. Coordinador Académico y Administrativo de la Universidad Técnica de Cotopaxi, extensión La Maná, Certifico que el Sr. Edison Reinaldo Pilaguano Orovio portador de la cédula de ciudadanía N° 050352610-5, egresado de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica, desarrolló su Tesis titulada "Diseño e Implementación de un módulo didáctico con HMI para controlar el sistema de refrigeración en el laboratorio de aire acondicionado en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, año 2015", la misma que fue ejecutada e implementada con satisfacción en el Bloque Académico "B" de la extensión La Maná.

Particular que comunico para fines pertinentes

ATENTAMENTE

"POR LA VINCULACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CON EL PUEBLO"

La Maná, diciembre 21 del 2015

Lcdo. Mg.Sc. Ringo López Bustamante
COORDINADOR DE LA EXTENSIÓN
Universidad Técnica de Cotopaxi - La Maná



RLB/eas

www.utc.edu.ec

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

La Maná, Av. Los Almendros y Pujilí. Edificio Universitario (032) 688-443; e-mail. extensión.lamana@utc.edu.ec V

AGRADECIMIENTO

A mi Director de Tesis Ing. Héctor Chacha Armas por sus sugerencias y su ayuda en el desarrollo del presente trabajo.

A mis profesores que con esfuerzo y esmero han sabido impartir generosamente sus enseñanzas para lograr con éxito culminar esta etapa de mi vida.

A mis compañeros con quienes he compartido momentos difíciles e inolvidables que se quedarán grabados en mi memoria y corazón.

Edison Pilaguano.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho cariño a Dios y a mi querida familia, por ser la luz de guía en el caminar de mi vida, por su comprensión y su apoyo incondicional en estos cinco años han forjado mi espíritu para conseguir un peldaño más en mi vida.

Edison Pilaguano.

ÍNDICE GENERAL

Portada	i
Aval de los miembros del tribunal	ii
Autoría	iii
Aval del director de tesis	iv
Certificado de implementación	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria	vii
Índice general	viii
Índice de contenido	iv
Índice de cuadros	xi
Índice de gráficos	xii
Índice de anexos	xii
Resumen	xiii
Abstract	xiv
Certificado de traducción del idioma inglés	xv
Introducción	xvi

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Fundamentación Teórica	1
1.1	Antecedentes Investigativos	1
1.1.1	Proyecto 1	1
1.1.2	Proyecto 2	2
1.2	Categorías Fundamentales	3
1.3	Marco Teórico	4
1.3.1	Sistema de refrigeración	4
1.3.1.1	Tipos de refrigeración	4
1.3.2.	Interfaz hombre-máquina.	9
1.3.3.	Controlador lógico programable.	12
1.3.4	Sistema de control	16
1.3.4.1	Detectores o captadores	18
1.3.4.2	Accionadores y preaccionadores	19
1.3.4.3	Sistema de control en lazo abierto	19
1.3.4.4	Sistema de control en lazo cerrado	20
1.3.5	Sistema de control PC/PLC	22
1.3.5.1	Equipo de adquisición de datos por medio del bus USB	23
1.3.5.2	Interfaz profinet integrada	24
2	Análisis e interpretación de resultados	25
2.1	Breve caracterización de la institución	25
2.1.1	Historia	25
2.1.2	Misión	27
2.1.3	Visión	27
2.2	Operacionalización de las Variables	28
2.3	Análisis e Interpretación de Resultados	28
2.3.1	Metodología de la Investigación	28
2.3.1.1	Tipos de Investigación	28
2.3.1.2	Metodología	29
2.3.1.3	Unidad de Estudio (Población y Muestra)	30

2.3.1.3.1	Población Universo	30
2.3.1.3.2	Tamaño de la muestra	30
2.3.1.3.3	Criterios de Selección de la Muestra	31
2.3.2	Métodos y Técnicas a ser Empleadas	32
2.3.2.1	Métodos	32
2.3.2.2	Técnicas	33
2.3.3	Resultados de las Encuestas	34
2.3.3.1	Resultados de la Encuesta Realizada	34
2.3.4	Conclusiones y recomendaciones	40
2.4	Diseño de la Propuesta	42
2.4.1	Datos Informativos	42
2.4.2	Justificación	42
2.4.3	Objetivos	43
2.4.3.1	Objetivo General	43
2.4.3.2	Objetivos Específicos	43
2.4.4	Descripción de la Aplicación	44
3	Validación de la Aplicación	45
3.1	Módulo didáctico de control del sistema de refrigeración	45
3.1.1	Estructura del módulo de control	46
3.1.1.1	Dimensiones del modular	46
3.1.2	Componentes del módulo de control	46
3.1.2.1	Diseño mecánico	47
3.1.2.2	Diseño electrónico	47
3.1.2.3	Controlador lógico programable	48
3.1.2.3.1	Principales componentes de un PLC	49
3.1.2.3.2	Datos técnicos y parámetros de funcionamiento del PLC S7 1200	50
3.1.2.3.3	Introducción al PLC S/-1200	51
3.1.2.4	Compresor	56
3.1.2.5	Condensador	57
3.1.2.6	Evaporador	58
3.1.2.7	Válvula de expansión	62

3.2	Configuración del PLC y HMI con el TIA Portal	64
4	Conclusiones y recomendaciones	74
4.1	Conclusiones	74
4.2	Recomendaciones	75
4.3	Referencias bibliográficas	76
4.4	Anexos	79

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1	Operacionalización de Variables	28
Cuadro No. 2	Población 1	30
Cuadro No. 3	Aleatorio Estratificado Proporcional	31
Cuadro No. 4	Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado	34
Cuadro No. 5	Prácticas en un laboratorio de refrigeración	34
Cuadro No. 6	Implementación de un módulo didáctico	35
Cuadro No. 7	Necesario implementación de un módulo	36
Cuadro No. 8	Uso de tecnología en procesos industriales	36
Cuadro No. 9	Aprendizaje teórico-práctico con HMI	37
Cuadro No. 10	Desarrollar sus ideas teóricas	38
Cuadro No. 11	Módulos de control incluido el HMI	38
Cuadro No. 12	Motivación para la carrera	39
Cuadro No. 13	Crecimiento académico de los estudiantes	40
Cuadro No. 14	Características del CPU 1212C	52
Cuadro No. 15	Dimensiones del montaje	54
Cuadro No. 16	Requisitos de instalación	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1	Refrigerador doméstico	5
Gráfico No. 2	Refrigerador comercial	5
Gráfico No. 3	Refrigerador industrial	6
Gráfico No. 4	Componentes principales de un HMI	11
Gráfico No. 5	Vista de PLC.	48
Gráfico No. 6	Partes del PLC S7-1200	52
Gráfico No. 7	Dimensiones del montaje	54
Gráfico No. 8	Espacio libre necesario	55
Gráfico No. 9	HMI programando	65
Gráfico No. 10	Pantalla HMI	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No. 1	Encuesta Aplicada
Anexo No. 2	PLC con los módulos A y B
Anexo No. 3	HMI marca Siemens
Anexo No. 4	Sistema de protección
Anexo No. 5	Módulo culminado

RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene por objetivo el diseño e implementación de un módulo didáctico con HMI para controlar el sistema de refrigeración en el Laboratorio de Aire Acondicionado de la carrera de Ingeniería en Electromecánica. En la actualidad los procesos industriales aún se manejan de forma manual, lo cual no es beneficioso para poder aumentar la producción, ya que los procesos son cada vez más complejos y necesitan la presencia del operador para el control de calidad. La automatización es la sustitución del trabajo del hombre, por sistemas computarizados y electromagnéticos, al tener procesos controlados con la visualización mediante un HMI se hace más eficiente cualquier proceso en el campo industrial así como en este caso el sistema de refrigeración. Con la implementación del módulo didáctico el estudiante tendrá la posibilidad de realizar prácticas para adquirir un conocimiento experimental acerca del funcionamiento y operación de los equipos componentes del módulo didáctico como los sensores de temperatura y presión que miden las variables del proceso las cuales permiten la activación de electroválvulas, condensador, compresor, entre otros para poder cumplir el proceso de refrigeración. El objetivo es que el alumno conozca las tecnologías modernas de automatización estimulando su creatividad y trabajo en el laboratorio operando los equipos de alta tecnología como el HMI que permite la variación de los parámetros de funcionamiento, control, monitoreo en tiempo real del sistema así como obtener un registro del proceso para su respectivo análisis en cada ciclo.

ABSTRACT

This titling project aims to design and implement a training module with HMI to control the cooling system at the Laboratory of Air Conditioning Electromechanics Engineering. At present industrial processes are still handled manually, which is not beneficial to increase production, since the processes are increasingly complex and require the presence of the operator for quality control. Automation is the replacement of human labor by computer and electromagnetic systems therefore, processes to be controlled by an HMI display any procedure becomes more efficient in the industrial field and in this case the cooling system. With the implementation of the training module the student will have the possibility of internships to gain an experimental knowledge about the functioning and operation of the components of the training module equipment such as temperature and pressure sensors that measure the process variables which allow activation solenoid valves, condenser, compressor, etc. to meet the cooling process. The goal is that students know the modern automation technologies stimulating their creativity and work in the laboratory operating the high-tech equipment such as HMI that enables variation of the operating parameters, control, real-time monitoring of the system and obtain a record process for examination in each cycle.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

INTRODUCCIÓN



Centro
Cultural de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

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 del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo cuyo título versa "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON HMI PARA CONTROLAR EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN EN EL LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015"; 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, 12 de diciembre del 2015

Atentamente

Lcdo. Luis Bravo-Minda, Mg.

DOCENTE
C.I. 1709426694

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se presenta un módulo didáctico destinado para el control del sistema de refrigeración mediante la aplicación de un HMI en el laboratorio de aire acondicionado, debido a que el campo industrial aún se manejan procesos totalmente manuales, lo cual no beneficia el manejo de la producción y más aún querer aumentar una producción, la automatización es la sustitución de las labores humanos, por sistemas o elementos computarizados y electromecánicos que resulta más eficiente que la mano humana. Este trabajo está dividido en tres capítulos que describen secuencialmente las etapas seguidas a lo largo del proyecto:

El Capítulo 1 abarca la información teórica, como antecedentes investigativos se describen dos proyectos similares, se abordan cinco categorías fundamentales que sustentan el desarrollo proyecto, iniciando con el sistema de refrigeración hasta llegar a los sistemas de control PC/PLC.

En el Capítulo 2 se expone una breve caracterización de la institución donde se realiza la aplicación, además se desarrolla un análisis e interpretación de los resultados obtenidos describiendo los métodos empleados, se realizan los cálculos para seleccionar la muestra y se tabulan los resultados para obtener las conclusiones que determinaran la viabilidad del proyecto.

En el Capítulo 3 se desarrolla la aplicación, se realiza el diseño del módulo didáctico destinado para el control del sistema de refrigeración mediante la aplicación de un HMI en el laboratorio de aire acondicionado.

El Capítulo 4 muestra las conclusiones y recomendaciones que se deben considerar al momento de utilizar las cámaras, también contiene el glosario de palabras, citas bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes Investigativos

Una vez realizada las investigaciones en torno al tema, se presenta a continuación la información de dos proyectos similares.

1.1.1 Proyecto 1

Climatización de un edificio de labores administrativas mediante la utilización de un Sistema de agua enfriada por aire.

Resumen

Este trabajo contiene un estudio completo y específico sobre los diferentes aspectos técnicos, variables, parámetros, cálculos, criterios de selección y una serie de importantes consideraciones que intervienen en el arte de hacer producir frío, creando de esta manera condiciones de confort. También detalla el conjunto de procedimientos básicos dentro de los cuales se desarrolla la Ingeniería de Aire Acondicionado. El proyecto resuelve una situación en particular, se desea climatizar un edificio de cinco pisos en el cual se realizan labores administrativas y de oficina, con un determinado número de personas que necesitan un ambiente de trabajo agradable para realizar sus funciones de mejor manera.

El objetivo principal es diseñar un sistema de agua enfriada por aire, con volumen variable en los sistemas de distribución. Con la finalidad de satisfacer la necesidad

de climatización del edificio, lo cual permite obtener un gasto menor de energía y nos ofrece la posibilidad de controlar los parámetros tales como presión y temperatura por medio de un sistema automático.

Consideramos también la eficiencia del sistema y que su funcionamiento no cause daño a la atmosfera, condición tan discutida en nuestros días. Para tal efecto calcularemos la carga térmica del edificio y las condiciones Psicrométricas. Basándose en esto descubriremos el sistema y seleccionaremos los equipos y materiales necesarios, diseñaremos los ductos y el circuito de agua de acuerdo a las normas internacionales. Implementaremos un sistema de control, detallando su funcionamiento y sus principales componentes, los parámetros medidos, la descripción de los sensores y su ubicación en el sistema.

Inicialmente, recopilamos los detalles arquitectónicos concernientes al edificio por medio de los planos y definimos un determinado número de factores tales como dimensiones, cantidades de vidrios, paredes externas e internas, azotea, losas, números de personas, luces, y hemos calculado sobre la base de procedimientos, la ganancia de calor que cada uno de ellos produce así como la carga de enfriamiento necesaria para contrarrestar dichos efectos térmicos.

(<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/13584>)

1.1.2 Proyecto 2

Diseño de Sistema Control con PLC y HMI para una Autoclave.

Resumen

Este trabajo se realizó debido a la necesidad de una empresa dedicada a las conservas alimenticias, en la cual se tienen autoclaves con un sistema muy viejo, con defectos en producción y procesos de operación muy rústicos. De aquí surge la idea de hacer una actualización del sistema de control de las autoclaves. Para

esto se propone implementar un sistema de control con PLC y HMI, cubriendo así las necesidades primarias de la empresa. Se inició con los fundamentos teóricos que la ingeniería de autoclave contiene, después se hace un levantamiento de necesidades de los usuarios de autoclaves.

Se propone la instalación de un sistema de control con PLC y HMI en la autoclave y por último se capacita al personal de su uso y mantenimiento, las automatizaciones utilizando tecnología como el PLC y las HMI hacen que las máquinas en general sean más eficientes y seguras, en este caso la autoclave en la que se instalaron los dispositivos tuvieron gran resultado ya que se aseguró el proceso tomando en cuenta que se están procesando alimentos.

Se hizo más eficiente reduciendo tiempos de paros. Se disminuyeron las fallas por error humano, la misma automatización del sistema arroja tiempos de mantenimiento para prevenir paros inesperados, se hace la operación más amigable para el usuario y lo más importante garantiza que la operación sea segura para el personal que esta día a día usando estas máquinas.

(<http://hdl.handle.net/123456789/11563>)

1.2 Categorías Fundamentales.

- 1.2.1** Sistema de refrigeración
- 1.2.2** Interfaz hombre - máquina
- 1.2.3** Controlador lógico programable
- 1.2.4** Sistemas de control
- 1.2.5** Sistemas de control PC/PLC

1.3 Marco Teórico.

1.3.1 Sistema de Refrigeración.

El sistema de refrigeración se puede definir como la extracción de calor de una sustancia o espacio produciendo en ella una temperatura inferior a la de sus alrededores. El enfriamiento se efectúa por la evaporación del líquido refrigerante en un intercambiador de calor denominado evaporador. (FAIRES, Virgil. 1993. Pág. 220)

La sustancia de trabajo usada en sistemas de refrigeración por absorción, en el caso de los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad de absorber calor que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el bromuro de litio, al disolver, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente. (BUENAÑO, L. 2010. Pág. 25)

1.3.1.1. Tipos de refrigeración

En la actualidad existen 5 tipos de aplicaciones de la refrigeración, los cuales son:

- a) Doméstica.
- b) Comercial.
- c) Industrial.
- d) Aire acondicionado.
- e) Marina.

a. Refrigeración doméstica

El campo de la refrigeración doméstica está limitada principalmente a refrigeradores y congeladores caseros. Las unidades domésticas generalmente son de tamaños pequeños teniendo capacidades de potencia que fluctúan entre 1/20 y 1/2 HP.

GRÁFICO N° 1
REFRIGERADOR DOMÉSTICO



Fuente: www.indurama.com/portal/refrigeradoras

b. Refrigeración comercial

La refrigeración comercial se refiere al diseño, instalación y mantenimiento de unidades de refrigeración del tipo que se tienen en establecimientos comerciales para su venta al menudeo, restaurantes, hoteles e instituciones que se dedican al almacenamiento, exhibición, procesamientos y a la distribución de artículos de comercio perecederos de todos tipos.

GRÁFICO N° 2
REFRIGERADOR COMERCIAL

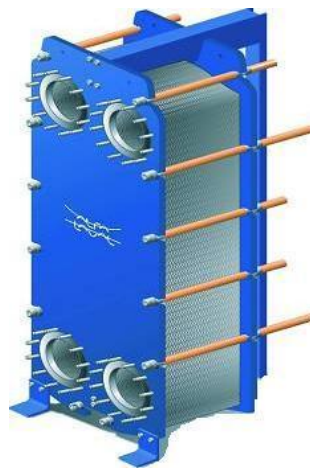


Fuente: www.imbera.mx

c. Refrigeración industrial

La refrigeración industrial a menudo es confundida con la refrigeración comercial porque la división entre estas dos áreas no está claramente definida. Como regla general, las aplicaciones industriales son más grandes en tamaño que las aplicaciones comerciales, y la característica que las distingue es que se requiere un empleado para su servicio, que por lo general es un ingeniero. Algunas aplicaciones industriales típicas son plantas de hielo, grandes plantas empacadoras de alimentos, cervecerías, lechería, y plantas industriales, tales como refinerías de petróleo, plantas químicas, etc.

GRÁFICO N° 3 REFRIGERADOR INDUSTRIAL



Fuente: www.industrialfrigo.com

d. Aire acondicionado

El aire acondicionado es la técnica para controlar los factores que afectan las condiciones físicas y químicas de la atmósfera dentro de cualquier espacio destinado a ocuparse por personas para su comodidad o bien para realizar procesos industriales.

e. Refrigeración marina y transporte

La refrigeración marina se refiere a la realizada a bordo de embarcaciones de transporte y cargamento sujeto a deterioro así como refrigeración de los almacenes del barco.

La finalidad de la refrigeración moderna es muy variable y va desde conservar un producto, hasta llevarlo a realizar un proceso. Estos procesos se clasifican en grupos que son:

- Enfriamiento.
- Refrigeración.
- Congelación.
- Proceso Criogénico.

e.1 Enfriamiento

Los sistemas de enfriamiento operan normalmente con temperaturas que van desde +15°C a +2°C (59°F a 35.6°F). Aún cuando en algunos casos existe una disminución de temperaturas hasta los 0 °C (32°F), en este proceso nunca se presenta cambio de estado en la sustancia que se maneja y solamente se elimina calor sensible.

Su aplicación es muy amplia y se utiliza en productos que no requieren conservación y la temperatura en que se encuentran son solo para efectos de gusto. Como ejemplos tenemos:

- Enfriadores de bebidas carbonatadas y agua.
- Enfriadores de productos lácteos.
- Sistemas de Acondicionamiento de Aire.

e.2 Refrigeración

Los niveles de temperatura de este proceso comprenden valores ligeramente superiores de los 0°C a -18°C (32°F a -0.4°F) aproximadamente. En este proceso si existe cambio físico y lógicamente eliminación de calor latente. Este proceso se utiliza para la conservación de productos llevando a cabo los

procedimientos adecuados, se pueden mantener estos productos de 2 semanas hasta 1 mes aproximadamente. Es utilizado ampliamente en instalaciones domésticas, comerciales y de investigación.

e.3 Congelamiento

Este proceso opera entre -18°C y -40°C (-0.4°F y -40°F) y en este proceso también existe cambio de estado en la sustancia y también se elimina calor latente. No obstante en algunos casos solo se elimina calor sensible, por ejemplo, cuando se conserva la carne congelada en la transportación.

Su principal utilidad es el área comercial, industrial y de investigación. El periodo de conservación va desde 1 mes hasta 1 año, dependiendo del producto y que procedimientos se empleen.

e.4 Criogénico

Es un proceso que opera desde -40°C (-40°F) a valores cercanos al cero absoluto. Esto implica el cambio de estado físico en la sustancia si esta líquido o contiene agua para enfriarlo posteriormente.

Su aplicación es muy fuerte en el área industrial y de investigación, también desarrollándose en áreas comerciales. Este proceso trata de la preservación de los productos alimenticios en su característica o condición muy crítica.

(ARELLANO, Estrada. 2009. Pág 43-46)

La refrigeración relacionada con el aire acondicionado suele dividirse en industrial y de confort. La refrigeración relacionada con el confort incluye la fabricación de equipos para la producción en frío en aire acondicionado: climatizadores, bombas de calor, acondicionadores de ventana, autónomos, enfriadoras de agua. La refrigeración relacionada con el aire acondicionado industrial se aplica al acondicionamiento de espacios no estrictamente domésticos, como podrían ser grandes almacenes, oficinas, naves industriales. (JUTGLAR, Luis. Año 2008. Pág. 7).

Los sistemas de refrigeración son los más empleados en la industria de la refrigeración. Constan básicamente de cuatro elementos que consideramos fundamentales a través de los cuales circula en fluido refrigerante. (FRANCO, Juan. Año 2012. Pág. 1).

La refrigeración y acondicionamiento de aire son muy utilizados para distintas aplicaciones tanto como para las industriales y domésticas, también necesitan equipos que demandan altos consumos de energía eléctrica y materiales que tienen un alto riesgo ambiental, por lo cual se debe tener precauciones al realizar su instalación y manejo, que permitan su funcionamiento apropiado y que además no afecten el medio ambiente.

(<http://www.si3ea.gov.co/Eure/6/inicio.html>).

El uso y aplicación de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado, ha crecido considerablemente, debido a que es utilizado para las industrias y necesidad de confort, además también se utiliza la refrigeración para la conservación de alimentos y para la climatización de lugares como oficinas de trabajo. Es muy importante considerar que los sistemas de refrigeración deben ser aplicados de forma responsable para no afectar la naturaleza.

1.3.2 Interfaz Hombre – Máquina.

Un sistema de Interface Persona Máquina permite al humano realizar la supervisión del funcionamiento adecuado de un proceso de producción de manera gráfica mediante un dispositivo de interface, de tal forma que el operador pueda tomar decisiones y acciones oportunas sobre el proceso aún sin la necesidad de estar presente físicamente.

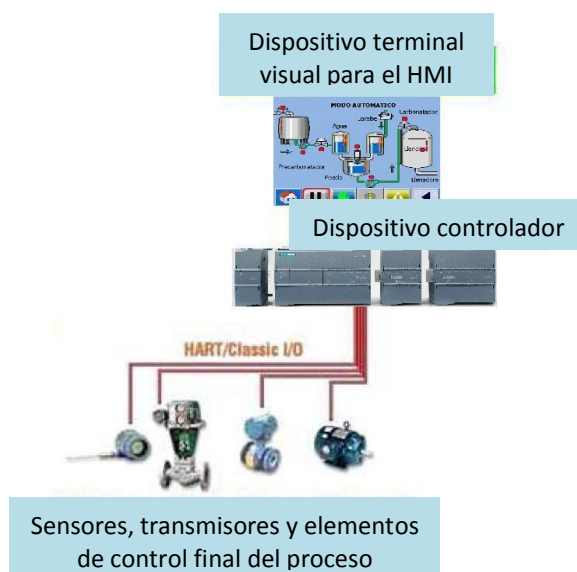
Para lograr todo lo anteriormente mencionado, el HMI debe proporcionar información confiable y a tiempo tanto desde el proceso hacia el operador, y viceversa. Entre la información que recibe y suministra el operador desde y hacia el proceso tenemos: los valores de las variables físicas más críticas que intervienen tales como temperatura, presión, nivel, caudal, velocidad, voltaje, corriente, etc., y el estado operativo de los elementos de control final como por ejemplo electroválvulas, motores, bombas, contactores, inyectores, etc. Al disponer de todos estos datos el HMI puede proporcionar al operador de lo siguiente:

- Seguir de forma gráfica la secuencia de los pasos necesarios para poner en marcha o detener el proceso. Puede ser que aquellos pasos sean realizados manualmente por el operador, de manera automática por controladores lógicos, o una mezcla de ambos métodos.
- Accionar manualmente mediante el HMI algún elemento de control final, cambiar los valores o rangos de: setpoints, activación de alarmas, bloqueos o disparos del proceso, etc., tanto si el proceso está o no en marcha.
- Hacer modificaciones en la lógica de funcionamiento del proceso, especialmente en caso de disponer de sistemas de automatización avanzados que permiten cambiar su programación vía software, como ocurre con los PLCs y RTUs4.
- Advertir de anomalías en el proceso por medio de la activación de alarmas visuales y/o audibles, por ejemplo cuando alguna de las variables físicas excede su rango de operación normal. Su propósito es que el operador puede tomar acciones preventivas antes que la anomalía se agudice y tratar en lo posible que el proceso continúe en marcha, caso contrario detenerlo para evitar averías en el sistema de control.

- Llevar un registro histórico de la ocurrencia de las alarmas con el objetivo de determinar las causas reales del problema que las originó. Esto es de suma utilidad en especial para el personal de mantenimiento que deberá realizar las acciones correctivas del caso.
- Tener un acceso por jerarquías o niveles de autorización al proceso, para limitar la intervención de los usuarios del HMI según su función de trabajo, conocimientos y experiencia.

Un sistema HMI está conformado por un dispositivo controlador que se encarga de la adquisición de datos del proceso recibiendo las señales provenientes de los sensores o transmisores de instrumentación, también del envío de órdenes hacia los elementos de control final, y finalmente que se encargue de intercambiar la información del proceso con un dispositivo terminal visual en donde se presente el HMI para el respectivo monitoreo.

GRÁFICO No. 4
COMPONENTES PRINCIPALES DE UN HMI



Una interfaz hombre- máquina, tiene como misión conciliar las características funcionales de dos entidades que han de entenderse. En un ordenador, una

interfaz, es tanto un grupo de especificaciones como una entidad lógica o física. Una interfaz hombre-máquina es un conjunto de dispositivos que la máquina en acción debe presentar al ser humano para proporcionarle la mejor adaptación posible ante sus mecanismo de entrada y salida. (DESONGLES. Juan. Año 2006. Pág. 91).

La interfaz hombre-máquina es capaz de suplir la necesidad de comunicación del individuo con las tres limitaciones tales como el habla, la visual y la motora, estableciendo un vínculo de tal manera, que el medio que lo rodea, conozca lo que la persona desea expresar a través de palabras. La interfaz hombre-máquina es un apoyo para el ser humano. (FOLGUERAS, José. Año 2013. Pág. 591).

Es el conjunto de elementos con los cuales el usuario interactúa con un objeto que realiza una determinada tarea televisor, teléfono, coche, despertador, el ser humano interactúa con los objetos que le rodean y tienen unas expectativas de cómo comportarse, basado en experiencias anteriores con ellos.

(<http://trevinca.ei.uvigo.es/~jrodeiro/Teaching/diu/DIU-Tema1.pdf>)

La interfaz del usuario hombre máquina, es el punto de acción en el que el ser humano entra en contacto directo con la máquina es la comunicación entre los dos, es la interfaz del usuario controlada por un computador.

1.3.3 Controlador Lógico Programable.

La automatización con autómatas programables consiste en aplicar una ciencia que trata de sustituir, en un proceso, al operador humano por un equipo electrónico programable, en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente industrial, procesos secuenciales. Al autómata programable industrial (API) también se lo conoce como controlador lógico

programable (PLC, Programable Logic Controler). (BARBADO, José A. Año 2013. Pág. 226)

Los controladores lógicos programables son utilizados como elementos básicos y de control, para realizar automatizaciones de una complejidad media en:

Domótica.- para el control de alumbrado, toldos, persianas, mecanismos de seguridad, máquinas, equipos industriales e invernaderos industriales. Estos controladores lógicos tienen varias ventajas como: La automatización es relativamente económica, dispone de salida de relé con una gran cantidad de corte, el mantenimiento es nulo. (MANDADO, Enrique. Año 2009. Pág. 2)

El autómeta programable o controlador lógico programable (PLC), en si es una máquina electrónica la cual puede ser programada, fue diseñada para ser utilizada en el entorno del control industrial, esta máquina electrónica utiliza una memoria de almacenamiento interno que está compuesta de instrucciones orientadas por el usuario para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizadores y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas y procesos. (<http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>)

El PLC es como un computador pequeño que se utiliza para automatizar procesos electromecánicos, permite controlar una o más máquinas dentro de un proceso. El PLC puede ser utilizado en el control de procesos, sistemas de control distribuido y también comunicación por red.

Los autómetas programables son máquinas secuenciales que ejecutan correlativamente las instrucciones indicadas en el programa de usuario almacenado en su memoria, generando unas ordenes o señales de mando a partir de las señales de entrada leídas de la planta: al detectarse cambios en las señales, el autómeta reacciona según el programa hasta obtener las ordenes de salida necesarias, esta secuencia se ejecuta continuamente para conseguir el control

automatizado del proceso. La secuencia de operación del autómatas se puede dividir en dos fases principales.

- Lectura de señales desde el interfaz de entradas.
- Escritura de señales en interfaz de salida.

Procesado del programa para obtención de señales de control. (MEDINA, Guadayol. 2011. Pág 89).

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores). (CASTILLO J, 2009. Pág 41).

Los autómatas programables son los encargados de recibir las señales de las variables como pueden ser temperatura, volumen, corriente, voltaje, etc. Y convertirlas en señales determinadas por el programador para controlar un proceso

y de esta forma lograr un nivel de automatizado que nos ayudara a mejorar la productividad en la industria, logrando mayor confiabilidad y mayor precisión.

Los autómatas programables son un elemento imprescindible en los procesos de automatización eléctrica en todos sus niveles y grados, desde los muy simples a los más complejos. Los autómatas programables han supuesto un impulso muy importante en la automatización eléctrica. (ROLDAN, José, 2011, Pág.157).

El manejo y programación del PLC puede ser realizado por personal con conocimiento en electricidad y electrónica gracias a su programación grafica la cual facilita su puesta en marcha. Realiza funciones lógicas: como serie, paralelo como también incorpora temporizadores, contadores además de tener la capacidad de realizar cálculos.

La función básica de los autómatas programables es la de reducir el trabajo del encargado del proyecto, ya que todos los elementos de control como son los temporizadores, contadores, son internos por lo cual su conexión se la realiza en la programación y no física lo cual reduce espacio.

Los autómatas programables aparecieron en los Estados Unido alrededor de los años de 1969-1970, y se hicieron presentes en el sector automotriz; su aparición en Europa fue dos años más tarde. Su fecha de creación coincide con la del microprocesador y de la programación cableada. El autómata programable es un aparato electrónico programable por un usuario programador y destinado a controlar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos secuenciales.

1.3.4 Sistemas de Control.

Un sistema de control puede considerarse como un sistema que se puede utilizar para:

- Controlar algo variable de algún valor particular, por ejemplo, un sistema central de calentamiento donde la temperatura se controla para un valor particular.
- Controlar la secuencia de eventos, por ejemplo, las marcas de una lavadora que establece el lugar y el tiempo de un ciclo, por ejemplo, “blancos” y entonces un ciclo de lavado en particular controla la lavadora, esto es, secuencia de eventos, apropiado para ese tipo de ropa.
- Controlar si ocurre o no un evento, por ejemplo, un seguro en una máquina por el cual no puede ser operada hasta que el dispositivo de seguridad no esté en posición. (BOLTON, William. Año 2010. Pág. 7).

Un sistema de control se puede definir como un ente que recibe unas acciones externas o variable de entrada y cuya respuesta a estas acciones externas se las denomina variables de salida. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida.

(<https://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>)

Se dice que un sistema de control está constituido por un conjunto de dispositivos y componentes los cuales pueden regular su propia conducta, es decir puede lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzca las probabilidades de fallas en el sistema. Estos sistemas son utilizados para sustituir a los trabajadores que monitorean y controlar un determinado sistema sea este eléctrico o mecánico, con un grado de eficiencia mucho más elevado que el de un trabajador.

La automatización industrial es pues una semiautomatización que asocia producción automática y producción manual, ordenador y operador en una proporción variable que indica el grado de automatización alcanzado en el sector industrial. (LLANEZA, Javier, 2009. Pág.186).

La automatización consiste en dotar al sistema de los dispositivos que le permiten 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 definen el funcionamiento deseado, sea capaz de activar unos accionadores o dispositivos capaces de actuar sobre el proceso. (GARCIA, Andrés, 2009. Pág.21).

La automatización industrial es aquella que actúa sobre los procesos industriales para realizar trabajos de manera automática logrando con esto mayor eficiencia en los procesos y aumentando la productividad de las industrias en donde se aplique.

La automatización como una rama de la ingeniería que tiene como principal característica el control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, con estas herramientas es posible el control del proceso en tiempo real lo cual aumenta la eficiencia de la industria.

Las primeras máquinas simples se crearon para manejar grandes esfuerzos y pudiendo ser controladas por el ser humano. Las formas de automatización se basaron en piezas de relojería o similares como son mediante engranajes los cuales funcionan mediante alguna fuente de energía en el caso de las más antiguas fueron el resorte el cual al comprimirse guarda energía y va liberándola consecutivamente mientras dura el proceso, con el avance de la investigación se lo reemplazo por pilas que son fuentes de energía más duradera.

1.3.4.1 Detectores o Captadores.

Llamaremos sonda el dispositivo encargado de medir una determinada variable y de convertirla en otra capaz de ser interpretada en un instrumento de lectura o de tratamiento, generalmente eléctrica o neumática. (MIRANDA, Ángel, 2009. Pág. 191).

Los detectores o captadores de señal son dispositivos encargados de captar información en un momento dado, y transmitir esta al equipo de control. Estos elementos son los que controlan cada una de las fases de un proceso automático. (SERRANO Antonio, 2010, p. 173).

Los detectores o captadores son los encargados de mostrar cómo está el proceso en tiempo real y enviar una señal al sistema de control para que ejecute ciertas acciones. Conocidos también como captadores o sensores, son dispositivos electrónicos que transfieren información sobre existencia, ausencia, paso, fin de carrera, rotación, contaje, de objetos sin entrar en contacto físico con las piezas. Su uso es cada día más frecuente en la etapa de detección, en cualquier automatismo, eléctrico, electrónico o neumático, por las características que ofrecen entre las cuales mencionan:

- No necesitan estar en contacto directo con la pieza a la cual se la esté censando.
- Por lo general no tienen piezas móviles por lo cual no tendría desgaste aparente en tal virtud no depende del número de repeticiones o acciones que realice.
- Por su alta tecnología son capaces de detectar a dispositivos muy frágiles y delicados.
- Pueden trabajar a grandes frecuencias y también tienen gran velocidad de respuesta.
- Tienen gran compatibilidad con elementos de control de última tecnología como es el PLC.

1.3.4.2. Accionadores y Preaccionadores.

Generalmente, las señales de control, independientemente de la tecnología con la que estén implementadas, son señales de bajo nivel, mientras que las señales que realizan el trabajo físico requieren gran potencia. Esto obliga a una adaptación entre la parte de control y la parte de potencia. Esta función es la que cumple los preaccionadores que adaptan y separan las señales de control y de potencia.

Los accionadores o actuadores son los elementos que realizan físicamente el trabajo de producción. Accionadores son los elementos de trabajo, realizan las acciones previstas en función de las señales generadas por el sistema de tratamiento de datos, filtradas y transformadas por los preactuadores. (MEDINA, José, 2010.Pag.16).

Los preaccionadores son dispositivos capaces de suministrar grandes potencias a los accionadores electromecánicos tales como máquinas, motores trifásicos. Los preaccionadores son elementos que mediante una pequeña cantidad de energía realizan el control de grandes cargas como son los accionadores los cuales realizan el trabajo en una industria. El accionador es el dispositivo el cual responde a la orden del circuito de control y actúa sobre un elemento que va a realizar un determinado trabajo y pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos. Siendo los más utilizados en la industria como: cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua.

Los preaccionadores son los encargados de transmitir la señal del sistema de control hacia los accionadores. Son los que mediante una pequeña corriente de excitación son capaces de transmitir potencias muy altas.

1.3.4.3. Sistema de Control en Lazo Abierto.

Son aquellos que actúan sobre la planta o el proceso sin considerar el valor de la señal de salida, esto es, la salida no es comparada con la entrada. (VALDIVIA, Carlos, 2009. Pág.13).

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denomina sistema de control en lazo abierto. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada. (OGATA, Katsuhico, 2007. Pág.7).

Este sistema de lazo abierto tiene la característica que no tiene retroalimentación es decir la señal de salida no es comparada con la señal de entrada para obtener un producto óptimo.

Es aquel sistema que mediante una señal de entrada ejecuta una orden hacia la salida y no cambia por ningún motivo indistintamente de lo que realice los accionadores. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador.

Estos sistemas se caracterizan por:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

1.3.4.4. Sistema de Control en Lazo Cerrado.

El control en lazo cerrado o en bucle cerrado es un tipo de control en el que se comprueba la señal de salida y se decide si el nivel de la señal real de salida corresponde con el de la señal deseada o si el nivel real de la señal ha de ser modificado para conseguir el valor objetivo también se les denomina sistemas retroalimentados o realimentados. (MARTÍNEZ, Victoriano, 2010. Pag.185).

Una ventaja del sistema de control en lazo cerrado es que el uso de la realimentación vuelve la respuesta del sistema relativamente insensible a las perturbaciones externas y a las variaciones internas en los parámetros del sistema. (OGATA, Katsuhico, 2007. Pág.7)

El sistema de lazo cerrado tiene retroalimentación esto quiere decir que el producto de salida es medido y si no cumple con los parámetros establecido es regresado al principio hasta que cumpla con las expectativas.

Son los sistemas en los que la señal de salida es fundamental para el control del proceso. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente difícil en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

1.3.5 Sistemas de Control PC/PLC.

A mediados de la década de 1990 se desarrollaron un conjunto de sistemas de control en los que el computador industrial juega un papel importante. El sistema de control y gestión, fruto de la integración de los autómatas programables con los computadores industriales, se lo conoce popularmente con el nombre de arquitectura de PC a PLC. Se trata de un computador industrial y un autómata programable independientes enlazados por un canal de comunicaciones. (MANDADO, Enrique. Año 2009. Pág. 669).

Al programar un PLC se necesita una interfaz entre el operador y PLC para introducir en la memoria del usuario el programa con las instrucciones que definen las secuencias de control, normalmente esta interfaz se lleva a cabo a través de un software instalado en ordenadores personales (PC), dependiendo del tipo de PLC el equipo de programación produce códigos e instrucciones directamente ejecutables por el procesador o bien un código intermedio. (AGUILERA. Antonio. Año 2011. Pág. 46).

La utilización y aplicación del computador en el control de procesos supone un salto tecnológico enorme que se traduce en la implementación de nuevos sistemas de control en el entorno de la industria. Las principales aplicaciones son: supervisión control de secuencias, control analógico y digital, el PLC es un dispositivo electrónico que es programado por el usuario para resolver problemas de secuencias en las maquinarias, por medio de la implementación del PLC podemos hacer automático cualquier proceso. (<http://carpelmin.com/nuestros-servicios/sistemas-de-control-por-plc/>).

El sistema de control de PC a PLC, se trata de transmitir datos de un ordenador a un autómata programable o PLC, para lograr se realiza un secuencia de control el cual es diseñado en un software desde un ordenador, para lo cual es necesario un cable de datos para la transferencia del programa de control al autómata programable.

Para establecer una conexión entre el PC y el PLC serie S7-1200. Debemos tener en cuenta una serie de restricciones, cuidados para su correcta comunicación entre uno o varios PLCs de la gama S7-1200.

Por lo tanto los principales pasos que se deben seguir para establecer la comunicación entre PC y el PLC S7- 1200 son:

- Creación del proyecto.
- Configuración del hardware.
- Conexión en red de los dispositivos.
- Programación del controlador.
- Configuración de la visualización.
- Carga de los datos de configuración.
- Uso de las funciones Online y diagnóstico.

1.3.5.1 Equipo de adquisición de datos por medio del bus USB

La adquisición de BUS USB es excelente por su alta velocidad, confiabilidad y flexibilidad para ser usados tanto en computadoras PC de escritorio, computadoras portátiles o en computadoras industriales, los equipos de adquisición de datos (DAQ: Data Acquisition) han ganado un espacio muy grande en los sistemas de medición y control de las industrias.

Las tarjetas de adquisición de datos son usadas para diversas aplicaciones en las que ingresen señales análogas o digitales tales como voltaje, corriente, temperatura, deformaciones, esfuerzos resistencia, frecuencia, posición, aceleración, presión, sonido, etc.

También puede ser utilizado en pruebas de audio, pruebas automatizadas, comunicaciones, registro de datos, supervisión de condiciones de máquina, medicina, mecatrónica, ruido, vibración, robótica, etc.

1.3.5.2 Interfaz profinet integrada

La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas Ethernet y de comunicación basada en TCP/IP. La CPU S7-1200 soporta los siguientes protocolos de aplicación:

- Transport Control Protocol (TCP).
- ISO on TCP (RFC 1006).

La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPUs S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. Hay dos formas de comunicación vía PROFINET:

a. Conexión directa

La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.

b. Conexión de red

La comunicación de red se utiliza en el caso de que deban conectarse más de dos dispositivos (por ejemplo: CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens).

Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet. Un switch Ethernet se requiere sólo si la red comprende más de dos dispositivos.

CAPÍTULO II

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

2.1 Breve Caracterización de la Institución.

La presente investigación se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, que está ubicada en las calle los Almendros y Pujilí, en el Barrio El Progreso, Cantón La Maná. Provincia de Cotopaxi.

2.1.1 Historia.

La idea de gestionar la presencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi en La Maná, surgió en 1998, como propuesta de campaña del Movimiento Popular Democrático, para participar en las elecciones a concejales de La Maná. Indudablemente, conocíamos que varios de nuestros compañeros de Partido habían luchado por la creación de la Universidad en la ciudad de Latacunga y estaban al frente de la misma, lo cual nos daba una gran seguridad que nuestro objetivo se cumpliría en el menor tiempo. Sin embargo, las gestiones fueron arduas y en varias ocasiones pensamos que esta aspiración no podría hacerse realidad.

Ahora la pregunta era: ¿dónde podría funcionar la Universidad? Gracias a la amistad que manteníamos con el Lic. Absalón Gallardo, Rector del Colegio Rafael Vásconez Gómez, conseguimos que el Consejo Directivo de esta

institución se pronunciara favorablemente para la celebración de un convenio de prestación mutua por cinco años. El 9 de marzo de 2002, se inauguró la Oficina Universitaria por parte del Arq. Francisco Ulloa, en un local arrendado al Sr. Aurelio Chancusig, ubicado al frente de la Escuela Consejo Provincial de Cotopaxi. El Dr. Alejandro Acurio fue nombrado Coordinador Académico y Administrativo y como secretaria se nombró a la Srta. Alba De La Guerra. El sustento legal para la creación de los paralelos de la UTC en La Maná fue la resolución RCP. 508. No. 203-03 emitida por el CONESUP con fecha 30 de abril del 2003.

Esta resolución avalaba el funcionamiento de las universidades dentro de su provincia. Desvirtuándose así las presunciones de ilegalidad sostenidas por el Alcalde de ese entonces, Ing. Rodrigo Armas, opositor a este proyecto educativo; quien, tratando de desmoralizarnos y boicotear nuestra intención de tener nuestra propia universidad, gestionó la presencia de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo en el cantón; sin entender que mientras más instituciones educativas de este tipo abrieran sus puertas en nuestro cantón, la juventud tendría más opciones de desarrollo. La historia sabrá juzgar estas actitudes.

El 8 de julio de 2003 se iniciaron las labores académicas en el Colegio Rafael Vásquez Gómez, con las especialidades de Ingeniería Agronómica (31 alumnos, Contabilidad y Auditoría (42 alumnos). En el ciclo académico marzo – septiembre de 2004 se matricularon 193 alumnos y se crearon las especialidades de Ingeniería en Electromecánica, Informática y Comercial. En el ciclo abril - septiembre del 2005, se incorpora la especialidad de Abogacía. El 6 de marzo del 2006, a partir de las 18h00 se inauguró el nuevo ciclo académico abril – septiembre del 2006, con una población estudiantil de más de 500 alumnos.

El Arq. Francisco Ulloa, el 5 de agosto de 2008, en asamblea general con los docentes que laboran en La Maná, presentó de manera oficial al Ing. Tito Recalde como nuevo coordinador. El Ing. Alfredo Lucas, continuó en La Maná en calidad de asistente de coordinación. La presencia del Ing. Tito Recalde fue efímera,

puesto que, a inicios del nuevo ciclo (octubre 2008-marzo 2009, ya no se contó con su aporte en este cargo, desconociéndose los motivos de su ausencia.

En el tiempo que la UTC—LA MANÁ se encuentra funcionando ha alcanzado importantes logros en los diversos campos. Fieles a los principios que animan la existencia de la UTC, hemos participado en todas las actividades sociales, culturales y políticas, relacionándonos con los distintos sectores poblacionales y llevando el mensaje de cambio que anhela nuestro pueblo.

2.1.2 Misión.

La Universidad Técnica de Cotopaxi, forma profesionales humanistas con pensamiento crítico y responsabilidad social, de alto nivel académico, científico y tecnológico con liderazgo y emprendimiento, sobre la base de los principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad; genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica y la vinculación con la sociedad para contribuir a la transformación económica-social del país.

2.1.3 Visión.

Será un referente regional y nacional en la formación, innovación y diversificación de profesionales acorde al desarrollo del pensamiento, la ciencia, la tecnología, la investigación y la vinculación en función de la demanda académica y las necesidades del desarrollo local, regional y del país.

2.2 Operacionalización de las Variables

CUADRO N° 1

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variables	Dimensión	Subdimensión	Indicadores	Técnica/ Instrumento
Sistema de refrigeración	Temperatura	Grados Centígrados	Termómetro	Encuesta
	Presión	Pascal	Manómetro	Encuesta
Módulo HMI	Guías prácticas	Informe	Cuestionario	Encuesta
	Talleres	Herramientas	Diseño de secuencias de control	Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

2.3 Análisis e Interpretación de Resultados.

2.3.1 Metodología de la Investigación.

2.3.1.1 Tipos de Investigación.

Para la elaboración del proyecto de tesis se utilizó la investigación exploratoria para conocer los antecedentes nacionales e internacionales, las características necesarias y suficientes para el diseño e implementación de un módulo didáctico para controlar el sistema de refrigeración; estadísticas de algunos años anteriores

de otras instituciones o industrias en el área del proyecto; estadísticas de fabricantes y comercializadores, datos técnicos importantes tales como: precios, protecciones, de los instrumentos y materiales que van a ser incorporados en el laboratorio.

Además, el proyecto utilizó la investigación descriptiva que permitió conocer en forma detallada las características de los sistemas de refrigeración y los procesos de instalación, administrativos, financieros y comerciales. Nos facilitó la evaluación de los estudios de técnicos, conocer las características técnicas, los precios, la infraestructura, equipos, maquinarias y recursos humanos.

Adicionalmente, el trabajo investigativo realizado utilizó estudios correlacionales, por cuanto se ha establecido varias relaciones de variables de manera simple, tales como:

- Relación existente entre el diseño de guías prácticas y los instrumentos que van a ser incorporados en el laboratorio.
- Relación existente entre precio, tamaño, localización y la evaluación financiera.

Asimismo, la investigación realizada utilizó estudios explicativos, que sirvieron para conocer a detalle el fenómeno de estudio, causas, síntomas y efectos.

2.3.1.2 Metodología.

El trabajo realizado se fundamentó en el diseño e implementación experimental mediante el manejo de instrumentos para la elaboración de un módulo didáctico que se deberá realizar de manera primordial, porque este estudio es el punto de partida del proyecto, el estudio, diseño e implementación del módulo es un estudio y análisis del sistema de refrigeración.

El sistema de refrigeración con HMI está diseñado para controlar el cual se instalara un módulo del sistema de refrigeración en el laboratorio de aire acondicionado en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

2.3.1.3 Unidad de Estudio (Población y Muestra).

2.3.1.3.1 Población Universo.

La población universo inmersa en la investigación, está compuesta por las poblaciones de los empleados, docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

**CUADRO N° 2
POBLACIÓN 1**

Estrato	Datos
Estudiantes de Ingeniería en Electromecánica La Maná	54
Estudiantes de Ingeniería en Electromecánica Matriz	368
Docentes La Maná Carrera de Ingeniería en Electromecánica	4
Total	426

Fuente: Secretaria UTC – La Maná Periodo Académico Octubre – Febrero 2015.
Realizado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo

2.3.1.3.2 Tamaño de la muestra.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2 (N - 1) + 1}$$

Dónde:

N = Población

n = Tamaño de la muestra

E = Error (0,05)

Desarrollo de la fórmula:

$$n = \frac{426}{(0,0025) (426) + 1}$$

$$n = \frac{426}{1.0625 + 1}$$

$$n = 207$$

Por lo expuesto, la investigación se sustentó con los resultados de 207 encuestados, entre estudiantes de Ingeniería en Electromecánica de La Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná y la matriz, además de los docentes de La Maná.

2.3.1.3.3 Criterios de Selección de la Muestra.

El método utilizado para la selección de la muestra fue el aleatorio estratificado proporcional, cuyo resultado se presenta el siguiente cuadro.

CUADRO N° 3
ALEATORIO ESTRATIFICADO PROPORCIONAL

Estrato	Población	Fracción Distributiva	Muestra
Estudiantes de Ingeniería en Electromecánica La Maná	54	0.485915493	26
Estudiantes de Ingeniería en Electromecánica Matriz	368	0.485915493	179
Docentes La Maná Carrera de Ingeniería en Electromecánica	4	0.485915493	2
Total	426		207

Realizado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo

$$f = \frac{n}{N}$$

$$f = \frac{207}{426}$$

$$f = 0.485915493$$

Dónde:

f= Factor de Proporcionalidad

n= Tamaño de la Muestra

N=Población Universo

Por tanto, se debe aplicar 179 encuestas a estudiantes de Electromecánica en Latacunga, 26 encuestas a estudiantes de Electromecánica La Maná, y 2 encuestas a los docentes de la carrera, según los datos que se representan en el cuadro.

2.3.2 Métodos y Técnicas Empleadas

2.3.2.1 Métodos.

La investigación aplico inducción por cuanto los resultados de la encuesta se generalizaron para todas las instalaciones existentes en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, además los aspectos positivos que se obtuvieron, serán recomendados para su aplicación a lo largo de todas las instituciones del país.

Se utilizó deducción en base a los siguientes razonamientos:

- La implementación de módulos didácticos para prácticas necesitan un estudio pues se requieren elementos de control los cuales tienen un software que permite manipular variables en la automatización.
- Es importante que el estudiante conozca la tecnología de los sistemas de refrigeración, por lo cual se instala módulos prácticos con HMI que permitirán controlar el sistema de refrigeración en el laboratorio de la Universidad.

Resultado útil que la investigación trabaje con el método de análisis, pues se pudo identificar las partes del generador y realizar el montaje y determinar las relaciones existentes entre ellas, lo que permitió culminar el trabajo de manera adecuada.

- Los elementos constitutivos son: sistema de refrigeración, Sistema de control.
- Las principales relaciones entre los elementos son: sistema de refrigeración, y los sistemas control automático.

Finalmente mediante la síntesis, se estudiaron los elementos establecidos en el diseño para la implementación del sistema de refrigeración (fue necesario incluir el estudio de carga y los manuales de especificaciones técnicas), con el fin de verificar que cada uno de ellos, reúna los requerimientos necesarios para llegar a cumplir con los objetivos totalizadores que se persigue.

2.3.2.2. Técnicas.

El levantamiento de datos se realizó mediante encuestas y observaciones aplicables, observaciones de campo según la operacionalización de las variables y análisis documentales de mediciones. El manejo estadístico se hizo con la utilización de frecuencias, moda, porcentajes, promedios.

2.3.3 Resultados de las Encuestas

2.3.3.1 Resultados de la Encuesta Realizada a los Docentes y Estudiantes.

1.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de ingresar a un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado?

CUADRO No. 4

LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	59	29%
No	148	71%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación:

De acuerdo a las encuestas realizadas el 71% responde que no ha tenido la oportunidad de ingresar a un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado, mientras que el 29% responde que si ha tenido la oportunidad de ingresar, por lo que es notable la necesidad de contar con un módulo para poder realizar control del sistema de refrigeración.

2.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de realizar prácticas en un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado?

CUADRO NO. 5

PRÁCTICAS EN UN LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	57	28%
No	150	72%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 72% responde que no ha tenido la oportunidad de realizar prácticas en un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado, mientras que el 28% si ha realizado prácticas en estos laboratorios, por lo que se debe garantizar el conocimiento de los sistemas de refrigeración y un adecuado control mediante el uso de HMI.

3.- ¿Considera que la implementación de un módulo didáctico del sistema de refrigeración y aire acondicionado en el laboratorio de la UTC La Maná es: ?

CUADRO No. 6
IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	180	87%
Malo	4	2%
Regular	23	11%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 87% considera que es buena la idea de implementar de un módulo didáctico para el sistema de refrigeración y aire acondicionado en el laboratorio, mientras que el 2% opina que es malo, es factible la implementación de este tipo de módulos didácticos para poder manipular los equipos tecnológicos a instalarse.

4.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado en la UTC La Maná?

CUADRO No. 7

NECESARIO IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	189	91%
No	18	9%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 91% responde que están de acuerdo con la implementación de un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado, mientras que el 9% no está de acuerdo, fortalecer el conocimiento en este tipo de instrumentos de control como el HMI y el PLC son importantes para los estudiantes.

5.- ¿Considera que el uso de la tecnología en los procesos industriales de sistemas de refrigeración es: ?

CUADRO No. 8

USO DE TECNOLOGÍA EN PROCESOS INDUSTRIALES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	180	87%
Malo	4	2%
Regular	23	11%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 87% responde que es bueno el uso de la tecnología en los procesos industriales de sistemas de refrigeración, mientras que el 2% opina que es malo la tecnología, sin embargo el crecimiento tecnológico es muy acertada puesto que cada vez los procesos industriales requieren mayor control y un aumento de la producción que se ayuda con la instalación de equipos de control automatizados.

6.- ¿Cómo considera que el aprendizaje teórico – práctico utilizando la tecnología del HMI en la UTC- La Maná como complemento al desarrollo de las actividades académicas es: ?

CUADRO No. 9
APRENDIZAJE TEÓRICO – PRÁCTICO CON HMI

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	188	91%
Malo	0	0%
Regular	19	9%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 91% responde que es buena la tecnología del HMI en la UTC- La Maná para el desarrollo de las actividades académicas, mientras que el 9% opina que es regular, el vincular la teoría con la práctica ayuda en el estudiante a complementar su conocimiento y adquirir destrezas que le faciliten un correcto desenvolvimiento en su vida profesional, teniendo ya un conocimiento básico de los equipos utilizados en los procesos industriales de automatización y control.

7.- ¿Cree usted que es importante contar con un módulo didáctico del sistema de refrigeración para realizar prácticas que permitan complementar sus conocimientos teóricos?

CUADRO No. 10
DESARROLLAR SUS IDEAS TEÓRICAS

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	195	94%
No	12	6%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 94% responde que es importante contar con un módulo didáctico del sistema de refrigeración para realizar prácticas, mientras que el 6% opina que no es relevante, los sistemas de refrigeración tienen un campo de aplicación muy amplio y el estudiante debe tener la capacidad de tener un control óptimo teniendo siempre en cuenta la eficiencia energética por lo que es importante tener el módulo didáctico.

8.- ¿Cree usted que el laboratorio de refrigeración debe contar con todos los instrumentos de control, incluido el HMI de última tecnología?

CUADRO No. 11
MÓDULOS DE CONTROL INCLUIDO EL HMI

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	195	94%
No	12	6%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 94% responde que el laboratorio debe contar con todos los instrumentos de control incluido el HMI de última tecnología, mientras que el 6% opina que no, se garantiza que la implementación será tomando en consideración los equipos mayormente utilizados en las industrias para que el estudiante tenga la posibilidad de realizar prácticas de manera que le sirvan en su desarrollo ya profesional por lo que se preverá de equipos altamente modernos.

9.- ¿Considera que al realizar prácticas en un módulo didáctico con todos los elementos necesarios motivaría a seguir con más entusiasmo su carrera?

CUADRO No. 12
MOTIVACIÓN PARA CARRERA

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	207	100%
No	0	0%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 100% responde que al realizar prácticas en un módulo didáctico con todos los elementos necesarios motivaría a seguir con más entusiasmo su carrera, al contar con laboratorios la carrera podrá promover que los estudiantes se decidan por la carrera de Ingeniería en Electromecánica haciendo referencia en la formación práctica con equipos modernos y de uso en las grandes empresas involucradas en el desarrollo de la producción.

10.- ¿Cree usted que un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración ayuda a elevar el nivel académico de los estudiantes de la UTC- La Maná?

CUADRO No. 13

ELEVAR EL NIVEL ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	198	96%
No	9	4%
TOTAL	207	100%

Fuente: Encuesta

Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

Análisis e interpretación

De acuerdo a las encuestas realizadas el 96% responde que un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración ayuda al crecimiento académico de los estudiantes, mientras que el 4% opina que no ayuda al crecimiento académico, contar con módulos didácticos facilita al estudiante a poner en práctica sus conocimientos adquiridos en el aula y se podrá demostrar mediante el uso de módulos donde se instalarán equipos usados en las empresas.

2.3.4 Conclusiones y Recomendaciones.

Luego de haber realizado las encuestas a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi La Maná, se procedió a analizar cada una de las preguntas que contiene el cuestionario de encuesta aplicado, información que nos permitió establecer parámetros para realizar una correcta planificación del proyecto de implementación de un módulo didáctico con HMI para el control del sistema de refrigeración en el laboratorio de aire acondicionado.

Conclusiones:

- En las carreras técnicas se hace indispensable contar con un lugar adecuado para realizar prácticas y complementar con las clases impartidas en las aulas, la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná al momento cuenta con convenios interinstitucionales para que los estudiantes puedan realizar prácticas, si contáramos con un laboratorio propio no tendrán la necesidad de viajar a otras ciudades.
- La automatización en la industria siempre estará presente, por lo cual es indispensable que los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi cuenten con un laboratorio para realizar sus prácticas y estén familiarizados con los elementos de control con el uso de un HMI.
- Los trabajos de alto riesgo están presente en todas las industrias poniendo en peligro la integridad de sus trabajadores, la automatización es una opción para disminuir el riesgo mediante la utilización de actuadores que hacen las veces del ser humano, el laboratorio de aire acondicionado pretende tener un control del sistema de refrigeración.
- Por todos los datos y opiniones obtenidas de los encuestados nos damos cuenta que es viables realizar el diseño y la implementación de un módulo didáctico con HMI para el control del sistema de refrigeración.

Recomendaciones:

- Los elementos con que cuenta el laboratorio de automatización tienen un valor significativo por lo cual se recomienda reforzar la seguridad del lugar destinado para la ubicación de los mencionados elementos.
- Las instalaciones eléctricas del laboratorio de aire acondicionado deben ser optimas por lo cual se recomienda hacer una evaluación de los mismos y realizar adecuaciones si fuera necesario.

2.4 Diseño de la Propuesta

2.4.1 Datos Informativos

Nombre de la institución: Universidad Técnica de Cotopaxi-La Maná.

Dirección: Av. Los almendros y Pujilí.

Teléfono: (03) 2688443

Coordinador: Lic. Ringo López. M Sc.

Correo electrónico: extension.lamana@utc.edu.ec

2.4.2 Justificación

La razón para desarrollar el diseño e implementación de un módulo didáctico con HMI para el control del sistema de refrigeración del laboratorio de aire acondicionado de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, es para facilitar el aprendizaje teórico-práctico satisfaciendo la necesidad de prácticas en la asignatura de control de procesos, además preparará a los alumnos para un mejor desenvolvimiento en el campo laboral relacionado con automatismos, también ayudará a poner en práctica los conocimientos teóricos adquiridos en la Universidad.

Actualmente es importante contar con laboratorios que simulen diferentes procesos de control, que sirvan para realizar las prácticas de los estudiantes sobre los diferentes temas de su especialidad. Por lo tanto el diseño e implementación de un módulo didáctico con HMI que nos permita controlar el sistema de refrigeración en el laboratorio de aire acondicionado, también es importante para realizar ejercicios de simulación prácticos con los estudiantes.

La implementación de este módulo didáctico sin duda servirá para la enseñanza-aprendizaje en la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná. “HMI”

la interfaz del usuario, además de ser una interfaz humano-máquina, también permite que el operador, en ciertas circunstancias, vaya más allá del manejo de la máquina y observe el estado del equipo e intervenga en el proceso. La información se muestra por medio de paneles de control con señales luminosas, campos de visualización o botones.

También se pretende aprovechar al máximo las clases prácticas, permitiendo que el estudiante interactúe directamente con la máquina mediante el HMI, lo que potenciara sus conocimientos teóricos. Además desde el punto de vista social universitario, este proyecto es muy importante para el estudiante de ingeniería electromecánica porque va contar con lo necesario para realizar prácticas en el laboratorio de aire acondicionado.

Los beneficiarios del proyecto serán la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, la comunidad universitaria y los profesionales que quieran hacer uso de él.

2.4.3 Objetivos.

2.4.3.1 Objetivo General.

Implementar un módulo didáctico que permita controlar el sistema de refrigeración utilizando un HMI en el Laboratorio de Aire Acondicionado de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná año 2015.

2.4.3.2 Objetivos Específicos.

- Diseñar un sistema HMI que permita interactuar directamente al hombre con la máquina.
- Implementar un sistema que nos permita controlar el sistema de Aire Acondicionado.

- Analizar cada componente del módulo didáctico para una correcta selección e instalación de las protecciones que garanticen un correcto funcionamiento.

2.4.4 Descripción de la Aplicación.

La implementación de un módulo didáctico con HMI constituye una herramienta muy importante en la formación académica de los estudiantes fortaleciendo la asimilación de conocimientos mediante la enseñanza teórica-práctica. La selección del elemento automatizador a ser utilizado y sus características es el momento más importante, del cual se deriva el resto de etapas como la instalación y el mantenimiento.

El módulo didáctico ha de ser diseñado con equipos de alta tecnología, que están conformados con pulsadores, interruptores, contactores. También cuenta con sistemas de protección como breaker y fusible. Estos elementos van montados sobre una estructura metálica apropiada para la movilidad de los módulos en la creación de circuitos eléctricos.

CAPÍTULO III

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN.

3.1 Módulo didáctico de control del sistema de refrigeración

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.

3.1.1 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 simularán 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.

3.1.1.1 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 1.40m, ancho 0.70m y largo 1.60m.

3.1.2 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.

3.1.2.1 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.

3.1.2.2 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.

3.1.2.3 Controlador Lógico Programable.

El controlador lógico programable ó 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.

Un autómeta programable (AP) es 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.

GRÁFICO No. 5
VISTA DE PLC



Fuente: Catálogo de productos, S71200

3.1.2.3.1 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 la 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 autómatas pero sí que facilitan la labor del operario.

3.1.2.3.2. Datos Técnicos y Parámetros de Funcionamiento del PLC SIMATIC S7 1200.

El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

El controlador S7-1200 compacto incluye:

- PROFINET incorporado
- E/S rápidas aptas para el control de movimiento, entradas analógicas integradas para minimizar el espacio requerido y excluir la necesidad de E/S adicionales, 2 generadores de impulsos para aplicaciones de ancho de impulso y hasta 6 contadores rápidos
- E/S integradas en los módulos CPU que ofrecen entre 6 y 14 entradas y entre 4 y 10 salidas
- Módulos de señales para DC, relé o E/S analógicas amplían el número de E/S, mientras que las innovadoras Signal Boards integradas en el frontal de la CPU proporcionan entradas y salidas adicionales.

3.1.2.3.3 Introducción al PLC S7-1200.

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades 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.

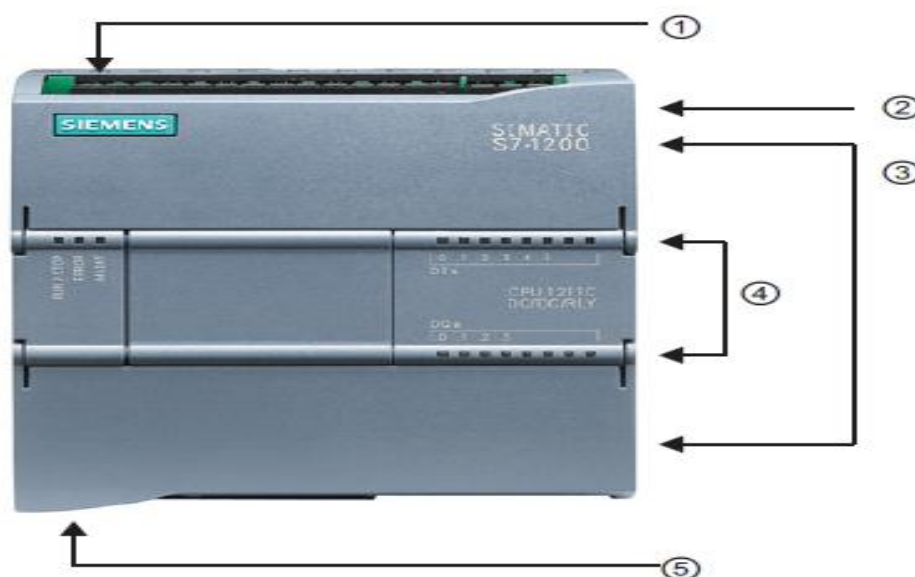
La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

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 contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET.

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).

**GRÁFICO No. 6
PARTES DEL PLC S7-1200**



Fuente: Manual del Fabricante.

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.

**CUADRO 14
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
Signal board (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 µs/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 µs/ instrucción

Fuente: Manual del Fabricante.

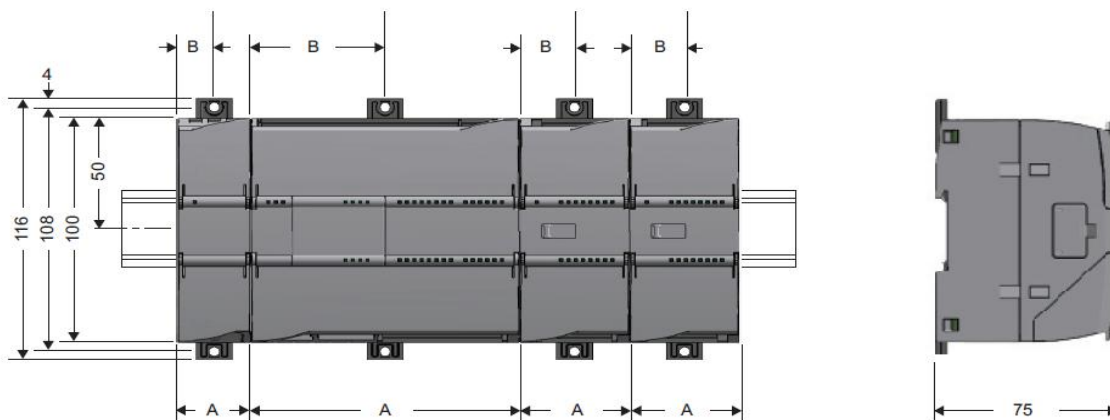
Dimensiones de montaje y espacios libres necesarios.

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.

GRÁFICO No. 7
DIMENSIONES DEL MONTAJE.



Fuente: Manual del Fabricante.

CUADRO 15
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	30mm	15mm

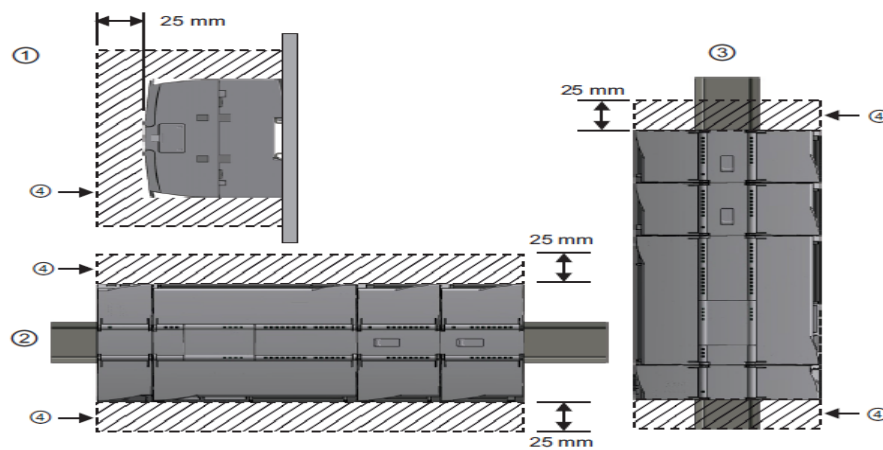
	maestro, CM 1242-5 PROFIBUS esclavo		
	CP 1242-7 GPRS	30mm	15mm
	Teleservice adapter IE Basic	30mm	15mm
		30mm	15mm

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.

GRÁFICO No 8
ESPACIO LIBRE NECESARIO.



Fuente: Manual del Fabricante.

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

3.1.2.4 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.

a. 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.

a.1 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).

a.2 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.

a.3 Compresor rotativo multicelular

Es un rotor excéntrico 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.

a.4 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.

a.5 Compresor roots

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.

a.6 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.

3.1.2.5 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.

a. Funciones

- Enfrían el vapor recalentado robando el calor sensible.
- Condensan el fluido al robar el calor latente.
- También pueden producir el subenfriamiento, por ejemplo, si se sobredimensionan.
- En estos condensadores, el fluido refrigerante cede su calor al aire.

b. Tipos

Los condensadores pueden ser de tres tipos:

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

b.1 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.

b.2 Enfriados por agua

Este tipo de condensadores tiene mayor capacidad de enfriamiento que los enfriados 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.

b.3 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.

3.1.2.6 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.

a. Función

La finalidad del evaporador es transferir calor entre dos cuerpos que están a distintas temperatura. 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 produzca 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 evapores. 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.

b. 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.

b.1 Según alimentación de refrigerante

b.1.1 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.

b.1.2 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.

b.1.3 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.

b.2 Según el tipo de construcción

Existen varios, entre los principales son los siguientes.

b.2.1 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.

b.2.2 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.

b.2.3 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 absorbadora 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.

3.1.2.7 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.

a. Tipos

a.1 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.

a.1.1 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.

a.1.2 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.

a.1.3 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.

a.2 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.

b. 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.

Requisitos del sistema.

Para instalar el software STEP 7 en un equipo con el sistema operativo Windows XP o Windows 7, es preciso iniciar la sesión con derechos de administrador.

CUADRO 16
REQUISITOS DE INSTALACIÓN.

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1GB

Espacio disponible en el disco duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistema operativo	<ul style="list-style-type: none"> • Windows XP Professional SP3 • Windows 2003 Server R2 StdE SP2 • Windows 7 Home Premium (solo STEP 7 Basic, no compatible con STEP 7 Professional) • Windows 7 (Professional, Enterprise, Ultimate) • Windows 2008 Server StdE R2
Tarjeta gráfica	32 MB RAM Intensidad de color de 24 bits
Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

Fuente: Manual del Fabricante.

STEP 7 proporciona un entorno de fácil manejo para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

3.2 Configuración del PLC y HMI con el TIA Portal

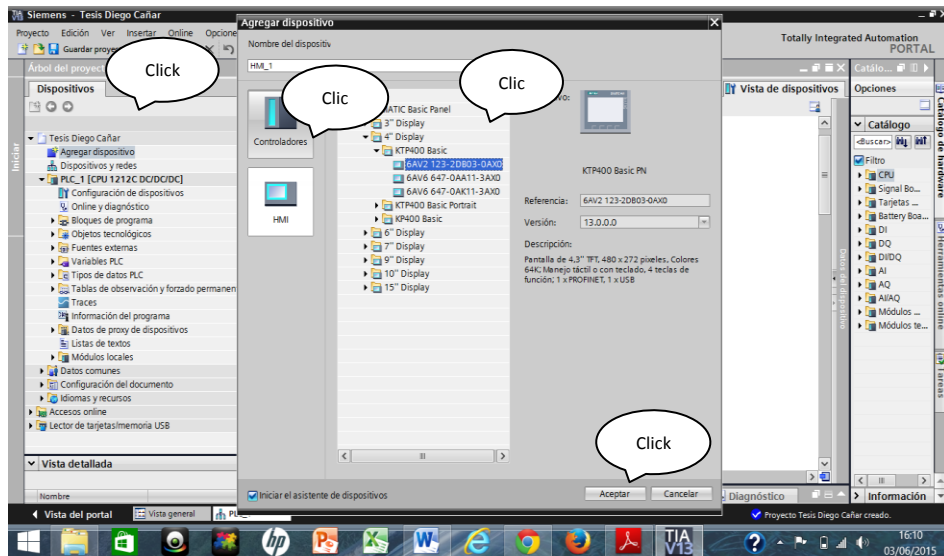
1). Hacer doble click en TIA PORTAL

2). Hacer un click 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 click en crear.

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

4). Al hacer click en agregar, va a parecer una opción llamada “agregar dispositivo” al hacer doble click 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, acontinuacion click en aceptar.

GRÁFICO No. 9 HMI PROGRAMANDO.



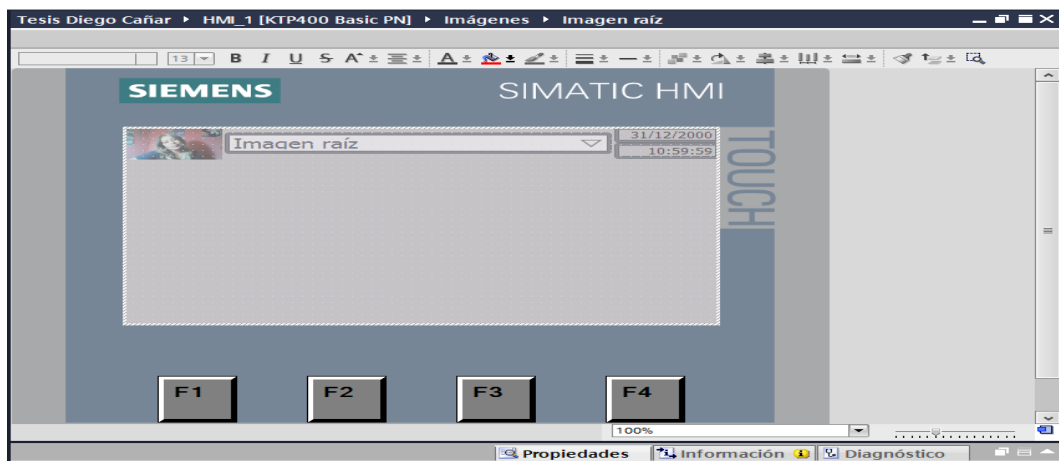
Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

5). A continuación aparece las siguientes páginas, conexiones de PLC, luego hacemos click en examinar haciendo click 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 click 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 click en avisos, imágenes, imágenes de sistema, botones, donde habrá opciones a elegir según convenga.

7). Después de hacer click en finalizar se muestra la pantalla para el HMI establecida.

GRÁFICO No. 10 PANTALLA HMI



Elaborado por: Pilaguano Orovio Edison Reinaldo.

8). A continuación hacemos click 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 click en el plc, a continuación nos ubicamos en catálogo, escogemos y agregamos dando doble click 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 click 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 click 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.

Una vez que se ha configurado el plc y se ha determinado correctamente las tablas de las variables procedemos a configurar el HMI.

1). Hacer click en imágenes, seguidamente click en inicio y se desplegará la imagen principal, hay también la opción de agregar imágenes.

2). Objetos básicos

Círculo

El objeto "Círculo" es un objeto cerrado que se puede rellenar con un color o trama.

En la ventana de inspección se modifican los ajustes correspondientes a la posición, geometría, estilo y color del objeto. En particular, se adaptan las propiedades siguientes:

- Radio: determina el tamaño del círculo.

El radio del objeto "Círculo" se determina en la ventana de inspección. El valor se indica en píxeles.

1. Haga clic en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > Representación".
2. En el área "Radio" introduzca un valor entre 0 y 2500.

Campo de texto

El objeto "Campo de texto" es un objeto cerrado que puede rellenarse con un color.

En la ventana de inspección se modifican los ajustes correspondientes a la posición, geometría, estilo, color y fuentes del objeto. En particular, se adaptan las propiedades siguientes:

- Texto: determina el texto para el campo de texto.
- Tamaño del campo de texto: determina si el tamaño del objeto debe adaptarse al espacio necesario para el registro más largo de la lista.

Texto

El texto para el campo de texto se determina en la ventana de inspección.

1. Haga clic en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > General".
2. Introduzca un texto.

Si el texto tiene varias líneas, el salto de línea se activa pulsando la combinación de teclas <Mayús + Intro>.

Tamaño del campo de texto

En la ventana de inspección se determina si el tamaño del objeto debe adaptarse al espacio necesario para el registro más largo de la lista.

1. Haga clic en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > Representación".

2. Active "Adaptación de tamaño > Adaptar tamaño al contenido".

3). Elementos

Botón

El objeto "Botón" permite configurar el objeto con el que el operador ejecuta en runtime una función configurable cualquiera.

En la ventana de inspección se modifican los ajustes correspondientes a la posición, geometría, estilo, color y fuentes del objeto. En particular, se adaptan las propiedades siguientes:

- Modo: determina la representación gráfica del objeto.
- Texto / gráfico: determina si la representación gráfica debe ser estática o dinámica.
- Determinar tecla de acceso directo: determina una tecla o una combinación de teclas con la que el operador acciona el botón.

Modo

La representación del botón se define en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > General > Modo".

Modo	Descripción
"Invisible"	El botón no se visualiza en runtime.
"Texto"	El botón se visualiza con texto. El texto sirve para explicar la función del botón.
"Gráfico"	El botón se visualiza con un gráfico. Esta imagen sirve para representar la función del botón.

Dependiendo del dispositivo, existen otras opciones.

Texto / gráfico

Tipo	Opción	Descripción
		En "Gráfico si botón "no pulsado"" se define un gráfico

"Gráfico"	"Gráfico"	que indica el estado "OFF" en el botón. Si activa la opción "Gráfico si botón "pulsado"", puede introducir un gráfico para el estado "ON".
	"Lista de gráficos"	El gráfico del botón depende del estado. En función del estado se visualiza la entrada correspondiente de la lista de gráficos.
"Texto"	"Texto"	En "Texto si botón "no pulsado"" se define un texto que indica el estado "OFF" en el botón. Si activa la opción "Texto si botón "pulsado"", puede introducir un texto para el estado "ON".
	"Lista de textos"	El texto del botón depende del estado. En función del estado se visualiza la entrada correspondiente de la lista de textos.

Dependiendo de la propiedad "Modo", la visualización puede ser estática o dinámica. La visualización se determina en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > General > Texto" o "Gráfico".

Del tipo "Gráfico" o "Texto", por ejemplo, puede seleccionar las siguientes opciones

Campos E/S gráficos

El objeto "Campo E/S gráfico" permite configurar una lista que sirve para visualizar y seleccionar archivos gráficos.

En la ventana de inspección se modifican los ajustes correspondientes a la posición, geometría, estilo, color y fuentes del objeto. En particular, se adaptan las propiedades siguientes:

- Modo: determina el comportamiento del objeto en runtime.
- Tipo de barra de desplazamiento: determina la representación gráfica de la barra de desplazamiento.

Modo

El comportamiento del objeto "Campo E/S gráfico" se establece en "Propiedades > Propiedades > General > Tipo > Modo" de la ventana de inspección.

Modo	Descripción
"Entrada"	El objeto "Campo E/S gráfico" sólo se utiliza para seleccionar gráficos.
"Entrada/salida"	El objeto "Campo E/S gráfico" se utiliza para seleccionar y visualizar gráficos.
"Salida"	El objeto "Campo E/S gráfico" sólo se utiliza para visualizar gráficos.
"Dos estados"	El objeto "Campo E/S gráfico" sólo se utiliza para visualizar gráficos, pudiendo adoptar dos estados como máximo.No utiliza ninguna lista de gráficos, sino que añade un gráfico para el estado "ON" y "OFF".

Adaptar gráfico

En la ventana de inspección se determina si el gráfico representado en un campo E/S gráfico debe adaptarse en runtime al tamaño de la visualización.

1. Haga clic en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > Representación".
2. Seleccione la adaptación de tamaño deseada para el gráfico.

Tipo de barra de desplazamiento

El comportamiento de la representación gráfica de la barra de desplazamiento se define en "Propiedades > Propiedades > Apariencia > Barra de desplazamiento > Tipo" de la ventana de inspección.

Tipo	Descripción
"Permanente"	La barra de desplazamiento es siempre visible.

"Sin barra de desplazamiento"	La barra de desplazamiento no es visible.
"Visible tras hacer clic"	La barra de desplazamiento se visualiza al hacer clic.

Campo E/S simbólico

El objeto "Campo E/S simbólico" permite configurar una lista desplegable para introducir y visualizar textos en runtime. En la ventana de inspección se modifican los ajustes correspondientes a la posición, geometría, estilo, color y fuentes del objeto. En particular, se adaptan las propiedades siguientes:

- Modo: determina el comportamiento del objeto en runtime.
- Lista de texto: determina la lista de textos vinculada al objeto.
- Botón para lista desplegable: determina que el objeto dispone de un botón para abrir la lista desplegable.

Modo

El comportamiento del campo E/S simbólico se determina en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > General > Tipo".

Modo	Descripción
"Salida"	El campo E/S simbólico se utiliza para visualizar valores.
"Entrada"	El campo E/S simbólico se utiliza para introducir valores.
"Entrada/salida"	El campo E/S simbólico se utiliza para introducir y visualizar valores.
"Dos estados"	El campo E/S simbólico se utiliza para la salida de valores y tiene como máximo dos estados. El campo conmuta entre dos textos predefinidos. Así, p. ej., se visualizan los dos estados de una válvula, cerrada o abierta.

Lista de textos

En la ventana de inspección se determina qué lista de textos se vinculará al campo E/S simbólico.

1. Haga clic en la ventana de inspección "Propiedades > Propiedades > General".
2. En "Contenido" abra la lista de selección para "Lista de textos".
3. Seleccione una lista de textos.

Botón para lista desplegable

La propiedad "Botón para lista desplegable" permite visualizar un botón para abrir la lista desplegable.

1. Haga clic en "Propiedades > Propiedades > Representación" de la ventana de inspección.
2. Active "Comportamiento > Botón para lista desplegable".

4). Gráficos

En esta carpeta existe una infinidad de gráficos que podemos usar según nuestra conveniencia, simplemente tenemos que abrir las carpetas y observar.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Al finalizar el proyecto se llegan a las siguientes 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, con la correcta selección de los dispositivos eléctricos y electrónicos garantizando un desempeño adecuado.
- 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 V13 permitió desarrollar un sistema de control y supervisión de manera didáctica, el manejo del software no es complejo, lo cual permite visualizar los procesos de control de manera real y didáctica.

4.2 Recomendaciones

- Tener cuidado al momento de realizar las conexiones para evitar corto circuitos o acciones que deterioren los equipos implementados, aunque cuenten con las protecciones adecuadas es mejor prevenir realizando una inspección visual antes de ponerlo en funcionamiento.
- Estar en constante comunicación con las personas que van a utilizar el módulo, en nuestro caso las personas encargadas del laboratorio para asegurar que se dé un correcto funcionamiento de los equipos instalados.
- Instalar más equipos de control o autómatas programables para que se pueda disponer de más equipos para las prácticas de los estudiantes.
- Por las condiciones medioambientales y de trabajo, realizar una limpieza de los equipos una vez a la semana para eliminar el polvo y la humedad.
- Asignar una computadora exclusivamente para el módulo de funcionamiento del tablero, aquí se instalará la correspondiente licencia del software TIA Portal V13, evitando conectar cualquier dispositivo que pueda transmitir virus informáticos.

4.3 Referencias Bibliograficas

LIBROS

- 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.
- LAZARO Antonio, Programación gráfica para el control de instrumentos.
- LEVENSPIEL Octave, “Fundamentos de Termodinámica”, Editorial Limusa, Primera Edición, México D.F., 1997.
- 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 Auditorias 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.
- SÁNCHEZ Luis, *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión en el Sector Agrario y Agroalimenticio*. Editorial A. Madrid Vicente Ediciones. 2008, p. 122. ISBN: 9788484763246.
- 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.

Anexos

Anexo 1. Encuesta Aplicada.

Universidad Técnica de Cotopaxi

La Maná.

Señores:

Estudiantes y Docentes.

Proyecto de tesis: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA AUTOMATIZACIÓN DE MOTORES TRIFÁSICOS MEDIANTE PLC STEP S7 1200 EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, EXTENSIÓN LA MANÁ, AÑO 2015.”**

Para efectos de la realización de este proyecto se requiere recabar información para lo cual necesitamos conocer su opinión, por tal razón le agradecemos se digne contestar la siguiente encuesta.

1.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de ingresar a un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado?

Si ()

No ()

2.- ¿Usted ha tenido la oportunidad de realizar prácticas en un laboratorio de refrigeración y aire acondicionado?

Si ()

No ()

3.- ¿Considera que la implementación de un módulo didáctico del sistema de refrigeración y aire acondicionado en el laboratorio de la UTC La Maná es: ?

Bueno ()

Malo ()

Regular ()

4.- ¿Cree usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración y aire acondicionado en la UTC La Maná?

Si ()

No ()

5.- ¿Considera que el uso de la tecnología en los procesos industriales de sistemas de refrigeración es: ?

Bueno () Malo () Regular ()

6.- ¿Considera que el aprendizaje teórico – práctico utilizando la tecnología del HMI en la UTC- La Maná como complemento al desarrollo de las actividades académicas es: ?

Bueno () Malo () Regular ()

7.- ¿Cree usted que es importante contar con un módulo didáctico del sistema de refrigeración para realizar prácticas que permitan complementar sus conocimientos teóricos?

Si () No ()

8.- ¿Cree usted que el laboratorio de refrigeración debe contar con todos los instrumentos de control, incluido el HMI de última tecnología?

Si () No ()

9.- ¿Considera que al realizar prácticas en un módulo didáctico con todos los elementos necesarios motivaría a seguir con más entusiasmo su carrera?

Si () No ()

10.- ¿Cree usted que un módulo didáctico en el laboratorio de refrigeración ayuda a elevar el nivel académico de los estudiantes de la UTC- La Maná?

Si () No ()

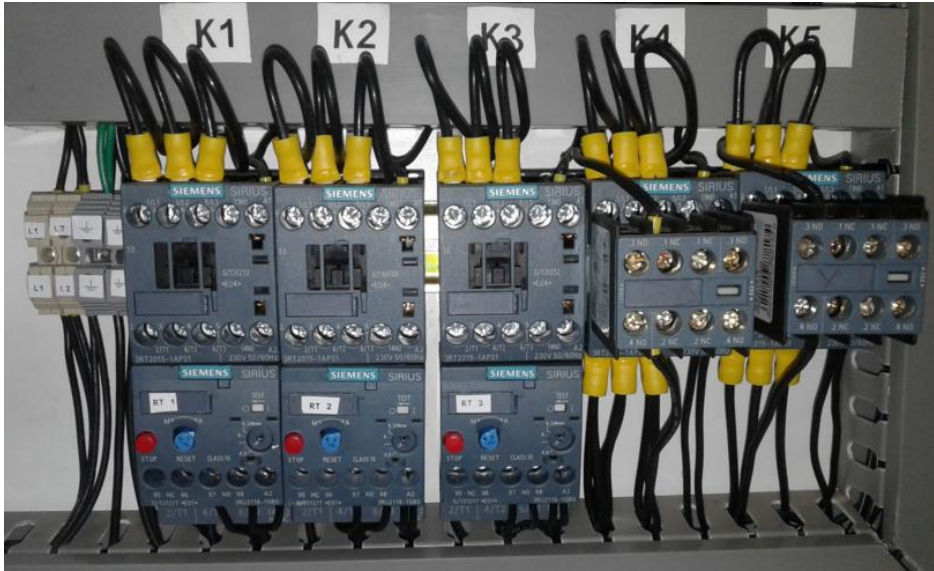
Anexo 2. PLC con los módulos A y B



Anexo 3. HMI Marca Siemens



Anexo 4. Sistema de protección



Anexo 5. Módulo culminado

