

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA.

TEMA:

**“CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN
MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE
VELOCIDAD DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR MEDIO
DE UN PLC Y UN VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EL
LABORATORIO DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA
INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE COTOPAXI.”**

**PROYECTO DE TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO ELECTROMECAÁNICO.**

AUTORES:

EDGAR CRISTÓBAL ATIAJA ARIAS

EDISON OMAR SORIA ATIAJA

DIRECTOR DE TESIS:

ING. PAOLA MARITZA VELASCO SÁNCHEZ

LATACUNGA, NOVIEMBRE- 2008

AUTORÍA

Los autores certifican que la investigación, redacción y propuesta del presente trabajo son de exclusiva autoría.



Atiaja Arias

Edgar Cristóbal

050267639-8



Soria Atiaja

Edison Omar

050267650-5

CERTIFICACIÓN

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

De mi consideración:

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo IV, (art.9 literal f), del reglamento del curso profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, informo que los postulantes: Atiaja Arias Edgar Cristóbal y Soria Atiaja Edison Omar, han desarrollado su tesis de grado de acuerdo al planteamiento formulado en el plan de tesis con el tema: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR MEDIO DE UN PLC Y UN VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.”, cumpliendo sus objetivos respectivos.

En virtud de lo antes expuesto considero que la presente tesis se encuentra habilitada para presentarse al acto de la defensa de tesis.



Ing. Paola Velasco Sánchez

Director de tesis.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Latacunga, Diciembre 19 del 2008

Ingeniero.
Segundo Cevallos
Encargado del laboratorio de electromecánica.
Presente.


De nuestras consideraciones:

Nosotros, Atiaja Arias Edgar Cristóbal, portador de la cédula de ciudadanía N° 050267639-8, Soria Atiaja Edison Ornar, portador de la cédula de ciudadanía N° 050267650-5, Egresados de la Especialidad de Ingeniería en electromecánica, nos dirigimos a usted para solicitarle de la manera más comedida que permita implementa el módulo de control de velocidad de un motor trifásico por medio de un Pie, y un variador de frecuencia para el laboratorio de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; que contiene los siguientes elementos:

- Un PLC S7200, marca Siemens.
- Un variador de frecuencia MM 440, marca Siemens.
- Un motor trifásico de 0.5 HP, marca Siemens.
- Un encoder incremental, marca Hanyoung.
- Un cable de transferencia PPI USB. DEL S7200.
- Panel de programación BOP del variador de frecuencia MM 440.
- Un CD de información "AUTOMATION & DRIVES".

Por la gentil atención que se sirva dar a la presente, le reiteramos nuestros agradecimientos.

Atentamente,


Edgar Cristóbal Atiaja
CC: 050267639-8


Edgar Omar Soria Atiaja.
CC: 050267650-5


06/I/09

AGRADECIMIENTO

Al finalizar el presente trabajo quiero agradecer primeramente a Dios por darme las fuerzas para cumplir con mi objetivo que es culminar la carrera, también agradezco a todas las personas quienes me ayudaron desinteresadamente, en especial a mis padres.

Edgar Atiaja

A Dios quien me ha guiado por el camino del bien, a mis padres por el apoyo incondicional a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a los docentes de la carrera de ciencias de la ingeniería y aplicadas quienes fueron nuestros maestros por dotarnos de sus conocimientos y en especial a quien fue participe y director de de este proyecto a la ingeniera Paola Velasco Sánchez.

Edison Soria

DEDICATORIA

Este trabajo les dedico a mis padres, por confiar y darme el apoyo necesario aun quizá sin merecerlo.- A mis hermanos que siempre estuvieron pendientes de mis estudios.

Edgar Atiaja

El resultado de este esfuerzo se lo dedico a mis padres y hermanos quienes fueron el pilar fundamental para cumplir con mis objetivos.

Edison Soria

INDICE	Pág.
Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Capítulo I.....	5
PLC o autómatas programables.....	5
Ventajas e inconvenientes de los PLC's.....	6
Estructura de los autómatas programables.....	6
Estructura externa.....	6
Estructura interna.....	7
Interfaces.....	12
Unidades de programación.....	12
Periféricos.....	13
Lenguajes de programación.....	13
puesta en funcionamiento.....	14
Instalación.....	17
Mantenimiento.....	20
Localización y reparación de averías.....	21
Motores asíncronos trifásicos.....	21
principio de funcionamiento.....	22
Deslizamiento.....	22
Partes de un motor trifásico.....	23
Protección del motor.....	25
Detección e identificación de averías en los motores.....	25
Conexiones de los motores trifásicos.....	28
Conexión estrella "Y".....	29
Conexión triangulo "Δ".....	30
Variador de frecuencia.....	30
Funcionamiento.....	30
Etapas de un variador de frecuencia.....	32
Ventajas y desventajas un variador de frecuencia.....	34

Aplicaciones de los variadores de frecuencia.....	35
Encoders ópticos.	37
Principio de operación.....	38
Tipos de encoders ópticos.....	38
Parámetros del encoder.....	40
Capítulo II.....	42
Caracterización de la universidad técnica de Cotopaxi.....	42
Análisis de resultados de las encuestas.....	44
Verificación de la hipótesis.....	57
Decisión.....	57
Capítulo III.....	59
Propuesta factible.....	59
Presentación.....	59
Justificación.....	60
Objetivos.	61
Factibilidad.....	62
Impacto.....	63
Desarrollo de la propuesta.....	64
Selección de los equipos.....	65
Selección del motor.....	65
Selección del PLC.....	67
Selección del variador.	70
Selección del encoder.....	74
Instalación de los equipos.	76
Instalación del motor.....	77
Instalación del PLC.....	78
Instalación del variador de frecuencia.....	80
Instalación del encoder incremental.....	83
Características de los elementos de protección del módulo didáctico.....	83
Glosario de términos.....	84
lista de abreviaturas.....	89
Conclusiones.....	90

Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	92
Anexos.	

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.1: Forma de conexión de las bobinas en estrella.....	29
Tabla 1.2: Forma de conexión de las bobinas en triangulo.....	30
Tabla 2.1 Tabla de población y muestra aplicada a los docentes y estudiantes.....	57
Tabla 3.1 Datos seleccionados del motor.....	67
Tabla 3.2 Datos seleccionados del PLC.....	70
Tabla 3.3 Características y especificaciones para la selección de los variadores de frecuencia Micromaster.	72
Tabla 3.4 Datos seleccionados del variador de frecuencia.....	74
Tabla 3.5 Datos seleccionados del encoder.....	76
Tabla 3.6 Margen de tensión y corriente de entrada y salida.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura1.1: Conexionado a las entradas y salidas del PLC sin tensión.....	16
Figura 1.2: Partes del motor.....	24
Figura. 1.3: Conexión en estrella.....	29
figura1.4: Conexión en triangulo.....	30
Figura 1.5: Etapas del variador de frecuencia.....	34
Figura 1.6: Encoder incremental.....	39
Figura 1.7: Encoder absoluto.....	40
Figura 3.1: Diagrama de bloques de los equipos que conforman el módulo.....	64

RESUMEN

Los PLC's son equipos electrónicos fabricados para controlar los procesos en las industrias en general. Las amplias ventajas de la lógica cableada los convierten en una herramienta imprescindible en el campo de la automatización y el control de procesos, reemplazando a varios elementos como contadores, temporizadores, relés de enclavamiento, contactores auxiliares, ya que los contienen internamente, proporcionando así seguridad, fácil manejo y economía.

Anteriormente para tener el control de las máquinas se realizaba a través de sistemas mecánicos como engranajes y poleas, los cuales no son eficientes; con el paso del tiempo se pudo controlar la velocidad de los motores asincrónicos variando la frecuencia de alimentación de estos; y mediante este principio se construyeron los variadores de frecuencia, este tipo de tecnología se ha desarrollado hasta permitir tener el control total del motor. Para saber la posición, el sentido de giro y la velocidad del motor se le acopla al eje un sensor conocido como encoder que se utiliza en la actualidad en el campo de la robótica.

El propósito del proyecto es implementar este tipo de sistemas que hoy en día son muy utilizados, para lo cual se propuso la creación de un módulo didáctico para la variación de velocidad de motores asincrónicos, el mismo que cuenta con las herramientas necesarias para su aplicación como son el software de programación, la información sobre su funcionamiento, además se dispone de manuales en los cuales se puede consultar acerca de la instalación.

ABSTRACT

The PLC's are electronic devices manufactured to control the processes in the industries in general. The great advantages of the wired logic transform them into an indispensable tool in the field of the automation and the control of processes, replacing to several elements with counters, timers, relay, auxiliary contactors, because the PLC's contains these internally, providing: security, easy handling and economy.

Previously to have the control of this machines people realized through mechanical systems as engagements and pulleys, which are not efficient; with the pass of the time could control the speed of the asynchronous motors varying the frequency of supply of these; and through of this principle built the variators of frequency, this kind of technology has been developed until to allow to have the total control of the motor. To know the position, the turn sense and the speed of the motor is coupled to the axis a well-known sensor as encoder that is used at the actuality in the field of the robotics.

The purpose of the project is to implement this kind of systems, that nowadays it is very used which the propose is the creation of a didactic module for the speed variation of asynchronous motors, the same one that has the necessary tools for its application such as the programming software, the information about the operation, also has manuals in which can be used as a way of investigation about the installation.

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Msc. Jacqueline Iza, tengo a bien certificar que he realizado la respectiva revisión de la traducción al idioma inglés del resumen de la tesis con el tema: “CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE VELOCIDAD DE UN MOTOR TRIFÁSICO POR MEDIO DE UN PLC Y UN VARIADOR DE FRECUENCIA PARA EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”; el mismo que se encuentra con su correcta sintaxis y a su vez concuerda con el resumen realizado en la lengua castellana.

Los interesados pueden hacer uso del mismo en los trámites que creyeren conveniente.

Latacunga, diciembre del 2008.

Atentamente,



Msc. Jacqueline Iza

C.I. 050174106-0

INTRODUCCIÓN

Las exigencias de la industria moderna obligan a optimizar los sistemas de control industrial para que permitan tener un correcto funcionamiento de sus equipos, y así evitar que se presenten novedades durante el proceso de producción logrando una mejor rentabilidad para las empresas y brindando un producto o servicio de mejor calidad para ser más competitivas. Es importante mencionar que la variación de velocidad de motores trifásicos asincrónicos es fundamental en los procesos en donde la operación depende básicamente del movimiento, como es el caso de las industrias que necesitan reducir o incrementar la velocidad de sus motores, que pueden estar impulsando un sistema de bandas transportadoras u otros sistemas de control.

La falta de módulos didácticos en los laboratorios de las especialidades de ingeniería Eléctrica, Electromecánica e Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi motivó al grupo investigador a implementar un módulo para el control de velocidad mediante un variador de frecuencia y un PLC, que será un aporte importante y eficaz para que los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos recibidos en el aula de clase.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la técnica de la encuesta, esta fue aplicada a los docentes y estudiantes de la CIYA quienes demuestran un gran interés por conocer el manejo e instalación de los equipos que contiene el módulo. Además utilizando los métodos: Científico, Inductivo, Deductivo y Experimental, se logró recopilar la información necesaria para el sustento del proyecto.

La información que contiene esta investigación esta detallada en tres capítulos: En el Capítulo I se encuentra el marco teórico en el cual se especifica el funcionamiento de los equipos que contiene el módulo; en el Capítulo II se enfoca el análisis e interpretación de resultados de las encuestas realizadas a los docentes

y estudiantes; en el Capítulo III se realiza el desarrollo de la propuesta en donde está inmersa la selección, montaje e instalación de los equipos en el módulo.

CAPITULO I

PLC O AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Los PLC's mejoran la forma de automatizar los procesos industriales, gracias a sus funciones, ya que es un dispositivo programable diseñado para el control de señales eléctricas relacionadas al control automático de procesos industriales.

Según CRIADO, Alejandro, McGraw-Hill (P.10) manifiesta que un "Controlador lógico programable (PLC), es toda máquina electrónica, diseñada para controlar a tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales". El PLC es un componente electrónico que permite realizar diagramas lógicos para reemplazar contactores, temporizadores, contadores y relés, disminuyendo así el cableado, el tiempo de instalación que debe ser manejado por personas que tengan un conocimiento amplio sobre electricidad y electrónica.

Un PLC posee las herramientas necesarias que son: el software que permite realizar un programa utilizando sus funciones para que procese las señales que ingresan a las memorias y el hardware, que está conformado por los componentes físicos, que sirven para controlar dispositivos externos, recibir señales de sensores y ejecutar el programa que el usuario elabore según el esquema del proceso a controlar.

Los PLC's tienen terminales de entrada en los que se conectan pulsadores, finales de carrera, fotocélulas y sensores; los terminales de salida en donde se conectarán

Contactores, electroválvulas, lámparas, etc. La actuación de las salidas está en función de las señales de entrada según el programa almacenado.

Ventajas e Inconvenientes de los PLC's

Ventajas

- Menor tiempo en la elaboración de proyectos de automatización.
- Posibilidad de modificar sin costo suplementarios.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómeta.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómeta queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Inconvenientes

- Necesita de técnicos que sepan de programación.
- Costo.

Estructura de los Autómatas Programarles

Estructura Externa

La estructura externa del PLC es la parte física exterior llamados bloques o elementos en los que está dividido, son dos las estructuras que existen en el mercado:

- Estructura compacta.
- Estructura modular.

Estructura Compacta

En este tipo de PLC's se componen de un solo bloque todos los elementos: fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. En cuanto a la unidad de programación, existen tres versiones: unidad fija o enchufable directamente en el Autómata; enchufable mediante cable y conector, o la posibilidad de ambas conexiones.

Si la unidad de programación es sustituida por una PC, nos encontraremos que la posibilidad de conexión del mismo será mediante cable y conector.

Estructura Modular

Este tipo de PLC's se divide en módulos o partes del mismo para realizar sus funciones. Las cuales son estructura americana y europea.

Estructura americana.-Se caracteriza por separar las entradas/salidas en bloques diferentes del PLC, de tal forma que en un bloque compacto están reunidas la CPU, memoria de usuario o de programa y fuente de alimentación.

Estructura europea.- Es la que tiene un módulo para cada función: fuente de alimentación, CPU, entradas/salidas, etc. La unidad de programación se une mediante un cable y conector o un bus externo.

La sujeción de los PLC's cualesquiera sea su estructura se hace sobre un carril DIN o placa perforada.

Estructura Interna

Son las partes en que se ordena su conjunto físico o hardware y el funcionamiento de cada una de ellas.

- Microprocesador
- Unidad lógica aritmética
- Unidad de control
- Cristal de cuarzo
- Memorias
- Sección de entradas y salidas.
- Interfaces.

El Microprocesador

El microprocesador es un circuito integrado que tiene las instrucciones, de realizar un programa para realizar los trabajos que se encomienden a esta unidad.

Unidad Lógica Aritmética

En esta unidad es donde se realizan las operaciones matemáticas que el microprocesador sea capaz, como mínimo tiene que sumar, restar, multiplicar y dividir. También se realiza en este módulo las operaciones de comparación entre dos datos diferentes, utilizando las compuestas lógicas (And, Or, Xor, Nand y Nor).

Unidad de Control

La unidad de control está gobernada por los impulsos procedentes de un módulo Reloj, esta unidad tiene el objetivo de leer secuencialmente cada una de las instrucciones del programa, decodificar y hacer la instrucción que se le indique.

Cristal de Cuarzo

Un cristal de cuarzo es la base de tiempos en que la unidad de reloj hace posible que la cadencia de impulsos sea exacta y también marca la frecuencia de trabajo de la unidad de reloj.

Memorias

Las memorias son dispositivos que permiten almacenar información en forma de bits (ceros y unos) en los PLC's. Los diferentes tipos de memorias son:

Memoria EEPROM. (Electrical Erasable Programmable Read-Only Memory). En este tipo de memoria el borrado es eléctrico, La información que contenga esta memoria no se pierde aunque le falte alimentación al circuito.

Memoria EPROM. (Erasable Programmable Read-Only Memory). Esta memoria es borrable y programable y es de sólo lectura. Se puede borrar mediante su exposición a una fuente de rayos ultravioleta, para lo que tiene una ventana transparente en la que se puede ver la pequeña pastilla de silicio que contiene los circuitos electrónicos que componen la memoria. La información que contenga esta memoria no se pierde aunque le falte alimentación al circuito.

Memoria PROM. (Programmable Read-Only Memory). Esta memoria es programable y de sólo lectura, una vez programada ya no se puede borrar, por lo que no se puede modificar el programa escrito en ella.

Memoria ROM. (Read-Only Memory). Esta memoria es solo de lectura, se programa en el momento de su fabricación y es la más económica de todas.

Memoria RAM (Random Access Memory). Esta memoria es de acceso aleatorio se puede escribir en ella un programa o cualquier tipo de dato binario. Se escribe sin ningún aparato especial y se puede leer en cualquier momento sin dificultad. Para borrar uno o todos los registros basta escribir en ellos un dato compuesto todo de ceros. Los datos desaparecen de sus registros en cuanto se corta la alimentación.

Existen memorias RAM construidas con la tecnología CMOS. Que por su bajo consumo de corriente se pueden alimentar con pequeñas baterías o pilas por esto se incorpora pilas en los PLC's.

Unidades de Entrada-Salida

Las entradas por donde ingresa la información de los pulsadores, finales de carrera, fotocélulas y sensores; en las salidas es por donde se realiza la activación de los contactores, electroválvulas, lámparas, etc.

Funciones de las unidades de entradas y salida

Las funciones principales son el adaptar las tensiones e intensidades de trabajo de los captadores y actuadores a las de trabajo de los circuitos electrónicos del Autómata; realizar una separación eléctrica entre los circuitos lógicos de los de potencia, generalmente a través de opto acopladores, y proporcionar el medio de identificación de los captadores y actuadores ante el procesador.

Entradas. Las entradas se identifican por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración, y por su identificación INPUT o ENTRADA.

En cuanto al tipo de señal que reciben, éstas pueden ser: analógicas y digitales.

Analógicas. Una magnitud es analógica cuando varía en el tiempo como puede ser señales de presión, temperatura, velocidad, etc. Es necesario disponer de un módulo de entrada análogo. Su principio de funcionamiento se basa en la conversión de la señal analógica a código binario mediante un convertidor analógico-digital. Los valores estandarizados de tensión e intensidad que trabajan estos módulos son:

0...10 V, 4... 20 ma.

Digitales. Una señal digital es un valor de entrada todo o nada (0 - 1), son las más utilizadas esto es, a un nivel de tensión o a la ausencia de la misma. Los elementos este tipo de señal son los finales de carrera, interruptores, pulsadores, relés, etc.

Salidas. La identificación de las salidas se realiza igual que en las entradas, figurando en este caso la indicación de OUTPUT o SALIDA. En las salidas se conectan o acoplan los dispositivos actuadores, e incluye un indicador luminoso led de activado.

Tipos de salidas:

- A relé.
- A triac.
- A transistor.

A continuación se detalla la elección según el tipo de la carga que se le vaya a acoplar.

Salidas a relés. (C.A. o C.C.). Este tipo de salida suele utilizarse cuando el consumo tiene cierto valor (del orden de amperios) y donde las conmutaciones no son demasiado rápidas. Son empleadas en cargas de contactores, electroválvulas, etc.

Salidas a triacs. (C.A. o C.C.). En conmutaciones muy rápidas en donde el relé no es capaz de realizarlas, se utiliza el triac. Su vida es más larga que la del relé. En cuanto al valor de intensidad suele tener valores similares al relé.

Salidas a transistores. (C.C.). Cuando se utilice C.C. y cuando las cargas sean del tipo de poco consumo, rápida respuesta y alto número de operaciones, como es el caso de circuitos electrónicos, se deben utilizar estos tipos de salidas. Su vida es superior a la del relé.

Interfaces

Son dispositivos que permiten la comunicación de la CPU del PLC con el exterior llevando la información procesada del estado de las señales de entradas y ejecutando la activación de las salidas.

Unidades de Programación

La unidad de programación es la parte física del PLC que utiliza el programador para grabar o introducir el programa en las memorias de Programación.

Tipos de Unidades de Programación

De acuerdo a su construcción son de tres tipos:

Unidades tipo calculadora

Son las más comúnmente utilizadas en los PLC's de la gama baja; constan de teclado, conmutador de modos run y stop, display de cristal líquido y las entradas para la grabación del programa de usuario.

Consola de programación

Está en una posición intermedia entre la unidad tipo calculadora y la PC. Tiene pantalla de plasma, teclado, un software de programación para los lenguajes utilizados en el PLC y almacenamiento de programas.

Unidad con PC

En esta unidad el PLC se comunica mediante un interfaz con una PC. Este equipo incorpora el software necesario para poder trabajar en más de un lenguaje de programación, incluso realizar la transformación de lenguajes.

Periféricos

Son dispositivos auxiliares e independientes del PLC, los equipos periféricos son elementos de entrada y salida de la información que permite tener una comunicación con el usuario mediante impresoras, teclados, monitores, etc.

Lenguajes de Programación

Son varios los lenguajes de programación de los PLC's, es por esto que los fabricantes indican las características generales de su equipo el lenguaje o los lenguajes con los que puede operar. En general los lenguajes de programación más utilizados son el esquema de contactos y las ecuaciones lógicas o los logigramas.

Nemónico

También conocido como lista de instrucciones, booleano, abreviaturas nemotécnicas, AWL.

Diagrama de contactos

(Ladder diagram). Se representa con plano de contactos, esquema de contactos, KOP.

Plano de Funciones

Conocido como bloques funcionales, logigráma, FUP.

Grafcet

Conocido también como diagrama funcional, diagrama de etapas o fases.

Organigrama

Denominado también u ordinograma, diagrama de flujo.

Puesta en Funcionamiento

Para poner en funcionamiento un PLC es necesario leer las características y especificación del mismo para la instalación, ya que los datos como tensión de alimentación, tensión de red, tensión de las entradas; es importante tener conocimiento para no cometer errores en la puesta en funcionamiento del sistema.

Programación

Antes de iniciar el manejo de un PLC es importante leer el manual de instrucciones del mismo y familiarizarse con los modos y funciones de operación.

Almacenamiento de la Información

En los PLC's se tiene la posibilidad de ingresar, modificar, borrar los programas y almacenar la información en CPU y memorias del mismo.

Conexión de las Entradas y Salidas

La puesta en funcionamiento de un PLC debe tener una correcta conexión de los captadores en las entradas y los actuadores en las salidas.

Captadores

Los captadores son dispositivos que se acoplan o conectan a las entradas del Automata. Estos pueden ser de dos tipos:

- Analógicos, cuya señal eléctrica es variable en el tiempo.
- Digitales, la señal responde a un cambio discreto.

Actuadores

Los actuadores son dispositivos que están conectados a las salidas, sean elementos de actuación directa o elementos de mando.

Cuando el consumo de una carga sobrepase el valor disponible en el grupo de salidas, se colocará un relé intermedio de bajo consumo.

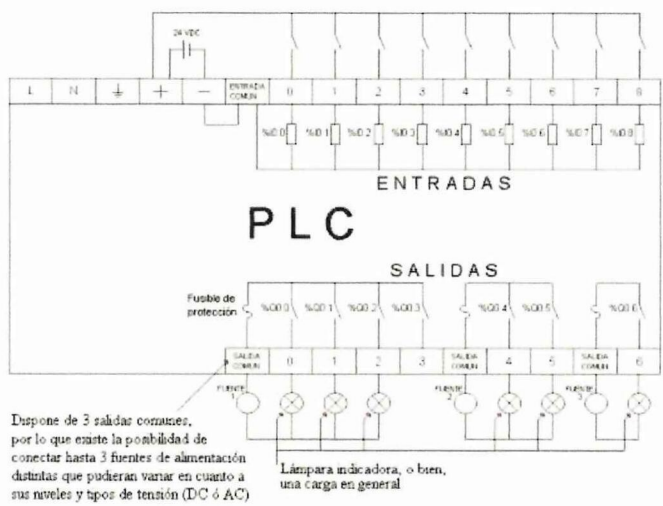
Conexión de las Entradas

Existen dos tipos de captadores libres de tensión y con tensión:

Captadores libres de tensión. Los captadores sin tensión que se pueden conectar a un PLC son:

- Pulsadores.
- Interruptores.
- Finales de carrera.
- Contactos de relés, etc.

Figura.1.1:
 CONEXIONADO A LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC SIN TENSIÓN.



Fuente: www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat_I/contenido_PLC.jpg

Captadores con tensión. Los elementos de este tipo pueden ser:

- Detector de proximidad.
- Célula fotoeléctrica.

Salidas

En los contactos de salida del PLC, se conectan las cargas o afinadores bien directamente, a través de otros elementos de mando, como pueden ser los contactores por medio de sus bobinas.

Las salidas se suelen distribuir en varios grupos independientes de 1,2, 4, 5, etc., contactos; de tal forma que se pueden utilizar varias tensiones, según las necesidades de las cargas.

Cada grupo está limitado también por su consumo que, además, es distinto en función del tipo de carga, resistiva o inductiva.

Las tarjetas de salida suelen ser de tres tipos distintos;

- Salidas a relés.
- Salidas a triacs.
- Salidas a transistores.

La salida a transistor se utiliza cuando los actuadores son a C.C., las de relés y triacs se utilizan para actuadores de C.A.

Las intensidades que soportan las salidas suele oscilar entre 0,5 y 2 A. Al igual que en las entradas, las salidas pueden ser analógicas y digitales. En las salidas analógicas es necesario un convertidor digital analógico (D/A) que realice la función inversa a la de la entrada.

Instalación

Una correcta instalación del PLC implica tener en cuenta factores como:

- Condiciones ambientales del entorno físico donde se va a instalar.
- Distribución de componentes en el armario que lo va a contener.
- Alimentación y cableado correcto.

Condiciones Ambientales

Es el entorno físico en donde se sitúe el PLC y debe cumplir con los siguientes aspectos:

- Ausencia de vibraciones, golpes, etc.
- Que no estén expuestos directamente a los rayos solares o focos caloríficos.
- No elegir lugares donde la temperatura descienda por debajo de 5 grados centígrados o que sobrepasen los 50-60 grados centígrados.

- No situarlos en ambientes en donde la humedad relativa se encuentre aproximadamente por debajo del 20 % o por encima del 90%.
- Ausencia de polvo y ambientes salinos.
- Ausencia de gases corrosivos.
- Por seguridad es necesario un ambiente exento de gases inflamables.
- Evitar instalar junto a líneas de alta tensión.

Cableado

Para un correcto cableado se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Separar los cables que conducen C.C. de los de C.A. para evitar interferencias.
- Separar los conductores de las entradas/salidas analógicas de las digitales.
- Se instalarán por canaleta distinta los cables de potencia de los cables de entradas/salidas.

Alimentación

Para la alimentación del PLC es importante tener en cuenta lo siguiente:

- Tensión estable del valor indicado por el fabricante.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Tener conexión a tierra debidamente señalizada mediante conductor amarillo o verde.
- Circuito de mando que permita conectar y desconectar en el momento preciso “paro general”.

Puesta en Servicio

Se entiende por puesta a punto la supervisión total del sistema y la realización de todas aquellas tareas que sean necesarias para dejarlo en las condiciones perfectas de poder iniciar su puesta en funcionamiento.

Es por ello que esta tarea se acometerá cuando todas las anteriores fases del proyecto se han terminado, incluso la de introducir el programa en la unidad central.

Esta supervisión es conveniente dividirla en dos partes:

- a) Sin tensión. Verificación de las partes físicas.
- b) Con tensión. Verificación del sistema automático.

La verificación de las partes físicas tiene por objeto comprobar:

- La correcta conexión de todos los componentes del sistema incluidos las alimentaciones, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- Que estén sujetos firmemente todos los cables a sus regletas, a la CPU, E/S, fuente de alimentación, etc.
- números.
- Las correctas conexiones de tierra.

- La verificación del sistema automático se realiza de la siguiente forma:
 - Con el Autómata en modo STOP, alimentar el sistema, pero no las cargas.
 - Comprobar la no indicación de error de los leds correspondientes de la CPU.
 - Comprobar el correcto funcionamiento del circuito de mando, entradas, salidas como también el de marcha y paro general.
 - Con el Autómata en modo RUN, verificar que las salidas responda de acuerdo al programa al actuar manualmente sobre las entradas. Esto es posible visualizarlo bien mediante los diodos leds indicativos de salida activada.

Por último, hay que alimentar las cargas y realizar la prueba real de funcionamiento general del sistema.

Mantenimiento

El PLC necesita de un mantenimiento preventivo o inspección periódica; la misma que debe tener una periodicidad de acuerdo a la complejidad del sistema.

Mantenimiento Preventivo

Es conveniente disponer de una carpeta de mantenimiento con fichas en las cuales se haya confeccionado un cuadro que recoja los datos de las inspecciones periódicas, indicando la fecha, las averías detectadas y corregidas.

Inspección visual

- comprobar que estén sujetos firmemente todos los elementos mecánicos.
- Revisar si hay algún cable suelto o roto.
- Inspeccionar que los tornillos estén apretados.
- observar la señal de los leds indicativos de las entradas, salidas.

Condiciones ambientales

- Que los valores de temperatura y humedad estén dentro del margen establecido por el fabricante.
- Que no exista polvo sobre los elementos.
- Verificar que no existan vibraciones.

Medición de tensión

- Que la tensión de alimentación este dentro de los límites permitidos.
- Medir las tensiones de entrada y salida que sean las correctas.

Herramientas y aparatos para realizar el mantenimiento

Para realizar un mantenimiento preventivo de los PLC's se necesita de:

- Algodón, franela y alcohol
- Herramientas de instalador.
- Multímetro analógico o digital.
- Osciloscopio.
- Termómetro e hidrómetro.

Localización y Reparación de Averías

La detección de averías se determina generalmente por dos procedimientos que el fabricante ha creado que son:

- Por la lista de mensajes de error correspondientes a los leds indicadores que se encuentran en el frente de la CPU.
- Por las indicaciones que aparecen en el display de la consola de programación.

MOTORES ASÍNCRONOS TRIFÁSICOS

Los motores asíncronos trifásicos de jaula de ardilla se encuentran entre los más utilizados para el accionamiento de los diferentes tipos de máquinas domésticas, comerciales e industriales. El uso de estos motores se impone en la mayoría de las aplicaciones debido a las ventajas que conllevan: robustez, sencillez de mantenimiento, facilidad de instalación, economía en la operación.

Principio de Funcionamiento

Según NASAR S.A electromecánica y maquinas eléctricas (P. 266), manifiesta que “Cuando existe una excitación trifásica en el estator se produce un campo magnético rotatorio en el entrehierro de un motor de inducción y el campo gira a una velocidad sincrónica”. El flujo de la corriente trifásica dentro de las bobinas de la armadura fija genera un campo magnético rotatorio, y éste induce una corriente en los conductores de la jaula. La reacción magnética entre el campo rotatorio y los conductores del rotor que transportan la corriente hace que éste gire. Si el rotor da vueltas exactamente a la misma velocidad que el campo magnético, no habrá en él corrientes inducidas, por tanto, el rotor no debería girar a una velocidad sincrónica

Deslizamiento

El par motor sólo puede existir cuando una corriente inducida circula por la espira. Para ello es necesario que exista un movimiento relativo entre los conductores activos y el campo giratorio. Por tanto, la espira debe girar a una velocidad inferior a la de sincronización, lo que explica que un motor eléctrico basado en el principio anteriormente descrito se denomine "motor asíncrono". La diferencia entre la velocidad de sincronización y la de la espira se denomina "deslizamiento" y se expresa en %.

$$S = \frac{N_s \times N}{N_s}$$

Donde:

S = deslizamiento.

N_s = velocidad sincrónica.

N = velocidad efectiva del motor.

El deslizamiento en régimen estable varía en función de la carga del motor. Su fuerza disminuye o aumenta cuando el motor está subcargado o sobrecargado.

Partes de un Motor Trifásico

Entre las principales partes de un motor asíncrono trifásico son:

Carcasa

Constituye la parte de soporte del estator también sujeta las tapas. La carcasa esta construida de un metal fundido en algunos casos tiene unas aletas que sirven para disipar el calor.

Estator

Está compuesto de chapas delgadas en el orden de 0,5 mm de espesor de acero al silicio. Las chapas quedan aisladas entre sí por el barniz aislante. Las chapas disponen de ranuras en las que se sitúan los devanados estatóricos.

Devanados del Estator

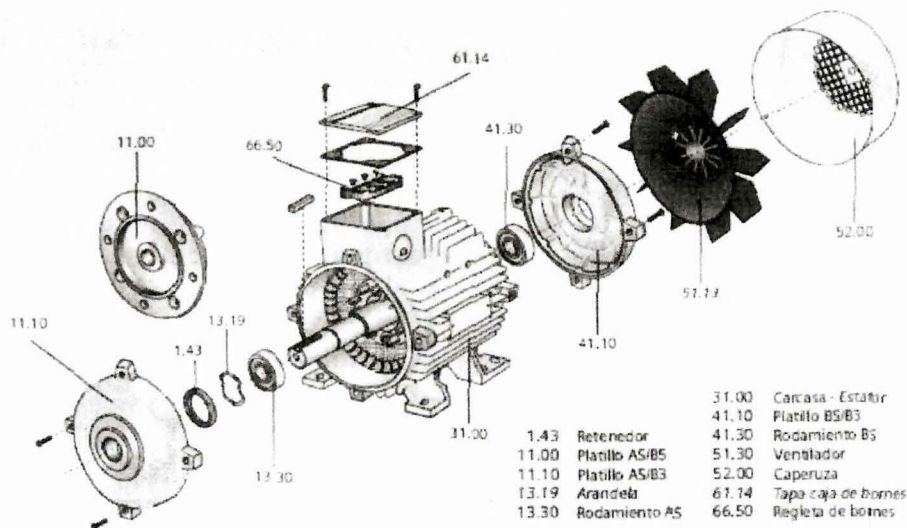
En los devanados es donde se producen el campo giratorio. Cada devanado se compone de varias bobinas. Las bobinas son conductores de cobre aislado ya sea de sección redonda para pequeñas potencias o rectangulares para grandes potencias.

Rotor

Es la parte móvil del motor. Al igual que el circuito magnético del estator, se compone de un apilamiento de chapas delgadas aisladas entre sí que forman un cilindro enchavetado sobre el eje del motor.

Figura 1.2

PARTES DEL MOTOR.



Fuente: manual de motores Siemens

Caja de conexiones

Los motores eléctricos poseen la caja de conexiones en la parte superior de la carcasa en la misma se realizan las diferentes conexiones de sus bobinas mediante puentes especificados en los diagramas en las tapas de la caja de conexiones.

Ventilador

El ventilador es el sistema de refrigeración, está sujeto al eje del motor son contruidos de plástico.

Platillos

Se fabrican con platillos de aleación de aluminio; los platillos de los motores son de fundición de hierro, tanto en el lado de accionamiento como en el lado de servicio.

Protección del Motor

Los motores se pueden proteger de las siguientes maneras:

Con Guardamotor

Cuya función es proteger al motor contra sobrecargas y cortocircuitos por medio de disparadores de sobreintensidad regulables que se deben graduar exactamente a la intensidad nominal del motor y disparadores de sobreintensidad electromagnéticas sin retardo, que actúan al originarse un cortocircuito.

Mediante Fusibles

Se obtiene la protección de cortocircuito.

Con Relé Bimetálico

Que permite la protección de cortocircuito y sobrecarga como la de marcha en dos fases.

Detección e Identificación de Averías en los Motores

Averías en los motores

El origen de los problemas de averías en los motores puede ser debido a las siguientes causas.

- Condiciones ambientales adversas
- Selección o aplicación incorrectas
- Instalación inadecuada
- Desperfectos mecánicos

- Fallas eléctricas
- Desequilibrio de voltaje
- Mantenimiento incorrecto

Condiciones ambientales adversas

Las temperaturas excesivas ya sea la temperatura del ambiente o la que se genera por un problema dentro del motor son causa de avería de la maquina; los motores deben funcionar con los límites de temperatura indicada en la placa de características a fin de lograr una larga vida útil, por cada 10°C de aumento de la temperatura de operación del motor por encima de la nominal, la duración del aislamiento se reduce a la mitad.

La humedad es otra causa de fallas en los motores, si se condensa en la superficie del aislamiento por cambios de temperatura o por contacto con agua, la superficie se volverá conductora, lo que producirá la falla inmediata del motor.

Selección o aplicación incorrecta del motor

Es importante seleccionar el tamaño, el tipo correcto de motor para la carga; existen numerosos factores que deben considerarse, por ejemplo un ciclo severo de trabajo podría ocasionar una falla prematura del motor. La marcha irregular, el frenado por una contra marcha (inversión) y un prolongado tiempo de aceleración hacen que los motores trabajen a velocidad más baja que la normal, debido a esto se produce corrientes muy elevadas en el arranque, estas produce calentamiento excesivo en el motor. Además, debido a la baja velocidad del rotor el enfriamiento normal disminuye mucho y empeora el problema de sobrecalentamiento.

Instalación inadecuada

El incorrecto montaje o instalación ocasiona fallas en los motores. Si los pernos de montaje no son de la medida correcta o no están bien apretados, puede ocurrir una desalineación y vibraciones que ocasionaran daños en los cojinetes y en el eje. Acoplamientos, bandas y poleas deben estar alineados para evitar vibraciones.

Desperfectos mecánicos

Una carga excesiva puede dañar con rapidez el motor, por el motivo que los cojinetes empezaran a fallar, los engranajes pueden trabarse, o pueden presentarse otras causas como fricción o cargas extra. En este caso el motor consumirá más corriente y se incrementará la temperatura.

Fallas eléctricas

Si el voltaje de alimentación es incorrecto o tiene variaciones notables, ocurrirá que el motor se averíe prematuramente.

El bajo voltaje hace que la corriente se a mayor que la normal. Si la reducción en la tensión aplicada es considerable, el exceso de corriente producirá sobrecalentamiento del motor.

Un alto voltaje de alimentación para el motor reduce las pérdidas en el cobre, pero el flujo magnético más intenso ocasiona mayores pérdidas en el hierro un pequeño incremento en el voltaje de suministro podría reducir el consumo de corriente. Sin embargo un aumento del orden del 10% o más respecto al valor de la placa producirá una variación considerable en la corriente y consecuente el sobrecalentamiento perjudicial del motor.

Desequilibrio de voltaje

Los voltajes trifásicos desequilibrados o "desbalanceados" pueden ocasionar una

grave alteración en la corriente, que puede producir un rápido sobrecalentamiento del motor.

Es necesario instalar una protección contra este problema, para lo cual suelen ser adecuados los relevadores de sobrecarga

Consideración Inicial del Estado de un Motor

Una prueba muy eficaz para verificar el estado general de un motor, sobre todo después de que ha sido sometido a una reparación, consiste en hacerlo funcionar sin carga observando los siguientes puntos:

- Que la velocidad sea la correcta
- Que no haya vibración excesiva
- Que el ruido del motor sea el normal
- Que no haya calentamiento anormal
- Que la corriente no sea excesiva y esté equilibrada en las tres fases

Comprobar que velocidad del motor sea cercana a la velocidad sincrónica, cuando existe un ruido puede ser de origen magnético y de la circulación del aire de enfriamiento producido por el ventilador; al desconectar momentáneamente la alimentación eléctrica, se elimina el ruido originado por el campo magnético y se percibe solo el debido a la ventilación.

Entre las causas de vibración de origen mecánico debe considerarse, en primer lugar, la falta de equilibrio dinámico del conjunto rotatorio; hay ocasiones que no se toman las precauciones de balancear o equilibrar antes o después del montaje del motor, lo que producirá vibración.

Conexiones de los Motores Trifásicos

Todos los motores trifásicos están provistos de tres arrollamientos en el estator con igual número de bobinas en sus ranuras; las bobinas están conectadas

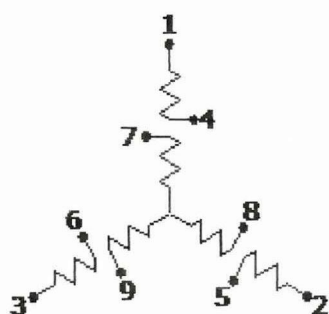
formando tres arrollamientos independientes para cada fase, pudiéndose conectar en estrella o triángulo.

Conexión Estrella "Y"

En la conexión estrella, los finales de cada fase están unidos conjuntamente en un punto común, como se detalla en la figura 1.3.

Figura. 1.3:

CONEXIÓN EN ESTRELLA.



Fuente: Grupo investigador

Tabla 1.1:

FORMA DE CONEXIÓN DE LAS BOBINAS EN ESTRELLA.

TENSIÓN	U (L1)	V (L2)	W (L3)	Interconectados			Conexión
Alta	I	2	3	4-7	5-8	6-9	Y
Baja	1-7	2-8	3-9	4-5-6			Y Y

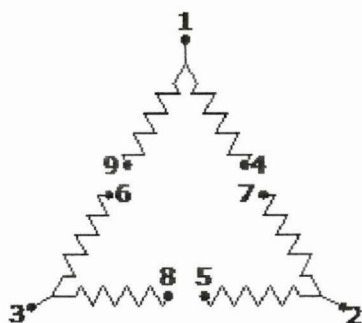
Fuente: Grupo investigador.

Conexión Triangulo "Δ"

En la conexión triangulo, el final de cada fase está unido al principio de la siguiente; formando así un punto de unión o vértice que va conectado a la red de alimentación, como se observa a continuación figura 1.4.

figura 1.4:

CONEXIÓN EN TRIANGULO.



Fuente: Grupo investigador.

Tabla 1.2:

FORMA DE CONEXIÓN DE LAS BOBINAS EN TRIANGULO.

TENSIÓN	U (L1)	V (L2)	W (L3)	Interconectados			Conexión
Alta	I	2	3	4-7	5-8	6-9	Δ
Baja	1-7-6	2-4-8	3-5-9	---			Δ Δ

Fuente: Grupo investigador

VARIADOR DE FRECUENCIA

Un variador de frecuencia es un aparato electrónico destinado a modificar la frecuencia, y por lo tanto la velocidad de un motor asincrónico ya que los

variadores de frecuencia convierten la alimentación de CA. En CC. Mediante una etapa rectificadora, posteriormente lo convierte en CA, de frecuencia y tensión variables.

Funcionamiento

La velocidad sincrónica de un motor de corriente alterna que está determinada por la siguiente fórmula:

$$\text{RPM} = \frac{120 \times f}{p} = 1800 \text{ RPM}$$

Donde:

RPM = Revoluciones por minuto.

120 = constante.

f = frecuencia de suministro.

p = Número de polos (adimensional)

Mediante la ecuación anterior es la velocidad de operación de los motores sincrónicos. La velocidad de un motor de inducción es un poco menor que la velocidad de los motores sincrónicos.

Un motor de 4 polos que está conectado directamente a la red de distribución eléctrica de 60 Hz debería tener una velocidad sincrónica de 1800 rpm:

$$\text{RPM} = \frac{120 \times 60}{4} = 1800 \text{ RPM}$$

Un motor de inducción, la velocidad de operación a plena carga estará sobre los 1750 RPM.

Si el motor está conectado al variador de frecuencia le proporciona una frecuencia variable para el ejemplo se tomará de 40 Hz, la velocidad sincrónica será de 1200 RPM.

$$\text{RPM} = \frac{120^\circ \times 40}{4} = 1200 \text{ RPM}$$

Etapas de un Variador de Frecuencia

Los variadores de frecuencia están compuestos por:

Etapa Rectificadora

Convierte la tensión alterna en continua mediante rectificadores de diodos, tiristores, etc.

Etapa Intermedia

Filtro para suavizar la tensión rectificada y reducir la emisión de armónicos.

Inversor o "Inverter"

Convierte la tensión continua en otra de tensión y frecuencia variable mediante la generación de pulsos. Actualmente se emplean IGBT's (Isolated Gate Bipolar Transistors) para generar los pulsos controlados de tensión. Los equipos más modernos utilizan IGBT's inteligentes que incorporan un microprocesador con todas las protecciones por sobrecorriente, sobretensión, baja tensión, cortocircuitos, puesta a masa del motor, sobretemperaturas, etc.

Etapa de Control.

Esta etapa controla los IGBT para generar los pulsos variables de tensión y frecuencia. Y además controla los parámetros externos en general, etc.

Los variadores más utilizados requieren modulación PWM (Modulación de Ancho de Pulsos) y usan en la etapa rectificadora puente de diodos rectificadores. En la etapa intermedia se usan condensadores y bobinas para disminuir las armónicos y mejorar el factor de potencia

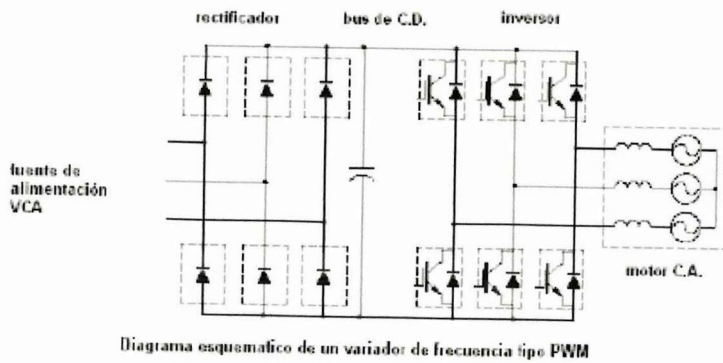
El Inversor o Inverter convierte la tensión continua de la etapa intermedia en una tensión de frecuencia y tensión variables. Los IGBT envían pulsos de duración variable y se obtiene una corriente casi senoidal en el motor.

La frecuencia portadora de los IGBT se encuentra entre 2 a 16kHz. Una portadora con alta frecuencia reduce el ruido acústico del motor pero disminuye el rendimiento del motor y la longitud permisible del cable hacia el motor. Por otra parte, los IGBT's generan mayor calor.

Las señales de control para arranque, parada y variación de velocidad (potenciómetro o señales externas de referencia) estén aisladas galvánicamente para evitar daños en sensores o controles y evitar ruidos en la etapa de control.

Figura 1.5:

ETAPAS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA



Fuente: Ahorro de Energía con Variadores de Frecuencia
Autor: Roger García Neri

Ventajas Desventajas de los Variadores de Frecuencia

Ventajas

- Fácil de instalar y puesta en marcha sencilla.
- Ahorro energético, consume solo lo que necesita en cada momento.
- Se pueden instalar en maquinas que estén funcionando sin modificar sus partes.
- Puede ser controlado a distancia y con cualquier sistema automático.
- Los motores que se pueden utilizar son solo estándar.
- No necesitan de mantenimiento.
- No necesita contactores para su maniobra, y si se quiere invertir el sentido de giro tampoco es necesario un circuito exterior.
- Se puede programar el tiempo de arranque, parada y freno.
- Se puede programar varias velocidades con rampas de aceleración y deceleración.

- No necesita de relé térmico, ya que protege al motor por el control de la intensidad.
- Evita penalización por bajo factor de potencia.

Desventajas

- El alto costo.
- Para su manejo e instalación es necesario de personal capacitado.

Aplicaciones de los Variadores de Frecuencia

Los variadores de frecuencia se aplican en las siguientes industrias: Metalúrgicas, alimenticias, construcción, automovilísticas, plásticos, papeleras, cueros, químicas, petroleras, textiles, madereras, caucho, etc. Para accionar sus principales tipos de máquinas como son:

Transportadoras

Controlan y sincronizan la velocidad de producción de acuerdo al tipo de producto, para arrancar suavemente y evitar la caída del producto que se transporta, etc.

Bombas y Ventiladores Centrífugos

Controlan el caudal, uso en sistemas de presión constante y volumen variable.

Bombas de Desplazamiento Positivo.

Control de caudal y dosificación con precisión, controlando la velocidad.

Ascensores y Elevadores

Para arranque y parada suaves manteniendo el torque del motor constante, y diferentes velocidades.

Extrusoras

Se obtiene una gran variación de velocidades y control total del torque del motor.

Centrífugas

Se consigue un arranque suave evitando picos de corriente y velocidades de resonancia.

Prensas Mecánicas y Balancines

Se consiguen arranques suaves y velocidades bajas al inicio de la tarea.

Máquinas Textiles

Para telas que no tienen un tejido simétrico se pueden obtener velocidades específicas para conseguir telas especiales.

Compresores de Aire

Se obtienen arranques suaves con máximo torque y menor consumo de energía en el arranque.

Pozos Petroleros

Se usan para bombas de extracción con velocidades de acuerdo a las necesidades del pozo.

Otras Aplicaciones

Elevadores de cangilones, transportadores helicoidales, cortinas de papel, máquinas herramientas, máquinas para soldadura, pantógrafos, máquinas para vidrios, secaderos de tabaco, clasificadoras de frutas, laminadoras, mezcladoras, perfiles de aluminio, cable, trituradoras de minerales, trapiches de caña de azúcar, balanceadoras, molinos harineros, hornos giratorios de cemento, hornos de industrias alimenticias, puentes grúa, bancos de prueba, secadores industriales, tapadoras de envases, agitadores, cargadoras, dosificadores, dispersores, reactores, lavadoras industriales, lustradoras, molinos rotativos, pulidoras, fresas, bobinadoras y desbobinadoras, arenadoras, separadores, vibradores, locomotoras, vehículos eléctricos, escaleras mecánicas, aire acondicionado, portones automáticos, plataformas móviles, tornillos sinfín, válvulas rotativas, tejedoras, extractores, posicionadores, etc.

ENCODERS ÓPTICOS.

Un encoder óptico es un sensor electro-opto-mecánico que permite detectar el movimiento de rotación de un eje el mismo que proporciona información de la posición angular como lineal y convierte a una señal digital.

Según la pagina: <http://www.forosdeelectronica.com/about34.html> Expresa que un “Encoder es un sensor electro-opto-mecánico que unido a un eje, proporciona información de la posición angular”

Principio de Operación

El principio de operación de un encoder se basa en los llamados fotoacopladores. Éstos son pequeños chips que consisten en un diodo en forma de fotoemisor y un transistor que realiza las tareas de fotorreceptor. Este elemento se encarga de detectar la presencia/ausencia de la luz a través de los discos concéntricos al eje, los cuales están fabricados con unas ranuras que dejan pasar la luz en función de una codificación utilizada para obtener la medida final.

Tipos de Encoders Ópticos

Según la tarea que se necesite realizar dependerá del tipo de encoder a seleccionar que ofrezca una señal de acuerdo al estado del eje o cuando esté en movimiento.

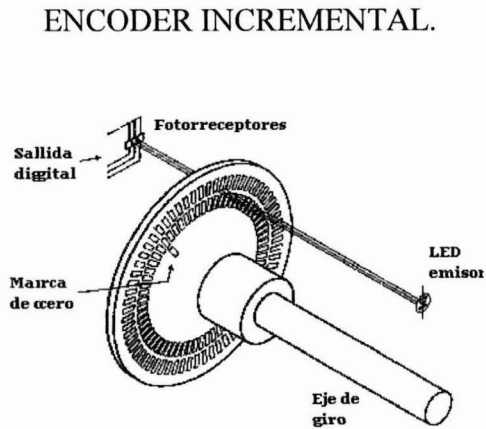
Encoder Incremental

Este tipo de encoder se caracteriza porque determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.

A medida que el eje comience a girar se irán produciendo pulsos eléctricos en el receptor cada vez que la luz atraviese una marca de los discos. Si llevamos la cuenta de estos pulsos a través de la adquisición de la señal en el fotorreceptor podremos conseguir una medida real de la posición del eje.

Un simple sistema lógico permite determinar desplazamientos a partir de un origen, a base de contar impulsos de un canal y determinar el sentido de giro a partir del desfase de 90° entre los dos canales. Algunos encoders disponen de un tercer canal que genere un pulso por vuelta y la lógica puede dar número de vueltas más fracción de vuelta. La resolución del encoder depende del número de impulsos por revolución

Figura 1.6:



Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com/about34.html>

Encoder Absoluto

En el encoder absoluto, el disco contiene varias bandas dispuestas en forma de coronas circulares concéntricas, dispuestas de forma que el sentido radial el rotor está dividido en sectores, con marcas opacas y transparentes codificadas en código Gray.

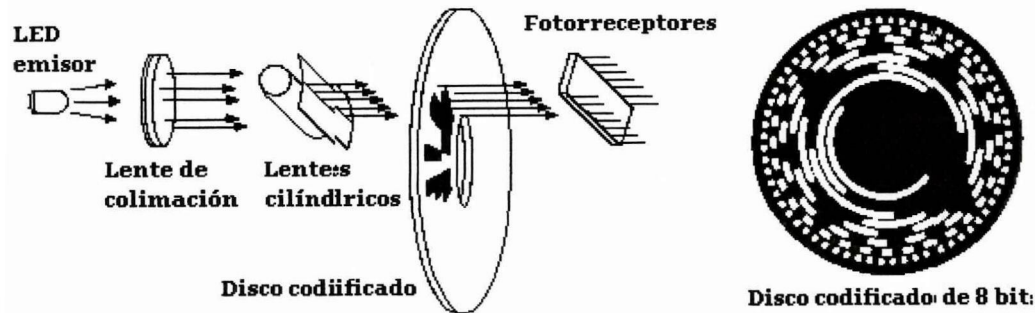
El estator tiene un fotorreceptor por cada bit representado en el disco. El valor binario obtenido de los fotorreceptores es único para cada posición del rotor y representa su posición absoluta. Se utiliza el código Gray en lugar de un binario clásico porque en cada cambio de sector sólo cambia el estado de una de las bandas, evitando errores por falta de alineación de los captadores.

Un encoder con n bandas en el disco, el rotor permite 2^n combinaciones, por lo cual la resolución será 360° dividido entre los 2^n sectores; Por ejemplo para encoders de 12 y 16 bits se obtiene una resolución angular de 0.0879° y 0.00549° respectivamente.

$$\text{Resolución angular} = \frac{360^\circ}{2^n}$$

Figura 1.7

ENCODER ABSOLUTO.



Fuente: <http://www.forosdeelectronica.com/about34.html>

Generalmente, los encoders incrementales proporcionan mayor resolución a un costo más bajo que los encoders absolutos. Además, su electrónica es más simple ya que tienen menos líneas de salida.

Típicamente un encoder incremental solo tiene cuatro líneas: 2 de cuadratura, una de poder y una tierra. Un encoder absoluto tiene una línea de salida por cada bit, una línea de poder y la tierra.

Parámetros del Encoder

Resolución

Es el número de pulsos que nos da el encoder por cada revolución del eje, los valores típicos de resolución son: 10, 60, 100, 200, 300, 360, 400, 500, 600, 1000 y 2000 pulsos por revolución.

Respuesta Máxima de Frecuencia

Es la frecuencia máxima que el encoder puede responder eléctricamente, para garantizar su correcto funcionamiento. En los encoders incrementales es el máximo número de pulsos de salida que se pueden emitir por segundo.

Diámetro del Eje

Es el diámetro del eje del encoder los valores más comunes de diámetro son: 6, 7, 10,12 mm.

Par de Arranque

Es la fuerza necesaria para conseguir que el eje comience a dar vueltas.

Velocidad Máxima de Rotación

Corresponde al número máximo de revoluciones por minuto que el encoder puede soportar mecánicamente.

Momento de Inercia:

Es el momento de inercia de rotación del eje. Cuanto menor sea más sencillo es de parar.

CAPITULO II

Caracterización de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Los estudiantes secundarios, padres de familia y el pueblo en general analizan la necesidad de un establecimiento de enseñanza superior en nuestra provincia, ya que los jóvenes que deseaban superarse en sus conocimientos tenían que ir hacia otras provincias para educarse; por tal razón la Universidad Técnica del Norte creó una extensión universitaria en la ciudad de Latacunga.

Con el transcurso del tiempo se cree que es importante la creación de un establecimiento propio, el Ilustre Municipio de la ciudad dio las instalaciones que estaban destinadas para el centro de rehabilitación carcelaria en la parroquia San Felipe barrio Elegido para la ubicación de la extensión de la Universidad Técnica del Norte.

A partir de esto se creó un proyecto para la creación de la Universidad Técnica de Cotopaxi el cual fue presentado al Congreso Nacional el mismo que fue aprobado el 24 de Enero de 1995 según el registro del CONESUP N° 618, desde entonces la provincia cuenta con una institución propia de educación superior.

La universidad Técnica de Cotopaxi es una universidad alternativa, con visión de futuro, sin fines de lucro que orienta su trabajo hacia las personas con deseo de superación en la educación superior.

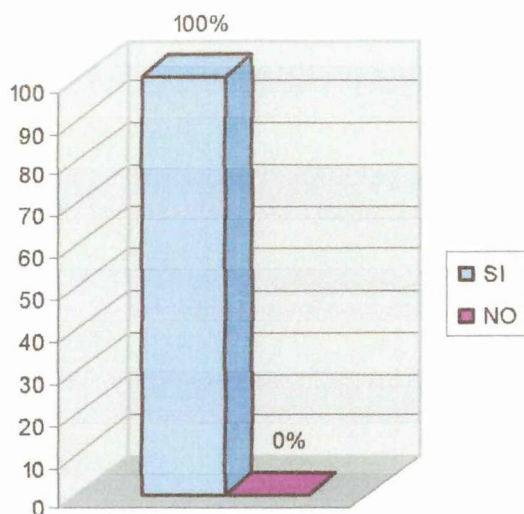
La misión de la universidad es contribuir en la educación, formación y superación profesional con una alternativa de pregrado y postgrado, en el campo científico, tecnológico de acuerdo al avance que se da en la actualidad, también motiva en el desarrollo cultural de la población universitaria, formando profesionales analíticos, críticos, investigadores, humanistas capaces de generar ciencia y tecnología.

Se distingue de otras instituciones de educación superior de la provincia por ser una universidad alternativa vinculada fuertemente al pueblo en todas sus actividades.

Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada a los Señores Docentes de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi

I. ¿La construcción de un módulo didáctico permite al estudiante poner en práctica los conocimientos teóricos recibidos?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	14	100
No	0	0
Total	14	100

Fuente: grupo de tesis

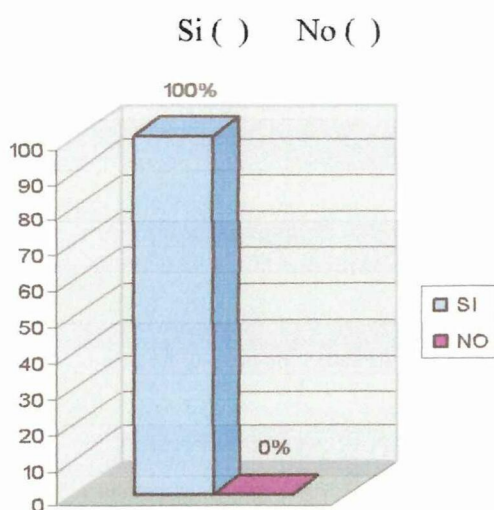
Elaboración: grupo de tesis

Análisis

De los 14 docentes encuestados el 100 % opina que si es importante la construcción de un módulo didáctico que permita al estudiante poner en práctica los conocimientos teóricos recibidos.

Definiendo de esta manera los docentes en su totalidad piensan que un módulo didáctico permitirá al estudiante mejorar los conocimientos teóricos, lo que demuestra que es una necesidad la implementación de éstos para el laboratorio de control industrial de la carrera.

2. ¿La implementación de módulos didácticos con tecnología de punta facilitará a los docentes y estudiantes desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje?



OPCIÓN	F	%
Si	14	100
No	0	0
Total	14	100

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

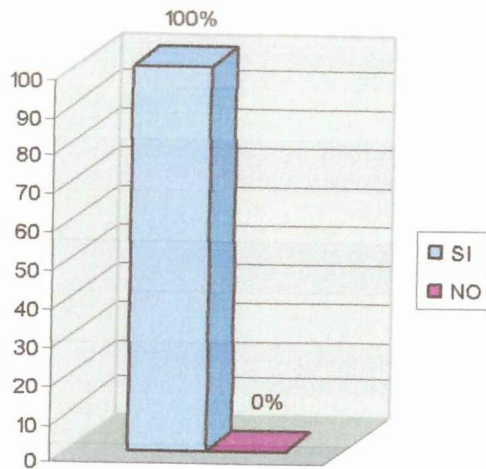
Análisis

De los 14 docentes encuestados el 100 % opina que la implementación de módulos didácticos con tecnología de punta facilitará a los docentes y estudiantes a desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje.

En vista de esto se interpreta que la implementación de módulos didácticos en los talleres ayudará a los estudiantes a comprender de mejor manera el funcionamiento, programación y aplicación de equipos de alta tecnología que contendrán estos módulos; además que los docentes podrán impartir de mejor manera sus conocimientos.

3. ¿La manipulación de los módulos didácticos por parte de los estudiantes desarrollarán en ellos habilidades y destrezas?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	14	100
No	0	0
Total	14	100

Fuente: grupo de tesis

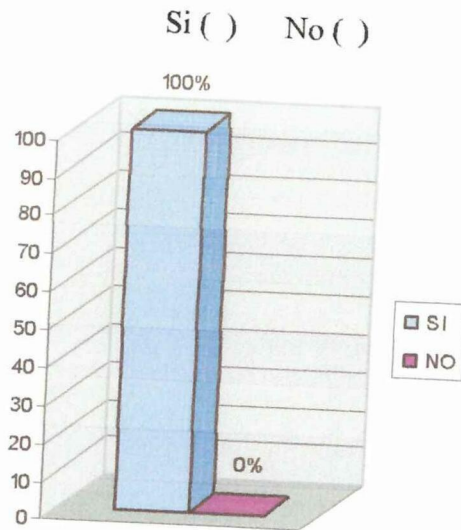
Elaboración: grupo de tesis

Análisis

De los 14 docentes encuestados el 100 % opina que la manipulación de los módulos didácticos por parte de los estudiantes desarrollará en ellos habilidades y destrezas.

Con estos resultados podemos decir que el planteamiento de esta pregunta es favorable pues todos los docentes concuerdan que con la manipulación de este módulo los estudiantes serán más hábiles en la programación de PLC's y variadores de frecuencia.

4.- ¿Las prácticas de los estudiantes en un módulo didáctico de control de velocidad con un variador de frecuencia, PLC y un motor trifásico mejorará su desempeño en la industria?



OPCIÓN	F	%
Si	14	100
No	0	0
Total	14	100

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

Análisis

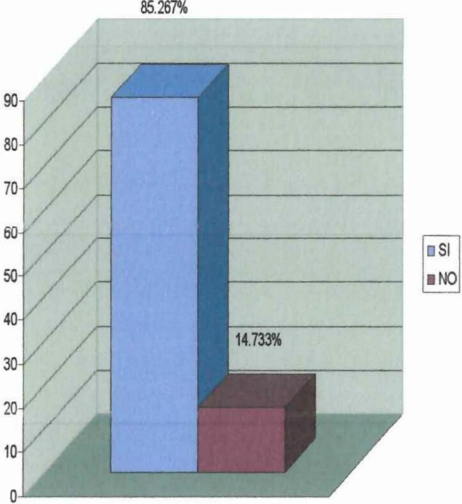
De los 14 docentes encuestados el 100 % opina que las prácticas de los estudiantes en un módulo didáctico de control de velocidad con un variador de frecuencia, PLC y un motor trifásico mejorarán su desempeño en la industria.

Los docentes opinan que las prácticas realizadas en módulos didácticos reforzarán los conocimientos de los estudiantes en el control de velocidad de motores trifásicos para que puedan desenvolverse en el campo laboral, cuando sean profesionales.

Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada a los Estudiantes de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi

1.- ¿Los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicados en la manipulación de módulos didácticos?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	191	85.267
No	33	14.733
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis
Elaboración: grupo de tesis

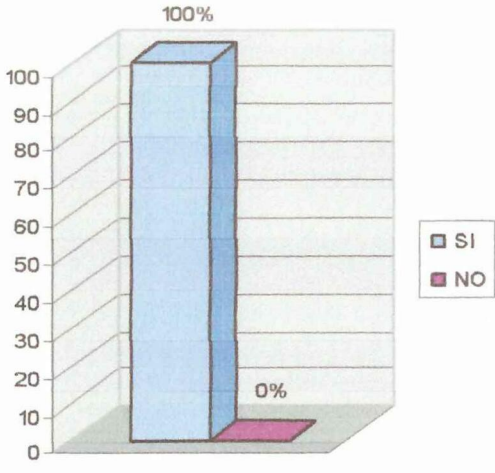
Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 85.267 % opina que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicados en la manipulación de módulos didácticos mientras tanto el 14.733 % dice lo contrario.

Se puede observar un mayor porcentaje de estudiantes cree que la teoría debe ser aplicada a la práctica, es por esto que resulta bastante beneficioso que los laboratorios cuenten con módulos didácticos en los cuales se puedan comprobar los conocimientos teóricos.

2.- ¿Es necesario que en los laboratorios de prácticas existan módulos didácticos acorde al avance tecnológico?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	224	100
No	0	0
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis
Elaboración: grupo de tesis

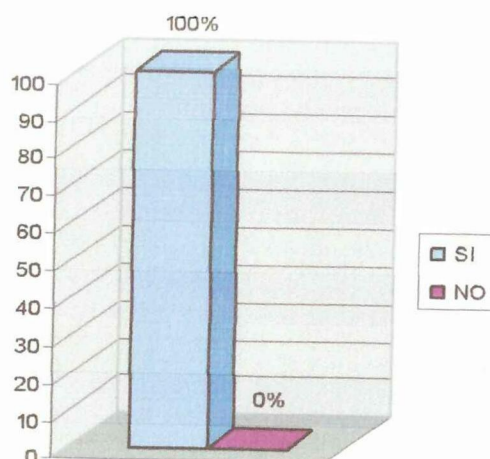
Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 100 % opina que es necesario que en los laboratorios de prácticas existan módulos didácticos acorde al avance tecnológico.

De acuerdo a los resultados obtenidos, todos los laboratorios deben contar con módulos didácticos, que contengan equipos de última tecnología para así conocer las innovaciones que día a día se van dando en el campo industrial.

3. ¿Las prácticas de laboratorio realizadas en módulos didácticos con tecnología de punta reforzarán los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	224	100
No	0	0
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 100 % opina que las prácticas de laboratorio reforzarán los conocimientos teóricos sobre módulos didácticos con tecnología de punta.

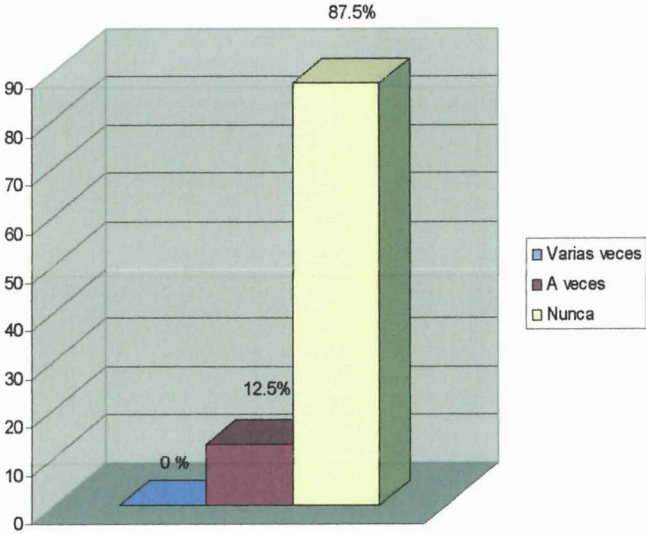
Podemos definir que las prácticas que realizan los estudiantes son fundamentales para la obtención del conocimiento práctico y la utilización correcta de los elementos y equipos que contendrá este módulo.

4.- ¿Ha realizado usted prácticas sobre el control de velocidad en motores trifásicos mediante un variador de frecuencia y un PLC?

Varias veces ()

A veces ()

Nunca ()



OPCIÓN	F	%
Varias veces	0	0
A veces	28	12.5
Nunca	196	87.5
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

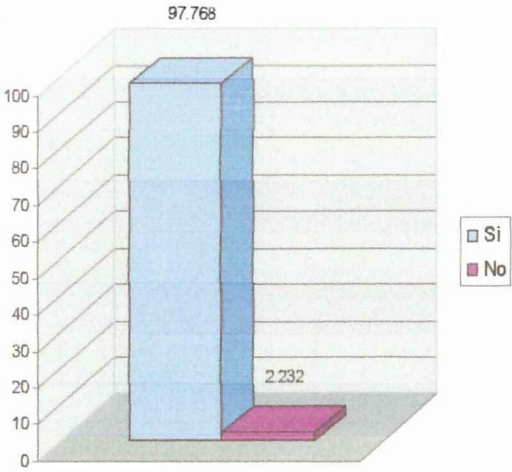
Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 0 % respondió haber realizado varias veces prácticas sobre el control de velocidad en motores trifásicos mediante un variador de frecuencia y un PLC, el 12.5 % manifestó que han realizado a veces este tipo de prácticas y el 87.5% nunca lo ha realizado.

Se observa que una gran parte de los estudiantes nunca ha realizado prácticas con motores trifásicos variadores de frecuencia y PLC's; y pocos lo han realizado a veces con lo que se puede asegurar que es importante la realización de prácticas de control de velocidad en módulos didácticos, para que los estudiantes se familiaricen con el manejo de cada uno de estos equipos, y quienes ya los han manipulado, perfeccionen su manejo.

5.- ¿Es necesario la existencia de guías pre-elaboradas para facilitar las prácticas en módulos didácticos?

Si () No ()



OPCIÓN	F	%
Si	219	97.768
No	5	2.232
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis

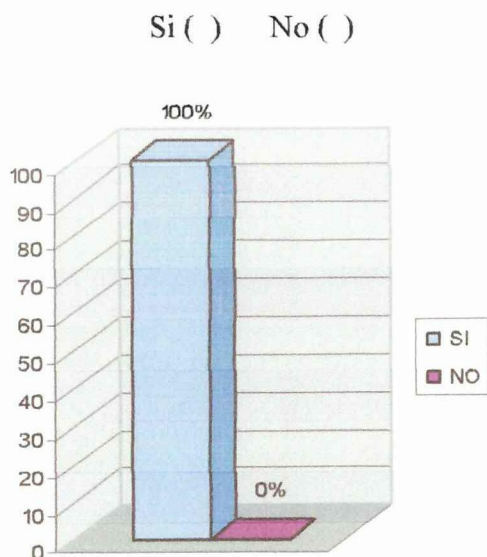
Elaboración: grupo de tesis

Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 97.768 % opina que es necesario la existencia de guías pre-elaboradas para facilitar las prácticas en módulos didácticos y el 2.232 % opina que no es necesario de las guías pre elaboradas.

La mayoría de los estudiantes concuerdan que al tener guías de laboratorio facilitará la realización de prácticas, pues tendrán un conocimiento previo sobre los parámetros que se trataran en la ejecución de la misma.

6.- ¿El conocimiento práctico sobre variadores de frecuencia, PLC's y motores asincrónicos permitirá ser competente al ejercer su profesión?



OPCIÓN	F	%
Si	224	100
No	0	0
Total	224	100

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

Análisis

De los 224 estudiantes encuestados el 100 % opina que el conocimiento práctico sobre variadores de frecuencia, PLC's y motores asincrónicos permitirá ser competente al ejercer su profesión.

Se demuestra así que los estudiantes están de acuerdo que al realizar prácticas con variadores de frecuencia, PLC's y motores asincrónicos reforzará el conocimiento práctico, lo que será imprescindible al momento de ejercer su profesión.

VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Enunciado

Al construir e implementar un módulo didáctico los estudiantes de la universidad podrán realizar prácticas de control de velocidad de motores trifásicos.

Resultados de la Verificación

Para la verificación de la hipótesis se utilizó la técnica de investigación de la encuesta; la población para realizar esta investigación es:

Tabla 2.1

TABLA DE POBLACIÓN Y MUESTRA APLICADA A LOS DOCENTES Y ESTUDIANTES.

	POBLACIÓN	MUESTRA
Docentes	14	
Estudiantes	510	224

Fuente: grupo de tesis

Elaboración: grupo de tesis

Decisión

A través de los resultados obtenidos en los diferentes sectores donde se aplicó las encuestas, se puede concluir que con la construcción e implementación de un

módulo didáctico para el control de velocidad de un motor trifásico por medio de un PLC y un variador de frecuencia, los estudiantes podrán mejorar su conocimiento práctico en la manipulación de estos equipos además de la programación e instalación. Además los laboratorios de la carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas contarán con equipos de alta tecnología.

CAPITULO III

PROPUESTA FACTIBLE

Construcción e implementación de un módulo didáctico para el control de velocidad de un motor trifásico por medio de un PLC y un variador de frecuencia para el laboratorio de la carrera de ciencias de la ingeniería y aplicadas de la universidad técnica de Cotopaxi.

PRESENTACIÓN

El módulo de control de velocidad, está conformado por un Plc Siemens, un variador de frecuencia Micromáster 440 Siemens, un motor trifásico Siemens y un encoder incremental hanyoung; el mismo que será destinado a implementar el laboratorio para que los estudiantes realicen prácticas, de control industrial, automatización de procesos, control de velocidad de motores de inducción, inversiones del sentido de giro en motores trifásicos, arranques de motores, posicionamiento angular y lineal del eje del motor y un sinnúmero de aplicaciones que se puedan dar, utilizando los equipos del módulo en forma individual o en conjunto, incluso se puede conectar con otros equipos y módulos.

El módulo permite realizar las conexiones sin necesidad de utilizar herramientas al momento de ejecutar las prácticas de laboratorio. Además los estudiantes tendrán un conocimiento óptimo para, programar, instalar y manejar todos los equipos, y esto les permitirá que en el futuro puedan ejercer su profesión de una manera correcta y con el conocimiento teórico- práctico adecuado.

JUSTIFICACIÓN

Las grandes innovaciones tecnológicas en los países desarrollados genera un aumento en el sector industrial, en la actualidad la producción se realiza en forma automática disminuyendo así los procesos manuales.

Todos los sistemas y procesos que se aplican en la industria moderna requieren tener el control de velocidad de los motores eléctricos, ya que es donde se obtiene la energía mecánica para realizar los movimientos de sus máquinas y de esta forma tener el funcionamiento adecuado para obtener productos y servicios con un nivel de calidad satisfactoria, por lo que hace necesario contar con profesionales capacitados en la manipulación de sus equipos.

El poseer este tipo de tecnología a través de módulos didácticos desmontables permitirá realizar simulaciones de procesos industriales en tiempo real, siendo esto una gran ventaja pues a través de las prácticas se van observando posibles fallas que se puedan presentar en un sistema de cualquier industria. El módulo no está limitado únicamente para el control de velocidad del motor sino que además se pueden plantear otras prácticas en las que se requieran los elementos que se tienen en el módulo.

No obstante el hecho de poder utilizar un PLC y/o un variador de frecuencia en una práctica es un aporte tanto para el estudiante que requiere plasmar su

conocimiento teórico en un proceso práctico de la industria, como para el docente que tiene mayor facilidad de que la información expuesta sea aplicada con los instrumentos.

OBJETIVOS.

Objetivo General.

Construir e implementar un módulo didáctico de control de velocidad de un motor trifásico utilizando un PLC y un variador de frecuencia para realizar prácticas en el laboratorio de la carrera de la ingeniería y aplicadas.

Objetivos Específicos

- Aplicar las bases teóricas necesarias para la elaboración del proyecto de investigación.
- Realizar el análisis e interpretación de las encuestas aplicadas a los estudiantes y docentes aplicando las técnicas de investigación para la elaboración del segundo capítulo.
- Construir un módulo didáctico para que el estudiante pueda realizar prácticas.

- Difundir la utilización del módulo didáctico para que los estudiantes tengan una continua capacitación.

FACTIBILIDAD

Esta propuesta es factible porque existe amplia información y la experiencia de los docentes ya que muchos de ellos ejercen su profesión en industrias que utilizan los sistemas referentes al tema de investigación por tal razón tienen el conocimiento en la manipulación de estos equipos. Mientras que el grupo investigador cuenta con las bases académicas necesarias, relacionadas con los sistemas utilizados en la realización del proyecto.

En cuanto a los recursos económicos es financiado por el grupo investigador para su ejecución; con el firme propósito de que este proyecto sea un aporte beneficioso, para el desarrollo tecnológico de la universidad.

Para la utilización de este módulo, cada uno de los equipos cuenta con manuales específicos, para el montaje, instalación, programación, puesta en funcionamiento y mantenimiento; y de ésta manera el estudiante tendrá la suficiente información para realizar las prácticas.

IMPACTO

La realización de este proyecto es un aporte importante para los laboratorios de la Carrera Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas por lo que tiene una gran acogida por parte de los docentes y estudiantes, quienes contarán con equipos de alta tecnología para la realización de varias prácticas en las cuales podrán comprobar los conocimientos teóricos adquiridos en el aula de clase. También se considera de gran importancia la implementación de este módulo, que permitirá conocer el funcionamiento, programación e instalación de equipos que en la actualidad presentan gran aplicación en las industrias para automatizar sus procesos y controlar la velocidad de sus máquinas.

El presente proyecto genera una gran expectativa por parte de las autoridades en la actualización, e implementación de los laboratorios de prácticas con módulos que contengan equipos que están utilizando tecnología de punta

Este trabajo investigativo despierta un gran interés ya que amplía el conocimiento teórico-práctico en las personas que lo realizan, al igual que en los estudiantes que realizarán prácticas sobre el control de velocidad de motores trifásicos mediante un variador de frecuencia y un PLC.

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

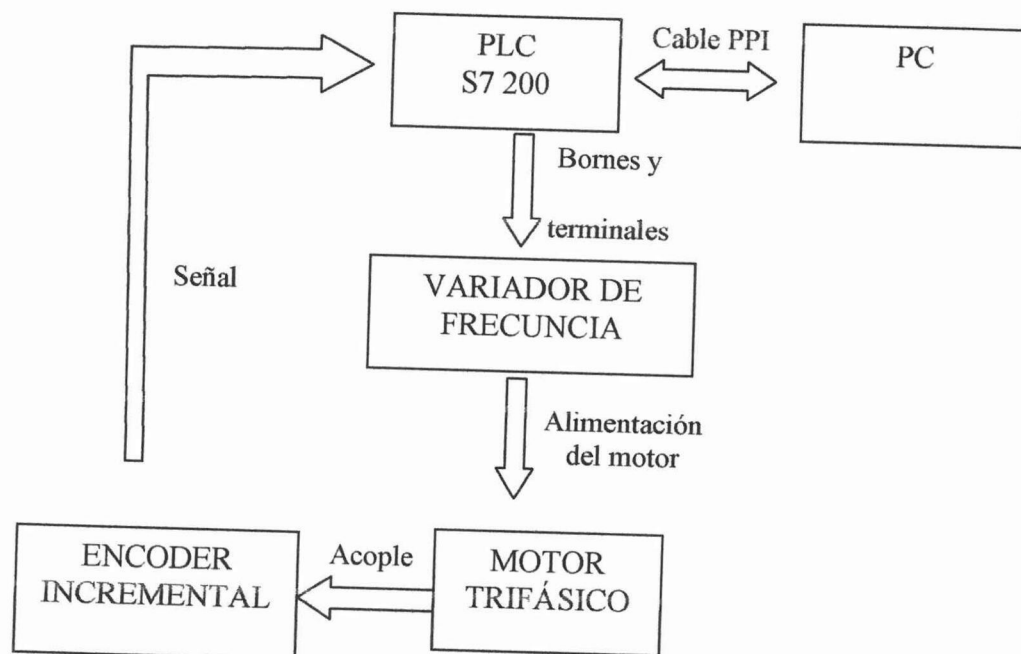
Para el desarrollo de esta propuesta se ha tomado muy en cuenta la necesidad de implementar módulos didácticos para que los estudiantes puedan realizar prácticas de laboratorio y que estos estén conformados con equipos de alta tecnología que las empresas utilizan para el control procesos.

A continuación se detallan los pasos que se han tomado para la **construcción e implementación de un módulo didáctico de control de velocidad de un motor trifásico mediante un PLC y variador de frecuencia.**

Se implementaron los siguientes equipos un PLC S7 200 siemens, un cable de transferencia PPI., software, un variador de frecuencia Micromaster 440 Siemens, un motor trifásico Siemens, un encoder incremental, con sus respectivas denominaciones y yaks de conexión en el modulo.

Figura 3.1.

DIAGRAMA DE BLOQUES DE LOS EQUIPOS QUE CONFORMAN EL MÓDULO.



Fuente: Grupo investigador.

Se cuenta de un computador y el software apropiado para realizar el diagrama de control establecido en la práctica, mediante el cable PPI se obtiene una comunicación con la computadora y el PLC las salidas pueden controlar los bornes y terminales del variador de frecuencia, éste a su vez gobierna al motor, un acople mecánico transmite el movimiento del eje del motor al eje del encoder que genera una señal y transmite al PLC para ser procesada.

Selección de los Equipos.

Selección del Motor

Para la selección correcta del motor, los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- Potencia nominal del motor.
- Característica de la carga a accionar.
- Velocidad nominal en RPM.
- Tamaño de la carcasa.
- Temperatura ambiente.
- Voltaje nominal.
- Tipo de carcasa y condiciones ambientales.
- Altitud de la instalación

A continuación se detalla cada uno de los pasos que se ha tomado en cuenta para la selección del motor.

Potencia Requerida Para el Accionamiento de la Carga

Es necesario seleccionar un motor con la potencia adecuada para optimizar la vida útil, si el motor funciona con condiciones de sobrecarga la vida útil se vería

reducida, en cambio si se le sobredimensiona la capacidad del motor se presentan costos indebidos.

Velocidad Nominal en RPM

Esta característica es fácil de seleccionar, en la mayoría de casos tiene un solo valor de velocidad a la que se requiere que funcione la máquina accionada por el motor, caso contrario cuando se requiere que la velocidad sea variable se utilizan varios métodos de variación como: Engranajes, poleas, variadores de frecuencia, etc.

Es importante tomar en cuenta que a mayor velocidad de operación menor es la capacidad en el cambio de giro del motor, por lo que se deben utilizar motores que no tengan velocidades muy altas ya que en algunos ciclos de trabajo incluyen inversiones de sentido de giro.

Tipo de Carcaza y Condiciones Ambientales

El tipo de carcaza se selecciona de acuerdo a las condiciones de operación ya sea normales o especiales como sumergido, a prueba de goteo, polvo, ambiente explosivo, etc. Esto viene definido por el grado de protección IP.

Temperatura Ambiente

La gran mayoría de los motores de inducción están fabricados para funcionar en ambientes propensos a la variación de temperatura.

Voltaje Nominal

Al momento de seleccionar un motor se debe tomar en cuenta el voltaje de la red en que será instalado.

Altitud de la Instalación

Es un factor importante ya que a grandes altitudes el aire es menos denso y menos eficaz para el enfriamiento, esto ocasiona que se incremente la temperatura del motor.

Tabla 3.1

DATOS SELECCIONADOS DEL MOTOR.

MOTOR TRIFÁSICO.	SIEMENS
Potencia	0.5 HP.
Velocidad	1590 RPM.
Voltaje	220 YY/ 440 Y.
Corriente	1.9/ 0.95 A.
Frecuencia	60 Hz
Temperatura ambiente	-15 ⁰ / 40 ⁰
Rendimiento	63.6%
Aislamiento	Tipo F.
Factor de potencia	Cos. Φ 0.81
Grado de protección	IP 55
Altura de operación	1000 MSNM.

Fuente; grupo investigador

Selección del PLC.

Existe una amplia oferta en el mercado al momento de seleccionar un PLC, la decisión debe basarse en una serie de factores, considerando las características de la tarea de control que se va a realizar, además de las necesidades futuras de ampliación del módulo.

Tipo de Control

El control centralizado presenta el inconveniente de que si el autómata falla particularmente la unidad central, se produce una parada total de la instalación. En los sistemas de control centralizado donde la disponibilidad del equipo es fundamental.

Voltaje de Alimentación

Es importante tomar en cuenta el voltaje al que se va a instalar el PLC para su funcionamiento.

Algunos autómatas incorporan una fuente auxiliar de 24 VCC para uso externo de los dispositivos de entrada sobre módulos de entrada a 24 VCC.

Memoria

En este aspecto, es necesario considerar dos características principales: tamaño y tipo de la memoria.

En general las unidades centrales incorporan una cantidad de memoria acorde con su capacidad de control y la potencia del conjunto de instrucciones con las que opera. Para adaptarse a cada aplicación por razones económicas, un mismo equipo suele presentarse con distintas opciones de cantidad de memoria 1 K, 2 K, 4 K, etc. o bien ofrecer la posibilidad de ampliación de una cantidad de memoria de base ya instalada.

La ampliación se hará sobre el propio procesador mediante circuitos integrados o bien mediante módulo de memoria.

Software

Para la programación de funciones especiales, como son cálculos y tratamiento de datos, comunicaciones, regulación, etc., que requieren instrucciones especiales. Existen conjuntos de instrucciones que facilitará la tarea de programación y por lo tanto reducirá el tiempo empleado, y en general reducirá el tiempo de respuesta.

Condiciones Físicas y Ambientales

En cada caso hay que valorar las condiciones ambientales de la instalación, polvo, humedad, temperatura.

En general los fabricantes realizan una serie de pruebas cuyos resultados se reflejan en las características técnicas de los equipos: banda de temperatura de trabajo y almacenaje, vibración soportada, nivel de interferencia, etc.

Ayudas al Desarrollo del Programa

Una de las ayudas, son los medios de documentación del programa, tanto en lo que se refiere a listado de instrucciones, y de referencias cruzadas, como la posibilidad de edición de un manual de la instalación que incluya el conexionado de las entradas y salidas, situación física de módulos componentes.

Entradas y Salidas

También se debe determinar la cantidad de señales de Entrada y de Salida, ya sean digitales y analógicas, que deben ser necesarias para realizar el trabajo de control; además el tipo de la carga que se va a acoplar en las salidas del PLC, estas son las siguientes:

Salidas a relés.- Este tipo de salidas se utiliza cuando la carga tiene un consumo de hasta máximo de 2 amperios ya sea en corriente alterna o continua, y las conmutaciones no sean demasiado rápidas.

Salidas a triacs.- Se utiliza para conmutaciones muy rápidas donde el relé no lo puede realizar, este tipo de salida tiene una larga vida útil por no tener contactos y se puede utilizar en corriente alterna o continua.

Salidas a transistor.- Se utiliza cuando la carga es únicamente en corriente continua de poco consumo, tiene una respuesta rápida y una larga vida útil por no tener contactos.

Tabla 3.2

DATOS SELECCIONADOS DEL PLC.

PLC S7200	SIEMENS
Memoria	CPU 222
Voltaje de alimentación	120 /230 VAC
Voltaje de las entradas	24 VDC
Número de entradas	8
Número de salidas	6
Tipo de salida	Relay / 2 A
Grado de protección	IP 55

Fuente: grupo investigador

Selección del Variador.

Para seleccionar el variador más adecuado se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Tensión de red.
- Frecuencia.
- Tipo de motor que se alimenta.
- Potencia del motor.
- Temperatura ambiente.
- Altitud M.S.N.M.

Tensión de Red

Es la tensión que alimenta al variador de frecuencia, debe ser el mismo valor de tensión nominal del motor. El variador puede funcionar con tensión monofásica, bifásica y trifásica siempre y cuando no varíe el voltaje.

Frecuencia

En cuanto a la frecuencia la mayoría de variadores funcionan a 50 y 60 Hz. Únicamente se debe cambiar de posición un interruptor que tiene incorporado.

Tipo de Motor que se Alimenta

Para este caso se selecciona el variador dependiendo si el motor es sincrónico o asíncrono.

Potencia de Salida

Es importante tener el dato de la potencia de salida para seleccionar el variador, ya que ésta va a alimentar al motor.

Temperatura Ambiente

La gran mayoría de variadores de frecuencia están fabricados para funcionar a temperatura ambiente de 0° hasta 40° centígrados y con una humedad relativa no mayor del 95 % sin condensación.

Altitud M.S.N.M.

Cuando la altitud de funcionamiento del variador de frecuencia supera los 1000m. Se debe sobredimensionar con un 25% en la potencia de salida.

Para facilitar la selección de un variador de frecuencia se pone a consideración la siguiente tabla.

Tabla 3.3

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES PARA LA SELECCIÓN DE
LOS VARIADORES DE FRECUENCIA MICROMASTER.

Característica		Especificación
Tensión de red y Márgenes de potencia		1 AC 200 a 240 V \pm 10 % CT: 0,12 kW – 3,0 kW (0,16 hp – 4,0 hp) 3 AC 200 a 240 V \pm 10 % CT: 0,12 kW – 45,0 kW (0,16 hp – 60,0 hp) VT: 5,50 kW – 45,0 kW (7,50 hp – 60,0 hp) 3 AC 380 a 480 V \pm 10 % CT: 0,37 kW – 200 kW (0,50 hp – 268 hp) VT: 7,50 kW – 250 kW (10,0 hp – 335 hp) 3 AC 500 a 600 V \pm 10 % CT: 0,75 kW – 75,0 kW (1,00 hp – 100 hp) VT: 1,50 kW – 90,0 kW (2,00 hp – 120 hp)
Frecuencia de entrada		47 a 63 Hz
Frecuencia de salida		0 Hz a 650 Hz
Factor de potencia		\geq 0,7
Rendimiento del convertidor		Tamaños constructivos A hasta F 96 a 97 % Tamaños constructivos Fx y GX 97 a 98 %
Capacidad de sobrecarga	Par constante (CT)	Tamaños constructivos A hasta F: 1,5 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 150 % de sobrecarga) durante 60 seg., tiempo de ciclo 300 seg. y 2 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 200 % de sobrecarga) durante 3 seg., tiempo de ciclo 300 seg. Tamaños constructivos FX y GX: 1,36 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 136 % de sobrecarga) durante 57 seg., tiempo de ciclo 300 seg. y 1,6 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 160 % de sobrecarga) durante 3 seg., tiempo de ciclo 300 seg.
	Par variable (VT)	Tamaños constructivos A hasta F: 1,1 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 110 % de sobrecarga) durante 60 seg., tiempo de ciclo 300 seg. y 1,4 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 140 % de sobrecarga) durante 3 seg., tiempo de ciclo 300 seg. Tamaños constructivos FX y GX: 1,1 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 110 % de sobrecarga) durante 59 seg., tiempo de ciclo 300 seg. y 1,5 x dimensión de la corriente de salida (es decir, 150 % de sobrecarga) durante 1 seg., tiempo de ciclo 300 seg.
Corriente de arranque		Inferior a la corriente nominal de entrada
Frecuencia máxima de conexión de la red		Tamaños constructivos A hasta E: cada 30 s Tamaño constructivo F: cada 150 s Tamaños constructivos FX y GX: cada 300 s
Método de control		Control V/f lineal; Control V/f lineal con Flux Current Control (FCC); U Control V/f cuadrático; Control V/f multipunto; Control V/f lineal con modo ECO; Control V/f para aplicaciones textiles; Control V/f con FCC para aplicaciones textiles; Control V/f con consigna de tensión independiente; Sensorless Vector Control; Sensorless Vector Torque Control
Frecuencia de pulsación		Tamaños constructivos: A hasta C: 1/3AC 200 V a 5,5 kW Estándar 16 kHz A hasta F: Potencias y tensiones restantes 2 kHz a 16 kHz, en pasos de 2 kHz Estándar 4 kHz FX y GX: 2 kHz a 4 kHz, en pasos de 2 kHz Estándar VT: 2 kHz, Estándar CT: 4 kHz Reducción de potencia, ver Tabla 5-3
Frecuencias fijas		15, parametrizable
Frecuencias inhibibles		4, parametrizable
Resolución de consigna		0,01 Hz digital, 0,01 Hz serie, 10 bits analógica (potenciometro motorizado 0.1 Hz [0.1% (en modo PID)])
Entradas digitales		6, parametrizable (libre de potencial), conmutables entre activa con high / activa con low (PNP/NPN)
Entradas analógicas		2, parametrizable, ambas se pueden usar como 7ª y 8ª entradas digitales. 0 V a 10 V, 0 mA a 20 mA y -10 V a +10 V (ADC1) 0 V a 10 V y 0 mA a 20 mA (ADC2)

Característica	Especificación
Salidas de relé	3, parametrizable 30 V DC / 5 A (carga resistiva), 250 V AC 2 A (carga inductiva)
Salida analógica	2, parametrizable (0 a 20 mA)
Interface serie	RS-485, opcionales RS-232
Compatibilidad electromagnética	Tamaños constructivos: A hasta C: como accesorio se puede suministrar un filtro EMV, norma EN55 011, clase A o B A hasta F: se puede suministrar un convertidor con filtro integrado de clase A FX y GX: Con el filtro EMV (se puede suministrar como accesorio) se cumplen los valores límite de EN 55011, clase A para emisiones de interferencias guiadas (se necesita un conmutador estrangulador de corriente)
Frenado	frenado por inyección de corriente continua frenado combinado frenado dinámico Tamaños constructivos A hasta F con estrangulador integrado Tamaños constructivos FX y GX con freno externo
Grado de protección	IP20
Margen de temperatura	Tamaños constructivos A hasta F: -10 °C a +50 °C (14 °F a 122 °F) (CT) -10 °C a +40 °C (14 °F a 104 °F) (VT) Tamaños constructivos FX y GX: 0 °C a +40 °C (32 °F a 104 °F), a 55 °C (131 °F) con reducción de la potencia; véase la Figura 2-2
Temperatura de almacenamiento	-40 °C a +70 °C (-40 °F a 158 °F)
Humedad relativa	< 95 % (sin condensación)
Altitud de operación (sin reducción de potencia)	Tamaños constructivos A hasta F hasta 1000 m sobre el nivel del mar FX y GX hasta 2000 m sobre el nivel del mar
Características de protección	Mínima tensión, sobretensión, sobrecarga, defecto a tierra, cortocircuito, protección basculante, protección de bloqueo del motor, sobretemperatura en motor, sobretemperatura en convertidor, bloqueo de parámetros
Normas	Tamaños constructivos A hasta F UL, cUL, CE, C-tick FX y GX UL, cUL, CE
Marcado CE	de acuerdo con las directivas europeas "Baja tensión" 73/23/CEE y "Compatibilidad electromagnética" 89/336/CEE

Fuente: manual del MICROMASTER 440 (Pág. 263)

Tabla 3.4

DATOS SELECCIONADOS DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

VARIADOR DE FRECUENCIA	MM440 SIEMENS
Voltaje de entrada	200/240V 1/3 ø AC.
Corriente de entrada	8.2/4.7 A.
Frecuencia de entrada	47-63 Hz.
voltaje de salida	220 V 3ø AC.
Corriente de salida	3.9A
Frecuencia de salida	0-650 Hz.
Altura de operación	1000 MSNM.
Potencia de salida	0.75KW/ 1HP
Grado de protección	IP 20
Temperatura ambiente	-10 / 50 ⁰ C
Peso	1Kg.

Fuente; grupo investigador

Selección del Encoder

Para la selección de un encoder se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Selección del Tipo de Encoder

La selección del tipo de encoder se lo realiza de acuerdo a la necesidad del trabajo requerido. Entre los más utilizados son el incremental y el absoluto.

Voltaje de Alimentación

Es muy importante tomar en cuenta el voltaje de la fuente que se dispone para alimentar al encoder.

Resolución

Es el número de pulsos que da el encoder por cada revolución del eje los valores estandarizados de resolución son: 10, 60, 100, 200, 300, 360, 400, 500, 600, 1000 y 2000 pulsos por revolución.

Respuesta Máxima en Frecuencia

Es la frecuencia máxima a la cual el encoder puede responder eléctricamente; en los encoders incrementales es el máximo número de pulsos de salida que se pueden emitir por segundo.

Diámetro del Eje

Los valores de los diámetros del eje del encoder que se encuentran en el mercado son de: 6, 7, 10 y 12 mm.

Velocidad Máxima de Rotación

El número de revoluciones por minuto máximo que el encoder puede soportar mecánicamente; existen de: 3000, 5000 y 6000 RPM.

Tabla 3.5

DATOS SELECCIONADOS DEL ENCODER.

ENCODER	HANYOUNG
Tipo	Incremental
Voltaje de alimentación.	5-24VDC.
Número de salidas	3 (A,B y Z)
Resolución	400 Pulsos por revolución
Respuesta máxima en frecuencia.	18KHz.
Diámetro del eje.	8 mm.
Velocidad máxima de rotación	5000 RPM

Fuente; grupo investigador

Instalación de los Equipos.

Para la instalación de los equipos en el módulo se utilizó las medidas de seguridad y las normas según recomienda el fabricante de cada uno de los elementos.

Se utilizó un interruptor termomagnético que sirve como interruptor general, paro general y para proteger sobrecorrientes en el módulo.

Fusibles que están destinados para proteger a los equipos de posibles cortocircuitos y evitar daños en los elementos.

Luz piloto que es una señalización óptica para saber si está o no energizado el módulo.

En este módulo se utilizó el código de colores de acuerdo a las normas; cables y yaks de color rojo para las fases en corriente alterna y en los positivos en corriente

directa, color negro para el neutro en corriente alterna y el negativo en corriente directa; y color verde para conexiones a tierra.

Instalación del Motor

Para la instalación se deberá tomar en cuenta los dispositivos que se acoplen al eje del motor y los elementos de protección para evitar accidentes.

Ubicación

El motor deberá instalarse en un ambiente para el cual fue diseñado: evitando la exposición directa al sol, sustancias corrosivas, líquidos o gases nocivos, polvo, partículas metálicas y vibración. La exposición de los mismos puede reducir la vida útil. Dejar espacio suficiente para ventilación, limpieza, reparación, servicio e inspecciones.

Montaje

El motor debe instalarse a la superficie de montaje con cimientos rígidos para minimizar la vibración y mantener el alineamiento de la carga al eje del motor para evitar daños a los cojinetes.

Alineamiento

El alineamiento correcto del motor con la carga accionada es de vital importancia, cuando el eje del motor esta acoplado directamente con la carga debe utilizarse acoplamientos flexibles.

Colocación de pernos

Luego de verificar que el alineamiento es apropiado, deberán insertarse pernos a través de las bases del motor hasta los cimientos. De este modo se mantendrá la posición correcta del motor.

Conexión de la alimentación

El cableado del motor y del control, la protección contra sobrecarga, los accesorios y las conexiones a tierra deberán cumplir con lo especificado por el fabricante.

Alimentación de CA

La conexión del motor a la toma de corriente debe ser tal y como lo indica el fabricante del equipo en el diagrama de conexiones, generalmente ubicado en la placa de característica o en la parte interior de la tapa en la caja de conexión.

Conexión a tierra

Se recomienda conectar a tierra los motores, para descargar su potencial en caso de conexión o contacto accidental entre las partes eléctricas energizadas y las partes exteriores metálicas.

Instalación del PLC.

La instalación del PLC es viable prácticamente en cualquier ambiente industrial por sus características constructivas, siempre que no se sobrepasen las especificaciones dadas por el fabricante; existen ciertas recomendaciones prácticas para asegurar un correcto funcionamiento del sistema, principalmente a las condiciones de temperatura y humedad.

En general el autómata se montará en un armario de dimensiones adecuadas para contener con holgura los componentes del equipo y el resto de elementos, como interruptores, circuitos de protección, conductos de cableado, etc. Para la instalación, se seguirán las normas y reglamentos del respectivo manual.

La mayoría de los fabricantes construyen los PLC's para que trabajen hasta una temperatura de 60°.

Situación de los Componentes.

Los componentes del autómatas se montaran siguiendo las recomendaciones del fabricante:

- Es recomendable el montaje vertical de los componentes para facilitar la convección y disipación del calor.
- Las fuentes de alimentación deberán ocupar una posición por encima del resto de componentes y en la parte superior del armario, ya que son generadores de calor.
- La unidad central ocupará una posición que facilite su inspección.
- Las entradas y salidas estarán ubicados donde exista el espacio libre para el acceso y cableado.

Cableado

Siempre que sea posible, en la configuración del sistema se intentará agrupar los módulos por categorías en cuanto a entradas y salidas, tensión alterna o continua, señales digitales o analógicas.

Puesta a Tierra

Se seguirá lo especificado en la normativa por el fabricante mediante un cable independiente de sección adecuada de color verde o amarillo.

Circuitos de Seguridad

Los dispositivos de parada de emergencia se instalarán al inicio del sistema, para permitir la parada y corte de la alimentación.

Alimentación

Antes alimentar un PLC a la red de alimentación hay que verificar que tenga las protecciones necesarias; algunos PLC tienen integrada una fuente de alimentación

capaz de abastecer la CPU, los módulos de ampliación y otras cargas que precisen 24 V C.C. aportan también una alimentación para sensores.

Instalación del Variador de Frecuencia

No instalar el variador en un entorno que contenga contaminantes atmosféricos tales como polvo, gases corrosivos, etc.

Montaje

Los variadores se deben montar siempre en posición vertical sin necesidad de dejar una separación lateral entre otros variadores pero si una separación vertical cuando estén uno sobre el otro para que la corriente del aire de aspiración y ventilación no se obstruya.

Se deben respetar las siguientes distancias mínimas:

- Tamaño constructivo A, B, C 100 mm por arriba y por abajo.
- Tamaño constructivo D, E 300 mm por arriba y por abajo.
- Tamaño constructivo F 350 mm por arriba y por abajo.
- Tamaño constructivo FX, GX 250 mm por arriba 150 mm por abajo 40 mm (FX), 50 mm (GX) por delante.

Puesta a tierra

Para asegurar el funcionamiento correcto del variador deberá instalarse y ponerse siempre a tierra ya que la entrada de red y los bornes del motor pueden estar sometidos a tensiones peligrosas aunque no esté funcionando el variador; antes de efectuar ningún tipo de trabajo de instalación esperar 5 minutos para permitir a la unidad descargarse tras su desconexión.

Características de protección

El variador de frecuencia tiene las siguientes protecciones para el motor.

- Protección de sobretensión/mínima tensión.
- Protección de sobretemperatura para el variador.
- Protección de defecto a tierra.
- Protección de cortocircuito.
- Protección térmica del motor por i^2t .
- Protección del motor mediante sondas PTC/ KTY84.

Para la instalación correcta del variador de frecuencia se debe regirse la siguiente tabla para obtener la corriente de salida, el valor del interruptor termomagnético, el tamaño de los fusibles, la sección del conductor, etc. Para instalar los equipos en el módulo.

Tabla 3.6

MARGEN DE TENSIÓN Y CORRIENTE DE ENTRADA Y SALIDA

Referencia	6SE6440-	2UC11 -2AA1	2UC12 -5AA1	2UC13 -7AA1	2UC15 -5AA1	2UC17 -5AA1	2UC21 -1BA1	2UC21 -5BA1	2UC22 -2BA1	2UC23 -0CA1
Potencia nominal CT	[kW] [hp]	0,12 0,16	0,25 0,33	0,37 0,5	0,55 0,75	0,75 1,0	1,1 1,5	1,5 2,0	2,2 3,0	3,0 4,0
Potencia de salida	[kVA]	0,4	0,7	1,0	1,3	1,7	2,4	3,2	4,6	6,0
Corriente de entrada CT 1)	[A]	1,1	1,9	2,7	3,6	4,7	6,4	8,3	11,7	15,6
Corriente de salida CT	[A]	0,9	1,7	2,3	3,0	3,9	5,5	7,4	10,4	13,6
Fusible recomendado	[A]	10	10	10	16	16	20	20	25	25
obligatorio para UL	3NA	3803	3803	3803	3805	3805	3807	3807	3810	3810
		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16	1,5 16	2,5 14	2,5 14	2,5 14	4,0 12
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,0 18	1,5 16
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	2,5 14	6,0 10	6,0 10	6,0 10	10,0 8
Peso	[kg] [lbs]	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	1,3 2,9	3,3 7,3	3,3 7,3	3,3 7,3	5,5 12,1

Referencia	6SE6440-	2UC24- 0CA1	2UC25- 5CA1	2UC27- 5DA1	2UC31- 1DA1	2UC31- 5DA1	2UC31- 8EA1	2UC32- 2EA1	2UC33- 0FA1	2UC33- 7FA1	2UC34- 5FA1
Potencia nominal (CT)	[kW] [hp]	4,0 5,0	5,5 7,5	7,5 10,0	11,0 15,0	15,0 20,0	18,5 25,0	22,0 30,0	30,0 40,0	37,0 50,0	45,0 60,0
Potencia de salida	[kVA]	7,7	9,6	12,3	18,4	23,7	29,6	35,1	45,6	57,0	67,5
Corr. de entrada CT 1)	[A]	19,7	26,5	34,2	38,0	50,0	62,0	71,0	96,0	114,0	135,0
Corr. de salida CT.	[A]	17,5	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0
Corr. de entrada VT 1)	[A]	28,3	34,2	38,0	50,0	62,0	71,0	96,0	114,0	135,0	164,0
Corr. de salida VT	[A]	22,0	28,0	42,0	54,0	68,0	80,0	104,0	130,0	154,0	178,0
Fusible recomendado	[A]	32	35	50	80	80	100	125	200	200	250
obligatorio para UL	3NA	3812	3814	3820	3824	3824	3830	3832	3140	3142	3144
	3NE	*	*	1817-0	1820-0	1820-0	1021-0	1022-0	1225-0	1225-0	1227-0
Sección mínima cable de entrada	[mm ²] [awg]	4,0 12	4,0 12	10,0 8	16,0 6	16,0 6	25,0 3	25,0 3	70,0 2/0	70,0 2/0	95,0 3/0
Sección máxima cable de entrada	[mm ²] [awg]	10,0 8	10,0 8	35,0 2	35,0 2	35,0 2	35,0 2	35,0 2	150,0 300	150,0 300	150,0 300
Sección mínima cable de salida	[mm ²] [awg]	4,0 12	4,0 12	10,0 8	16,0 6	16,0 6	25,0 3	25,0 3	50,0 1/0	70,0 2/0	95,0 3/0
Sección máxima cable de salida	[mm ²] [awg]	10,0 8	10,0 8	35,0 2	35,0 2	35,0 2	35,0 2	35,0 2	150,0 300	150,0 300	150,0 300
Peso	[kg] [lbs]	5,5 12,1	5,5 12,1	17,0 37,0	16,0 35,0	16,0 35,0	20,0 44,0	20,0 44,0	55,0 121,0	55,0 121,0	55,0 121,0

Fuente: manual del MICROMASTER 440 (Pág. 268)

Instalación del Encoder Incremental

Para realizar una correcta instalación de un encoder se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Acoplamiento del eje

Hay que tener en cuenta que estén bien alineados los ejes del encoder y del motor

Cableado

Poner por separado los cables de alimentación del encoder con los cables de potencia o alta tensión.

Tomar en cuenta la distancia del cable, no deben ser muy largos porque puede distorsionar la forma de onda cuando trabajan con alta.

Características de los Elementos de Protección del Módulo

Didáctico.

Para obtener el valor del fusible tenemos el dato de la potencia nominal del variador que es de 0.75 Hp. Observamos que el valor recomendado para el fusible es de 16 amperios. La sección máxima del conductor es de número 14 AWG. De acuerdo a estos datos anteriores se elige un interruptor termomagnético de 16 amperios de acuerdo al valor de la capacidad del amperaje que puede soportar el conductor.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Actuador. Dispositivo que se acopla a la salida del Automata. Puede ser elemento de actuación directa o de mando como es el caso de contactores o electroválvulas.

Amperio. (A) unidad de medición de la corriente eléctrica
 $1 \text{ Amperio} = 1 \text{ coulombio} / \text{seg.}$

Analógico. Término que se aplica a las señales eléctricas que varían de forma continua, es decir, que pueden tomar valores infinitos. Los circuitos que trabajan con estas señales se les denominan analógicos.

Automata Programable. Equipo electrónico diseñado para controlar en tiempo real procesos secuenciales de cualquier tipo y volumen en la industria en general.

Bobinado. Cada uno de los lados de un transformador, realizado con muchas espiras arrolladas sobre un núcleo magnético. Estos bobinados se llaman primario y secundario, respectivamente.

Bus. Conjunto de conductores comunes por los cuales se transmiten las señales electrónicas entre diferentes partes o circuitos de una CPU. Cada CPU incorpora generalmente tres buses.

Campo magnético. Distribución de la energía magnética en el espacio, creada por un imán o un flujo de corriente.

Captador. Dispositivo que se acopla o conecta a la entrada del Automata para suministrarle el correspondiente dato. Ejemplo: pulsador, interruptor, final de carrera, transductor, etc.

Consola de Programación. Periférico a través del cual el programa es escrito e introducido en el Automata.

Contador. Circuito interno del Autómata, el cual puede ser programado para controlar otros dispositivos de acuerdo al valor prefijado.

Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC). Véase Autómata Programable.

Corriente alterna. (CA) Corriente eléctrica que cambia su amplitud en forma periódica con el tiempo.

Corriente continua. Modo de suministro de energía eléctrica donde la polaridad de la tensión se mantiene constante. (Caso contrario a la corriente alterna).

Corriente. Cantidad de carga que circula por un conductor por unidad de tiempo.
 $I = Q / t.$

Digital. Términos que se aplica a las señales eléctricas, que solamente pueden tomar un número finito de valores, frecuentemente dos, a los que designaremos como "0" y "1". Los circuitos que trabajan con estas señales se les denominan digitales.

EEPROM. Memoria ROM borrable y programable eléctricamente.

EPROM. Memoria ROM borrable por luz ultravioleta y programable eléctricamente.

Factor de potencia. Es el cociente entre la potencia activa en watts y la potencia aparente en voltamperios, generalmente se expresa en porcentaje.

Grafcet. Grafico de Control, Etapa y Transición. Método que describe de una forma gráfica las especificaciones de cualquier Automatismo.

Hardware. Partes físicas o tangibles de un Autómata (memorias, buses, microprocesador, entradas-salidas, etc.)

Instrucción. Cada una de las órdenes de trabajo de un programa. Consta de operación (código) y operando (complemento al código). Pueden ser de diversos tipos: Aritméticas, lógicas, para tratamiento de registros, memorias y elementos de E/S, etc.

Interfaz. Dispositivo o circuito que permite la conexión entre sistemas o circuitos diferentes. Por ejemplo la CPU y los periféricos (impresora, consola de programación).

Motor de inducción. Es un motor eléctrico del cual solamente una parte (estator), se conecta a la fuente de energía, la otra (rotor) funciona por inducción electromagnética.

Motor eléctrico. El motor eléctrico permite la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, esto se logra mediante la rotación de un campo magnético alrededor de una espira o bobinado que toma diferentes formas.

Nemónico. Abreviatura o sigla de una instrucción del programa que define de una forma aproximada la operación que realiza. Ejemplo: LD para LOAD.

Operación. Elemento constituyente de una instrucción que le indica a la CPU qué instrucción ha de ejecutar.

Potencia nominal. Es la potencia mecánica de salida, indicada en la placa de datos del motor.

PROM. Memoria programable con valores fijos que no se puede borrar. La programación es eléctrica.

RAM. Memoria de lectura/escritura, programable y borrrable electrónicamente. Su contenido se borra ante la falta de tensión.

Rectificador. Circuito que convierte la corriente Alterna (C.A.) en corriente continua (C.C.).

ROM. Memoria de sólo lectura. Los valores son fijos y es programada durante su fabricación. No se puede borrar.

RUN. Modo de trabajo del Autómata en el cual se ejecutan las instrucciones del programa.

Software. Término que se aplica a los componentes de un Autómata que no son tangibles o físicos, en general se refiere a los programas, tanto los creados por el usuario para su aplicación, como los necesarios para el funcionamiento interno del propio.

STOP. Modo de trabajo del Autómata en el cual se realiza la introducción del programa.

Temperatura ambiente. Es la temperatura del medio que rodea el motor, generalmente aire y que está en contacto con sus partes externas, enfriándolo.

Temporizador. Función interna del Autómata usada para controlar el ciclo de operación de otros dispositivos a través del valor fijado en la preselección del mismo.

Tierra. Comprende a toda la conexión metálica directa, sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones no existan diferencias potenciales peligrosas y que al mismo tiempo permita el paso a tierra de las corrientes de falla o la de descargas de origen atmosférico.

Unidad Aritmética y Lógica. Parte del CPU cuya misión es realizar operaciones aritméticas y lógicas con los datos.

Volt. Unidad de medición de la diferencia de potencial o tensión eléctrica.

LISTA DE ABREVIATURAS

- A:** Amperio.
- CA:** Corriente alterna.
- CC:** Corriente continúa.
- CPU:** Unidad central de proceso o UCP.
- Hz:** Frecuencia eléctrica.
- Hp:** Horse power “caballos de potencia”.
- IGBT:** Isolated gate bipolar transistor o sea transistor bipolar de puerta de salida.
- IP:** Ingress protection; grado de protección.
- Kw:** Kilovatios
- LED:** Diodo emisor de luz.
- mm:** Milímetros.
- MM.** Micromaster
- MSNM:** Metros sobre el nivel del mar.
- PC:** Personal computer. Se utiliza para designar los ordenadores o computadoras personales.
- Rpm:** Revoluciones por Minuto.
- USB:** Universal Serial Bus, bus serie universal.
- V:** Voltios.
- VDC:** Voltaje de corriente directa.

CONCLUSIONES

- El módulo didáctico de control de velocidad de motores asincrónicos cuentan con la información necesaria sobre el funcionamiento y aplicación de los equipos para facilitar la realización de las prácticas.
- Con las técnicas de investigación aplicadas se comprobó que una gran parte de los estudiantes no tienen conocimientos sobre el manejo de control de velocidad de motores asincrónicos; por lo que la realización del presente proyecto será un gran aporte para la implementación de los laboratorios de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.
- Los equipos que contiene el módulo se encuentran instalados correctamente, con su respectiva señalización y el espacio normalizado para realizar las conexiones necesarias y la puesta en funcionamiento, por lo que es un instrumento didáctico-metodológico.
- Se logró cumplir satisfactoriamente con los objetivos establecidos al inicio y durante la realización del proyecto para que en el futuro los estudiantes puedan realizar prácticas en el módulo didáctico.

RECOMENDACIONES

- Para la realización de prácticas es recomendable leer los manuales de funcionamiento y programación de los equipos del módulo.
- Se recomienda verificar que en el módulo de variación de velocidad de motores asíncronos, que el breaker esté en la posición off al momento de realizar las conexiones y se debe poner siempre a tierra el módulo para evitar posibles lesiones en las personas y daños en los equipos.
- Se sugiere revisar todas las conexiones de acuerdo a la práctica establecida antes de poner en funcionamiento los equipos del módulo didáctico.
- Se recomienda realizar un mantenimiento periódico del módulo de control de velocidad para evitar el deterioro de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Consultada

POLKA, Dave; “Motor and Drives”, EDITORIAL. ISA the Instrumentation, Systems, and Automation Society 2002. (P.69)

CRIADO; Alejandro, “Autómatas Programables”. Fundamento, manejo, instalación y prácticas. Editorial, McGraw-Hill (P.10)

WAYNE; H y RIRTLEY; James “Manual del motor eléctrico”. Editorial, McGraw-Hill, México D.F. 2000. (P.54).

NASAR; S.A.,” Electromecánica y máquinas eléctricas” Editorial, Unnewehr, (P.301)

ROADSTRUM;William: H y WALAVER, Danh, ”Ingeniería Eléctrica para todos los ingenieros”, 2da – ed, Editorial, Alfaomega, México D.F. 1999 (P.689)

OBERG; Eric, JAMES, Franklin y HORTAN, Habrook, “Manual Universal de la técnica mecánica” Editorial, labor, Barcelona 1979 (P.2360)

BENAVENT; García, JOSÉ, Manuel, ABELLAN, Antonio, FIGUERES, Emilio, “Electrónica de Potencia Teoría y Aplicaciones”. Editorial, Alfaomega Universidad Politécnica de Valencia 2000. (P.65)

MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS República del Ecuador “Eficiencia Energética Electricidad”, Quito- Ecuador, 2000.

GARCÍA Roger “Ahorro de Energía con Variadores de Frecuencia”

SIEMENS; Manual del MICROMASTER 440. ALEMANIA 1999. (P9)

SIEMENS; Manual de PLC S7 200.(P8)

SIEMENS; Manual de MOTORES.(P5)

Páginas Web:

<http://www.tecnicsuport.com/.../variadores/power3-4.htm>

<http://www.watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Curso%20basico%20de%20Variadores%20de%20Frecuencia.pdf>

http://www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat_I/contenido_PLC.jpg

<http://www.forosdeelectronica.com/about34.html>

Bibliografía Citada

CRIADO; Alejandro, “Autómatas Programables”. Fundamento, manejo, instalación y prácticas. Editorial, McGraw-Hill (P.10)

POLKA; Dave, Motores and Drives, EDITORIAL. ISA the Instrumentation, Systems, and Automation Society 2002.

NASAR; S.A.;” Electromecánica y máquinas eléctricas” Editorial, Unnewehr, (P.301).

SIEMENS; Manual del Micromaster 440. ALEMANIA 1999.

SIEMENS; Manual de PLC S7 200

SIEMENS; Manual de MOTORES.

Páginas Web

www.watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Curso%20basico%20de%20Variadores%20de%20Frecuencia.pdf

www.tecnicsuport.com/.../variadors/power3-4.htm

<http://www.forosdeelectronica.com/about34.html>

ANEXOS

Modelo de la Encuesta Aplicada a los Señores Docentes y Estudiantes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Ingeniería Electromecánica

Encuesta para Docentes

Señor docente su valiosa colaboración en las respuestas nos permitirá obtener datos importantes para el desarrollo de nuestra propuesta.

Lea cuidadosamente y elija las respuestas con una **X** o un \surd de acuerdo a su criterio.

1. ¿La construcción de un módulo didáctico permite al estudiante poner en práctica sus conocimientos teóricos recibidos?

Si () No ()

2. ¿La implementación de módulos didácticos con tecnología de punta facilitará a los docentes y estudiantes desarrollar el proceso enseñanza-aprendizaje?

Si () No ()

3. ¿La manipulación de los módulos didácticos por parte de los estudiantes desarrollarán en ellos habilidades y destrezas?

Si () No ()

4.- ¿Las prácticas de los estudiantes en un módulo didáctico de control de velocidad con un variador de frecuencia, PLC y un motor trifásico mejorará su desempeño en la industria?

Si () No ()

Gracias por su colaboración

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Ingeniería Electromecánica

Encuesta para Estudiantes

Señor estudiante su valiosa colaboración en las respuestas nos permitirá obtener datos importantes para el desarrollo de nuestra propuesta.

Lea cuidadosamente y elija las respuestas con una **X** o un \surd de acuerdo a su criterio.

1.- ¿Los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicados en la manipulación de módulos didácticos?

Si () No ()

2.- ¿Es necesario que en los laboratorios de prácticas existan módulos didácticos acorde al avance tecnológico?

Si () No ()

3.- ¿Las prácticas de laboratorio realizadas en módulos didácticos con tecnología de punta reforzarán los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase?

Si () No ()

4.- ¿Ha realizado usted prácticas sobre el control de velocidad en motores trifásicos mediante un variador de frecuencia y un PLC?

Varias veces ()

A veces ()

Nunca ()

5.- ¿Es necesario la existencia de guías pre-elaboradas para facilitar las prácticas en módulos didácticos?

Si () No ()

6.- ¿El conocimiento práctico sobre variadores de frecuencia, PLC's y motores asincrónicos permitirá ser competente al ejercer su profesión?

Si () No ()

Gracias por su colaboración

PRÁCTICA

CONTROL DE LA VELOCIDAD DE UN MOTOR MEDIANTE UN VARIADOR DE FRECUENCIA Y MEDICIÓN DEL NÚMERO DE R.P.M. UTILIZANDO UN ENCODER Y UN PLC.

1. OBJETIVO.

- 1.1. Analizar el funcionamiento de los variadores de frecuencia, PLC's, encoder y motor trifásico.
- 1.2. Familiarizar al estudiante con la programación, instalación y funcionamiento de estos equipos.

2. TRABAJO PREPARATORIO.

- 2.1 Consultar el manual del variador de frecuencia MM 440, del PLC. Y el encoder, provisto en el laboratorio.
- 2.2. Realizar un resumen del principio de funcionamiento de cada uno de los equipos utilizados para esta práctica.

3. EQUIPO

Módulo didáctico de control de velocidad

- Una PC.
- Variador de frecuencia Micromaster 440.
- Motor de inducción.
- PLC.

- Cable de transferencia PPI.
- Encoder.
- Cables de conexión.

4. MARCO TEÓRICO.

PLC.

El PLC. Es un componente electrónico que permite realizar diagramas lógicos para reemplazar contactores, temporizadores, contadores y relés, disminuyendo así el cableado, y el tiempo de instalación.

Encoder óptico.

Un encoder óptico es un sensor que permite detectar el movimiento de rotación de un eje también se lo conoce como un transductor que convierte una magnitud de un mecanismo, tanto posición lineal como angular a una señal digital.

El encoder estará operando en relación al movimiento del eje, cuya posición se necesita determinar su funcionamiento viene dado por la obtención de la medida en base a la luz que traspasa una serie de discos superpuestos que codificarán la salida digital.

Encoder incremental.

El encoder incremental se caracteriza porque determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.

Los mismos que pueden tener de uno a tres canales de salida; el primero utiliza para determinar la posición, el segundo para saber el sentido de giro y el tercero que genera un pulso por vuelta.

VARIADOR DE FRECUENCIA.

Los variadores de frecuencia alteran la velocidad del motor cambiando el voltaje y la frecuencia de la electricidad suministrada al motor en base a los requerimientos del sistema. Esto se logra convirtiendo corriente alterna en continua, y luego de múltiples mecanismos de cambio, invirtiendo la corriente continua a corriente alterna con voltaje y frecuencia controlada. Si este proceso es realizado en forma apropiada, la velocidad del motor puede ser controlada en un rango amplio (desde cero RPM hasta el doble de la velocidad nominal) con las características de torque apropiadas para la aplicación.

El variador contiene un circuito rectificador que convierte la corriente alterna de frecuencia fija en corriente continua. El inversor convierte la corriente continua en corriente alterna de voltaje y frecuencia regulables; los circuitos de corriente continua filtran la corriente y la conducen al inversor; la unidad de control regula el voltaje y la frecuencia de salida.

5. PROCEDIMIENTO.

Realizar las siguientes conexiones.

- Conectar la alimentación del variador de frecuencia L1 con R, L2 con S y L3 con T; las salidas del variador de frecuencia (U, V, W) con la alimentación del motor (U, V, W).
- Conectar las entradas del PLC M con 1M; las salidas del encoder A con I0.0; la alimentación del encoder con la fuente integrada del PLC.+ con L+ y – con M.

- Conectar la alimentación del PLC. L con R y N con N
- Energizar el módulo
- Realizar el siguiente diagrama en el software del PLC.