



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”**

Proyecto de titulación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en Sistemas Eléctricos de Potencia

**AUTORES:**

Andy Tanguila Jorge Joel

Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo

**TUTOR:**

MSc. Marco Aníbal León Segovia Ing.

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2020-2021**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **ANDY TANGUILA JORGE JOEL** y **GUANOLUISA HUERTAS EDWIN EDUARDO**, declaramos ser los autores del presente Proyecto de Investigación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”**, siendo el **MSC. MARCO ANÍBAL LEÓN ING. SEGOVIA**, Tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, es de nuestra exclusiva responsabilidad.

.....  
Andy Tanguila Jorge Joel  
C.I.:155006498-2

.....  
Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo  
C.I.: 050293174-4



## AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Título

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”**, de los señores **ANDY TANGUILA JORGE JOEL** y **GUANOLUISA HUERTAS EDWIN EDUARDO**, de la carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de la Propuesta que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 08 de marzo del 2021

.....  
MSc. Marco Aníbal León Segovia Ing.

C.I.: 050230540-2



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **ANDY TANGUILA JORGE JOEL** y **GUANOLUISA HUERTAS EDWIN EDUARDO**, con el Título de Proyecto de Titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Para constancia firman:

.....  
Lector 1 (Presidente)  
PhD. Secundino Marrero Ramírez  
C.I.: 175710750-7

.....  
Lector 2  
MSc. Carlos Francisco Pacheco Mena Ing.  
C.I.: 050307290-2

.....  
Lector 3  
MSc. Manuel Ángel León Segovia Ing.  
C.I.: 050204135-3



## AVAL DE ENTREGA DE MATERIALES

Latacunga, 08 de marzo del 2021

Ing. Eduardo Hinojosa  
Responsable de laboratorios en la Universidad Técnica de Cotopaxi  
Presente. –

Quien suscribe, en calidad de Responsable de laboratorios en la Universidad Técnica de Cotopaxi, **CERTIFICO** que los postulantes **ANDY TANGUILA JORGE JOEL** con CC: 155006498-2 y **GUANOLUISA HUERTAS EDWIN EDUARDO** con CC: 050293174-4, estudiantes de décimo ciclo de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA**, entregaron los materiales necesarios para la implementación de la propuesta tecnológica titulada: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”**. Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los interesados dar uso a este documento como estimen conveniente. Atentamente;

Atentamente;

.....  
Andy Tanguila Jorge Joel  
C.I.:155006498-2

.....  
Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo  
C.I.: 050293174-4

.....  
Ing. Eduardo Hinojosa  
C.I.: 050236581-0

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco profundamente a Dios que me dio la fuerza y valor para culminar mis estudios, el cual me ha dado la oportunidad de rodearme de personas que me han compartido momentos inolvidables, experiencias y conocimientos, sobre todo el privilegio de tener a mis padres, hermanos y familiares a mi lado.*

*Agradezco a mis padres y hermanos(as) quienes han sido el motor fundamental en todo este caminar, a mi esposa por apoyarme y acompañarme incondicionalmente en todo este transcurso, sin dejar de lado la presencia de mis suegros que de una o de otra manera me han sabido extender la mano.*

*Agradezco infinitamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de estudiar la carrera de Ingeniería Eléctrica, así mismo agradezco a los docentes que cada día me exigían y ayudaban a sacar lo mejor de mí.*

*Andy Tanguila Jorge Joel*

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Técnica de Cotopaxi por haberme abierto sus puertas y formarme como profesional en la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, a todos los docentes personas de gran sabiduría quienes desinteresadamente me brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.*

*Al ingeniero Marco León por su colaboración en la dirección para el desarrollo de este proyecto de titulación.*

*A mis padres y hermanos por toda la confianza depositada en mí y estar conmigo en el transcurrir de este largo camino que hoy estamos culminando con éxito.*

*A Dios y al Príncipe San Miguel por sus infinitas bendiciones, guiarme siempre por el camino del bien y permitirme alcanzar un objetivo más en mi vida.*

*Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo*

## DEDICATORIA

*Dedico este título a una persona muy especial, mi mayor fuente de inspiración y motivación, mi querido hijo Matías Andy quién ha logrado sacar lo mejor de mí, aquellos desvelos, largas horas de trabajos, arduas tardes de deberes y todo este tiempo invertido para demostrarte querido hijo que, con mucho esfuerzo y valentía, conjuntamente de la mano de Dios pude lograr esta meta hoy en día.*

*Dedico este título a mis queridos padres, Fidel Andy y Yolanda Tanguila ya que han sido una fuente de inspiración y mi modelo a seguir, también a mis hermanos, Jaela, Erick y Víctor, incentivándoles a que se esfuercen para que así mismo al final disfrutemos juntos de una meta más cumplida, pues mis victorias son sus victorias, y sus victorias son mías también.*

*A mi querida esposa, pues hoy yo lo logré, muy pronto tú también lo harás.*

*Andy Tanguila Jorge Joel*

## DEDICATORIA

*El presente proyecto de titulación se lo dedico de todo corazón a mis queridos padres Edwin y María, por su sacrificio, esfuerzo, consejos, paciencia e inculcarme valores para formarme como profesional*

*A mis hermanos Stiven y Odalis que de una u otra manera han hecho lo posible para que este objetivo sea realizado*

*A mis abuelitos Manuel e Inés que son mi mayor fuente de inspiración y el pilar fundamental de mí vida.*

*A mi novia Alejandra que me ha brindado todo su amor, apoyo incondicional, por creer en mí y demostrarme que era capaz de lograr este gran sueño.*

*A mi familia en general por sus preocupaciones y aliento que me brindaron día a día en el transcurrir de mi carrera universitaria.*

*A Fernando Marín por ser un pilar fundamental en la formación profesional de mi persona y motivarme a seguir sin desmayar en esos momentos difíciles.*

*Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |      |
|---|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....  | ii   |
| AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....  | iii  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....  | iv   |
| AVAL DE ENTREGA DE MATERIALES .....   | v    |
| AGRADECIMIENTO .....  | vi   |
| AGRADECIMIENTO .....  | vii  |
| DEDICATORIA .....   | viii |
| DEDICATORIA .....   | ix   |
| ÍNDICE DE CONTENIDO .....   | x    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | xiii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | xv   |
| RESUMEN .....   | 16   |
| ABSTRACT .....  | 17   |
| AVAL DE TRADUCCIÓN.....   | 18   |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL.....   | 19   |
| 2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....  | 21   |
| 2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA.....  | 21   |
| 2.2. TIPO DE PROPUESTA ALCANCE .....  | 22   |
| 2.3. ÁREA DEL CONOCIMIENTO .....  | 22   |
| 2.4. SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA .....   | 22   |
| 2.5. OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN .....  | 23   |
| 2.5.1. Objeto de estudio .....  | 23   |
| 2.5.2. Campo de acción.....   | 23   |
| 2.6. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA .....  | 23   |
| 2.6.1. Situación problemática .....   | 23   |
| 2.6.2. Problema .....   | 24   |
| 2.7. HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES .....                                     | 25   |
| 2.8. OBJETIVOS .....  | 25   |
| 2.8.1. General.....   | 25   |
| 2.8.2. Específicos.....   | 25   |
| 2.9. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS<br>OBJETIVOS ESTABLECIDOS ..... | 25   |
| 3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO .....  | 27   |
| 3.1. Antecedentes.....  | 27   |
| 3.2. Control industrial .....   | 28   |
| 3.3. Pirámide de automatización.....  | 28   |
| 3.4. Elementos de control necesarios.....   | 29   |

|  |    |
|--|----|
| 3.4.1. Motor eléctrico.....  | 29 |
| 3.4.2. PLC LOGO .....  | 31 |
| 3.4.3. Variador de frecuencia.....   | 32 |
| 3.4.4. Guardamotores.....  | 33 |
| 3.4.5. Temporizador ON-DELAY .....   | 34 |
| 3.4.6. Temporizador OFF-DELAY.....   | 35 |
| 3.4.7. Contactor.....  | 36 |
| 3.4.8. Disyuntor Termomagnético .....  | 36 |
| 3.4.9. Relé auxiliar de 11 puntas planas .....                                       | 38 |
| 3.4.10. Selector .....   | 39 |
| 3.4.11. Pulsadores normalmente abiertos y normalmente cerrados.....                  | 40 |
| 3.4.12. Luz piloto de señalización .....   | 41 |
| 3.4.13. Termocupla tipo K.....   | 41 |
| 3.4.14. Controladores de temperatura analógico y digital .....                       | 42 |
| 3.4.15. Final de carrera .....   | 43 |
| 3.5. Softwares aplicados para la simulación de circuitos de control industrial ..... | 43 |
| 3.5.1. CADe SIMU .....   | 43 |
| 3.5.2. Logo Soft Comfort V8.....   | 44 |
| 4. METODOLOGÍA.....  | 44 |
| 4.1. Modalidad de la investigación .....   | 44 |
| 4.1.1. Método bibliográfico .....  | 44 |
| 4.1.2. Método de campo.....  | 44 |
| 4.2. Diseño de la investigación .....  | 45 |
| 4.2.1. Variables .....   | 45 |
| 4.3. Técnicas .....  | 45 |
| 4.4. Instrumentos de investigación .....   | 45 |
| 4.5. Diseño y selección de los elementos presentes en el modulo.....                 | 46 |
| 4.5.1. Cálculos de parámetros eléctricas para la selección de elementos .....        | 46 |
| 4.5.2. Características de los elementos montados en el módulo experimental .....     | 48 |
| 4.5.2.1. Contactor trifásico 9 Amperios CHINT NC1-0910 .....                         | 48 |
| 4.5.2.2. Guardamotor 6 a 10A, CHINT NS2-25-10 .....                                  | 48 |
| 4.5.2.3. Relé auxiliar 11 pines, RELPOL R15-WK .....                                 | 49 |
| 4.5.2.4. CHINT-relé de tiempo JSZ3, 220 V .....                                      | 49 |
| 4.5.2.5. Switch Final De Carrera Xz-9101 Xurui.....                                  | 50 |
| 4.5.2.6. CHINT NP2-BD2 selector 2 posiciones .....                                   | 50 |

|   |    |
|---|----|
| 4.5.2.7. CHINT NP2-BJ5 selector 3 posiciones.....   | 50 |
| 4.5.2.8. Pulsador 22 mm NC/NA NP2 CHINT .....   | 50 |
| 4.5.2.9. Luz piloto CHINT ND16-22D/4 .....  | 50 |
| 4.5.2.10. Botonera industrial Plástica.....   | 51 |
| 4.5.2.12. CHINT Disyuntor NB1-C16-2P - 16 A, 2 polos.....                                     | 51 |
| 4.5.2.13. CHINT disyuntor NB1H-3P, 50 Amperios.....   | 52 |
| 4.5.2.14. Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones .....                     | 52 |
| 4.5.2.15. LOGO 230RC, MOD. LÓGICO, DISPLAY AL/E/S: 115V/230V/RELÉ 8 ED/4 SD,<br>MEM. 200..... | 53 |
| 4.5.2.16. Variador de frecuencia 2 HP, Kinco .....  | 53 |
| 4.5.2.17. Controlador de temperatura digital BERM REX C100.....                               | 54 |
| 4.5.2.18. Termocupla tipo K WRNT-01 .....   | 54 |
| 4.5.2.19. Relé de estado sólido SSR.....  | 54 |
| 4.5.2.20. Motor trifásico SIEMENS.....  | 55 |
| 4.5.2.21. Motor monofásico .....  | 55 |
| 4.5.3. Diseño estructural base del modulo experimental previo a la construcción.....          | 56 |
| 4.6. Diseño y montaje de los elementos del módulo experimental.....                           | 57 |
| 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....  | 60 |
| 6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS .....   | 69 |
| 6.1. Análisis de impactos .....   | 69 |
| 6.1.1. Impacto social.....  | 69 |
| 6.1.2. Impacto tecnológico.....   | 69 |
| 6.1.3. Impacto ambiental.....   | 69 |
| 6.2. Presupuesto .....  | 69 |
| 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....   | 72 |
| 8. REFERENCIAS.....   | 73 |
| 9. ANEXOS .....   | 75 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 3.1.</b> Automatización industrial .....   | 28 |
| <b>Figura 3.2.</b> Pirámide de control industrial moderno.....   | 28 |
| <b>Figura 3.3.</b> Motor eléctrico trifásico asincrónico .....   | 29 |
| <b>Figura 3.4.</b> Conexión directa de un motor trifásico.....   | 30 |
| <b>Figura 3.5.</b> PLC LOGO V8 230RCE.....   | 31 |
| <b>Figura 3.6.</b> Rectificador de la onda Alterna .....   | 32 |
| <b>Figura 3.7.</b> Amortiguación de la onda rectificada .....  | 33 |
| <b>Figura 3.8.</b> Control de tensión y corriente a la salida.....   | 33 |
| <b>Figura 3.9.</b> Guardamotor .....   | 34 |
| <b>Figura 3.10.</b> Ejemplo de un temporizador on-delay .....  | 35 |
| <b>Figura 3.11.</b> Ejemplo de un temporizador off-delay .....   | 35 |
| <b>Figura 3.12.</b> Contactor.....   | 36 |
| <b>Figura 3.13.</b> Disyuntor Termomagnético .....   | 37 |
| <b>Figura 3.14.</b> Partes de un disyuntor termomagnético .....  | 37 |
| <b>Figura 3.15.</b> Relé auxiliar 11 puntas planas .....   | 38 |
| <b>Figura 3.17.</b> Selector eléctrico tipo manecilla con palanca .....  | 39 |
| <b>Figura 3.18.</b> Tipos de operadores de selector .....  | 40 |
| <b>Figura 3.19.</b> Tipos de pulsadores.....   | 40 |
| <b>Figura 3.20.</b> Esquema de un pulsador abierto y cerrado .....   | 41 |
| <b>Figura 3.21.</b> Luz piloto marca Camsco .....  | 41 |
| <b>Figura 3.22.</b> Controlador de temperatura .....   | 42 |
| <b>Figura 3.22.</b> Esquema realizado en CADe SIMU .....   | 43 |
| <b>Figura 3.24.</b> Logo Soft Comfort V8 .....   | 44 |
| <b>Figura 4.1.</b> Motor Siemens trifásico .....   | 55 |
| <b>Figura 4.2.</b> Motor monofásico .....  | 55 |
| <b>Figura 4.3.</b> Diseño del módulo en AutoCAD .....  | 56 |
| <b>Figura 4.4.</b> Estructura final del módulo construida .....  | 56 |
| <b>Figura 4.5.</b> Dimensionamiento de los elementos del módulo en AutoCAD .....   | 57 |
| <b>Figura 4.6.</b> Pintura electrostática al horno .....   | 58 |
| <b>Figura 4.7.</b> Estructura del módulo experimental después del proceso de pintura al horno .....                      | 58 |
| <b>Figura 4.8.</b> Implementación de los elementos según el diseño del módulo experimental .....                         | 59 |
| <b>Figura 4.9.</b> Colocación de los Jack banana.....  | 59 |
| Se utilizó el color:.....  | 59 |
| <b>Figura 4.10.</b> Módulo experimental completo con todos sus elementos señalizaciones .....                            | 60 |
| <b>Figura 5.1.</b> Visualización de valores de voltaje y corriente del modulo experimental .....                         | 61 |
| <b>Figura 5.2.</b> Primera prueba realizada en el módulo experimental mando básico de un contactor lógica cableada ..... | 62 |
| <b>Figura 5.3.</b> Prueba mando básico de un contactor mediante el LOGO V8 230 RCE .....                                 | 62 |
| <b>Figura 5.4.</b> Entradas activas en la pantalla digital del LOGO V8 230RCE .....                                      | 63 |
| <b>Figura 5.5.</b> Entrada I2 activada por medio del pulsador de paro (NC) .....   | 64 |
| <b>Figura 5.6.</b> Entrada I1 activada por medio del pulsador de marcha (NA).....  | 64 |
| <b>Figura 5.7.</b> Salida Q1 activada, enclavamiento del contactor .....   | 65 |
| <b>Figura 5.8.</b> Variación de la frecuencia de trabajo e incremento de la corriente en cada una de las líneas .....    | 66 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 5.9.</b> Corriente de arranque del motor trifásico al momento de realizar una inversión de giro por medio del variador de frecuencia CV20 ..... | 67 |
| <b>Figura 5.10.</b> Corriente de arranque suave del motor trifásico por medio del variador de frecuencia.....   | 67 |
| <b>Figura 5.11.</b> Corriente de apagado suave del motor por medio del variador de frecuencia....   | 68 |
| <b>Figura 5.12.</b> Programación de los parámetros del controlador digital .....  | 68 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 2.1.</b> Área del conocimiento del proyecto.....                                      | 22 |
| <b>Tabla 2.2.</b> Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados ..... | 25 |
| <b>Tabla 4.1.</b> Variable independiente y dependiente.....                                    | 45 |
| <b>Tabla 4.2.</b> Código de colores según la norma NEC.....                                    | 59 |
| <b>Tabla 6.1.</b> Costos del material eléctrico.....   | 69 |
| <b>Tabla 6.2.</b> Gastos indirectos.....   | 71 |

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TITULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA, DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAMPUS LA MATRIZ, EN EL PERIODO 2020-2021”.**

**Autores:** Andy Tanguila Jorge Joel

Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo

**RESUMEN**

La presente propuesta tecnológica trata sobre el “Diseño e Implementación de un Módulo experimental para simular procesos de control industrial en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia, de la Universidad Técnica de Cotopaxi”, basado en el control manual y automático de motores, y sistemas automáticos. El objetivo principal fue el diseñar e implementar un módulo experimental didáctico, que permita un adecuado entrenamiento y aprendizaje de los estudiantes, mediante el uso de dispositivos, tanto de protección, maniobra, control y fuerza, realizando prácticas y simulaciones de procesos que se asemejan al campo profesional existente en el área industrial. Las prácticas se enfocan en los métodos de control básico cableado hasta control lógico programable por medio de un PLC LOGO, teniendo la facilidad de realizar arranques de los motores, como arranque directo, inversión de giro, frenado dinámico, además de arranque suave, arranque instantáneo, frenado suave, frenado instantáneo, todo esto por medio del variador de frecuencia existente en el módulo, el propósito de las prácticas es que los estudiantes vayan teniendo un aprendizaje progresivo y con el avance de las mismas un grado de dificultad mayor, beneficiando directamente a los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

**Palabras claves:** Control industrial, sistemas y procesos automáticos, arranque de motores.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES SCHOOL**

**TITLE: "DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN EXPERIMENTAL MODULE IN ORDER TO SIMULATE INDUSTRIAL CONTROL PROCESSES, IN THE LABORATORY OF THE ELECTRICAL ENGINEERING MAJOR AT POWER ELECTRIC SYSTEMS AT THE "UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI", 2020-2021."**

**Author:** Andy Tanguila Jorge Joel

Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo

**ABSTRACT**

This technological proposal about the "Design and Implementation of an Experimental Module in order to simulate industrial control processes in the laboratories of the Electrical Engineering major at Power Electric Systems, at the "Universidad Técnica de Cotopaxi", based on manual and automatic control of motors, and automatic systems. The main objective was to design and implement an experimental didactic module that allows adequate training and learning of students, through the use of devices such as protection, maneuvering, control and force; carrying out practices and simulations of processes that are similar to those existing professionals filed and in the industrial area. The practices focus on the basic control methods wired up to programmable logic control through a PLC LOGO. It facilitates the performance of motor start-ups, such as direct start-up, rotation reversal, dynamic braking as well as soft start-up, instant start-up, soft braking, instantaneous braking, all this by means of the existing frequency inverter in the module. The purpose of the practices is that students have a progressive learning and with their progress a greater degree of difficulty, directly benefiting the students of the "Universidad Técnica de Cotopaxi", Faculty of Engineering and Applied Sciences.

**Keywords:** Industrial control, automatic systems and processes, motor start-up.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por los señores egresados de la **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA** de la **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA y APLICADAS, ANDY TANGUILA JORGE JOEL y GUANOLUISA HUERTAS EDWIN EDUARDO** cuyo título versa “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, marzo del 2021

Atentamente;

**Mg. Patricia Marcela Chacón Porras**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS**  
**C.C. 0502211196**

1803027935 Firmado

**VICTOR**  
**HUGO**  
**ROMERO**  
**GARCIA**

digitalmente por  
1803027935  
VICTOR HUGO  
ROMERO GARCIA  
Fecha: 2021.03.03  
11:43:20 -05'00'

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto:**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO EXPERIMENTAL PARA SIMULAR PROCESOS DE CONTROL INDUSTRIAL, EN EL LABORATORIO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ EN EL PERIODO 2020-2021”.

### **Fecha de inicio:**

Diciembre del 2020

### **Fecha de finalización:**

Marzo del 2021

### **Lugar de ejecución:**

San Felipe, Eloy Alfaro, Latacunga, Cotopaxi, Universidad Técnica de Cotopaxi

### **Facultad que auspicia:**

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA)

### **Carrera que auspicia:**

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

### **Proyecto de investigación vinculado:**

- Implementación de un módulo experimental para el desarrollo de prácticas de control industrial.
- Desarrollo de prácticas para experimentación en módulos.

### **Equipo de trabajo:**

- MSc. Marco Aníbal León Segovia Ing.
- Andy Tanguila Jorge Joel
- Guanoluisa Huertas Edwin Eduardo

**Tutor de titulación:**

**Nombres y Apellidos:** Marco Aníbal León Segovia

**Nacionalidad:** ecuatoriana

**Cedula de ciudadanía:** 050230540-2

**Teléfono:** 0997771681

**Email:** [marco.leon@utc.edu.ec](mailto:marco.leon@utc.edu.ec)

**Nivel Superior:** Universidad Técnica de Cotopaxi

**Datos personales (Postulante 1):**

**Nombres y Apellidos:** Jorge Joel Andy Tanguila

**Fecha de Nacimiento:** 29 de marzo de 1982

**Estado Civil:** Casado

**Nacionalidad:** ecuatoriana

**Cedula de ciudadanía:** 155006498-2

**Dirección:** Tena – Barrio San Antonio

**Teléfono:** 0983329492

**Email:** [jorge.andy4982@utc.edu.ec](mailto:jorge.andy4982@utc.edu.ec)

**Nivel primario:** Escuela “Santo Domingo Savio N°1”

**Nivel secundario:** Unidad Educativa Fisco-misional “San José”

**Datos personales (Postulantes 2):**

**Nombres y Apellidos:** Edwin Eduardo Guanoluisa Huertas

**Fecha de Nacimiento:** 23 de abril de 1993

**Estado Civil:** Soltero

**Nacionalidad:** ecuatoriana

**Cedula de ciudadanía:** 050293174-4

**Dirección:** Salcedo, Barrio Eloy Alfaro, Calle Sucre y Juan León Mera

**Teléfono:** 0987643141

**Email:** [edwin.guanoluisa1744@utc.edu.ec](mailto:edwin.guanoluisa1744@utc.edu.ec)

**Nivel primario:** Escuela Federico González Suárez

**Nivel secundario:** Bachiller Técnico Industrial “Ramón Barba Naranjo”

**Nivel superior:** ITS “Ramón Barba Naranjo”

**Línea de investigación:**

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

**Sub líneas de investigación de la carrera:**

Control y sistemas inteligentes.

**Tipo de propuesta tecnológica**

La Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz, cuenta con un laboratorio para el desarrollo de prácticas y simulaciones de sistemas industriales automatizados, por medio de dos módulos didácticos, los mismos que no cuentan con tecnología actualizada, según las necesidades del estudiante y el campo técnico industrial.

La propuesta para realizar esta investigación será la implementación de un módulo didáctico que cuente con elementos de mando y maniobra, control, elementos de protección y guías prácticas que permitan a los estudiantes realizar ensayos en los laboratorios fortaleciendo no solo los conocimientos teóricos adquiridos en clases sino también la práctica que se obtiene mediante la interacción con elementos presentes en control y automatización industrial.

## **2. DISEÑO INVESTIGATIVO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

### **2.1. TÍTULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA**

“Diseño e implementación de un módulo experimental para simular procesos de control industrial, en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi”.

## 2.2.TIPO DE PROPUESTA ALCANCE

### a) Multipropósito.

El propósito del proyecto es desarrollar un módulo experimental que permita a los estudiantes realizar prácticas referentes al área de control y automatización industrial, que así mismo puede ser usado para la realización de demostraciones en seminarios. Esto beneficiara a los estudiantes, docentes y a la Institución,

### b) Desarrollo.

El desarrollo del proyecto está destinado a la realización de un módulo que contenga elementos de mando, maniobra, controladores y actuadores; mediante la realización de prácticas y/o pruebas de los estudiantes como docentes, permitiendo así una enseñanza teórico-práctica equilibrada.

## 2.3.ÁREA DEL CONOCIMIENTO

Tabla 2.1. Área del conocimiento del proyecto.

| Campo amplio                             | Campo específico                     | Campo detallado                    |
|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| 07 Ingeniería, industria y construcción. | 071 ingeniería, profesiones a fines. | 0713 Electricidad y energía.       |
|  |                                      | 0714 Electrónica y automatización. |

## 2.4.SINOPSIS DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

Las industrias poseen máquinas controladas por autómatas capaces de realizar una determinada actividad sin la necesidad de un operario, cada una necesita una programación adaptada a sus características, lo que permite abrir un amplio campo de posibilidades en el área del conocimiento, el desarrollo del módulo experimental, permitirá al estudiante familiarizarse con cada uno de los componentes utilizados en automatización y control industrial, esto sin contar con elementos neumáticos; sin dejar de lado las otras materias técnicas.

Se aprovechará elementos industriales de mando, maniobra y control, los mismos que serán acoplados para el desarrollo de una herramienta didáctica, basada en tecnologías de última generación, presentes hoy en día en el área industrial, con la facilidad de realizar cada una de las prácticas de manera digital por medio de un simulador, que facilite el aprendizaje de los estudiantes.

Esta propuesta utiliza recursos y conocimientos de ingeniería eléctrica, control y automatización, con lo cual el estudiante aprenderá a asociar las especialidades técnicas, con la necesidad de solventar problemas y conjugar ideas con los conocimientos adquiridos, teniendo como resultado un buen desempeño y un valor agregado en su vida laboral.

El proyecto permitirá aprovechar los conocimientos de los estudiantes con el manejo de herramientas tecnológicas, mejorando el sistema de enseñanza teórico práctico, lo cual llevará a tener personal capacitado para desarrollar indistintos proyectos según la necesidad de su empresa o campo profesional, por tanto, integrando los recursos humanos a los tecnológicos.

## **2.5.OBJETO DE ESTUDIO Y CAMPO DE ACCIÓN**

### **2.5.1. Objeto de estudio**

Modulo experimental de automatización industrial.

### **2.5.2. Campo de acción**

Control y monitoreo.

## **2.6.SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y PROBLEMA**

### **2.6.1. Situación problemática**

La automatización y el control de procesos se utilizan ampliamente en la industria a nivel mundial por lograr un aumento en la eficiencia del proceso y la calidad del producto, y con esto, la competitividad de las empresas. Esto, a su vez, permitió acelerar el desarrollo de la tecnología de automatización y además acortar el tiempo de adquisición de estas por las empresas para mantenerse en la competencia, creándose entonces un ciclo caracterizado por el desarrollo de nuevas tecnologías y su aplicación por parte de las empresas. La tendencia es que cuando se crea una nueva fábrica o planta industrial, esta es acompañada de la tecnología para su control y supervisión [1].

En la actualidad en Ecuador, se presentan innumerables obstáculos que impiden la entrada de los productos de las pequeñas y medianas empresas al mercado global. Uno de los principales problemas con los que nos encontramos es la relacionada con la ineficiencia de sus procesos de producción, así como la baja calidad de sus productos. El auge de la globalización y la competitividad han dado pie a que las compañías actualmente busquen la manera de entrar y crecer en el mercado, creando así en las empresas una visión futurista de inversión y expansión

como factor de desarrollo. Para ello se busca disminuir los problemas que se presentan y tener una modernización en los equipos para competir con el mercado.

La Universidad Técnica De Cotopaxi, facultad de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas, carrera de Ingeniería Eléctrica En Sistemas Eléctricos De Potencia, cuenta con un laboratorio para el desarrollo de prácticas y simulaciones de sistemas de control, automatización e instalaciones industriales con la existencia de dos módulos didácticos los mismos que cuentan con tecnología obsoleta y fuera de la línea tecnológica actualizada impidiendo el óptimo desarrollo práctico de los estudiantes. Ya que en estos últimos años el desarrollo industrial en la provincia se ha visto en un incremento, donde algunas entidades como la Cámara de Industriales de Cotopaxi en coordinación con el GAD municipal han impulsado la cadena láctea que dinamice el sector agrícola, ganadero e industrial, lo que tendría como consecuencia un incremento en el sector industrial las cuales día tras día necesitarían satisfacer la demanda de sus clientes y para ello sería necesario elementos que le ayuden a acortar esos tiempos de producción, es en este punto donde se necesitaría de profesionales que instalen, operen y mantengan el funcionamiento normal de la industria.

### **2.6.2. Problema**

El desarrollo del trabajo de grado está enfocado en la Universidad Técnica De Cotopaxi, campus la matriz, facultad de Ciencias De La Ingeniería Y Aplicadas, carrera de Ingeniería Eléctrica En Sistemas Eléctricos De Potencia, ya que cuenta con un laboratorio para el desarrollo de prácticas y simulaciones de sistemas industriales automatizados, por medio de dos módulos didácticos, los mismos que no cuentan con tecnología actualizada, según las necesidades del estudiante y el campo técnico industrial.

El proyecto surge como respuesta a la necesidad de poseer un módulo de entrenamiento en automatización industrial, con elementos tecnológicos actualizados, que permitan simular el arranque de motores, frenado de motores, medición de temperatura, sistemas y procesos industriales automáticos por medio de un controlador lógico programable, sin contar con elementos neumáticos, aprovechando cada uno de los elementos presentes dentro del módulo para un óptimo aprendizaje del estudiante en cuanto a manejo y manipulación de los mismos, por medio de un avance progresivo en el desarrollo de prácticas de laboratorio.

## 2.7.HIPÓTESIS O FORMULACIÓN DE PREGUNTAS DIRECTRICES

¿Por qué será de gran ayuda a los estudiantes la implementación de un módulo experimental de control industrial en los laboratorios de la carrera?

Con la implementación del módulo experimental de control industrial en los laboratorios de la carrera, se podrá realizar prácticas y simulaciones de procesos repetitivos que asimilen procesos industriales de la vida real, siendo así de gran ayuda a los estudiantes ya que les permite fortalecer los conocimientos adquiridos en las aulas de clases.

## 2.8.OBJETIVOS

### 2.8.1. General

Implementar un módulo experimental considerando los elementos de mando, maniobra y control, para simular procesos de control industrial en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz en el periodo 2020-2021.

### 2.8.2. Específicos

- Definir los elementos de mando, maniobra, control y protección aplicados en los sistemas de automatización y control industrial.
- Diseñar e implementar un módulo experimental basado en la teoría de control y automatización.
- Realizar guías de práctica de manera que el estudiante tenga una interacción progresiva con todos los elementos existentes en el módulo experimental.

## 2.9.DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES Y TAREAS PROPUESTAS CON LOS OBJETIVOS ESTABLECIDOS

Tabla 2.2. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados

| Objetivos Específicos | Actividades (Tareas)   | Resultados de la actividad  | Descripción de la actividad (técnica e instrumentos)  |
|-----------------------|--|---|---|
|                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Recopilar información sobre los diferentes elementos de mando y maniobra que se van a utilizar</li><li>• Detallar todos los elementos que constan dentro del</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Definición de los niveles jerárquicos de un sistema de control industrial</li><li>• Jerarquización de los elementos que se van a utilizar para la implementación del módulo experimental, así como también,</li></ul> | <p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Análisis documental de textos, artículos, tesis y normativas</li><li>• Investigación característica de</li></ul> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Definir los elementos de mando, maniobra, control y protección aplicados en los sistemas de automatización y control industrial.</b></p> | <p>nivel de campo, nivel de control, nivel de supervisión, y nivel de gestión, según la pirámide de los sistemas de control industrial</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar el modo de funcionamiento y operación de los diferentes controladores y actuadores, así como también de los softwares empleados para realizar circuitos automáticos</li> </ul>      | <p>definición y detalle de los mismos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación teórica del modo de funcionamiento de cada uno de los elementos a utilizar, así como sus características constructivas y modos de operación</li> </ul>   | <p>elementos a utilizar</p> <p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuentes de almacenamiento de datos</li> <li>• Base de datos del fabricante</li> </ul> |
| <p><b>Diseñar e implementar un módulo experimental basado en la teoría de control y automatización.</b></p>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el diseño digital del módulo experimental mediante el software AUTOCAD</li> <li>• Definir un orden para la ubicación de los elementos según su operación y funcionamiento</li> <li>• Considerar las respectivas protecciones eléctricas para tener a salvo de cualquier falla de operación a los equipos y máquinas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño base del módulo experimental considerando las respectivas mediadas de los elementos, máquinas y equipos a utilizar para la implementación del módulo</li> <li>• Ubicar los elementos en un orden establecido. Elementos de potencia y protección, elementos de control y actuadores, elementos de maniobra</li> <li>• Definición de protecciones para el cuadro de control, de la misma manera para el cuadro de potencia y protecciones individuales para cada uno de los equipos (PLC LOGO y Variador de frecuencia)</li> </ul> | <p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño estructural</li> </ul> <p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software</li> </ul> |
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ejecutar pruebas prácticas en el módulo experimental y comprobar el funcionamiento de</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación del funcionamiento de cada uno de los elementos presentes en el módulo mediante el desarrollo de prácticas introductorias</li> </ul>  | <p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de guías prácticas</li> <li>• Aprendizaje progresivo</li> </ul>  |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <p><b>Realizar guías de práctica de manera que el estudiante tenga una interacción progresiva con todos los elementos existentes en el módulo experimental.</b></p> | <p>cada uno de los elementos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar guías de práctica de manera que el estudiante tenga un aprendizaje progresivo según el grado de dificultad</li> <li>Comprobar la conexión PC-LOGO, para el desarrollo de los diferentes circuitos automáticos</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de guías de práctica orientadas a los estudiantes con grados de dificultad progresivos</li> <li>Desarrollo de guías de prácticas mediante el PLC LOGO y comprobación del funcionamiento y conexión ethernet</li> </ul> | <p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Simulador CADe SIMU</li> <li>Modulo Experimental</li> <li>Guías practicas</li> </ul> |
|---|---|---|--|

### 3. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

#### 3.1. Antecedentes

A continuación, se muestra de forma cronológica el desarrollo de algunos trabajos realizados acerca de implementación de módulos didácticos de algunas entidades académicas.

Desarrollo de un módulo didáctico para prácticas de laboratorio de control industrial mediante el uso de un controlador lógico programable LOGO para aplicaciones de arranque e inversiones de giro automáticos en motores eléctricos [2].

Implementación de módulos didácticos como apoyo a la docencia en el área de dispositivos semiconductores de potencia para el aprendizaje práctico de esta disciplina [3].

Sistema de control de temperatura de bajo costo en el módulo educativo de control de nivel que se encuentra actualmente en el Centro de Tecnologías Avanzadas de Manufactura (CETAM), el cual permitirá desarrollar conocimientos teórico-prácticos en el campo de control de procesos, así como en el manejo de los equipos involucrados con la selección adecuadamente los componentes que forman parte del módulo [4].

Diseño de un módulo para prácticas de laboratorio de control industrial aplicando controladores lógicos programables entre las cuales esta LOGO v8 230RCE, PLC S7 1200, para el control automático de motores y la observación en una pantalla LCD táctil [5].

Módulo didáctico con un variador de velocidad de 0,37 kW para el laboratorio de control y automatización – Universidad Cesar Vallejo de Chiclayo”, mediante el desarrollo de prácticas de sistemas automatizados [6].

### 3.2. Control industrial

El control automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de control automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control.

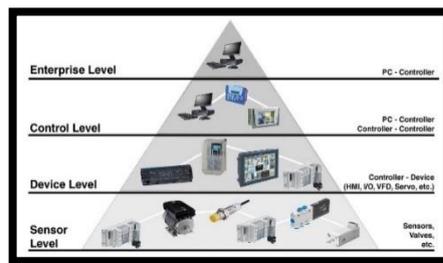
Se usa fundamentalmente porque reduce el costo de los procesos industriales, lo que compensa con creces la inversión en equipo de control. Además, hay muchas ganancias intangibles, como por ejemplo la eliminación de mano de obra pasiva, la cual provoca una demanda equivalente de trabajo especializado y se encuentra ilustrada en la figura 3.1 [7].



**Figura 3.1.** Automatización industrial  
**Fuente:** [8]

### 3.3. Pirámide de automatización

El proceso productivo ha evolucionado de manera ágil desde sus comienzos, gracias a la integración de tecnologías como la electrónica, electricidad, informática y telecomunicaciones. Esta integración de tecnologías queda plasmada en la llamada “pirámide de automatización”, que contiene los cuatro niveles tecnológicos ilustrados en la figura 3.2, se pueden observar en un entorno industrial relacionando las tecnologías entre sí, tanto dentro de cada nivel como entre los distintos niveles a través de los diferentes estándares de comunicaciones industriales [5].



**Figura 3.2.** Pirámide de control industrial moderno  
**Fuente:** [9]

### 3.4. Elementos de control necesarios

En esta sección se explicará de forma detallada los elementos de control que serán necesarios para las prácticas.

#### 3.4.1. Motor eléctrico

El motor de corriente alterna asíncronos, tanto monofásicos como trifásicos, son los que tienen una aplicación más generalizada gracias a su facilidad de utilización, poco mantenimiento y bajo coste de fabricación. Por ello, nos centraremos en la constitución, el funcionamiento y la puesta en marcha de los motores asíncronos de inducción [10].

La velocidad de sincronismo de los motores eléctricos de corriente alterna viene definida por la expresión:

$$n = \frac{60f}{p} \quad (3,1)$$

Donde:

n= Velocidad de sincronismo.

f= Frecuencia de la red.

p= Numero de pares de polos de la máquina.



**Figura 3.3.** Motor eléctrico trifásico asíncrono

**Fuente:** [10]

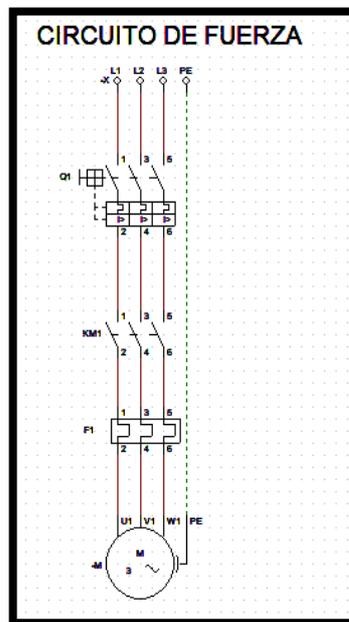
Son muy usados en la industria por sus diversas variedades de potencia y tamaño, casi excluidos en su totalidad de las residencias debido a que en estos sectores no llega la corriente trifásica. En las industrias son empleados para accionar máquinas, herramientas, bombas, montacargas, bandas transportadoras y elevadores [5].

Los motores eléctricos constan de 3 partes:

- **El estator:** Está constituido por un enchapado de hierro al silicio rasurado, generalmente es introducido a presión dentro de una de la carcasa.
- **El rotor:** El rotor es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras forman en realidad una jaula.
- **Los escudos:** Por lo general están hechos de hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se insertan cojinetes sobre los que descansa el eje del rotor. Los escudos deben siempre estar bien ajustados con respecto al estator, porque de ellos depende que el rotor gire libremente, o que tenga “arrastres” o “fricciones” que en este caso serían pérdidas.

El arranque es el proceso que pone en marcha a un motor eléctrico, la principal característica para que el motor inicie su giro, es que al par de arranque debe ser mayor al par resistente de la carga, durante este proceso se da una gran elevación de corriente, lo que ocasiona una baja tensión en las líneas de suministro y esto puede afectar a otros equipos conectados en la línea [5].

Un ejemplo claro del arranque de estos motores puede ser el arranque directo evidenciado en la figura 3.4, se presenta cuando suministramos al motor su tensión nominal, y es aplicado para motores de pequeña potencia, y este arranque puede efectuarse en estrella o en triángulo según los valores de la tensión de la red.



**Figura 3.4.** Conexión directa de un motor trifásico

### 3.4.2. PLC LOGO

En la era de la automatización, las industrias necesitan estar preparadas con dispositivos y equipos, con estándares de calidad internacional. Una de las soluciones más utilizadas en este tipo de industrias es el Controlador Lógico Programable o PLC. Se trata, como su nombre lo indica, de un dispositivo capaz de ser programado para ejecutar diversas tareas de automatización personalizadas según lo requerido.

LOGO Siemens es una de las soluciones más versátiles creadas por esta empresa. Se trata de un Controlador Lógico Programable de muy pequeño tamaño pero gran capacidad ilustrada en la figura 3.5. Destaca por su capacidad de integración con buses estándar industriales. Su pequeño tamaño no lo limita y es capaz de absorber diversas tareas de automatización. LOGO Siemens además es de usabilidad sencilla y cuenta con conexión tipo Ethernet, lo que lo hace aún más flexible. Es una solución a un costo asequible que no pierde potencia y funcionalidad [11].



**Figura 3.5.** PLC LOGO V8 230RCE

**Fuente:** [12]

A través de cada una de sus soluciones, SIEMENS destaca por mejorar la funcionalidad que ofrecen. LOGO no es la excepción, y entra al mercado con varias novedades que valen la pena. Entre las más destacables podemos encontrar:

- **Access Tool:** Una nueva función para pasar valores a tablas de Excel para evaluación.
- **Extensión en el rango de temperatura:** Permite utilizar el dispositivo al aire libre de forma segura.
- **Soft Comfort:** Habilita ejecuciones en Windows de 32 y 64 bits, así como Mac y Linux [11].

Ya sea en la industria, la automatización de edificios o como un aficionado, logo es la opción perfecta para soluciones rápidas, sencillas que ahorran espacio en sistemas de control y retroalimentación.

- **En la industria:** Es usada para automatizar sus procesos. Compatible con el control de compresores, cintas transportadoras y sistemas de control de puertas, etc.
- **En el hogar:** Gracias a las diversas funciones de automatización, aumenta la vida y la seguridad en los edificios [12].

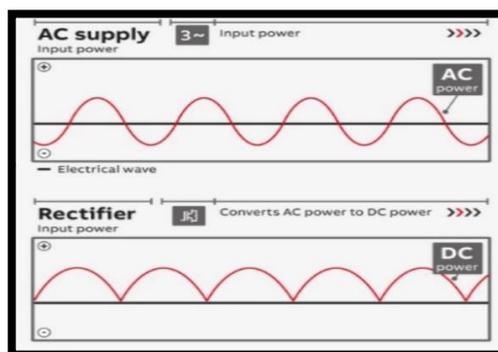
### 3.4.3. Variador de frecuencia

El variador de frecuencia es la solución eficaz para mejorar la eficiencia energética, reducir el consumo de energía y las emisiones de dióxido de carbono. Es un regulador industrial que se encuentra entre la alimentación energética y el motor. La energía de la red pasa por el variador y regula la energía antes de que ésta llegue al motor para luego ajustar la frecuencia y la tensión en función de los requisitos del procedimiento.

Regula la velocidad de motores eléctricos para que la electricidad que llega al motor se ajuste a la demanda real de la aplicación, reduciendo el consumo energético del motor entre un 20 % y un 70 %, reducen la potencia de salida de una aplicación, como una bomba o un ventilador, mediante el control de la velocidad del motor, garantizando que no funcione a una velocidad superior a la necesaria [13].

Así es como funciona el variador de frecuencia:

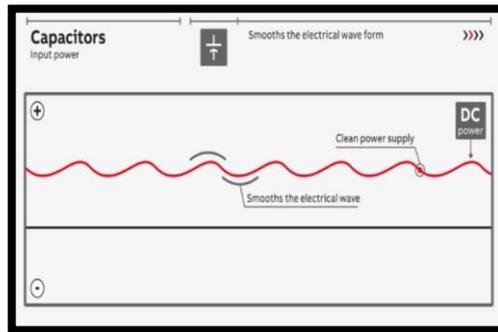
- **Convierte la corriente alterna entrante en corriente continua:** Se alimenta por un rectificador que lo convierte en corriente continua.



**Figura 3.6.** Rectificador de la onda Alterna

**Fuente:** [13]

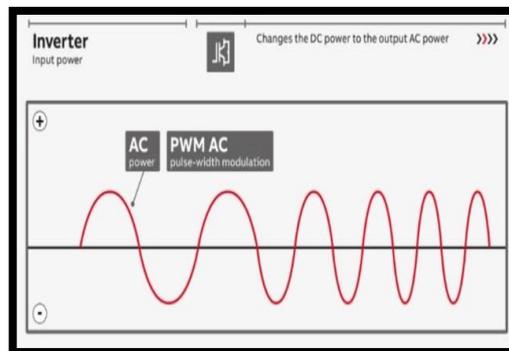
- **Suaviza la onda de CC:** La alimentación de CC se alimenta de los condensadores suavizando la onda y produciendo un suministro de corriente continua limpio.



**Figura 3.7.** Amortiguación de la onda rectificada

**Fuente:** [13]

- **Convierte la corriente continua a corriente alterna:** El variador calcula la tensión y la corriente requeridas por el motor. La energía de CC se alimenta por un inversor que produce energía de CA con la tensión y corriente necesaria.



**Figura 3.8.** Control de tensión y corriente a la salida

**Fuente:** [13]

#### 3.4.4. Guardamotores

Es un dispositivo de protección electromecánico para el circuito principal. Otorgan la posibilidad de arrancar y detener motores manualmente la cual se puede observar en la figura 3.9. Los mismos proporcionan protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de la fase. El beneficio de esto es que representa un ahorro en los costos, espacio y asegura una reacción rápida ante cortocircuitos, ya que permite apagar el motor en milésimas de segundos [14].

Los beneficios:

- Presentan un diseño compacto.

- Permiten que la máquina quede en inactividad por menor tiempo, ya que se protegen los motores.
- Se ahorra en costos de mantenimiento, por el cuidado que se hace del motor.

Las características son:

- Control manual, lo cual permite protección contra cortocircuitos y sobrecargas
- Función de desconexión
- Compensación de temperatura
- Poder de ruptura de un cortocircuito hasta 100 KA



**Figura 3.9.** Guardamotor

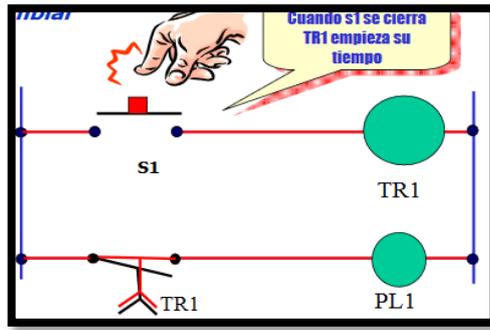
**Fuente:** [14]

Las principales diferencias entre el guarda motor y el relé térmico es que este último no posee poder de corte en caso de avería, y precisará de un contacto auxiliar que desconectará el contactor que alimenta el motor. En cambio, el guarda motor sí posee poder de corte, y es en el mismo momento en que se detecta una sobre intensidad en el motor que el guarda motor efectúa la apertura del circuito [14].

### **3.4.5. Temporizador ON-DELAY**

Los “timers” son dispositivos que cuentan incrementos de tiempo. Son usados, por ejemplo, con los semáforos para controlar el lapso de tiempo entre cambios de señales.

El temporizador on-delay (retardo al energizar) significa que una vez que un timer ha recibido una señal de encendido, su salida cambiará de estado después de un retardo predeterminado, el cual se muestra en la figura 3.10 [15].



**Figura 3.10.** Ejemplo de un temporizador on-delay

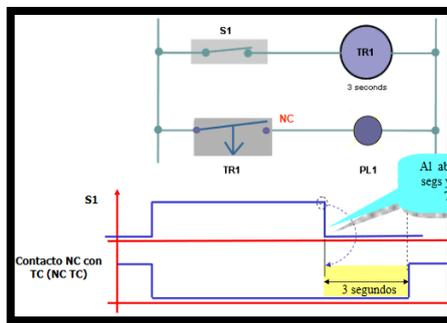
**Fuente:** [15]

En el ejemplo mostrado, un interruptor normalmente abierto, S1, es usado con el timer TR1, que está ajustado para 5 segundos. TR1 es un temporizador on-delay, lo que significa que una vez que recibe una señal de habilitación, debe pasar una cantidad determinada de tiempo antes de que sus contactos puedan cambiar.

### 3.4.6. Temporizador OFF-DELAY

Los "timers" son dispositivos que cuentan incrementos de tiempo. Son usados, por ejemplo, con los semáforos para controlar el lapso de tiempo entre cambios de señales.

El temporizador off-delay (retardo al energizar) significa que cambiará de estado un tiempo predeterminado después de que el timer haya recibido la señal de apagar mostrada en la figura 3.11 [15].



**Figura 3.11.** Ejemplo de un temporizador off-delay

**Fuente:** [15]

Si S1 está cerrado TR1 está activado y la lámpara piloto está apagada. Al abrir S1 transcurren 3 segundos y el contacto NC de TR1 se cerrará.

### 3.4.7. Contactor

Es un dispositivo que, de forma resumida, tiene por función habilitar o cortar un flujo de corriente. Este equipo electromecánico puede ser manipulado a distancia y es clave en el funcionamiento de motores para automatización mostrada en la figura 3.12.

La función entonces del contactor es la de abrir o cerrar circuitos eléctricos vinculados a motores eléctricos. Es por esta razón que son esenciales en la industria [16].



**Figura 3.12.** Contactor

**Fuente:** [16]

El contactor está formado por 4 piezas:

- Carcasa: la base en donde se conectan los conductores.
- Bobina: encargada de transformar la corriente eléctrica.
- Núcleo: apoya el flujo que genera la bobina.
- Armadura: el elemento que cierra el circuito una vez que la bobina se ha energizado [16].

### 3.4.8. Disyuntor Termomagnético

Es un dispositivo que como su nombre indica combina dos efectos, el magnetismo y el calor, para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando se detectan valores mayores a ciertos límites.

Lo que hacer es interrumpir el paso de la corriente cuando detecta que esta sobrepasa ciertos límites. Es por esto que un interruptor termomagnético sirve para proteger un circuito eléctrico de sobrecargas y cortocircuitos [17].



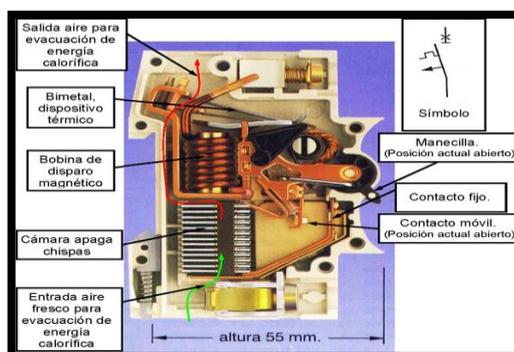
**Figura 3.13.** Disyuntor Termomagnético

**Fuente:** [17]

Cumple la función de fusible en un circuito eléctrico integrado a la red eléctrica, es decir ante el hecho de superar los máximos de corriente eléctrica recibidos, cumple la función de evitar que continúe pasando corriente y así protege los componentes conectados al circuito [17].

Las partes que componen el disyuntor termomagnético son:

- **Bobina metálica:** Es la que garantiza de forma magnética el disparo del interruptor en caso de cortocircuitos.
- **Bimetal:** Garantiza de forma térmica el disparo del interruptor en caso de que haya sobrecargas, es decir cuando supera ciertos límites de temperatura.
- **Contacto móvil:** Abre el circuito en caso de detección de sobrecarga o cortocircuitos.
- **Cámara de extinción:** Se encarga de disipar el arco eléctrico que se genera.



**Figura 3.14.** Partes de un disyuntor termomagnético

**Fuente:** [17]

### 3.4.9. Relé auxiliar de 11 puntas planas

El relé es como un interruptor eléctrico que permite el paso de la corriente eléctrica cuando está cerrado e interrumpirla cuando está abierto, pero que es accionado eléctricamente, no manualmente [18].

Compuesto de una bobina conectada a una corriente, cuando la bobina se activa produce un campo electromagnético que hace que el contacto del relé que está normalmente abierto se cierre y permita el paso de la corriente por un circuito, cuando dejamos de suministrar corriente a la bobina, el campo electromagnético desaparece y el contacto del relé se vuelve a abrir, dejando sin corriente el circuito [18].



**Figura 3.15.** Relé auxiliar 11 puntas planas

**Fuente:** [18]

Sirven para activar un circuito que tiene un consumo considerable de electricidad mediante un circuito de pequeña potencia -de 12 o 24 voltios- que imanta la bobina. Supongamos que queremos motorizar una puerta de un garaje o de la entrada de una finca. Para ello necesitaremos un mando a distancia que consigue activar a través de un receptor esa pequeña carga de potencia que pone en marcha el funcionamiento del relé: la bobina se imantará y cerrará el circuito eléctrico que alimenta el motor que sirve para abrir la puerta. También lo podremos utilizar para encender máquinas y motores, sistemas de alumbrado [18].

En automoción, los relés también son muy utilizados para activar ventiladores, limpiaparabrisas, bocinas, elevelunas. El relé de intermitentes permite que la luz parpadee al activarla y que emita el sonido característico cuando está encendido.

#### **Tipos de relés**

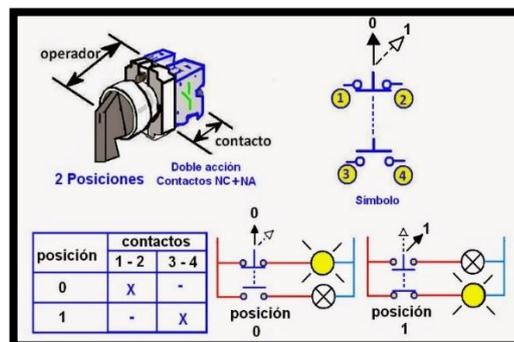
Existen diferentes tipos de relés:

- Relés electromecánicos que tiene variantes según el mecanismo de activación. Pueden ser de tipo armadura, de núcleo móvil, red o de lengüeta, relés polarizados o relés tripolares.
- Relés de estado sólido, que son utilizados en situaciones donde hay un uso continuo de los contactos del relé y se precisa una mayor velocidad en la conmutación.
- Relés de corriente alterna.
- Relé temporizador o de acción retardada. Con estos relés se consigue que la conexión o la desconexión se haga pasado un tiempo determinado.
- Relés térmicos. Se utilizan para proteger los motores de las sobrecargas. Tienen unas láminas metálicas en su interior que se deforman más o menos según el calor. Si llegan a un punto de deformación determinado porque ha aumentado el calor del motor, abren el circuito y no dejan pasar la corriente.
- Relé Arduino. Con una placa de Arduino podemos controlar un relé. Solo tenemos que conectar al relé a uno de los pines de 5 voltios que tiene esta placa. Programando la placa podemos obtener resultados interesantes para controlar encendidos de iluminación y motores [18].

### 3.4.10. Selector

Un selector eléctrico rotativo tiene la función de abrir o cerrar contactos de acuerdo a una posición seleccionada de manera manual.

En cuanto al estado que guardan los contactos es necesario contar o elaborar una tabla de cada posición ya que pueden existir infinidad de combinaciones. Es recomendable verificar si efectivamente se cumple con las funciones de la tabla proporcionada [19].

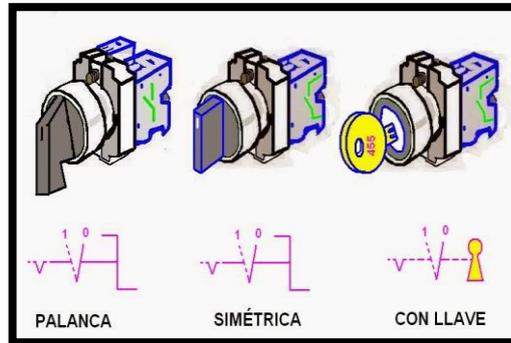


**Figura 3.17.** Selector eléctrico tipo manecilla con palanca

**Fuente:** [19]

Los tipos de operadores de los selectores son:

- Manecilla con palanca,
- Manecilla simétrica
- Selector con llave



**Figura 3.18.** Tipos de operadores de selector

**Fuente:** [19]

#### **3.4.11. Pulsadores normalmente abiertos y normalmente cerrados**

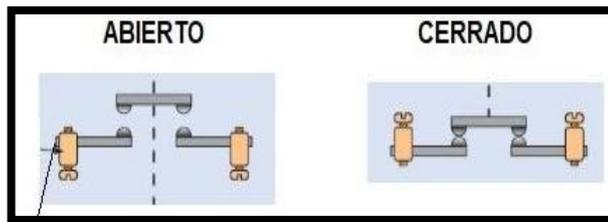
Es un componente eléctrico que permite o impide el paso de la corriente eléctrica cuando se aprieta o pulsa. El pulsador solo se abre o cierra cuando el usuario lo presiona y lo mantiene presionado. Al soltarlo vuelve a su posición inicial [20].



**Figura 3.19.** Tipos de pulsadores

**Fuente:** [20]

El ejemplo más claro es el de un pulsador para activar un timbre de una casa. Lo aprietas y permite el paso de la corriente eléctrica activando el timbre, pero nada más que lo sueltas vuelve a su posición inicial dejando de sonar el timbre.



**Figura 3.20.** Esquema de un pulsador abierto y cerrado

**Fuente:** [20]

- **Pulsador Normalmente Abierto:** Sin pulsarlo está abierto (no deja pasar la corriente). Mientras lo mantengamos pulsado la corriente puede pasar por el pulsador ya que permanece cerrado. Si dejamos de hacer presión (pulsar) sobre el pulsador, vuelve a su posición de reposo o sin pulsar o abierto, impidiendo el paso de nuevo de la corriente eléctrica.
- **Pulsador Normalmente Cerrado:** En su posición de reposo, sin pulsar el pulsador, permite el paso de la corriente, y mientras lo mantengamos pulsador se corta la corriente que pasa a través de él [20].

#### 3.4.12. Luz piloto de señalización

La luz piloto no es más que un indicador de existencia de corriente en algún punto específico del tablero, sirve para indicar a su vez cuando se accionado un pulsador o interruptor [2].



**Figura 3.21.** Luz piloto marca Camsco

**Fuente:** [2]

#### 3.4.13. Termocupla tipo K

Una termocupla o termopar es el sensor de temperatura más empleado a nivel industrial, es popular por cumplir con las funciones de un sensor de temperatura, generando y transmitiendo impulsos eléctricos proporcionales a la temperatura en la que se encuentre instalado y teniendo presente su medio de ejecución [21].

Las termocuplas tipo K son aplicadas en los sistemas de medición de temperatura de los procesos de fundición de metales hasta los 1 300 °C, se deberán usar cuando hay que colocar las termocuplas en vainas muy delgadas.

#### 3.4.14. Controladores de temperatura analógico y digital

Los controladores de temperatura son unos instrumentos que en la actualidad son utilizados para poder regular el estado térmico dentro de algún proceso en el cual el clima sea un factor primordial para el resultado exitoso de un proceso industrial [21].



Figura 3.22. Controlador de temperatura

Fuente: [21]

Se basa en tener una entrada, la cual proviene de un sensor (termopar / Pt100) y a su vez, contar con una salida que se encuentre conectada a un instrumento de control, que pueden ser por ejemplo un ventilador para enfriar, o un calentador para provocar el efecto contrario.

Se pueden clasificar en tres tipos:

- **Los de encendido y apagado:** Este tipo de controladores son los más simples, ya que el tipo de salida de estos dispositivos no cuenta con un punto medio, y simplemente trabajan, o no.
- **Los proporcionales:** Los controladores proporcionales funcionan con un regulador que disminuye la potencia suministrada en el calentador o enfriador a la par con la que la temperatura buscada se va aproximando al punto de ajuste, con lo que se evita que se sobrepase de calor, o le haga falta, manteniendo una temperatura estable todo el tiempo.
- **Los PID:** Este tipo de controlador combina a los dos sistemas (encendido y apagado, y proporcionales), con lo que se logra compensar los cambios de temperatura mediante un control integral, proporcional y derivativo, es decir, que se puede ajustar cada variable de manera individual y por lo tanto la inspección es mucho más precisa [21].

### 3.4.15. Final de carrera

Un final de carrera o interruptor de posición, es un sensor que detecta la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico. Así pues, además de ser los sensores más instalados en el mundo, no dejan de ser sensores de contacto que necesitan estar en contacto con el objeto para detectar la llegada de un elemento móvil a una determinada posición. La salida de los finales de carrera es binaria y la única información que nos da, es si el objeto está en una posición determinada o no.

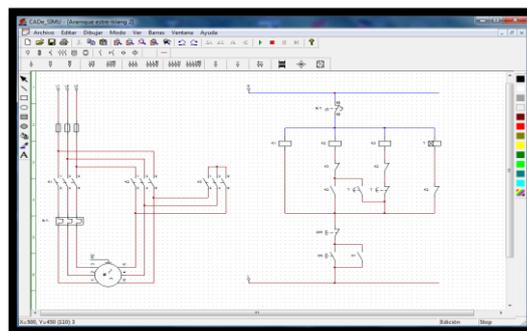
Tienen cuatro partes muy bien diferenciadas de las que vamos a comentar la misión de cada una:

- **Cabezal:** Es la parte que transforma el movimiento del accionador en movimiento de contacto. Cuando el accionador se mueve correctamente, el mecanismo da contacto eléctrico al final de carrera.
- **Cuerpo del interruptor:** El cuerpo del interruptor aloja el bloque de contactos.
- **Bloque de contactos:** Es donde se encuentran los contactos eléctricos del final de carrera.
- **Base:** La base contiene el modo de conexión de los bloques terminales [22].

## 3.5. Softwares aplicados para la simulación de circuitos de control industrial

### 3.5.1. CADe SIMU

CADe SIMU es un pequeño programa que permite dibujar esquemas electrotécnicos que permite insertar los distintos símbolos organizados en librerías de electricidad y electrónica y trazar un circuito eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación [23].



**Figura 3.22.** Esquema realizado en CADe SIMU

**Fuente:** [23]

### 3.5.2. Logo Soft Comfort V8

El software Soft Comfort V8 mostrada en la figura 3.23 sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez. Además, los usuarios pueden transferir una señal de un programa a otro arrastrando y soltando en el programa. Soft Comfort V8 también facilita la migración de los programas de las versiones anteriores [24].



**Figura 3.24.** Logo Soft Comfort V8

**Fuente:** [25]

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1. Modalidad de la investigación

Para el desarrollo de la propuesta tecnológica se aplicó una serie de métodos de investigación.

#### 4.1.1. Método bibliográfico

Este método es importante debido a que permite la obtención de información indispensable contenida en las investigaciones realizadas sobre el tema, ya que por medio de la bibliografía existente se establece de manera científica un marco teórico, donde se presenta la información sobre los antecedentes de investigación, bases teóricas, materiales y equipos.

#### 4.1.2. Método de campo

La utilización de este método permite la recopilación de información de manera precisa en el sitio donde se está por alojar el módulo.

## 4.2. Diseño de la investigación

Para la presente propuesta tecnológica se utilizó un enfoque del tipo descriptivo donde se analizó dos métodos los cuales permiten el desarrollo y la posterior sustentación de la propuesta tecnológica tomando como base el control y automatización industrial, las características de los equipos y su operación en ciertas condiciones.

### 4.2.1. Variables

**Tabla 4.1.** Variable independiente y dependiente.

| <b>Variable independiente</b>  | <b>Variable dependiente</b>                              |
|--|--|
| Modulo experimental para el desarrollo de prácticas de control industrial en el laboratorio de la carrera de Ingeniería Eléctrica. | Elementos de mando, maniobra, controladores y actuadores |

### 4.3. Técnicas

Las técnicas empleadas en este proyecto fue la observación y experimentación.

A través de la técnica de observación se diseñó el módulo la cual considera distancias de seguridad y de separación entre elementos para la fácil manipulación en los estudiantes, elementos que facilitan la conexión de los equipos permitiendo así un ahorro económico para quienes la utilizan, y protecciones.

A través de la técnica de experimentación se realizó las guías prácticas cuales constan de ejemplos sencillo y complejos, permitiendo al estudiante familiarizarse con cada elemento y la forma en que operan.

### 4.4. Instrumentos de investigación

Los instrumentos o elementos utilizados para el desarrollo de la actual propuesta tecnológica están en base al módulo presente en el laboratorio de la carrera, entre las cuales se encuentran los elementos de mando y maniobra, el controlador lógico programable y actuadores. Lo que permitió implementar elementos nuevos y de mejor gama.

#### 4.5. Diseño y selección de los elementos presentes en el modulo

##### 4.5.1. Cálculos de parámetros eléctricos para la selección de elementos

- **Cálculo para selección del guardamotor**

$$\begin{aligned}P_n &= 1 \text{ HP} = 746 \text{ W} \\V_n &= 220 \text{ V a.c.} \\F.P. &= 0,89 \\ \eta &= 85\% \\F.S. &= 1,15\end{aligned}$$

$$PE = \frac{P_n}{\eta} \quad (4,1)$$

$$PE = \frac{746 \text{ W}}{0,85} \approx \mathbf{878 \text{ W}}$$

$$I_n = \frac{PE}{(\sqrt{3} * V * \cos\phi)} \quad (4,2)$$

$$I_n = \frac{878 \text{ W}}{\sqrt{3} * 220 * 0,89}$$

$$I_n = 2,59 \text{ A}$$

$$I_n = 2,59 \text{ A} * 1,15 \approx \mathbf{3 \text{ A}}$$

Se selecciona guardamotors de 6 a 10 amperios ya que en la universidad existen motores de mayor capacidad y el módulo debe estar en la capacidad de trabajar con ese tipo de elementos.

Adicional el motor al trabajar con el variador de frecuencia presenta variaciones de corriente y el guardamotor al tener una corriente superior a la establecida como mínima va a actuar de inmediato es por ello que se ha sobredimensionado este tipo de protección.

- **Cálculo para selección del contactor**

El contactor se ha seleccionado uno de 9 amperios por las mismas condiciones que el guardamotor, y además debe estar en la capacidad de trabajar con otro tipo de motor de similares características.

- **Cálculo de la protección general**

Se calcula la proyección general tomando en cuenta las corrientes nominales de cada elemento

Motor trifásico: 2,5 Amperios  
 Motor monofásico: 3 Amperios  
 Variador de frecuencia: 14 Amperios  
 Bobina de contactores: 0,8 Amperios  
 Luz piloto: 240 mA  
 Relé auxiliar: 0,8 Amperios  
 Controlador de temperatura digital: 4 Amperios  
 Resistencia y Ventilador: 5 Amperios  
 Temporizador: 1 Amperios  
 Fuente conmutada: 5 Amperios

$$I_T = 2,5 + 3 + 14 + (8 * 0,8) + (26 * 0,240) + (6 * 0,8) + 4 + 5 + 1 + 5 = \mathbf{51 A}$$

Al tener una corriente total de 51 Amperios seleccionamos un Breaker de 3 polos de 50 amperios.

- **Cálculo de la protección individual**

La protección bifásica está diseñada con el fin de proteger al variador y otros circuitos de trabajo por medio de dos fases o dos polos, por tal motivo se selecciona un breaker bifásico de 16 Amperios, además se selecciona un breaker de 3 polos de 10 Amperios para la protección de circuitos trifásicos como lo es el motor disponible en el módulo experimental, las protecciones individuales de 1 polo están seleccionadas para el circuito de control en general, además se tiene 8 breakers de 1 polo de 1 Amperio esto con el fin de proteger cada entrada del LOGO V8 230RCE siendo un amperaje mínimo ya que el logo trabaja en sus entradas por medio de señales y no por parte de potencia.

- **Cálculo de la fuente d.c. para el frenado dinámico de motores**

$$V_{Frenado} = I_n * 1,25 * R \quad (4,3)$$

**Donde**

$I_n$  = Corriente nominal del motor.

$R$  = Resistencia de la bobina del motor.

**Datos**

$$I_n = 3 A$$

$$R = 5 \Omega$$

$$V_{Frenado} = 3 Am * 1,25 * 5\Omega$$

$$V_{Frenado} = 18,75 V$$

Como en el mercado no existen fuentes específicas de ese voltaje se selecciona una fuente de 24 V d.c.

#### **4.5.2. Características de los elementos montados en el módulo experimental**

##### **4.5.2.1. Contactor trifásico 9 Amperios CHINT NC1-0910**

- **Descripción**

Estos dispositivos se utilizan para interrumpir o conectar la fuerza de algún actuador eléctrico, por ejemplo, motores o resistencias, por medio de una señal de voltaje de baja potencia. Se clasifican por la capacidad en amperes que soporta cada fase y el voltaje de la bobina

- **Características generales:**

Marca: CHINT

Modelo: NC1-0910

Fases: 3

Amperes: 9

Voltaje de bobina: 127/220 VAC

Dimensiones: 5 x 9 x 7,5 cm (LxWxH)

Contactos auxiliares: 1 NO

Ceja para montaje en riel DIN

Ranura para contactos auxiliares adicionales (se venden por separado)

##### **4.5.2.2. Guardamotor 6 a 10A, CHINT NS2-25-10**

- **Descripción:**

Guardamotor (Disyuntor) trifásico con un campo de regulación de 6 a 10 Amperios, estos contactores son utilizados como dispositivos de protección de los motores tanto monofásicos como trifásicos contra las sobrecargas por desconexión térmica o contra los cortocircuitos por desconexión magnética.

- **Características generales:**

Cantidad de Polos 3

Regulación 6 A a 10 A

Capacidad de Ruptura 100 kA

Tipo Guardamotor

Marca Chint

Montaje DIN

#### **4.5.2.3. Relé auxiliar 11 pines, RELPOL R15-WK**

- **Descripción:**

Los relés electromagnéticos es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electro imán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

- **Características generales.**

3 juegos de contactos NC/NO; 11 Pines planos

Voltaje de conmutación máximo 250 V

Corriente nominal 10 amperios

Capacidad máxima de ruptura 2 500 VA

Bobina 127/220 VAC

Consumo de potencia 2,5 VA

Montaje en base para riel

Relé electromagnético

Peso bruto: 31,48 g

#### **4.5.2.4. CHINT-relé de tiempo JSZ3, 220 V**

- **Descripción:**

El temporizador puede emplearse para infinidad de aplicaciones, según se configuren los switches, es un temporizador a la conexión, con los switches podremos ajustar los tiempos de trabajo.

- **Características generales:**

Temporizador, retardo de tiempo de electricidad.

Nombre de la marca: CHINT

Uso: Protectivo

Carga de contacto: Baja potencia

Teoría: Tiempo del relé

Número de modelo: JSZ3

Se puede personalizar: Sí

Características protegidas: Sellado

Fuente de energía: CA

Voltaje: 220 V

Corriente de calentamiento convencional: 5A

Temperatura ambiente: -5 °C~ + 40 °C

#### **4.5.2.5.Switch Final De Carrera Xz-9101 Xurui**

- **Descripción:**

Es un sensor que detecta la posición de un elemento móvil mediante accionamiento mecánico.

- **Características generales:**

Contactos: 1NA + 1NC

Capacidad: 5 A/250 V

Protección; IP65

Interruptor de doble vía, interruptor interno de doble resorte

Variedad de palancas

Ampliamente utilizado en equipos mecánicos, máquinas automáticas, instrumentos, electro herramienta de movimiento, etc.

#### **4.5.2.6.CHINT NP2-BD2 selector 2 posiciones**

- **Características generales:**

Selector de 2 posiciones tipo NP2 con 1 contacto cerrado y 1 contacto abierto marca CHINT.

#### **4.5.2.7.CHINT NP2-BJ5 selector 3 posiciones**

- **Características generales:**

Selector de 3 posiciones tipo NP3 con 1 contacto cerrado y 2 contactos abiertos marca CHINT.

#### **4.5.2.8.Pulsador 22 mm NC/NA NP2 CHINT**

- **Características generales:**

Pulsador color rojo/verde tipo NP2 de 22mm con 1 contacto cerrado/abierto marca CHINT.

#### **4.5.2.9.Luz piloto CHINT ND16-22D/4**

- **Características generales:**

Luz piloto 22 mm

Voltaje de operación 220 V

Color verde, rojo, amarillo

#### **4.5.2.10. Botonera industrial Plástica**

- **Descripción:**

La estación del botón de empuje se utiliza principalmente en circuito de control industrial.

- **Características generales:**

Nombre del producto Push Button Station

Aislamiento actual  $U_i$  600 V

IEC 60947-5-1

$U_{imp}$  6 kV

Material Plástico, Metal

Tamaño total (no incluir el botón) 13 cm x 6.5 cm x 5cm / 5.1 "x 2,5" x 2 "(L \* W \* H)

Altura total 6 cm / 3,6 "

Color amarillo/blanco

Peso neto 213g

#### **4.5.2.11. Chint Disyuntor Mcb nb1-63 C Tipo 230/400 V 1 polo**

- **Descripción:**

Para la protección de cables y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos en sistemas domésticos.

- **Características generales:**

Corriente nominal: 1, 10 A

Numero de polos: 1 polo

Tensión nominal  $U_e$ : 230 V

Tensión de aislamiento  $U_i$ : 300 V

Frecuencia nominal: 50/60 Hz

Poder de corte nominal: 4,5 KA

Vida eléctrica: 4 000 maniobras

Vida mecánica: 1 0000 maniobras

Grado de protección: IP20

#### **4.5.2.12. CHINT Disyuntor NB1-C16-2P - 16 A, 2 polos**

- **Descripción:**

Para la protección de cables y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos en sistemas domésticos.

- **Características generales:**

Corriente nominal: 16 A  
Numero de polos: 2 polos  
Tensión nominal Ue: 230 V  
Tensión de aislamiento Ui: 300 V  
Frecuencia nominal: 50/60 Hz  
Poder de corte nominal: 4,5 KA  
Vida eléctrica: 4 000 maniobras  
Vida mecánica: 10 000 maniobras  
Grado de protección: IP20

#### **4.5.2.13. CHINT disyuntor NB1H-3P, 50 Amperios**

- **Descripción:**

Para la protección de cables y equipos contra sobrecargas y cortocircuitos en sistemas domésticos.

- **Características generales:**

Corriente nominal: 50 A  
Numero de polos: 3 polos  
Tensión nominal Ue: 400 V  
Tensión de aislamiento Ui: 600 V  
Frecuencia nominal: 50/60 Hz  
Poder de corte nominal: 6 KA  
Vida eléctrica: 4 000 maniobras  
Vida mecánica: 10 000 maniobras  
Grado de protección: IP45

#### **4.5.2.14. Repartidor riel trifásico 4P 125A 8 Módulos 15 Conexiones**

- **Descripción:**

Repartidor de riel trifásico tetrapolar 140 mm (8 elementos) de ancho, con un total de 15 conexiones, 4 conexiones máximo 25 mm<sup>2</sup> y 11 conexiones máximo 6 mm<sup>2</sup>.

- **Características generales:**

Soporte de montaje: Riel DIN  
Numero de polos: 4 Polos  
Salidas de bloque de distribución: 4x12 Agujeros  
Tensión nominal de empleo: 230 VAC Fase/N  
Tensión nominal de aislamiento: 500 VAC

Resistencia de picos de tensión 8 kV

Corriente nominal de empleo: 125 Amperios

Altura: 100 mm

Anchura: 126 mm

Profundidad: 50,5 mm

Peso del producto: 0,386 kg

#### **4.5.2.15. LOGO 230RC, MOD. LÓGICO, DISPLAY AL/E/S: 115V/230V/RELÉ 8 ED/4 SD, MEM. 200**

- **Características generales:**

Modelo: LOGO 230RC

Fabricante: SIEMENS

Montaje: Sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho

Tensión de alimentación: 115/230 VAC

Rango admisible, límite inferior: 100 V

Rango admisible, límite superior: 253 V

Cantidad/entradas binarias: 8

Número/salidas binarias: 4 Relés

Poder de corte de los contactos con carga inductiva, máx.: 3 A

Poder de corte/contactos/con carga resistiva/máximo: 10 A

Anchura: 72 mm

Altura: 90 mm

Profundidad: 55mm

#### **4.5.2.16. Variador de frecuencia 2 HP, Kinco**

- **Descripción:**

Los variadores KINCO satisfacen los requisitos de alto rendimiento mediante el uso de un método de control exclusivo para lograr un alto par, alta precisión y amplio rango de ajuste de velocidad.

Su función anti disparo y la capacidad de adaptación a la red de energía severa, la temperatura, la humedad y el entorno polvoriento superan a los de productos similares fabricados por otras compañías, lo que mejora notablemente la confiabilidad del producto.

- **Características generales:**

Potencia: 1,5 KW

Voltaje de entrada: CA 1 PH 220 V 14 A – 50/60 Hz

Voltaje de salida: CA 3 PH 220 V 7,5 A – 0-300 Hz

Temperatura ambiente: -10 °C – 40 °C

Grado de protección: IP20

Instalación: Empotrado en Módulo

#### **4.5.2.17. Controlador de temperatura digital BERM REX C100**

- **Características generales:**

Valor de proceso (PV), valor de configuración (SV)

La salida, la alarma y el autoajuste se pueden indicar mediante: LED

Control de PIN (incluido ENCENDIDO / APAGADO, PID paso a paso y PID continuo)

Control de autoajuste

Salida de relé: capacidad de contacto 250 V a.c. 3A (carga resistiva)

Salida de función de alarma: 2 vías

Voltaje de alimentación: 100-240 VAC

Frecuencia de operación: 50/60 Hz

Salida: SSR (Relé de estado sólido)

Rango de temperatura: 0° a 400 °C

Resistencia de aislamiento: > 50 M ohm (500 V d.c.)

Resistencia de aislamiento: 1 500 V a.c./ min

Resistencia de aislamiento: Consumo de energía <10 VA

Temperatura del entorno: 0 ~ 50 °C

#### **4.5.2.18. Termocupla tipo K WRNT-01**

- **Características generales:**

Longitud: 1 M

Diámetro del sensor: 4,5 mm

Rango de temperatura: 0° - 800 °C

Aislamiento interno: fibra de vidrio

Blindaje externo: blindaje aislado

#### **4.5.2.19. Relé de estado sólido SSR**

- **Características generales:**

Rango de voltaje de salida: Tipo estándar

Corriente de salida: 25 A

Voltaje de entrada: CD 3-32V

Voltaje de salida: 24 V- 380 V a.c.

#### 4.5.2.20. Motor trifásico SIEMENS

- **Características generales:**

Potencia: 1 HP/0,75 kW

Factor de servicio: 1,15

Grado de protección: IP55

Conexiones: 220 YY (3,5 A)

Peso: 6 kg

Frecuencia: 60 Hz

Factor de potencia: 0,89

RPM: 3 320 RPM



Figura 4.1. Motor Siemens trifásico

#### 4.5.2.21. Motor monofásico

- **Características generales:**

Potencia: 1/6 HP/0,12 kW

Voltaje: 120 V

Polos: 4 polos

Frecuencia: 60 Hz

RPM: 1720 RPM

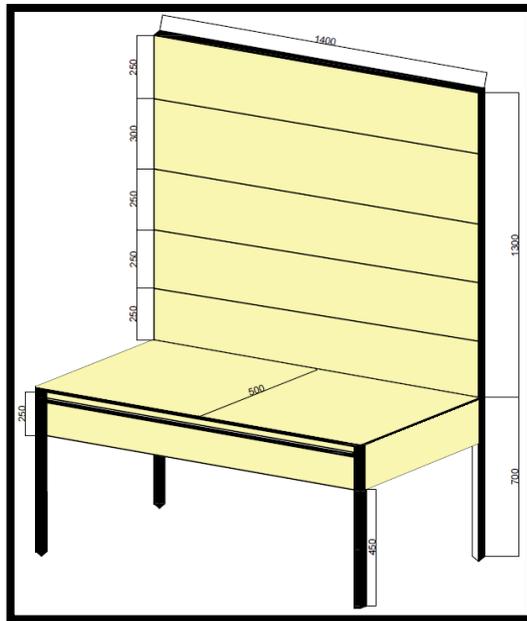
AMP: 3 A



Figura 4.2. Motor monofásico

### 4.5.3. Diseño estructural base del módulo experimental previo a la construcción

El diseño estructural del módulo se la realizo con las siguientes dimensiones teniendo en cuenta espacios de los equipos y elementos a montar, además espacios prudentes de manipulación para el operador.



**Figura 4.3.** Diseño del módulo en AutoCAD

El diseño del cajón en la parte inferior fue pensado en los estudiantes, que en este caso son los que ocuparan el módulo. El espacio está diseñado para guardar equipos y materiales, así mismo sus pertenencias, esto en vista que en los laboratorios no se contaba con un espacio para este tipo de cosas causando que haya un desorden o incluso confusiones durante las prácticas.



**Figura 4.4.** Estructura final del módulo construida

El módulo fue construido con tol, recubierta con pintura electroestática al horno, el cual de la una propiedad dieléctrica completa.

#### 4.6. Diseño y montaje de los elementos del módulo experimental

Durante la elaboración del proyecto se utilizaron diferentes procesos y materiales.

Se realizó el dimensionamiento de los elementos en AutoCAD el cual se muestra en la figura 4.4 tomando en cuenta las medidas exactas de cada elemento, distancias de seguridad entre los conectores tipo banana hembra, y también distancias prudentes para la manipulación y operación del módulo experimental, para posteriormente realizar los cortes y perforaciones exactas.

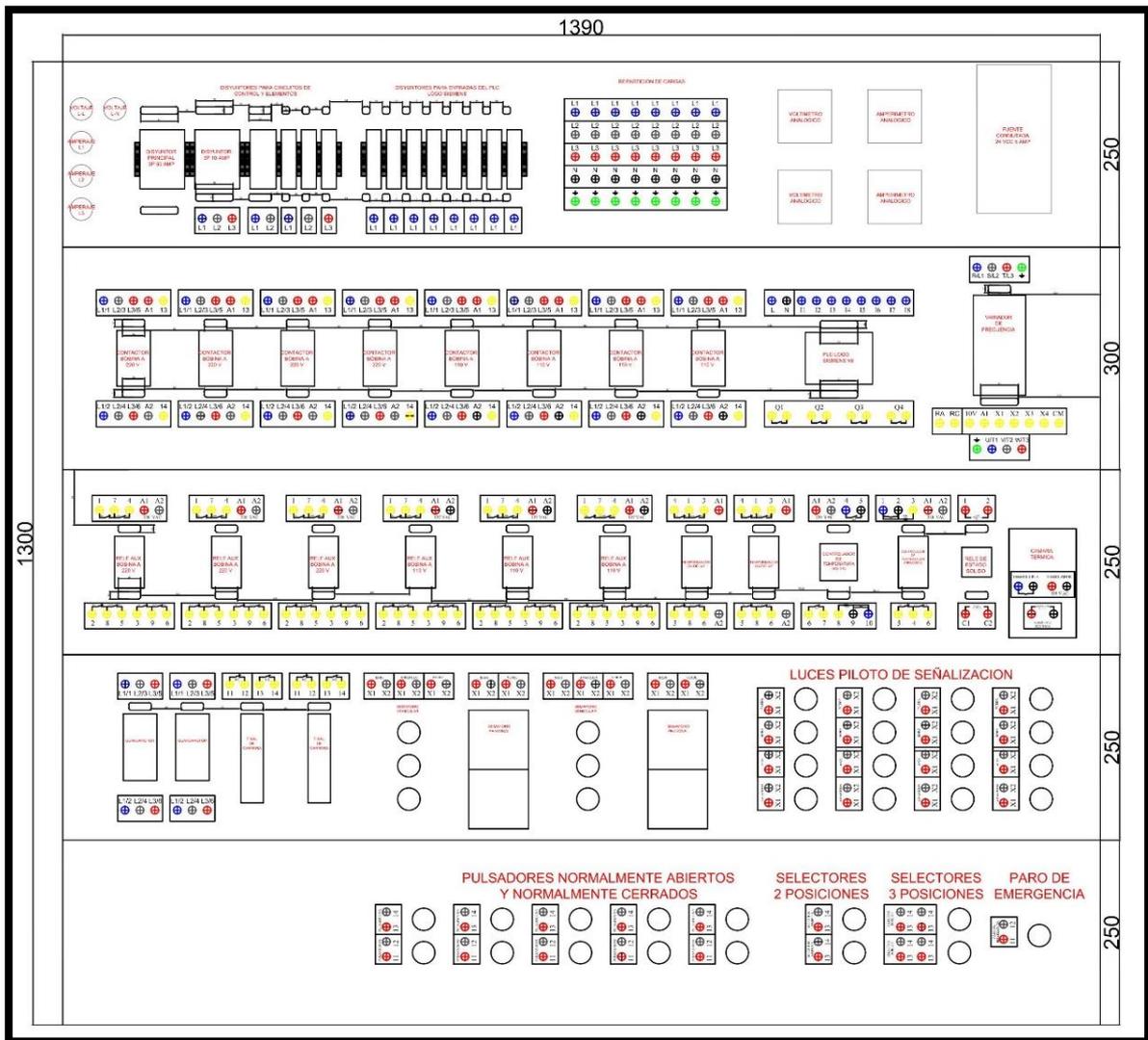
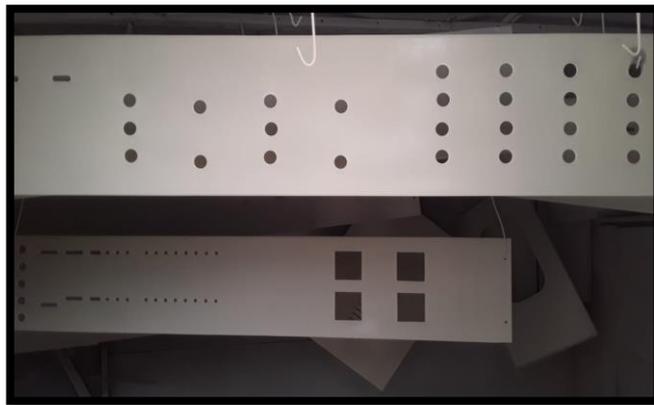


Figura 4.5. Dimensionamiento de los elementos del módulo en AutoCAD

En el apartado de anexos se explicará de una forma detallada cada elemento. Una vez realizado el diseño se empezó con las mediciones de las láminas y de la estructura del módulo mostrado en la figura 4.5.

Con las medidas exactas de ubicación de cada uno de los elementos se realizó los trazos de corte y perforación en cada una de las bandejas, una vez finalizado el corte y las perforaciones de las láminas se procedió al pintado en horno con pintura electroestática, teniendo como referencia del trabajo realizado en la figura 4.6.



**Figura 4.6.** Pintura electroestática al horno

Para el armado de la estructura base del módulo experimental se utilizó material de acero inoxidable, dando una mayor firmeza al módulo y duración por sus propiedades anticorrosivas, además da una mayor protección por medio de la pintura al horno.



**Figura 4.7.** Estructura del módulo experimental después del proceso de pintura al horno

Una vez terminada la construcción de la estructura se procedió al armado de los elementos según la descripción del plano anteriormente mencionado y mostrada en la figura 4.5. en donde se utilizaron herramientas como talados de mano, destornilladores, set de alicates, set de rachas, set de llaves de boca y corona, brocas de diferentes medidas.



**Figura 4.8.** Implementación de los elementos según el diseño del módulo experimental

Con la implementación de los elementos se procedió a la colocación de los Jack tipo banana hembra, las cuales basan sus colores en la normativa NEC Tabla 4.2, facilitando una mayor identificación de los elementos y sus conexiones.



**Figura 4.9.** Colocación de los Jack banana

**Tabla 4.2.** Código de colores según la norma NEC

| <b>CÓDIGO DE COLORES.</b> |                   |
|---------------------------|-------------------|
| <b>CONDUCTOR</b>          | <b>COLOR</b>      |
| Neutro                    | Blanco            |
| Tierra                    | Verde             |
| Fase                      | Rojo, azul, negro |

Se utilizó el color:

- Azul: Línea 1 o fase 1.
- Negro: Línea 2 o fase 2.
- Rojo: Línea 3 o fase 3.
- Blanco: Neutro.
- Verde: Tierra.
- Amarillo: Señales de entrada o salida.

Las líneas de alimentación y entradas del logo van del mismo color que la línea 1 por motivos de recomendación técnica del manual.

De igual manera para las salidas de corriente continua se usó el color:

Rojo: Positivo

Azul: Negativo

Luego de finalizar con el cableado y montaje de los jakcs banana, se etiqueto cada uno de los elementos con su respectivo nombre y señalización especifica según como se detalla en las guías de prácticas, también se realizó el montaje de los motores en la parte inferior del módulo experimental Figura 4.10.



**Figura 4.10.** Módulo experimental completo con todos sus elementos señalizaciones

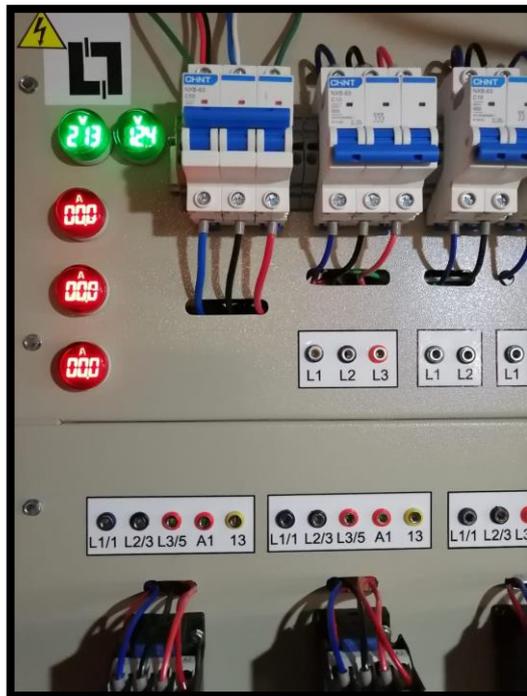
## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para realizar las pruebas del modulo experimental una vez finalizado el montaje de los diferentes elementos, así como también sus conectores Jack tipo banana hembra se procedió a realizar las diferentes pruebas:

- Mando básico de un contactor (enclavamiento) Lógica cableada
- Mando básico de un contactor lógica programada (LOGO V8 230RCE)

- Arranque de un motor trifásico por medio del Variador de Frecuencia CV20, control desde el panel
- Inversión de giro de un motor trifásico por medio del Variador de Frecuencia CV20, control desde el panel y control desde un mando remoto (Selector de 3 posiciones)
- Frenado dinámico e inversión de giro de un motor trifásico por medio del Variador de Frecuencia CV20 control desde un mando remoto (Selector de 3 posiciones)

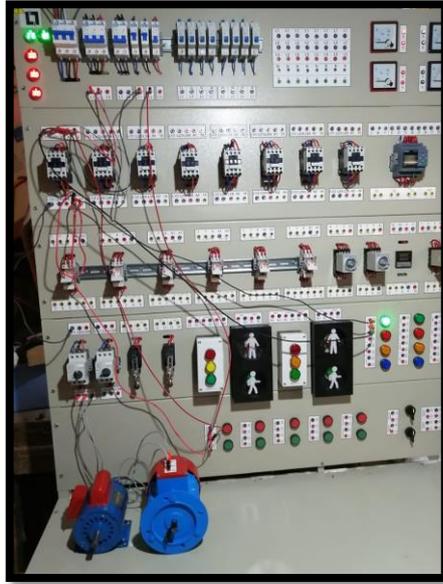
Para realizar cada una de las pruebas establecidas se energizó el módulo experimental y esto se lo pudo comprobar por medio de las luces led de señalización colocadas en la primera bandeja parte superior derecha, las cuales nos dan los valores de voltaje línea-línea y línea-neutro, además los valores de corriente de cada una de las líneas, Figura 5.1.



**Figura 5.1.** Visualización de valores de voltaje y corriente del modulo experimental

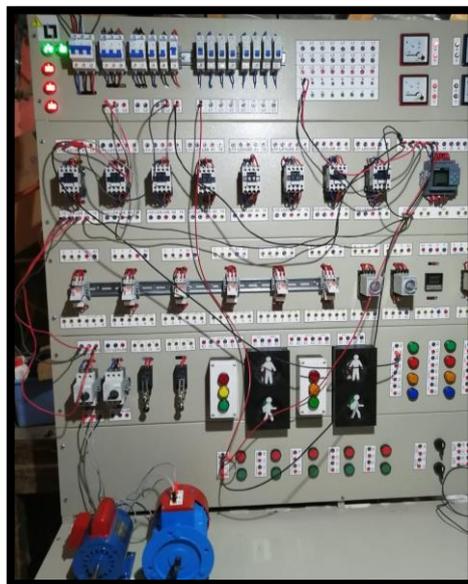
Una de las primeras pruebas realizadas fue el mando básico de un contactor para el arranque de un motor trifásico, teniendo un pulsador de paro y un pulsador de marcha dentro de este circuito, además se utilizó una luz piloto de señalización para saber que el circuito esta funcionando ya que en una imagen no se puede visualizar como esta encendido el motor, teniendo un funcionamiento correcto de cada uno de los elementos considerados en esta prueba, cabe destacar que esta prueba fue realizada por medio de lógica cableada Figura 5.2., adicional a esto

se procedió a energizar cada uno de los relés, contactores, luces piloto de señalización para comprobar su funcionamiento y una vez finalizada la prueba no se presentó ninguna novedad.



**Figura 5.2.** Primera prueba realizada en el módulo experimental mando básico de un contactor lógica cableada

En la prueba de mando básico de un contactor por medio de lógica programada con el LOGO V8 230RCE Figura 5.3., no se presentó ninguna novedad, llegando al resultado de que el LOGO funciona de una manera correcta permitiendo realizar cualquier tipo de práctica, además se comprobó el funcionamiento de cada uno de sus breakers de protección individual de las entradas, así como también cada contacto de salida.



**Figura 5.3.** Prueba mando básico de un contactor mediante el LOGO V8 230 RCE

Para visualizar el funcionamiento de cada una de las entradas, así como de las salidas se lo realizado por medio de la pantalla digital existente en el LOGO V8 230 RCE, una vez que se da inicio al programa mediante las teclas de navegación existe la opción de comprobar o verificar que entrada o salida esta siendo activada, en este caso no tenemos ninguna entrada activada en este momento de la prueba Figura 5.4.



**Figura 5.4.** Entradas activas en la pantalla digital del LOGO V8 230RCE

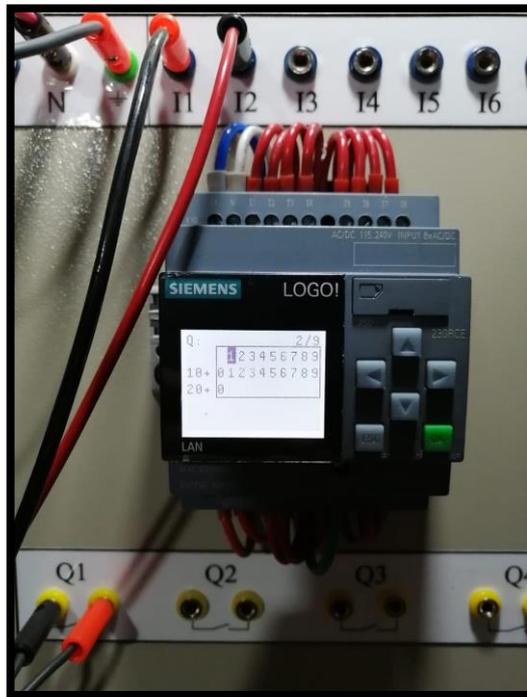
Una vez que se da el paso de energía una de las entradas programadas se queda activada de manera permanente ya que esta entrada corresponde al pulsador de paro (NC), Figura 5.5., al momento de realizar la acción de arranque por medio del pulsador de marcha (NA) podemos observar que se marca de negro el numero correspondiente a esta entrada Figura 5.6., además se pudo verificar el accionamiento de la salida Q1, situándonos en el cuadro de verificación de salidas y se observó que al dar el pulso de marcha se cierra el contacto de la salida y esta se queda enclavada y además se marca de negro el numero correspondiente a la salida programada Figura 5.7.



**Figura 5.5.** Entrada I2 activada por medio del pulsador de paro (NC)



**Figura 5.6.** Entrada I1 activada por medio del pulsador de marcha (NA)



**Figura 5.7.** Salida Q1 activada, enclavamiento del contactor

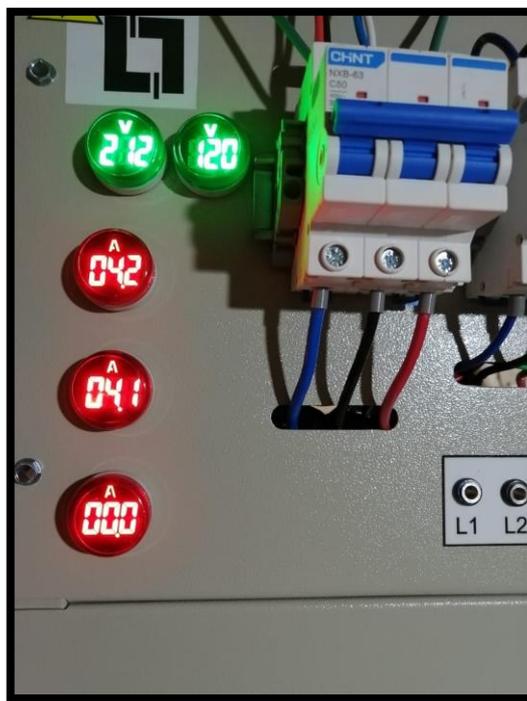
Se energizó el variador de frecuencia para iniciar con la configuración de parámetros básicos de funcionamientos y realizar las pruebas de variación de velocidad con el motor, se configura que el variador inicie su funcionamiento en una frecuencia establecida en 10 Hz. Además, se configuro que el variador tenga un límite máximo de funcionamiento de 60 Hz, estas configuraciones iniciales se las realiza con el fin de realizar pruebas de funcionamiento del variador, teniendo un resultado favorable a todo lo realizado.

Una siguiente prueba se configura el variador que inicie su trabajo a una frecuencia de 0 Hz y el límite máximo de 60 Hz, estas pruebas iniciales se las realiza desde el panel de control de una manera manual.

Según la variación de la frecuencia se obtuvo:

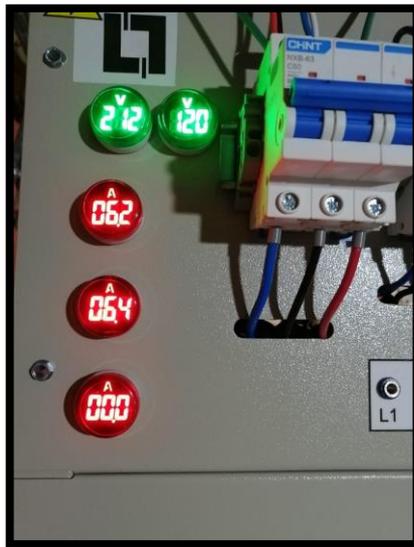
- La variacion de corriente del motor conforme se va variando la frecuencia del variador de velocidad, teniendo una corriente de 1.2 Amperios a una frecuencia de 10 Hz.
- De la misma manera se observa que el motor tiene un incremento de su corriente de trabajo conforme se va incrementando su frecuencia, teniendo una corriente de 2.2 amperios a una frecuencia de 20 Hz

- La corriente del motor es de 3.3 amperios a una corriente de 30 Hz, este incremento de corriente se da debido a la variación de velocidad y su cambio en el rendimiento del motor.
- A una frecuencia de 40 Hz tenemos una corriente de 4.5 Amperios, seguimos observando un incremento casi proporcional de la corriente conforme se va incrementando la frecuencia.
- En una frecuencia de 45 Hz el motor llega a un punto máximo de su corriente de funcionamiento que es 5.7 amperios y posterior a este valor la corriente comienza a disminuir según sea mayor el incremento de la frecuencia hasta llegar hasta su límite máximo establecido.
- El valor de corriente en condiciones normales de funcionamiento, en una frecuencia de 60 Hz es el valor de corriente nominal del motor.



**Figura 5.8.** Variación de la frecuencia de trabajo e incremento de la corriente en cada una de las líneas

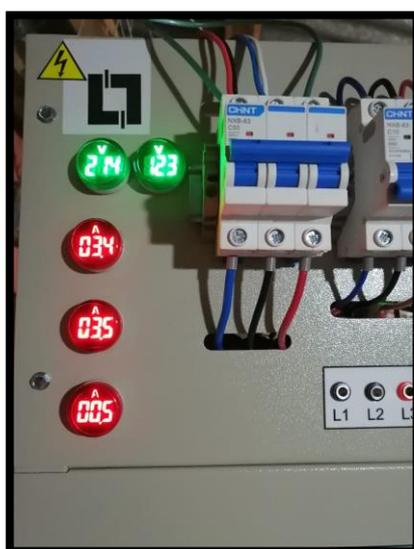
En la Figura 5.8. podemos observar que únicamente dos líneas presentan un valor de corriente y la tercera línea arroja un valor cero de corriente, esto es debido a que el variador de frecuencia tiene un voltaje de funcionamiento monofásico a 220 V a.c. y en este instante la frecuencia del variador estaba establecida de 42 Hz.



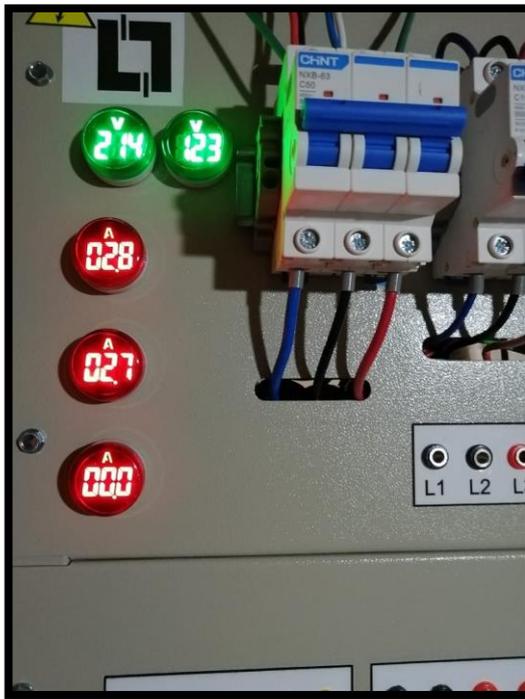
**Figura 5.9.** Corriente de arranque del motor trifásico al momento de realizar una inversión de giro por medio del variador de frecuencia CV20

En la Figura 5.9. podemos observar una corriente superior a la nominal del motor, esto es debido a que en el variador de frecuencia CV20 se programó un arranque instantáneo para realizar una inversión de giro manual por medio de un selector de 3 posiciones, el arranque instantáneo del motor se da que al momento del encendido el motor entra en funcionamiento en su frecuencia establecida o programada.

Además, se realizó una prueba de arranque suave del motor teniendo como resultado una corriente cercana a la nominal del motor Figura 5.10., y de la misma manera un paro suave del motor observando que la corriente va disminuyendo conforme disminuye la frecuencia de trabajo del motor Figura 5.11.



**Figura 5.10.** Corriente de arranque suave del motor trifásico por medio del variador de frecuencia



**Figura 5.11.** Corriente de apagado suave del motor por medio del variador de frecuencia

Adicional a estas pruebas realizadas se procedió a realizar la programación de parámetros de funcionamiento del controlador digital de temperatura y pruebas de funcionamiento de la termocupla, teniendo un resultado favorable en la medición de la variación de temperatura y teniendo también como un resultado adicional la alerta de alarmas y funcionamiento correcto de sus señales de trabajo Figura 5.12.



**Figura 5.12.** Programación de los parámetros del controlador digital

## 6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

### 6.1. Análisis de impactos

A continuación, se procederá al detalle de los impactos en la presente propuesta tecnológica:

#### 6.1.1. Impacto social

Cuando habla del impacto social se lo hace en base a los individuos que resultan beneficiados de manera directa con la implementación del módulo experimental, la cual tiene un potencial enorme para fortalecer el conocimiento teórico-práctico de los estudiantes, es decir que al implementarse una automatización en el campo eléctrico, permite que los estudiantes y docentes fomenten una mejor comprensión del control y la automatización industrial que hoy en día son necesarios en todo campo ocupacional.

#### 6.1.2. Impacto tecnológico

La presente propuesta tecnológica busca aprovechar al máximo el avance tecnológico en equipos eléctricos, este tiene como finalidad la preparación en el área del control y automatización industrial permitiendo obtener estudiantes mejor preparados.

#### 6.1.3. Impacto ambiental

En este aspecto se engloba todo lo que se refiere a la contaminación ambiental, se tiene que el módulo experimental utiliza dispositivos eléctricos y electrónicos que no emiten ningún tipo de contaminación al medio ambiente, la única contaminación que podría suscitarse en este tipo de elementos se da a largo plazo cuando cumplen su vida útil o presentan desperfectos y se convierten en basura electrónica, cuando sucede esto necesita un reciclaje adecuado.

### 6.2. Presupuesto

A continuación, se procederá al detalle del presupuesto de la implementación del módulo:

**Tabla 6.1.** Costos del material eléctrico

| <b>MATERIAL ELÉCTRICO GASTOS DIRECTOS</b> |   |                 |                       |                    |
|---|---|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <b>Ítem</b>                               | <b>Descripción</b>                            | <b>Cantidad</b> | <b>Valor Unitario</b> | <b>Valor Total</b> |
| 1   | TIMER CHINT JSZ3 A-C AC220V 5S-30MIN 2C       | 2,00            | 10,00                 | 20,00              |
| 2   | BLOQUE/DISTRIBUCIÓN FATO 4X125AMP 15 ESPACIOS | 1,00            | 16,99                 | 16,99              |
| 3   | CAJA PLAST CNC 1HUECO 22MM BOX1               | 1,00            | 1,44                  | 1,44               |
| 4   | CAJA PLAST CNC 4HUECOS BOX4                   | 2,00            | 3,55                  | 7,10               |

| Ítem | Descripción   | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total |
|------|---|----------|----------------|-------------|
| 5    | CAJA EBCHQ 4 HUECOS   | 4,00     | 4,65           | 18,60       |
| 6    | CAJA EBCHQ 3 HUECOS   | 2,00     | 4,04           | 8,08        |
| 7    | DISYUNTOR CHINT 1P 1AMP 3KA P RIEL  | 8,00     | 2,26           | 18,08       |
| 8    | DISYUNTOR CHINT 1P 10AMP 3KA P RIEL   | 3,00     | 2,45           | 7,35        |
| 9    | DISYUNTOR CHINT 2P 16AMP 6KA P RIEL   | 1,00     | 4,66           | 4,66        |
| 10   | DISYUNTOR CHINT 3P 10AMP 6KA P RIEL   | 1,00     | 7,50           | 7,50        |
| 11   | DISYUNTOR CHINT 3P 50AMP 6KA P RIEL   | 1,00     | 8,00           | 8,00        |
| 12   | BASE CHINT JSZ3 CZS08X-E RECTANGULAR  | 2,00     | 1,50           | 3,00        |
| 13   | LUZ PILOTO CHINT VERDE/AMARILLA N16-22D/4 220V 22MM   | 8,00     | 1,90           | 15,20       |
| 14   | LUZ PILOTO CHINT ROJO/AZUL ND16-22D/4 220V 22MM   | 8,00     | 1,90           | 15,20       |
| 15   | SELECTOR CHINT 3POS NP2-EJ35/EJ33 1N/O+1N/C 22MM  | 2,00     | 2,48           | 4,96        |
| 16   | SELECTOR CHINT 2POS NP2-EJ25/EJ23 1N/O+1N/C 22MM  | 2,00     | 2,25           | 4,50        |
| 17   | PULSADOR CHINT VERDE NP2-EA33/NP2-EA31 2N/O-2NA   | 5,00     | 2,10           | 10,50       |
| 18   | PULSADOR CHINT RO/VER/AM/BL/AZ NP2-EA43 2N/C  | 5,00     | 2,10           | 10,50       |
| 19   | CONTACTOR CHINT 3P NXC 09 9 AMP 220 V   | 4,00     | 9,50           | 38,00       |
| 20   | CONTACTOR CHINT 3P NXC 09 9 AMP 120 V   | 4,00     | 9,50           | 38,00       |
| 21   | GUARDAMOTOR CHINT NS2-25 6-10 AMP   | 2,00     | 27,00          | 54,00       |
| 22   | RELÉ AUX RELPOL 3 CONT. 220 VAC 10 AMP  | 3,00     | 7,50           | 22,50       |
| 23   | RELÉ AUX RELPOL 3 CONT. 120 VAC 10 AMP  | 3,00     | 7,50           | 22,50       |
| 24   | BASE RELPOL 11 PIN/PLANAS   | 6,00     | 5,50           | 33,00       |
| 25   | LIMIT SWITCH XURUI MET/REAJUSTABLE  | 2,00     | 14,50          | 29,00       |
| 26   | CINTA VINIL BLANCA BRADY  | 1,00     | 29,00          | 29,00       |
| 27   | CONTROLADOR DE TEMPERATURA DIGITAL  | 1,00     | 45,00          | 45,00       |
| 28   | CONTROLADOR DE TEMPERATURA ANALÓGICO  | 1,00     | 30,00          | 30,00       |
| 29   | TERMOCUPLA TIPO K   | 1,00     | 5,50           | 5,50        |
| 30   | RELÉ DE ESTADO SOLIDO   | 1,00     | 6,00           | 6,00        |
| 31   | VARIADOR DE FRECUENCIA KINCO 2 HP (1.5 KW), Entrada Monofásica 220V, Salida Trifásica 220 V | 1,00     | 160,00         | 160,00      |
| 32   | PLC LOGO SIEMENS V8, 230 RCE  | 1,00     | 160,00         | 160,00      |
| 33   | AMPERÍMETRO ANALÓGICO, 72X72 MM, 30 AMP   | 2,00     | 10,30          | 20,60       |
| 34   | VOLTÍMETRO ANALÓGICO 0-300 VAC 72X72 MM   | 2,00     | 10,30          | 20,60       |
| 35   | AMPERÍMETRO DIGITAL CON TC 100 AMP 22 MM  | 3,00     | 6,50           | 19,50       |
| 36   | VOLTÍMETRO DIGITAL 50-500 VAC 22 MM   | 2,00     | 6,50           | 13,00       |
| 37   | TERMINAL TIPO OJO AZUL 1/4 14-16 AWG RV2-6  | 400,00   | 0,0525         | 21,00       |

| Ítem            | Descripción   | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total    |
|-----------------|---|----------|----------------|----------------|
| 38              | TERMINAL TIPO OJO AMARILLO 12-10 AWG VF5,5-5        | 100,00   | 0,115          | 11,45          |
| 39              | VENTILADOR METÁLICO 3" 110 V                        | 1,00     | 7,60           | 7,60           |
| 40              | FUENTE CONMUTADA 24 V DC 5 A                        | 1,00     | 20,00          | 20,00          |
| 41              | TABLERO MODULAR, 5 BANDEJAS, 2 CAJONES, TUBO RÍGIDO | 1,00     | 230,00         | 230,00         |
| 42              | PINTURA ELECTROSTÁTICA CREMA SQD; HORNO 160 GRADOS  | 1,00     | 90,00          | 90,00          |
| 43              | TROQUELADO  | 100,00   | 0,25           | 25,00          |
| 44              | SEMÁFORO PEATONAL                                   | 2,00     | 10,00          | 20,00          |
| 45              | CABLE FLEX 16 AWG ROJO TFF                          | 100,00   | 0,22           | 22,00          |
| 46              | CABLE THHN FLEX 10 AWG NEGRO                        | 20,00    | 0,44           | 8,80           |
| 47              | TERMINAL PUNTERA SIMPLE 12-10 AWG GRIS              | 600,00   | 0,024          | 14,10          |
| 48              | TERMINAL PUNTERA SIMPLE 16-14 AWG                   | 100,00   | 0,046          | 4,60           |
| 49              | CABLE CONCÉNTRICO SUCRE 4X10 AWG                    | 6,00     | 3,15           | 18,90          |
| 50              | CANAleta RANURADA DXN 24*40 MM GRIS                 | 3,00     | 6,73           | 20,19          |
| 51              | RIEL DIN LEIPOLD 1 METRO                            | 3,00     | 3,00           | 9,00           |
| 52              | JACK BANANA HEMBRA                                  | 435,00   | 0,20           | 87,00          |
| 53              | JACK BANANA MACHO                                   | 100,00   | 0,20           | 20,00          |
| <b>SUBTOTAL</b> |   |          |                | <b>1557,50</b> |
| <b>IVA 12 %</b> |   |          |                | <b>186,90</b>  |
| <b>TOTAL</b>    |   |          |                | <b>1744,40</b> |

**Tabla 6.2.** Gastos indirectos

| <b>GASTOS INDIRECTOS</b> |                            |          |                |               |
|--------------------------|----------------------------|----------|----------------|---------------|
| Ítem                     | Descripción                | Cantidad | Valor Unitario | Valor Total   |
| 1                        | MOVILIZACIÓN (COMBUSTIBLE) | 1,00     | 50,00          | 50,00         |
| 2                        | ENCOMIENDAS                | 1,00     | 25,00          | 25,00         |
| 3                        | ALIMENTACIÓN               | 1,00     | 30,00          | 30,00         |
| 4                        | SERVICIO DE TRANSPORTE     | 1,00     | 20,00          | 20,00         |
| <b>SUBTOTAL</b>          |                            |          |                | <b>125,00</b> |
| <b>IVA 12 %</b>          |                            |          |                | <b>15,00</b>  |
| <b>TOTAL</b>             |                            |          |                | <b>140,00</b> |

Costo total del proyecto de propuesta tecnológica: \$1 884,40.

Se realizó una comparación del presupuesto obtenido por parte de nuestra propuesta tecnológica Tabla 6.1. y Tabla 6.2. con una tesis cuyo título “Diseño e implementación de módulo Didáctico (Tablero metálico) para prácticas de laboratorios de controles industriales con aplicación en arranque e inversión de giro” en el cual muestran un presupuesto de \$ 6 545,31 donde explican

que se realizó una serie de correcciones de orden estético, en este caso se buscó en locales de comercialización eléctrica elementos y materiales obteniendo un coste menor y por ende disminuir el presupuesto referenciado siendo factible su construcción.

## **7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES:**

- El módulo consta de elementos de potencia, maniobra, control, señalización, siendo un módulo experimental que contiene elementos de control industrial tradicional y actual de manera que el estudiante pueda desarrollar prácticas y adquirir conocimientos actualizados.
- El módulo experimental fue diseñado de manera que le permita al docente y al estudiante identificar cada uno de los elementos, así como también, trabajar de una manera didáctica con cada uno de los dispositivos.
- El diseño del módulo didáctico fue realizado considerando circuitos de potencia, control y maniobra, además teniendo en cuenta distancias entre cada elemento de manera que el estudiante pueda realizar las diferentes conexiones para el desarrollo de sus prácticas.
- Para el aprendizaje progresivo del estudiante fueron elaboradas guías de prácticas de manera que el estudiante se vaya familiarizando con cada elemento instalado en el módulo experimental.

### **RECOMENDACIONES:**

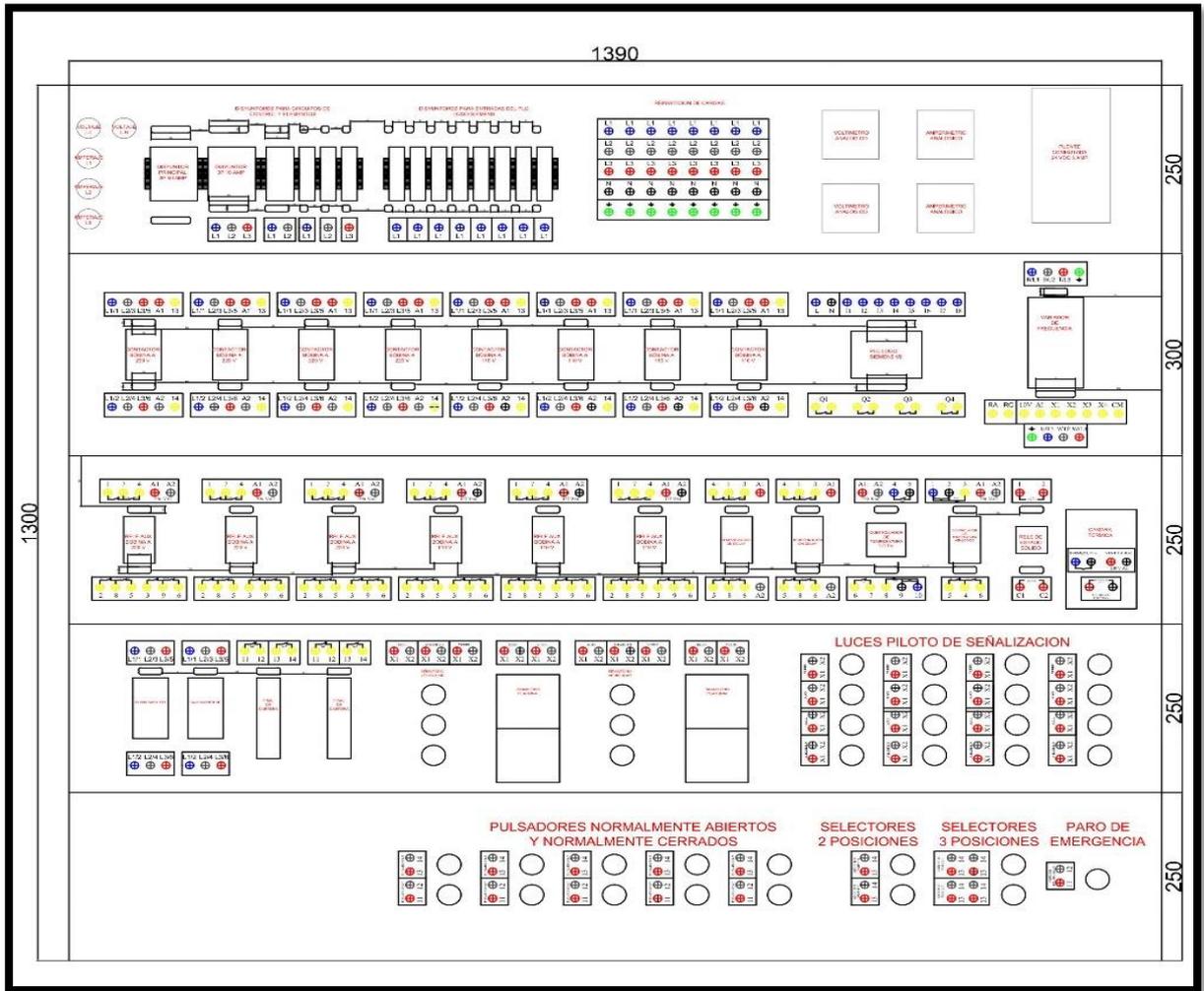
- Previo a realizar cada práctica es necesario comprobar los niveles correctos de voltaje por medio de los voltímetros instalados, además es necesario verificar el voltaje de funcionamiento de cada uno de los elementos para evitar daños por malas conexiones.
- Al momento de realizar prácticas será necesario tener la supervisión del docente o encargado del laboratorio, ya que ante una mala conexión pueden causar daños personales y materiales.
- Antes de desarrollar cada práctica destinada al módulo experimental, se recomienda al docente guiar y preparar de una manera teórica al estudiante, y además reforzar su conocimiento mediante trabajos investigativos adicionales a los de cada guía de práctica.

## 8. REFERENCIAS

- [1] J. Machado, «Automatización de los procesos productivos en la planta II partes y Piezas para la planta Indurama S.A.» Universidad de Cuenca, Cuenca, 2009.
- [2] C. Raúl y V. Jorge, «Diseño e Implementación de Módulo Didáctico (Tablero Metálico) para prácticas de laboratorios de Controles Industriales con aplicación en arranque e inversión de giro de motores,» Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, Guayaquil, 2015.
- [3] A. Guerrero, J. Araque y M. Gallo, «Implementación de módulos didácticos para sistemas electrónicos,» Asociación colombiana de facultades de ingeniería, Colombia, 2016.
- [4] F. Paucar y Y. Giovanni, «Diseño e implementación de un módulo educativo para el control de temperatura,» Pontificia Universidad Católica del Perú., Peru, 2017.
- [5] T. Renato y T. Bruno, «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO PARA EL CONTROL DE MOTORES PASO A PASO UTILIZANDO CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMABLES,» Universidad Politécnica salesiana, Guayaquil, 2018.
- [6] B. Segundo, I. Bernabé, V. Ramos y W. Flores, «Implementación de módulo educativo con variador de velocidad de motor eléctrico c.a 0,37 kW para laboratorio de control y automatización -UCV Chiclayo,» Universidad César Vallejo, Chiclayo - Peru, 2019.
- [7] sapiensman, «Conceptos del control automático industrial,» [En línea]. Available: [http://www.sapiensman.com/control\\_automtico/](http://www.sapiensman.com/control_automtico/). [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- [8] ATRIA Innovation, «Automatización Industrial,» 9 Junio 2020. [En línea]. Available: <https://www.atriainnovation.com/automatizacion-industrial-que-es/>. [Último acceso: 15 Diciembre 2020].
- [9] D. Suárez, «Comunicaciones industriales,» 02 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.ningenia.com/2015/12/02/comunicaciones-industriales-i/>. [Último acceso: 16 Diciembre 2020].
- [10] J. Castillo y E. Marrufo, «Instalaciones eléctricas básicas GM,» Técnico en Instalaciones de telecomunicaciones, España, 2013.
- [11] AUTYCOM, «QUE ES EL LOGO!,» [En línea]. Available: <https://www.autycom.com/que-es-logo-siemens-y-como-funciona/>. [Último acceso: 16 Diciembre 2020].
- [12] SIEMENS, «LOGO!,» 2020. [En línea]. Available: <https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/logo.html>. [Último acceso: 16 Diciembre 2020].
- [13] ABB, «Qué es un variador de frecuencia: Definición, cómo funciona, características y ventajas,» [En línea]. Available: <https://new.abb.com/drives/es/que-es-un-variador>. [Último acceso: 16 Diciembre 2020].
- [14] TRANSELEC, «Qué es un guardamotor, y su diferencia con el relé térmico,» [En línea]. Available: <https://www.transelec.com.ar/soporte/18434/que-es-un-guardamotor-y-su-diferencia-con-el-rele-termico/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2020].

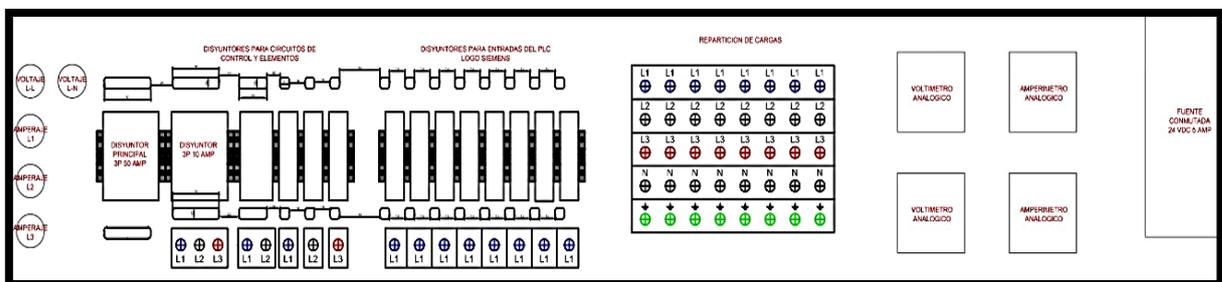
- [15] C. Canto, «Los timers en los PLC's,» [En línea]. Available: [http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES\\_PLC\\_PDF\\_S/8\\_LOS\\_TIMERS.PDF](http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/8_LOS_TIMERS.PDF). [Último acceso: 16 Diciembre 2020].
- [16] AUTYCOM, «Para que sirve el contactor,» [En línea]. Available: <https://www.autycom.com/para-que-sirve-un-contactor-siemens/>. [Último acceso: 17 Diciembre 2020].
- [17] J. L. R, «Como funciona un interruptor termomagnetico,» [En línea]. Available: <https://comofunciona.co/un-interruptor-termomagnetico/>. [Último acceso: 27 Diciembre 2020].
- [18] SEAS, «El Relé: para qué es, para qué sirve y qué tipos existen,» 22 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.seas.es/blog/automatizacion/el-rele-para-que-es-para-que-sirve-y-que-tipos-existen/>. [Último acceso: 27 Diciembre 2020].
- [19] Paco, «Selector eléctrico rotativo,» Blogspot, 9 Agosto 2014. [En línea]. Available: <https://coparoman.blogspot.com/2014/08/selector-electrico-rotativo.html>. [Último acceso: 16 Enero 2021].
- [20] Areatecnologia, «Pulsadores,» [En línea]. Available: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/pulsador.html>. [Último acceso: 20 Enero 2021].
- [21] JM Industrial, «Termocupla y controladores de temperatura,» [En línea]. Available: <https://www.jmi.com.mx/termocupla>. [Último acceso: 12 Enero 2021].
- [22] NOVELEC, «Finales de carrera: Que son y características principales.,» 21 Septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/finales-de-carrera-que-son-y-caracteristicas-principales/>. [Último acceso: 12 Enero 2021].
- [23] Electrotec, «Software CADe SIMU,» [En línea]. Available: <https://electrotec.pe/blog/cadesimu>. [Último acceso: 20 Enero 2021].
- [24] interempresas, «Controladores lógicos inteligentes: para proyectos de automatización a pequeña escala,» [En línea]. Available: <https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicos-inteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html>. [Último acceso: 10 Enero 2021].
- [25] Siemens logo, «Siemens Logo 8 y nuevo Logo soft Comfort V8,» 06 Septiembre 2014. [En línea]. Available: <https://siemenslogo.com/blog/general/logo-8-y-nuevo-logo-soft-comfort-v8>. [Último acceso: 10 Enero 2021].

## 9. ANEXOS



Anexo 1. Plano de elementos definida en AutoCAD

En el plano de elementos se implementaron los elementos en 5 paneles, las cuales con de:



Anexo 2. Elementos del primer panel

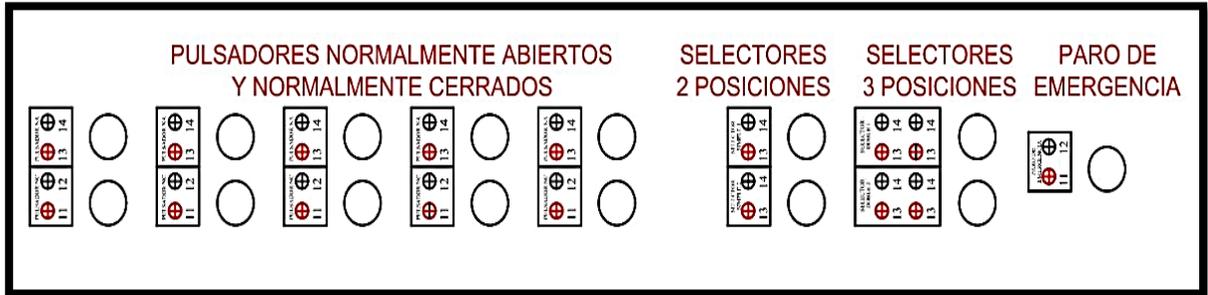
Detallando desde el lado izquierdo tenemos:

- Voltímetros digitales que medirán el voltaje línea-línea, línea-neutro y amperímetros digitales que medirán cada línea (L1, L2, L3)
- Disyuntores para el circuito de control y elementos (disyuntor 3P de 50 A, disyuntor 3P de 10 A, disyuntor 2P de 16 A y 3 disyuntores de 1P 10 A)
- Disyuntores para entradas del PLC LOGO (8 disyuntores de 1P 1 A)



Detallando desde el lado izquierdo tenemos:

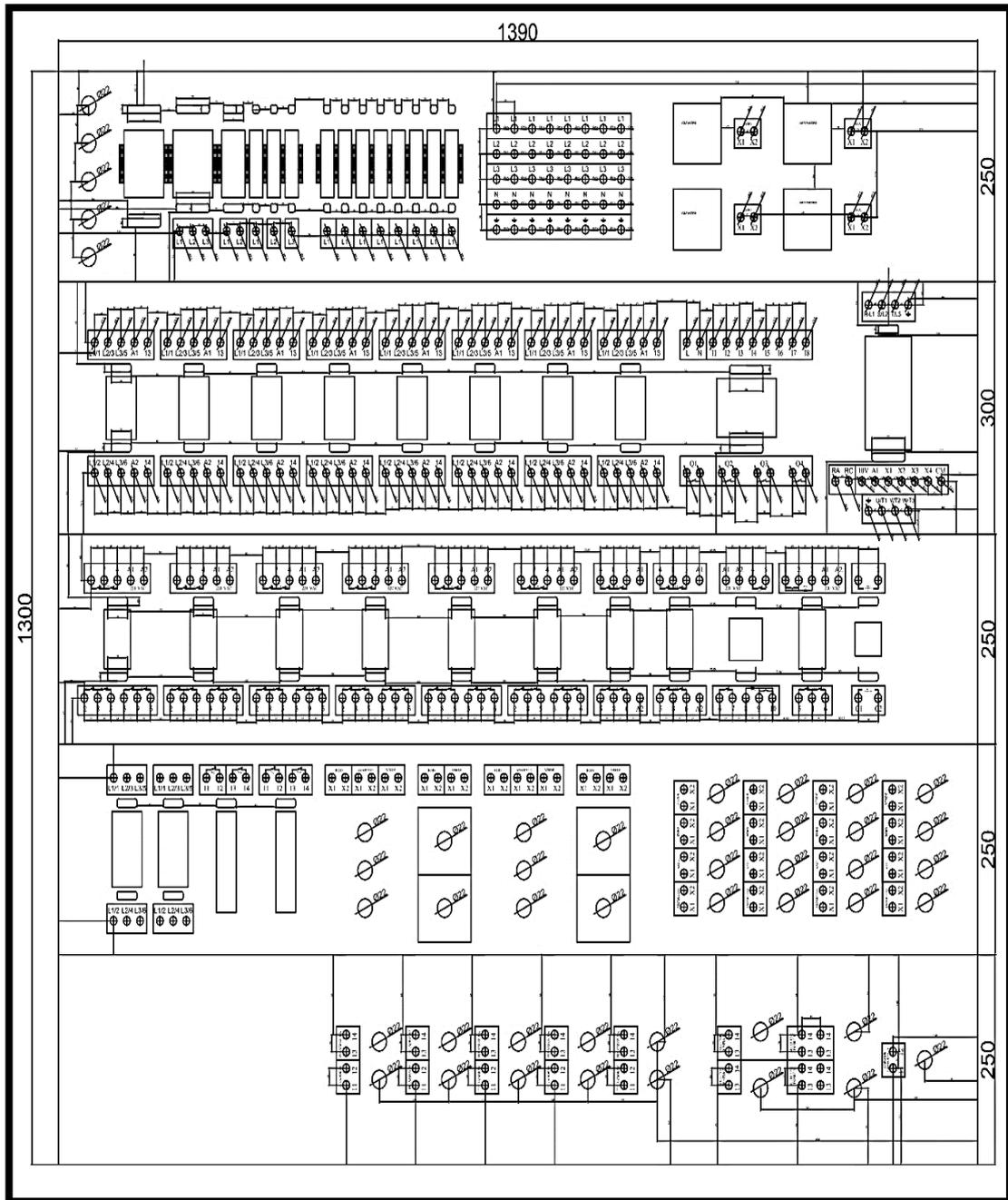
- 2 guarda motores
- 2 finales de carrera
- 1 semáforo vehicular
- 1 semáforo peatonal
- 1 semáforo vehicular
- 1 semáforo peatonal
- 4 filas de luces piloto (rojo, verde, amarillo y azul)



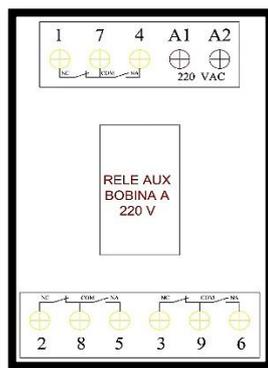
**Anexo 6.** Elementos del quinto panel

Detallando desde el lado izquierdo tenemos:

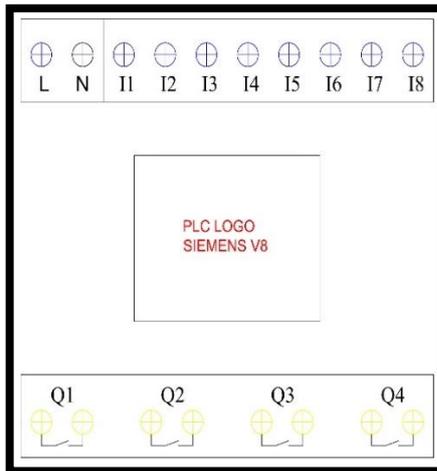
- 5 filas de pulsadores cada una con NA y NC
- 2 selectores de 2 posiciones
- 2 selectores de 3 posiciones
- 1 paro de emergencia



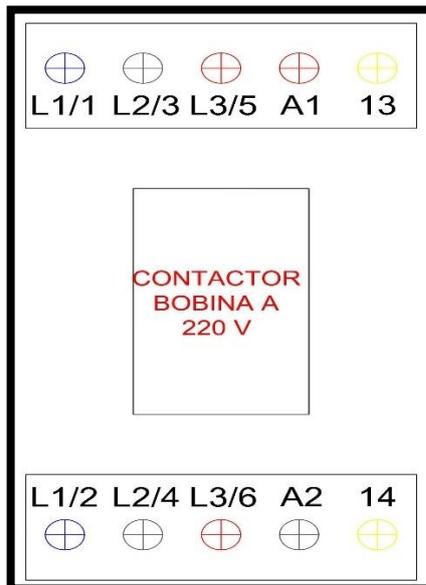
Anexo 7. Plano de cortes en AutoCAD



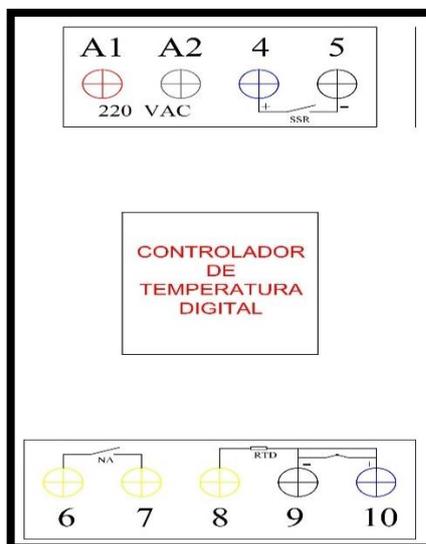
Anexo 8. Marcas del relé



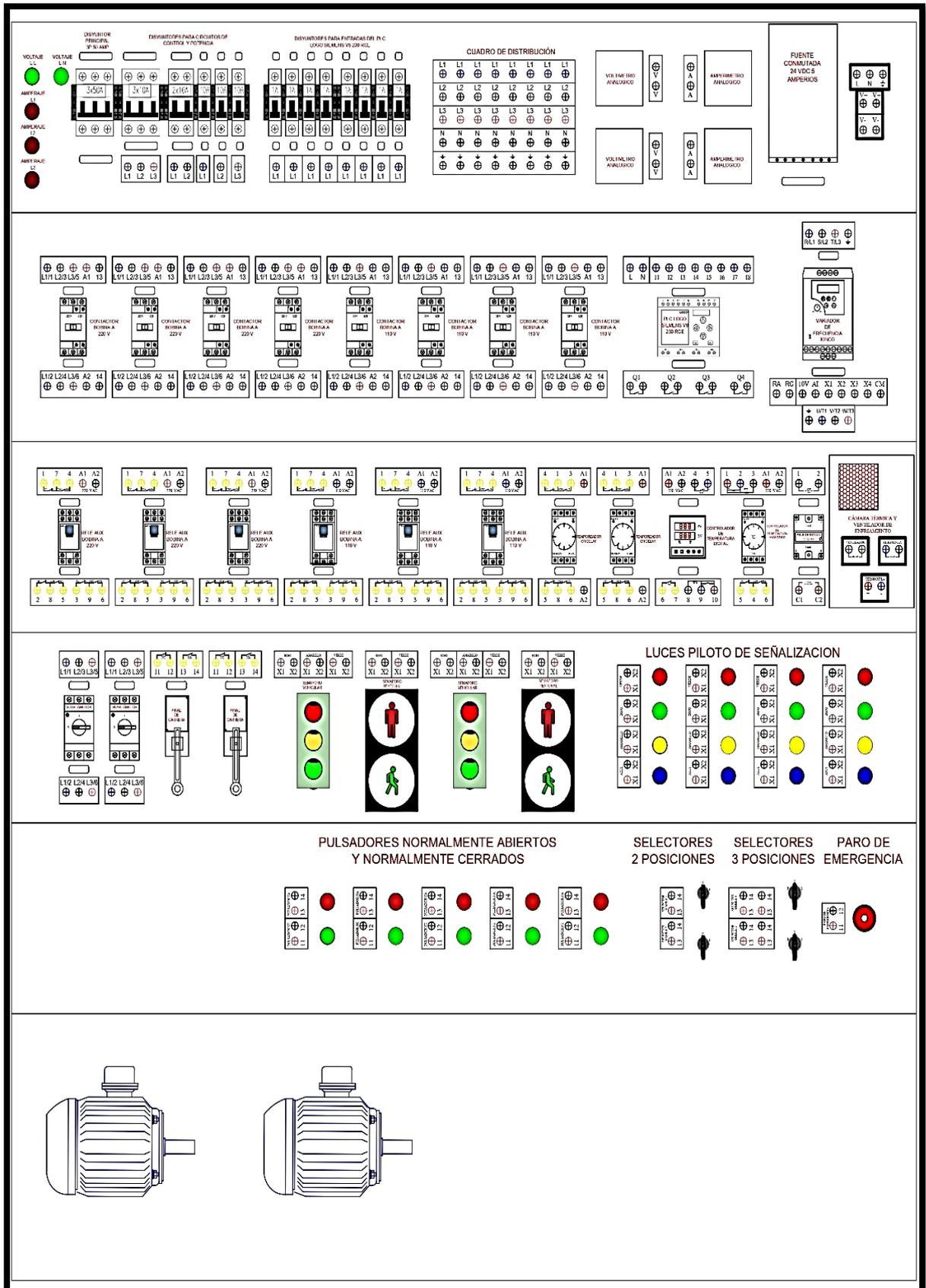
**Anexo 9.** Marcas del PLC LOGO.



**Anexo 10.** Marcas del contactor.



**Anexo 11.** Marcas del controlador de temperatura.



Anexo 12. Plano de elementos en AutoCAD

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°01**

**TEMA**

**MANDO BÁSICO DE UN CONTACTOR (ENCLAVAMIENTO)**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

**TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los principios de un sistema automático.
- Investigar sobre la estructura de un sistema automático.
- Investigar sobre las fases de estudio de un sistema automático.
- Investigar acerca de simbología y nomenclatura utilizada en automatismos.

- Detallar los elementos y componentes que integran o componen un automatismo o sistema automatizado.
- Investigar acerca de las tecnologías aplicadas en automatismos.
- Realizar el circuito de control para el encendido de un contactor por medio de un selector simple.
- Realizar el circuito de control para el encendido de un contactor por medio de un pulsador normalmente abierto.
- Investigar sobre el circuito de potencia para el arranque de un motor trifásico y realizar un diagrama de conexión.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Existe un motor de un molino el cual se le acciona de una manera poco usual, por medio de un interruptor o selector, la idea es automatizar el encendido y apagado del motor utilizando la lógica cableada y además se pretende proteger al circuito ante cualquier anomalía utilizando las respectivas protecciones eléctricas.

- El pulsante P1 activa el contactor designado KM1 y este se queda memorizado o enclavado.
- El pulsante designado P0 en serie con P1, desactiva el contactor en cualquier momento que este sea pulsado.
- El circuito de mando se trabajará con un voltaje de 220 V.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

### **Circuitos De Mando Y Control**

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Justificar por qué en la industria se utilizan pulsadores de mando en lugar de interruptores, para comandar motores eléctricos.
- Comentar sobre la importancia de identificar los terminales de los elementos, contactos, bobinas, borneras y cables de conexión en un circuito de control eléctrico. Consultar cual es la nomenclatura estándar aplicada para etiquetar los diferentes elementos de un tablero de control.
- Realizar un ejemplo de cómo se maneja la nomenclatura en áreas industriales dentro de los cuadros de control de máquinas y equipos automáticos.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.

- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 13.** Guía práctica 1

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N° 02**

**TEMA**

**MANDO DE UN CONTACTOR DESDE DOS PUESTOS.**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de un contactor desde dos o más puntos.
- Indicar como se hace el control de un contactor desde varios puntos.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios

elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de la lógica cableada y programada.
- Investigar sobre la estructura de un sistema automático.
- Investigar todo sobre los contactores, tipos, funcionamiento, voltajes de trabajo y amperajes.
- Detallar todo sobre los relés de protección utilizados en sistemas automatizados de control industrial.
- Definir las ventajas y desventajas de usar un guardamotor respecto a un relé térmico.
- Investigar cómo se calcula las protecciones para motores trifásicos y realizar un ejemplo.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

### **PROCEDIMIENTO**

- El docente o encargado del laboratorio realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, proceder a armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.

### **GUÍA PRACTICA**

#### **Problema**

Se tiene la necesidad de control una banda transportadora desde dos puntos diferentes, los operarios podrán apagar o encender la banda en cualquier momento desde cualquiera de los

dos puestos, en caso de existir algún incidente o accidente se podrá apagar la banda por medio del paro de emergencia

- El pulsante P1 colocado en paralelo con otro pulsante P2 activa el contactor KM1 que a su vez queda memorizado.
- El pulsante P0 colocado en serie con otro pulsante P01, desactiva el contactor KM1 en cualquier momento.
- Los Ambos pulsantes dentro del circuito (P1 y P2) ayudan al mando del contactor C1 desde dos puntos diferentes facilitando su control y ahorrando tiempo de accionamiento de los operarios.
- Un pulsador de emergencia PE en serie con los pulsadores P0 y P01 desactivara el circuito en caso de que ocurra un incidente o accidente y el circuito no podrá funcionar mientras no se desactive el pulsador de emergencia.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

### **Circuitos de control y potencia**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Realizar un caso real de cómo se aplica el encendido de un motor o un equipo eléctrico desde dos puestos.
- Comentar sobre la importancia de dimensionar correctamente las protecciones eléctricas para circuitos de control automatizados.
- Consultar sobre los motores eléctricos tipos, voltaje de funcionamiento, puntas terminales, y conexiones.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 14.** Guía práctica 2

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°03**

### **TEMA**

### **DESACTIVADO DE UN CONTACTOR USANDO UN RELÉ ON-DELAY**

### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.

- Familiarizar al estudiante en el uso de los circuitos temporizados.
- Reconocer los diferentes tipos de temporizadores.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los principios de funcionamiento de un temporizador.
- Investigar qué tipos de temporizadores existen.
- Detallar el funcionamiento de cada uno de los temporizadores investigados.
- Realizar las curvas de funcionamiento de cada uno de los temporizadores investigados.
- Realizar un circuito de control para cada uno de los temporizadores investigados

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el laboratorio.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En la industria metalmecánica se tiene la necesidad de implementar el apagado automático de un motor destinado al bombeo de químico de una cisterna de agua, el mismo que en algunos casos los operadores se olvidan de apagar, por tanto, se pide realizar un circuito automatizado para este caso.

- Si traducimos al español ON DELAY, significaría retardo al encendido, empezando a trabajar una vez que la bobina del contactor haya sido energizada.
- El temporizador C1 comienza a contar hasta el tiempo prefijado por el ajuste de la perilla que se encuentra en la parte superior del mismo, creando un retardo, que al finalizar cerrará su contacto normalmente abierto y abrirá su contacto normalmente cerrado.
- Este dispositivo permite activar o desactivar algún actuador luego de un período de tiempo preestablecido, permitiéndole al circuito realizar alguna tarea antes de esta acción.
- El circuito en general se activa por medio de un pulsador normalmente abierto denominado P1.
- Un pulsador de emergencia PE deberá desactivar el circuito en cualquier momento.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Investigar cuando son utilizados los temporizadores dentro de los tableros de control automatizado.
- Justificar porque en unos circuitos se usan temporizadores ON-DELAY y OFF-DELAY.
- Definir semejanzas y diferencias de cada uno de los temporizadores existentes.
- Investigar acerca de los temporizadores cíclicos.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.

- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

#### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

#### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 15.** Guía práctica 3

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°04**

## **TEMA**

### **FUNCIONAMIENTO CONDICIONADO PARA EL ACTIVADO Y DESACTIVADO DE TRES CONTACTORES**

## **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de los mandos básicos de un contactor electromagnético.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los mandos condicionados en control automático.
- Investigar acerca de los relés auxiliares y su funcionamiento.
- Que tipos de relés auxiliares existen y para qué se usan.
- Realizar un circuito de mando para el encendido condicionado de dos contactores usando relés auxiliares, mientras el contactor KM1 este encendido, el contactor KM2 no se puede encender, de la misma manera si el contactor KM2 este encendido el contactor KM1 no se puede encender.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.

- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Comprobar el estado de los equipos y herramientas a utilizar en la práctica.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Tenemos tres bombas de agua para el abastecimiento de un tanque cisterna las mismas que se deberán encender de una manera alternada siguiendo un orden cíclico de funcionamiento, es por esto que se tiene la necesidad de crear y construir un circuito automatizado para este control.

- El contactor KM1 puede encenderse o apagarse en cualquier instante
- El contactor KM2 puede activarse solo si el contactor KM1 se ha encendido y apagado al menos una vez.
- El contactor KM3 puede Activarse solo si el contactor KM1 se ha encendido y apagado al menos dos veces.
- Los contactores KM2 y KM3 podrán desactivarse solo si los tres están encendidos.
- En este circuito el contactor KA sirve para detectar el activado y desactivado de KM1.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

## **INFORME**

- Mediante un análisis personal determinar en qué casos será necesario realizar un circuito de encendido de contactores por medio de mandos condicionados.
- Mediante un comentario personal explique por qué existe este tipo de circuitos de mandos condicionados, existe alguna otra manera de realizar este tipo de circuitos.
- Investigar acerca del principio de funcionamiento de los temporizadores cíclicos y su uso en el área industrial.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

## **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno

- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 16.** Guía práctica 4

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°05**

**TEMA**

**INVERSIÓN DE GIRO MANUAL  
INVERSIÓN DE GIRO AUTOMÁTICO**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Comprender el desarrollo de un arranque directo de un motor trifásico y también el desarrollo de la inversión del giro del mismo.
- Obtener conocimientos adecuados sobre el bloqueo de contactos por medio de mandos condicionados.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

**TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca del funcionamiento de un contactor.
- Investigar sobre los relés de protección.
- Investigar sobre mandos automáticos condicionados.
- Investigar acerca de los temporizadores o relés temporizados y tipos de los mismos para control automático.
- Investigar acerca de los accionamientos y condiciones de trabajo con temporizadores.
- Investigar acerca de la regulación y/o programación de los temporizadores.
- Investigar acerca de la regulación de los relés térmicos y guardamotores para motores trifásicos.
- Investigar acerca de los diferentes tipos de arranques que se pueden realizar con los motores trifásicos.
- Investigar el cómo se realiza la inversión de giro en un motor monofásico.
- Realizar el circuito de fuerza para realizar una inversión de giro mediante control automatizado.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motor trifásico disponible en el módulo didáctico.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

### **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Armar el circuito de fuerza para operar un motor trifásico de inducción y de la misma manera para el control de un motor monofásico.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

### **GUÍA PRACTICA**

#### **Problema**

Una banda transportadora va a ser comandada desde dos puestos diferentes y se tiene la necesidad de crear el circuito de control para un arranque inversión de giro del motor de esta banda transportadora, es por ello que se solicita diseñar el circuito para solucionar este problema, cabe destacar que este circuito netamente manual.

## INVERSIÓN DE GIRO MANUAL

- El pulsante P1 activa el contactor designado KM1 y este se queda memorizado, el motor entra en funcionamiento en sentido horario, el contactor KM2 no podrá activarse por medio de la condición de bloqueo por medio de un contacto del contactor KM1, el pulsante designado P0 en serie con P1, desactiva el contactor en cualquier momento que este sea pulsado y el motor dejará de funcionar.
- El pulsante P2 activa el contactor designado KM2 y este se queda memorizado, el motor ahora estará en funcionamiento en sentido anti horario, el contactor KM1 no podrá activarse por medio de la condición de bloqueo por medio de un contacto del contactor KM2, el pulsante designado P0 en serie con P2, desactiva el contactor en cualquier momento que este sea pulsado y el motor dejará de funcionar.
- El circuito de mando se trabajará con un voltaje de 220 V o 110 V según indicaciones del docente.
- En caso de existir alguna falla el operador por medio de un paro de emergencia PE colocado en serie con el pulsador P0 puede desactivar el circuito de una manera instantánea y no se podría desactivar este pulsador mientras no esté todo en total normalidad.

## INVERSIÓN DE GIRO AUTOMÁTICO

- El pulsante P1 activa el contactor designado KM1 y este se queda memorizado, el motor entra en funcionamiento en sentido horario, y a su vez en relé temporizado designado con KA1 se activa y empieza el conteo de 10 segundos para su cambio de estado de los contactos.
- Luego de que transcurrió los 10 segundos automáticamente el contactor KM1 se desactiva y se activa o entra en funcionamiento el contactor KM2 y el motor ahora deberá funcionar en sentido anti horario.
- Mientras que el contactor KM2, no se podrá activar el contactor KM1.
- El pulsador designado con P0 desactiva el circuito en cualquier momento
- El circuito de mando se trabajará con un voltaje de 220 V o 110 V según indicaciones del docente.
- En caso de existir alguna falla el operador por medio de un paro de emergencia PE colocado en serie con el pulsador P0 puede desactivar el circuito de una manera instantánea y no se podría desactivar este pulsador mientras no esté todo en total normalidad.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El guardamotor G2 va estar conectado en serie con el contactor KM2.
- Los dos guardamotors van a ser utilizados con el fin de proteger al circuito y el motor ante cualquier falla.
- Se deberá calibrar los dos guardamotors según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

## **Circuitos de mando y control**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y potencia por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

## **INFORME**

- Explicar el principio de funcionamiento de un motor en inversión de giro.
- Detallar en que procesos industriales se pueden aplicar las inversiones de giro tanto manuales como automáticas.
- Puede una bomba de agua cualquiera trabajar por medio de inversión de giro, Justifique su respuesta.
- Comentar sobre la importancia de tener el accionamiento condicionado de contactores para el arranque de motores u otras actividades que requieran el condicionamiento de contactos.
- Investigar y realizar otros tipos de control para el arranque de motores con inversión de giro.
- Investigar acerca de la corriente de arranque de un motor tanto en vacío como en carga
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

## **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.

- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 17. Guía práctica 5**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°06**

**TEMA**

**ENCENDIDO DE UN MOTOR DE UNA MANERA MANUAL Y AUTOMÁTICA**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Explicar al estudiante el funcionamiento de sistemas automatizados de una manera manual y automática.
- Obtener conocimientos adecuados sobre el bloqueo de contactos por medio de mandos condicionados.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca el uso y aplicación de los selectores en la industria.
- Investigar qué tipo de selectores existen y cómo funcionan sus contactos.
- Ventajas y desventajas de usar selectores respecto a pulsadores en circuitos automatizados.
- Investigar acerca de la conmutación de señales en circuitos automatizados.
- Investigar si por medio de un selector es posible encender de manera directa un motor trifásico.
- Investigar el cómo se realiza la inversión de giro en un motor monofásico.
- Realizar un circuito de control para el encendido de un contactor por medio de un selector.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

### **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- El docente deberá explicar al estudiante las diferentes aplicaciones que se puede tener con los selectores, ventajas y desventajas de realizar circuitos automatizados por medio de selectores.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el instructor, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Una bomba de agua instalada para una casa deberá funcionar en dos modos, uno manual y otro automático, el operador por medio de un selector selecciona el modo de operación esto con el fin abastecer la demanda de agua de esta vivienda, realizar el circuito de control para solucionar este problema.

- El selector de tres posiciones S1 en su posición 1 activa el contactor designado KM1 y este se queda encendido mientras el selector no cambie de posición.
- El selector al estar en la posición 0 no deberá accionar la bomba de agua ni mucho menos permitir el paso de energía para el accionamiento del circuito.
- El selector al colocarse en la posición 2 da paso para que la bomba pueda encenderse por medio del pulsador P1 en este caso el contactor KM1 se energiza y se queda enclavado.
- Un contacto cerrado de un final de carrera en serie con el pulsante P1 simula la opción de presión de un presostato y al accionar el final de carrera se deberá apagar el contactor KM1.
- En caso de existir alguna falla el operador por medio de un paro de emergencia PE colocado en serie con el pulsador P1 y el contacto cerrado del final de carrera puede desactivar el circuito de una manera instantánea y no se podría desactivar este pulsador mientras no esté todo en total normalidad.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El guardamotor G2 va estar conectado en serie con el contactor KM2.
- Los dos guardamotors van a ser utilizados con el fin de proteger al circuito y el motor ante cualquier falla.
- Se deberá calibrar los dos guardamotors según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y potencia por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Detallar en que procesos industriales es aplicado este tipo de circuitos de control
- Podrá una bomba de agua estar en un funcionamiento permanente.

- Por medio de la opción manual será posible realizar el encendido y apagado por medio de un presostato la bomba de agua y que funcione de esta manera, justifique su respuesta y simule el circuito.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

#### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

#### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 18.** Guía práctica 6

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

## **CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

### **LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL PRACTICA N°7**

#### **TEMA**

#### **MANDO BÁSICO DE UN CONTACTOR (ARRANQUE DIRECTO) USANDO LOGO V8 230 RCE**

#### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de los controladores lógicos inteligentes.
- Realizar aplicaciones de control para procesos secuenciales utilizando LOGO SOFT V8.
- Usar las compuertas lógicas dentro de la programación para el arranque directo de un motor eléctrico.

#### **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal manera que permita garantizar la operación correcta y segura del sistema.

Controlador lógico es un dispositivo electrónico que recibe n variables binarias de entrada y produce m variables binarias de salida, diseñada con el objetivo de controlar productos y procesos industriales. Y con el uso software LOGO Soft Comfort V8 sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez.

#### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los principios de un sistema automático.
- Investigar acerca de los controladores lógicos inteligente.
- Investigar las simbologías y nomenclaturas utilizadas en la programación de los controladores lógicos.
- Investigar sobre el uso de las compuertas lógicas.
- Investigar los diferentes tipos de controlares lógicos dependiendo el eso a pequeña y gran escala.
- Investigar cómo realizar el circuito de control automático para el mando de un contactor Q1 mediante el uso de un pulsador de marcha I2 y otro de paro I1.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motor monofásico de inducción disponible en el laboratorio.
- Elementos de mando y maniobra.
- Controlador lógico inteligente Siemens LOGO.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El instructor realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando, maniobra y controladores lógicos disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el instructor, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En el área industrial es muy común disponer de controladores lógicos programables, un motor destinado al movimiento de una banda transportadora se quiere automatizar por medio de un arranque básico utilizando un PLC LOGO, realizar el circuito de control para solucionar esta necesidad.

- El pulsante I2 activa el contactor designado Q1 y este se queda memorizado
- El pulsante designado I1 en serie con I2, desactiva el contactor en cualquier momento que este sea pulsado.
- Considerar que las entradas del LOGO deberán trabajar con la misma línea que este fue energizado, esto con el fin de no ocasionar problemas de choques o cruces de señales.

- La programación del logo deberá ser realizada de manera manual directamente por medio de los botones disponibles en la pantalla del LOGO.

#### Trabajo extra

- Realizar el mismo circuito por medio de programación usando el software LOGO SOFT COMFORT y realizar la carga del programa por medio de conexión ethernet.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

#### Circuitos de mando y control

- Para el caso práctico realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes, o a su vez se conectará vía cable Ethernet a un logo real con el uso del software LOGO SOFT V8.

#### INFORME

- Investigar porque es necesario el energizar el LOGO y las entradas con la misma línea y no con líneas diferentes, justificar su respuesta.
- Definir en qué casos es recomendable aplicar lógica cableada y en qué casos lógica programada.
- Consultar la simbología aplicada en circuitos lógicos programados.
- Realizar un ejemplo de arranques de motores eléctricos usando controladores lógicos inteligentes mediante el uso de compuertas lógicas.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

#### NOTA

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Verificar el voltaje de trabajo del LOGO y en todo momento conectar la puesta a tierra para evitar fallas en su funcionamiento.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

*Anexo 19. Guía práctica 7*

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°08**

### **TEMA**

### **INVERSIÓN DE GIRO AUTOMÁTICO USANDO LOGO V8.**

### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.

- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de los controladores lógicos inteligentes.
- Realizar aplicaciones de control para procesos secuenciales utilizando LOGO SOFT V8.
- Usar las compuertas lógicas dentro de la programación para la inversión de giro automático.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal manera que permita garantizar la operación correcta y segura del sistema.

Controlador lógico es un dispositivo electrónico que recibe n variables binarias de entrada y produce m variables binarias de salida, diseñada con el objetivo de controlar productos y procesos industriales. Y con el uso software LOGO Soft Comfort V8 sirve para la intuitiva creación de programas, ¡simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de la evolución de los controladores lógicos programables.
- Investigar acerca de las señales digitales y analógicas que se puede tener en un cuadro automático de control industrial.
- Investigar sobre los sensores utilizados en control industrial y que tipo de señal emiten (analógica o digital).
- Investigar acerca del esquema Ladder y verificar si se puede programar en el logo V8 230RCE.
- Investigar cómo realizar circuitos temporizados en el LOGO V8 230RCE.
- Realizar un circuito de control automático mediante programación lógica para el funcionamiento de dos contactores, al pulsar P1 se enciende el contactor KM1 y después de un tiempo determinado el contactor KM1 se apaga y automáticamente se enciende el contactor KM2, considerar el mando condicionado de estos dos contactores.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Controlador lógico inteligente Siemens LOGO.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando, maniobra y controladores lógicos disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En la Universidad Técnica de Cotopaxi campus de Salache, es necesario implementar una banda transportadora para el laboratorio de la carrera de medicina veterinaria para transportar diferentes insumos médicos utilizados por los estudiantes, existe un LOGO V8 230RCE disponible el cual puede ser utilizado para solucionar este pedido, la condición del funcionamiento es que de una manera automática transcurridos 5 segundos se realice una inversión de giro de manera automática y de la misma manera 5 segundos después de la inversión de giro se apague de manera automática el circuito, para el accionado del circuito se deberá colocar dos pulsadores de marcha en cada puesto de trabajo, si el pulsador I2 es pulsado primero el motor gira en sentido horario, de lo contrario si el pulsador I3 es pulsado primero el motor gira en sentido antihorario, en caso de inconvenientes se deberá colocar un paro de emergencia I1.

- Si, en primera instancia se pulsa I2 se activa el contactor designado Q1 y este se queda memorizado, el motor entra en funcionamiento en sentido horario, y a su vez en relé temporizado designado con B01 se activa y empieza el conteo de 5 segundos para su cambio de estado de los contactos.
- Si, caso contrario se pulsa I3 se activa el contactor designado Q2 y este se queda memorizado, el motor entra en funcionamiento en sentido antihorario, y a su vez en relé temporizado designado con B02 se activa y empieza el conteo de 5 segundos para su cambio de estado de los contactos.
- Luego de que transcurrió los 5 segundos de haber ocurrido la inversión de giro automáticamente el contactor Q1 o Q2 se desactiva y el sistema se queda en modo apagado.
- Mientras que el contactor Q1 no se apague, no se podrá activar el contactor Q2 y de la misma manera sucede en caso contrario.

Según indicaciones del docente esta programación se deberá realizar de manera manual o por medio de programación utilizando el programa LOGO SOFT COMFORT y cargar la programación al LOGO V8 230RCE por medio ethernet.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El guardamotor G2 va estar conectado en serie con el contactor KM2.
- Los dos guardamotors van a ser utilizados con el fin de proteger al circuito y el motor ante cualquier falla.
- Se deberá calibrar los dos guardamotors según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

### **Circuitos de mando y control**

- Para el caso práctico realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes, o a su vez se conectará vía cable Ethernet a un logo real con el uso del software LOGO SOFT V8.

### **INFORME**

- Será posible realizar un accionamiento básico de un contactor con un pulsador de paro y marcha colocados en una misma entrada del LOGO, justifique su respuesta.
- Investigar acerca de los módulos de expansión disponibles para los controladores lógicos programables.
- Que tipos de módulos de expansión existen y en qué casos serán aplicados.
- En qué casos será necesario aplicar los módulos de expansión de los controladores lógicos programables.
- Investigar acerca de los sensores inductivos, capacitivos, relés de estado sólido, finales de carrera, principio de funcionamiento, voltaje de operación, usos y aplicaciones.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.

- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 20.** Guía práctica 8

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°09**

**TEMA**

**ARRANQUE ESTRELLA TRIANGULO AUTOMÁTICO**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.

- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Comprender el desarrollo de un arranque directo de un motor trifásico y también un arranque estrella triángulo.
- Investigar acerca de los voltajes de trabajo para el arranque de un motor en estrella y también en triángulo.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloqueos eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los motores trifásicos y sus voltajes de funcionamiento.
- Investigar sobre las puntas o terminales de un motor trifásico y su denominación para las conexiones.
- En caso de que los terminales de un motor no estén identificados, detallar el proceso a realizar para identificar las puntas del mismo.
- Investigar acerca de las conexiones de los motores según su voltaje de trabajo.
- Investigar sobre el circuito de potencia para el arranque de un motor trifásico en su configuración estrella-triángulo.
- Investigar acerca de las consideraciones a tener en cuenta al momento de la conexión de un motor en un arranque estrella-triángulo.
- Realizar el circuito de potencia para el arranque de un motor en estrella-triángulo.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motor trifásico disponible en el laboratorio.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones

- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles, así como también el principio de funcionamiento de un motor en un arranque estrella-triángulo.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control y potencia solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus la matriz, facultad de CIYA existe un motor trifásico disponible para realizar pruebas de arranques de motores, en primera instancia se deberá identificar las puntas terminales para realizar la conexión para el arranque solicitado, por consiguiente, se deberá realizar el circuito de control y por último el circuito de fuerza.

- Realizar el circuito de control para el arranque de un motor trifásico en estrella, el contactor KM1 junto con KM2, realizarán el trabajo del arranque en estrella.
- El contactor KM1 y KM3 realizaran el arranque en triángulo.
- El pulsador P1 activa el circuito y el motor arranca en estrella y después de transcurrir un determinado tiempo se realiza el cambio de manera automática a triángulo mediante la activación de los contactos de un temporizador on delay.
- Se utilizarán 2 pulsadores uno de marcha y un pulsador de paro, designados como P1 y P0 respectivamente.
- El circuito de potencia deberá ser armado según la investigación preparatoria.
- El circuito de mando se trabajará con un voltaje de 220 V y 110 para cumplir con todos los requerimientos.
- Consideraciones: tomar en cuenta el funcionamiento de un temporizador on delay, ya que en este caso el circuito presenta un grado de dificultad mayor en cuanto al manejo de los voltajes para el arranque.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- Se deberá calibrar los dos guardamotors según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

## **Circuitos de mando y control**

- Para los dos casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y potencia por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

## **INFORME**

- Explicar el principio de funcionamiento de un motor en un arranque estrella-triángulo.
- Investigar en que procesos industriales o en qué casos se aplica el arranque de los motores en esta configuración.
- Puede una bomba de agua cualquiera trabajar por medio de un arranque en estrella-triángulo, Justifique su respuesta.
- Investigar sobre las variantes que sustituyen el arranque de los motores en la configuración estrella-triángulo. Detallar las ventajas y desventajas de las variantes de arranque.
- Comentar sobre la importancia de tener el accionamiento condicionado de contactores para el arranque de motores u otras actividades que requieran el condicionamiento de contactos.
- Investigar y realizar otros tipos de control para el arranque de motores en estrella-triángulo.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

## **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.

- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 21.** Guía práctica 9

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°10**

**TEMA**

**SEMÁFORO USANDO LOGO SIEMENS V8 230RCE**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el funcionamiento de los controladores lógicos inteligentes.
- Realizar aplicaciones de control para procesos secuenciales utilizando LOGO SOFT V8.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal manera que permita garantizar la operación correcta y segura del sistema.

Controlador lógico es un dispositivo electrónico que recibe n variables binarias de entrada y produce m variables binarias de salida, diseñada con el objetivo de controlar productos y procesos industriales. Y con el uso software LOGO Soft Comfort V8 sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez.

### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de la lógica cableada y lógica programada.
- Ventajas y desventajas de realizar lógica cableada en un circuito de control.
- Ventajas y desventajas de aplicar lógica programada en un circuito de control.
- Investigar las simbologías y nomenclaturas utilizadas en la programación de los controladores lógicos.
- Investigar sobre el uso del lenguaje LADDER.
- Investigar los diferentes tipos de controlares lógicos dependiendo el eso a pequeña y gran escala.
- Realizar un circuito de control automático para el mando de tres contactores con encendido progresivo automático por medio de un pulsador de marcha I2 en primer lugar se enciende Q1, luego Q2 y por último Q3, el pagado de la misma manera será de manera secuencial, primero Q3, luego Q2 y por último Q1, el circuito se deberá apagar por medio de un pulsador de paro I1 realizar en esquema Ladder y utilizando compuertas lógicas.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Elementos de mando y maniobra.
- Controlador lógico inteligente Siemens LOGO.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

### **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando, maniobra y controladores lógicos disponibles.

- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En la Universidad Técnica de Cotopaxi Campus la Matriz sector norte salida vehicular y peatonal es necesario el implementar dos semáforos vehiculares y dos semáforos peatonales, mediante la programación lógica realizar el circuito de control para cumplir con este requerimiento.

- En la bandeja 4 del módulo experimental se encuentran 2 semáforos vehiculares y dos semáforos peatonales, cada luz instalada tiene un voltaje de funcionamiento de 220 V a.c.
- Por medio del LOGO V8 230RCE utilizando programación lógica diseñar el circuito de control.
- Al ser una práctica compleja se requiere el uso del software LOGO SOFT COMFORT para el diseño de este circuito y posterior realizar la transferencia del programa PC-LOGO mediante ethernet.
- Una vez realizada la transferencia del programa realizar las conexiones respectivas y poner en marcha el programa.

### **Circuitos de mando y control**

- Para el caso práctico realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes, o a su vez se conectará vía cable Ethernet a un logo real con el uso del software LOGO SOFT V8.

### **INFORME**

- Investigar sobre las diferentes maneras de realizar los circuitos de semáforos tanto vehiculares como peatonales.
- Investigar que método de programación es el más aplicado actualmente para la programación de los semáforos.
- Investigar sobre las semejanzas y diferencias existentes entre un PLC y un LOGO.
- Investigar cuando es recomendable aplicar programación lógica mediante un PLC y cuando mediante un LOGO.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 22** Guía práctica 10

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°11**

**TEMA**

**CIRCUITO PARA UN ASCENSOR DE DOS PISOS UTILIZANDO LÓGICA  
CABLEADA**

## **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Aplicar la lógica cableada para el desarrollo de circuitos de control automatizado.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal manera que permita garantizar la operación correcta y segura del sistema.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca micros o finales de carrera, funcionamiento, aplicaciones y tipos.
- Investigar acerca de los motores utilizados en ascensores y tipo de arranque.
- Investigar acerca de los motorreductores uso y funcionamiento.
- Investigar sobre los diferentes circuitos realizados para el control de ascensores.
- Investigar sobre el uso del lenguaje LADDER.
- Realizar un circuito de control por medio de un contactor KM1 accionado por un pulsador de marcha P1 y apagado por el final de carrera, y de la misma manera al apagarse el contactor KM1 automáticamente se enciende el contactor KM2, para apagar el contactor KM2 se lo realizara por medio del pulsador de paro P0.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motor trifásico disponible en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Controlador lógico inteligente Siemens LOGO.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando, maniobra y controladores lógicos disponibles.
- Armar el circuito de fuerza para operar un motor trifásico de inducción y de la misma manera para el control de un motor monofásico.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En la Universidad Técnica de Cotopaxi campus La Matriz en el Bloque antiguo se tiene pensado el instalar un ascensor de dos pisos, el mismo que debe tener pulsadores de llamada tanto al exterior como al interior del ascensor, para el control del ascensor será indispensable trabajar con los finales de carrera para simular la llegada del ascensor a cada piso y dar la señal para la inversión de giro del motor.

- Los pulsantes P1 y P4 ubicados en el exterior del ascensor son para la llamada del mismo a cada piso.
- Los pulsantes P2 y P3 ubicados en el interior del ascensor son para dar la señal de subir o bajar al ascensor.
- En el interior del ascensor será necesario colocar un pulsador de emergencia PE en caso de que exista alguna falla mecánica o eléctrica del mismo.
- Los finales de carrera darán la señal de llegada e inversión de giro para el funcionamiento adecuado del ascensor.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El guardamotor G2 va estar conectado en serie con el contactor KM2.
- Los dos guardamotores van a ser utilizados con el fin de proteger al circuito y el motor ante cualquier falla.
- Se deberá calibrar los dos guardamotores según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

### **Circuitos de mando y control**

- Para el caso práctico realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos

existentes, o a su vez se conectará vía cable Ethernet a un logo real con el uso del software LOGO SOFT V8.

## **INFORME**

- Investigar acerca de los frenos utilizados en motores eléctricos.
- Investigar todo sobre los interruptores centrífugos y la aplicación en motores eléctricos.
- Investigar si en el caso de que un motor no disponga de un interruptor centrífugo que tipo de control se lo puede realizar para reemplazarlo.
- Comentar sobre la importancia de identificar y marcar de una manera adecuada las puntas terminales de un motor.
- Realizar un circuito de control por medio de lógica programada para un ascensor de 4 pisos.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

## **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.

- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

Anexo 23 Guía práctica 11

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°12**

**TEMA**

**CIRCUITO PARA UN ASCENSOR DE TRES PISOS UTILIZANDO LÓGICA PROGRAMADA**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial, y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Aplicar la lógica programada para el desarrollo de circuitos de control automatizado.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal manera que permita garantizar la operación correcta y segura del sistema.

Controlador lógico es un dispositivo electrónico que recibe  $n$  variables binarias de entrada y produce  $m$  variables binarias de salida, diseñada con el objetivo de controlar productos y procesos industriales. Y con el uso software LOGO Soft Comfort V8 sirve para la intuitiva creación de programas, simulación de proyectos y documentación para los usuarios de Logo!, añadiendo funcionalidades como la operación simple en modo red, la configuración

automática de la comunicación con una pantalla en la visualización de red y la capacidad de abrir hasta tres programas a la vez.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar las semejanzas y diferencias entre un relé térmico y un guardamotor.
- Será posible utilizar un guardamotor para el arranque de un motor trifásico, justifique su respuesta.
- En qué casos es indispensable aplicar un guardamotor y en qué casos un relé térmico.
- Investigar todo sobre los dispositivos de protección utilizados en control industrial automatizado.
- Detallar el modo de funcionamiento de los relés diferenciales y hacer una comparación con los controladores de fase trifásico utilizados en control industrial.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motor trifásico disponible en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Controlador lógico inteligente Siemens LOGO.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando, maniobra y controladores lógicos disponibles.
- Armar el circuito de fuerza para operar un motor trifásico de inducción y de la misma manera para el control de un motor monofásico.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar los circuitos de control solicitados en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento de cada circuito.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En la Universidad Técnica de Cotopaxi campus La Matriz en el Bloque A requiere cambiar el circuito de control para el ascensor existente, ya que el circuito anterior presenta muchos problemas de funcionamiento, es por ello que se requiere diseñar un circuito para el control de un ascensor de tres pisos por medio de lógica programada a través del LOGO V8 230RCE

- Se deberá colocar pulsadores de llamada para el ascensor tanto dentro como fuera

del mismo.

- En el interior del ascensor será necesario colocar un pulsador de emergencia PE en caso de que exista alguna falla mecánica o eléctrica del mismo.
- Los finales de carrera darán la señal de llegada e inversión de giro para el funcionamiento adecuado del ascensor.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El guardamotor G2 va estar conectado en serie con el contactor KM2.
- Los dos guardamotores van a ser utilizados con el fin de proteger al circuito y el motor ante cualquier falla.
- Se deberá calibrar los dos guardamotores según la corriente de trabajo o una aproximada del motor.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.

### **Circuitos de mando y control**

- Para el caso práctico realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes, o a su vez se conectará vía cable Ethernet a un logo real con el uso del software LOGO SOFT V8.

### **INFORME**

- Explicar el modo de funcionamiento del circuito diseñado y que protecciones serán recomendables colocar en caso de que algún micro Switch o final de carrera falle y no detecte la llegada del ascensor.
- Investigar qué tipo de sensores se colocan en las puertas para detectar el movimiento y presencia de personas en los ascensores.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 24** Guía práctica 12

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°13**

**TEMA**

**ARRANQUE DE UN MOTOR POR MEDIO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA  
CV20**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.

- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Detallar el principio de funcionamiento de los variadores de frecuencia.
- Explicar acerca de las aplicaciones de los variadores de frecuencia.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna, Regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor, el variador de frecuencia consigue ofrecer a este motor la electricidad demandada, evitando así la pérdida de energía, o lo que es lo mismo, optimizando el consumo. En lo referido a los ventiladores, lo que hace un variador de frecuencia es regular la velocidad rotacional de un motor, variando con el ello el caudal de aire, la presión y la potencia eléctricas.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los variadores de frecuencia y arrancadores suaves, y hacer una comparación entre ellos.
- Investigar sobre el principio de funcionamiento de los variadores de frecuencia.
- Investigar acerca de la relación de corriente de entrada respecto a la de salida de un variador de frecuencia.
- Investigar sobre el factor de servicio de un motor eléctrico.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.

- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Se requiere arrancar un motor trifásico por medio de un voltaje de alimentación monofásico 220 V a.c., este proceso se puede realizar por medio del variador de frecuencia CV20, el mismo que nos da la posibilidad de realizar este tipo de trabajo, en primer lugar, se va a realizar un mando desde el panel y posterior un mando remoto por medio de un selector simple.

- El variador de frecuencia está programado en una frecuencia de 0 Hz como su valor mínimo y 60 Hz como su valor máximo.
- Primero se deberá conectar los 3 terminales de salida del variador a los 3 terminales de entrada del guardamotor, y los 3 terminales de salida del guardamotor se deberá conectar al motor trifásico.
- La alimentación del variador de frecuencia se la deberá realizar por medio de dos fases, teniendo en la parte superior del módulo un breaker de dos polos destinado a este servicio de protección.
- Una vez realizada la alimentación del variador de frecuencia y hecho el circuito de potencia proceder a energizar el variador, esperar un tiempo prudente hasta que este arranque de una manera correcta.
- Una vez con el variador estable nos vamos hacia la pantalla del variador y pulsamos la tecla menú, con los mandos de selección arriba-abajo-izquierda, nos posicionamos en las diferentes opciones de programación en este caso seleccionamos la opción A0.04 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos la opción 0 que es control del variador por medio del panel, para guardar esta selección pulsamos nuevamente la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos y se guarda la selección de programación.
- Una vez realizada esta selección presionamos la tecla menú hasta que el variador quede en la pantalla inicial, y luego presionamos la tecla RUN y por medio del potenciómetro disponible en la pantalla vamos variando la frecuencia y verificamos como varia la velocidad del motor.

- Para tener una mayor percepción del funcionamiento del variador sería necesario trabajar con los amperímetros analógicos disponibles en el módulo experimental.
- Para parar el arranque del motor pulsamos nuevamente la tecla RUN.
- Para cambiar el modo de mando del arranque realizamos el procedimiento inicial y ahora seleccionamos la opción 1.
- Una vez realizada esta selección conectamos un selector entre los terminales Común y X1 del variador de frecuencia.
- Una vez realizada esta conexión accionamos el selector y verificamos el funcionamiento del motor y de la misma manera vamos variando la frecuencia por medio del potenciómetro disponible en la pantalla del mismo.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Investigar porque son utilizados los variadores de frecuencia para el arranque de motores.
- Afectará en algún momento el variar la frecuencia al rendimiento del motor.
- Mediante una explicación matemática explicar cómo se varia la velocidad de un motor.
- Realizar un ejemplo real de la aplicación de variadores de frecuencia en el área industrial.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Considerar que los contactos de salida del variador no deben trabajar con señales de corriente o voltaje, su conexión se las deberá realizar a contactos secos.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.

- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 25** Guía práctica 13

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°14**

#### **TEMA**

**ARRANQUE DE UN MOTOR E INVERSIÓN DE GIRO POR MEDIO DEL  
VARIADOR DE FRECUENCIA CV20**

#### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Detallar el principio de funcionamiento de los variadores de frecuencia.
- Explicar acerca de las aplicaciones de los variadores de frecuencia.

#### **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna, Regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor, el variador de frecuencia consigue ofrecer a este motor la electricidad demandada, evitando así la pérdida de energía, o lo que es lo mismo, optimizando el consumo. En lo referido a los ventiladores, lo que hace un variador de frecuencia es regular la velocidad rotacional de un motor, variando con el ello el caudal de aire, la presión y la potencia eléctricas.

### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los diferentes circuitos de arranque que se puede realizar con un variador de frecuencia.
- Detallar las diferentes maneras por las cuales podemos realizar un circuito de control para trabajar con un variador de frecuencia.
- Detallar los tipos de señales que pueden tener un variador de frecuencia y como se trabaja en los cuadros de control automatizado.
- Investigar si con un variador de frecuencia se puede realizar un control PID.

### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## PROCEDIMIENTO

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## GUÍA PRACTICA

### Problema

Se requiere arrancar un motor trifásico en doble sentido de giro por medio de un voltaje de alimentación monofásico 220 V a.c., este proceso se puede realizar por medio del variador de frecuencia CV20, el mismo que nos da la posibilidad de realizar este tipo de trabajo, en primer lugar, se va a realizar un mando desde el panel y posterior un mando remoto por medio de un selector de tres de posiciones.

- El variador de frecuencia está programado en una frecuencia de 0 Hz como su valor mínimo y 60 Hz como su valor máximo.
- Primero se deberá conectar los 3 terminales de salida del variador a los 3 terminales de entrada del guardamotor, y los 3 terminales de salida del guardamotor se deberá conectar al motor trifásico.
- La alimentación del variador de frecuencia se la deberá realizar por medio de dos fases, teniendo en la parte superior del módulo un breaker de dos polos destinado a este servicio de protección.
- Una vez realizada la alimentación del variador de frecuencia y hecho el circuito de potencia proceder a energizar el variador, esperar un tiempo prudente hasta que este arranque de una manera correcta.
- Una vez con el variador estable nos vamos hacia la pantalla del variador y pulsamos la tecla menú, con los mandos de selección arriba-abajo-izquierda, nos posicionamos en las diferentes opciones de programación en este caso seleccionamos la opción A0.04 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos la opción 0 que es control del variador por medio del panel, para guardar esta selección pulsamos nuevamente la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos y se guardada la selección de programación.
- Luego seleccionamos la opción A0.05 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos la opción 0 o 1 para las opciones de giro del variador, siendo 0 sentido Horario y 1 antihorario, para guardar esta selección pulsamos otra vez la tecla shift/enter por 2 segundos y se guarda la selección de programación.
- Una vez realizada estas selecciones presionamos la tecla shift/enter hasta que el variador quede en la pantalla inicial, y luego presionamos la tecla RUN y por medio del potenciómetro disponible en la pantalla vamos variando la frecuencia y verificamos como varia la velocidad del motor y además visualizamos el sentido de giro.

- Para parar el giro del motor pulsamos nuevamente la tecla RUN.
- Para realizar la inversión de giro seleccionamos nuevamente la opción A0.05 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 3 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos una opción diferente a la inicial y guardamos la selección.
- Nuevamente presionamos la tecla RUN y observamos cómo se ha invertido el giro de funcionamiento del motor y para parar el giro del motor nuevamente presionamos la tecla RUN.
- Para cambiar el modo de mando del arranque realizamos el procedimiento inicial selección de la opción A0.04 y ahora seleccionamos la opción 1.
- Una vez realizada esta selección conectamos un selector de tres posiciones entre los terminales Común, X1 y X2 del variador de frecuencia.
- Una vez realizada esta conexión accionamos el selector y verificamos el funcionamiento del motor y de la misma manera vamos variando la frecuencia por medio del potenciómetro disponible en la pantalla del mismo adicional para realizar la inversión de giro primero ponemos el selector en la posición 0 o posición OFF y esperamos hasta que el motor se detenga y luego accionamos el selector al lado contrario y comprobamos la inversión de giro.

Una vez realizadas estas opciones de arranque se recomienda explorar las opciones de arranque disponibles en el apartado de programación A4.10. además, se recomienda disponer de una manera física el manual para conocer más sobre las diferentes funciones de programación existentes, el manual se lo puede descargar digitando en el web variador de frecuencia KINCO CV20 manual.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Por medio de una explicación matemática detalle como varia el rendimiento y corriente del variador en función de la variación de frecuencia.
- Determinar en qué frecuencia se tiene la máxima corriente de trabajo.
- Determinar en qué frecuencia se tiene el mínimo rendimiento del motor.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.

- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Considerar que los contactos de salida del variador no deben trabajar con señales de corriente o voltaje, su conexión se las deberá realizar a contactos secos.

### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 26** Guía práctica 14

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°15**

**TEMA**

## **INVERSIÓN DE GIRO CON TIEMPO DE RETARDO POR MEDIO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA CV20 Y PROGRAMACIÓN LÓGICA POR MEDIO DEL LOGO V8 230RCE**

### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Detallar el principio de funcionamiento de los variadores de frecuencia.
- Explicar acerca de las aplicaciones de los variadores de frecuencia.

### **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna, Regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor, el variador de frecuencia consigue ofrecer a este motor la electricidad demandada, evitando así la pérdida de energía, o lo que es lo mismo, optimizando el consumo. En lo referido a los ventiladores, lo que hace un variador de frecuencia es regular la velocidad rotacional de un motor, variando con el ello el caudal de aire, la presión y la potencia eléctricas.

### **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar acerca de los diferentes circuitos de arranque que se puede realizar con un variador de frecuencia.

- Detallar las diferentes maneras por las cuales podemos realizar un circuito de control para trabajar con un variador de frecuencia.
- Detallar los tipos de señales que pueden tener un variador de frecuencia y como se trabaja en los cuadros de control automatizado.
- Investigar si con un variador de frecuencia se puede realizar un control PID.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Se requiere arrancar un motor trifásico en doble sentido de giro por medio de un voltaje de alimentación monofásico 220 V a.c., este proceso se puede realizar por medio del variador de frecuencia CV20, el mismo que nos da la posibilidad de realizar este tipo de trabajo, en primer lugar, se va a realizar un mando automatizado remoto por medio de programación lógica.

- Un pulsador de marcha I2 será el que de encargado del arranque del sistema.
- Un pulsador de paro I1 puede apagar el circuito en cualquier momento.
- Mientras el contactor Q1 este encendido el contactor Q2 no podrá encenderse.
- Al iniciar el arranque se enciende el contactor Q1 transcurre un tiempo de 5 segundos y este apaga de manera automática, se deberá programar un tiempo de retardo de 5 segundos por medio de un temporizador off delay el encendido del contactor Q2.
- La inversión de giro la realiza de manera automática el variador de frecuencia no es necesario cambiar las fases en los bornes de conexión del motor o contactor.
- La señal del variador denomina CM deberá ir a la entrada del contacto abierto de Q1 y Q2 del LOGO V8 230RCE y las salidas deberán ir a los bornes de X1 y X2 respectivamente.

- El variador de frecuencia está programado en una frecuencia de 0 Hz como su valor mínimo y 60 Hz como su valor máximo.
- Primero se deberá conectar los 3 terminales de salida del variador a los 3 terminales de entrada del guardamotor, y los 3 terminales de salida del guardamotor se deberá conectar al motor trifásico.
- La alimentación del variador de frecuencia se la deberá realizar por medio de dos fases, teniendo en la parte superior del módulo un breaker de dos polos destinado a este servicio de protección.
- Una vez realizada la alimentación del variador de frecuencia y hecho el circuito de potencia proceder a energizar el variador, esperar un tiempo prudente hasta que este arranque de una manera correcta.
- Una vez con el variador estable nos vamos hacia la pantalla del variador y pulsamos la tecla menú, con los mandos de selección arriba-abajo-izquierda, nos posicionamos en las diferentes opciones de programación en este caso seleccionamos la opción A0.04 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos la opción 1 que es control del variador por medio de un mando remoto para guardar esta selección pulsamos la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos y se guarda la selección de programación.
- Una vez realizada esta selección iniciamos con el arranque del circuito y podemos comprobar que de una manera automática se realiza la inversión de giro estableciendo un tiempo de retardo al accionamiento del contactor Q2.
- Para comprobar la corriente de entrada y salida del variador de frecuencia se recomienda conectar los amperímetros disponibles en la parte superior del módulo experimental.
- Además, para la protección del motor se recomienda conectar el guardamotor antes de la conexión del motor.

Una vez realizadas estas opciones de arranque se recomienda explorar las opciones de arranque disponibles en el apartado de programación A4.11 además, se recomienda disponer de una manera física el manual para conocer más sobre las diferentes funciones de programación existentes, el manual se lo puede descargar digitando en el web variador de frecuencia KINCO CV20 manual.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

### **INFORME**

- Una vez comprobadas las funciones del apartado A4.11 con un comentario explicar qué tipo de arranque se tiene por cada opción, como puede aplicarse estos tipos de arranque a futuras prácticas, en qué casos serán necesarios aplicar este tipo de arranques.
- Además, comprobar con las opciones de este apartado como se apaga el motor, en que aplicaciones se puede tener este tipo de apagados o en que se lo puede utilizar.

- Además, se pide realizar un análisis de la corriente de arranque con cada una de las opciones de programación del apartado A4.11.
- El rendimiento del motor cambiará con alguna de estas opciones presentadas justifique su respuesta.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

#### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Considerar que los contactos de salida del variador no deben trabajar con señales de corriente o voltaje, su conexión se las deberá realizar a contactos secos.

#### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.

- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 27** Guía práctica 15

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°16**

**TEMA**

**INVERSIÓN DE GIRO INSTANTÁNEA POR MEDIO DEL VARIADOR DE FRECUENCIA CV20 Y PROGRAMACIÓN LÓGICA POR MEDIO DEL LOGO V8 230RCE**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Detallar el principio de funcionamiento de los variadores de frecuencia.
- Explicar acerca de las aplicaciones de los variadores de frecuencia.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

Los variadores o convertidores de frecuencia son sistemas que se encuentran entre la fuente de alimentación eléctrica y los motores eléctricos. Sirven para regular la velocidad de giro de los motores de corriente alterna, Regulando la frecuencia de la electricidad que recibe el motor, el variador de frecuencia consigue ofrecer a este motor la electricidad demandada, evitando así la pérdida de energía, o lo que es lo mismo, optimizando el consumo. En lo referido a los ventiladores, lo que hace un variador de frecuencia es regular la velocidad rotacional de un motor, variando con el ello el caudal de aire, la presión y la potencia eléctricas.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar sobre las curvas de arranque de un motor tanto en carga como en vacío.
- Explicar que es una señal analógica y una señal digital en control industrial.
- Diseñar el circuito de control automático para un control de una inversión de giro instantánea mediante lógica cableada y la aplicación del variador de frecuencia.
- A comparación de la inversión de giro mediante aplicación de contactores, la corriente al momento de la inversión de giro por medio del cambio de fases con los contactores será mayor a la corriente presentada en la inversión de giro por medio del variador de frecuencia, comparar estas dos corrientes de trabajo y realizar un análisis comparativo.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Se requiere arrancar un motor trifásico en doble sentido de giro por medio de un voltaje de alimentación monofásico 220 V a.c., este proceso se puede realizar por medio del variador

de frecuencia CV20, el mismo que nos da la posibilidad de realizar este tipo de trabajo, en primer lugar, se va a realizar un mando automatizado remoto por medio de programación lógica.

- Un pulsador de marcha I2 será el que de encargado del arranque del sistema.
- Un pulsador de paro I1 puede apagar el circuito en cualquier momento.
- Mientras el contactor Q1 este encendido el contactor Q2 no podrá encenderse.
- Al iniciar el arranque se enciende el contactor Q1 transcurre un tiempo de 5 segundos y este apaga de manera automática, y de manera instantánea se enciende el contactor Q2, mientras este contactor Q2 este encendido el contactor Q1 no podrá encenderse.
- La inversión de giro la realiza de manera automática el variador de frecuencia no es necesario cambiar las fases en los bornes de conexión del motor o contactor.
- La señal del variador denomina CM deberá ir a la entrada del contacto abierto de Q1 y Q2 del LOGO V8 230RCE y las salidas deberán ir a los bornes de X1 y X2 respectivamente.
- El variador de frecuencia está programado en una frecuencia de 0 Hz como su valor mínimo y 60 Hz como su valor máximo.
- Primero se deberá conectar los 3 terminales de salida del variador a los 3 terminales de entrada del guardamotor, y los 3 terminales de salida del guardamotor se deberá conectar al motor trifásico.
- La alimentación del variador de frecuencia se la deberá realizar por medio de dos fases, teniendo en la parte superior del módulo un breaker de dos polos destinado a este servicio de protección.
- Una vez realizada la alimentación del variador de frecuencia y hecho el circuito de potencia proceder a energizar el variador, esperar un tiempo prudente hasta que este arranque de una manera correcta.
- Una vez con el variador estable nos vamos hacia la pantalla del variador y pulsamos la tecla menú, con los mandos de selección arriba-abajo-izquierda, nos posicionamos en las diferentes opciones de programación en este caso seleccionamos la opción A0.04 y mantenemos pulsada la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos hasta que nos dirija hasta las opciones de este apartado de programación, y seleccionamos la opción 1 que es control del variador por medio de un mando remoto para guardar esta selección pulsamos la tecla shift/enter por un tiempo de 2 segundos y se guarda la selección de programación.
- Posterior a esta selección nos dirigimos a la opción A4.11 y seleccionamos la opción 2 o 3 según las indicaciones del docente para realizar esta inversión de giro, cabe destacar que al seleccionar la opción 1 el variador presentara una falla y no se realizara la opción de inversión de giro.
- Una vez realizada esta selección iniciamos con el arranque del circuito y podemos comprobar que de una manera automática se realiza la inversión de giro estableciendo un tiempo de retardo al accionamiento del contactor Q2.
- Para comprobar la corriente de entrada y salida del variador de frecuencia se recomienda conectar los amperímetros disponibles en la parte superior del módulo experimental.
- Una vez realizada la práctica ingresar al parámetro A4.11 y dejar la programación en el valor 0 para futuras practicas o trabajos.

### **Circuitos de mando y control**

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

## **INFORME**

- Detallar que diferencias existieron entre el arranque inversión de giro con retardo y el arranque inversión de giro instantáneo.
- Las corrientes en ambos casos serían las mismas o existieron cambios representativos al momento de la inversión de giro.
- Detallar las ventajas y desventajas existentes entre un variador de frecuencia y un arrancador suave.
- Comentarios y sugerencias sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos en la práctica.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

## **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Considerar que los contactos de salida del variador no deben trabajar con señales de corriente o voltaje, su conexión se las deberá realizar a contactos secos.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.

- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

Anexo 28 Guía práctica 16

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°17**

**TEMA**

**FRENADO DINÁMICO DE UN MOTOR TRIFÁSICO Y UN MOTOR  
MONOFÁSICO**

**OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.
- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Explicar acerca del frenado dinámico y su aplicación.

**INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloqueos eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo

determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar que es el frenado dinámico de los motores eléctricos.
- Investigar cómo se calcula el voltaje de inyección para el frenado dinámico.
- Investigar qué tipos de aplicaciones tiene el frenado dinámico de motores eléctricos.
- Realizar un ejemplo de cálculo del voltaje de inyección de corriente continua de un motor cualquiera para el frenado dinámico.
- Explicar cómo se produce el frenado dinámico.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Motores disponibles en el módulo experimental.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

En un motor destinado al transporte de grano hacia las tolvas del molino de preparación de balanceados se requiere realizar un frenado instantáneo por medio de inyección de corriente continua en el bobinado, dicho frenado se lo conoce como frenado dinámico, al tener esta petición realizar un circuito de control para cumplir con este requerimiento.

- El pulsante P1 activa el contactor designado KM1 y este se queda memorizado o enclavado.
- Un temporizador comienza el conteo de 10 segundos y desactiva el contactor KM1 y automáticamente manda a encender el contactor KM2.

- El contactor denominado KM2 se enclavará y también empezará el trabajo de conteo del temporizador el cual debe estar programado en un tiempo de 2 a 3 segundos, una vez transcurrido este tiempo se apaga de manera automática todo el circuito.
- El pulsante designado P0 en serie con P1, desactiva el contactor en cualquier momento que este sea pulsado.
- En el contactor KM1 deberá estar conectada la parte de potencia por medio del voltaje de corriente alterna y en el contactor KM2 deberá estar conectada la parte del frenado dinámico por medio del voltaje de corriente continua
- El circuito de mando se trabajará con un voltaje de 220 V.

#### Trabajo adicional

- Realizar un circuito manual para el control del frenado dinámico por medio de contactores y pulsadores.

Una vez realizado el circuito de control y comprobar su funcionamiento, proceder a armar el circuito de fuerza para el encendido de un motor trifásico o monofásico según indicaciones del docente.

- La alimentación para el circuito de fuerza será tomada desde el disyuntor trifásico ubicado en la parte superior del módulo experimental.
- El guardamotor G1 va estar conectado en serie con el contactor KM1.
- El motor arranca alimentado por medio del guardamotor G1.
- En caso de una falla el guardamotor G1 va a proteger al circuito en general y al motor.

#### Circuitos de mando y control

- Para los casos prácticos realizar el respectivo circuito de mando y control por medio del software CADE SIMU, utilizando la nomenclatura y la designación de elementos existentes.

#### INFORME

- Investigar si es posible realizar el frenado dinámico en motores monofásicos ya sea de voltaje de trabajo de 110 V o 220 V.
- En caso de que sea posible el realizar este tipo de acción realizar una comprobación por medio del motor monofásico existente en el módulo didáctico.
- Conclusiones y recomendaciones.
- Bibliografía.

#### NOTA

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.

## **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

## **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 29** Guía práctica 17

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS  
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**LABORATORIO DE CONTROL INDUSTRIAL  
PRACTICA N°18**

### **TEMA**

**SIMULACIÓN DE UNA UNIDAD TÉRMICA POR MEDIO DE LOS  
CONTROLADORES DE TEMPERATURA ANALÓGICO Y DIGITAL**

### **OBJETIVOS**

- Conocer las instalaciones del Laboratorio de Control Industrial y comprender la lógica y estructura de los automatismos cableados.
- Identificar elementos de mando y maniobra utilizados en sistemas de control eléctrico industrial.

- Familiarizar al estudiante con el módulo experimental, y explicar el funcionamiento de cada uno de los elementos.
- Explicar acerca de las aplicaciones de los controladores de temperatura y el control PID.

## **INFORMACIÓN**

El Laboratorio de Control Industrial cuenta con instalaciones para la realización de prácticas mediante dispositivos electromecánicos y controladores programables, a través de los cuales se pretende complementar el estudio teórico sobre dichos temas y crear en el estudiante habilidades para el diseño e implementación de circuitos de control y fuerza, generalmente utilizados en plantas industriales.

El término CONTROL hace referencia a los métodos y maneras de gobernar el comportamiento de un equipo, máquina o proceso. En un sistema de control, uno o varios elementos de entrada, organizados en una lógica de control, gobiernan sobre otros elementos de salida mediante mandos remotos o in situ.

Mando significa hacer una acción o influir sobre un sistema de control para modificar su estado o los valores de servicio. Los circuitos provistos de contactos de memoria e interbloques eléctricos permiten el funcionamiento de un sistema de control bajo determinadas condiciones y en una secuencia previamente definida, de tal suerte de garantizar la operación correcta y segura del mismo.

## **TRABAJO PREPARATORIO**

Mediante un informe escrito realizar:

- Investigar todo acerca de los elementos de control de estado sólido.
- Semejanzas y diferencias de los elementos de estado sólido con relación a los elementos electromecánicos.
- Investigar qué tipo de aplicaciones tienen los elementos de estado sólido y donde son utilizados.
- Investigar todo acerca del controlador de temperatura digital REX-C100.

## **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Módulo de trabajo con elementos eléctricos, electrónicos y electromecánicos, disponible en el laboratorio.
- Módulo experimental, ventilador, resistencia y termocupla tipo K.
- Elementos de mando y maniobra.
- Dispositivo de medición (Multímetro)
- Cables para las conexiones
- Set de destornilladores
- Set de alicates

## **PROCEDIMIENTO**

- El docente realizará una breve explicación sobre las instalaciones del laboratorio y los elementos de mando y maniobra disponibles.
- Siguiendo las indicaciones dadas por el docente, armar el circuito de control solicitado en el trabajo preparatorio, accionar y observar el funcionamiento.
- Una vez realizada la verificación de conocimientos adquiridos en la parte preparatoria proceder a armar los circuitos solicitados en la parte práctica.

## **GUÍA PRACTICA**

### **Problema**

Un túnel termoencogible destinado al empaquetado de envases de bebidas tiene un sistema de control bastante tradicional y se requiere automatizar este sistema y permitir un trabajo adecuado del mismo, esto se lo puede realizar por medio de un controlador de temperatura analógico o digital según requiera el cliente.

- Energizar los dos controladores de temperatura por medio de un voltaje monofásico 220 V a.c. a través de un breaker de dos polos de 16 amperios que se encuentra en la parte superior del módulo.
- Por medio del contacto abierto del controlador de temperatura analógico conectar una línea activa (fase) y la salida enviar hacia un terminal de entrada del relé de estado sólido y el otro terminal conectar a neutro, en la salida del relé conectar una línea activa (fase) y la salida conectar a la resistencia de calentamiento, y el neutro deberá ir conectado de manera directa en el caso de esta resistencia.
- Por medio del contacto abierto del controlador de temperatura digital conectar una línea activa fase y la salida conectar al ventilador y el neutro para el funcionamiento del mismo deberá ir conectado de manera directa.
- Los terminales de la termocupla se deberán conectar a los dos controladores de temperatura tomando en cuenta la polaridad de conexión.
- El controlador de temperatura digital está programado para que llegue un máximo de temperatura y encienda el ventilador, para saber si el ventilador este encendido existe en la parte superior de la caja de simulación una luz indicadora conectada en paralelo con el ventilador.
- Si se requiere cambiar los parámetros de programación del controlador de temperatura digital revisar el manual de programación.
- Para descargar el manual de controlador digital digitar en la web Controlador de temperatura digital REX C-100 manual.

### **INFORME**

- Investigar acerca de los sensores de temperatura.
- Explicar las diferencias existentes entre una termocupla tipo J, tipo K y una PT100.
- En qué casos se aplica cada una de las termocuplas y en qué casos es aplicada la PT100.
- Investigar si existen rangos de distancia máximos para trabajar con alguno de estos sensores de temperatura.
- Investigar si un equipo destinado al control de temperatura puede trabajar normalmente con una termocupla tipo j o tipo K, justifique su respuesta
- Conclusiones y recomendaciones.

- Bibliografía.

#### **NOTA**

- Previo a trabajar con el módulo experimental verificar que los niveles de voltaje sean los adecuados para evitar daños en los elementos.
- Verificar a que voltaje de trabajo son los elementos los cuales van a ser utilizados en el desarrollo de sus prácticas.
- Trabajar sin líneas energizadas y verificar la ausencia de voltaje en los terminales de conexión para evitar accidentes entre los estudiantes.
- Al trabajar con la resistencia de calentamiento programar en los controladores de temperatura una temperatura baja para evitar accidentes por quemaduras o problemas en el módulo.

#### **RECOMENDACIONES GENERALES**

- Previo a realizar cualquier práctica verificar que el voltaje sea el adecuado para evitar problemas de trabajo o daños en los equipos.
- Al momento de realizar el cableado de las practicas verificar que los disyuntores (breakers) se encuentren en la posición off y así evitar cualquier tipo de accidentes.
- Una vez verificada la correcta conexión de los elementos proceder a alimentar los circuitos en general por medio de los disyuntores (breakers).

#### **ASPECTOS A CONSIDERAR**

- Los contactores denominados KM1, KM2, KM3 Y KM4 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los contactores denominados KM5, KM6, KM7 Y KM8 tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R1, R2 Y R3, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 220 V a.c.
- Los relés auxiliares denominados R4, R5 Y R6, tienen un voltaje de alimentación de su bobina de 110 V a.c.
- El logo siemens V8 230RCE puede ser alimentado con un voltaje desde 115 V a.c. HASTA 240 V a.c.
- El variador de frecuencia KINCO CV20 deberá ser alimentado con un voltaje monofásico 220 V a.c. teniendo un voltaje de salida trifásico 220 V a.c. si se va a trabajar con otro tipo de voltaje se recomienda revisar el manual del usuario previo a realizar cualquier conexión.
- Los controladores de temperatura deberán ser alimentados con un voltaje de 220 V a.c. cada uno.
- Las luces piloto de señalización tienen una alimentación de 220 V a.c. cada una.

**Anexo 30** Guía práctica 18

**Anexo 31** Manual del usuario Variador de frecuencia CV20

**Anexo 32** Manual del usuario Controlador de temperatura digital REX C-100