

**ACCIONAMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN LÓGICA
PROGRAMADA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCOS DIDÁCTICOS**

**LUDY JIMENA DIAZ SUAREZ
JOSE NOLBERTO RINCON RODRIGUEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2010

**ACCIONAMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN LÓGICA
PROGRAMADA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCOS DIDÁCTICOS**

**LUDY JIMENA DIAZ SUAREZ
JOSE NOLBERTO RINCON RODRIGUEZ**

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÓNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2010

DEDICATORIA

A Dios por darme el don de la vida, por brindarme sabiduría, paciencia y por guiar cada uno de mis pasos.

A mi madre Fanny Suarez Quiroga por apoyarme día a día, por encontrar en ella una palabra sabia en el momento adecuado, por su apoyo incondicional y porque gracias a sus consejos culmino una etapa más de mi vida.

A mis hermanos Oscar Iván Díaz Suarez y Ricardo Andrés Díaz por estar al pendiente de mi todos los días, por encontrar en ellos apoyo y confianza.

LUDY JIMENA DIAZ SUAREZ

A Dios por permitirme alcanzar éste logro y darme triunfos en los momentos difíciles, por darme todo, desde el soplo de vida hasta la infinidad de su amor.

A mi madre Cecilia Rodríguez por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, por su entrega, valores, por la motivación y ejemplo de perseverancia y constancia, la paciencia y el apoyo que me brindó para culminar mi carrera profesional, pero más que nada por su amor.

A mi mejor amiga y compañera Jimena Díaz Por permitirme ser parte de su vida, el apoyo, la confianza y la comprensión de su parte, que permitió que formáramos tan buen equipo de trabajo y lográramos alcanzar juntos tan grande objetivo.

JOSE NOLBERTO RINCON RODRIGUEZ

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Jorge Enrique Meneses por haberme brindado la oportunidad de trabajar con él, por su apoyo académico y su amistad, porque sin sus consejos este proyecto no hubiese alcanzado el desarrollo adecuado.

Al profesor José Alejandro Amaya Palacio, por su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros del Laboratorio de Automatización Industrial por abrirme las puertas, por su colaboración y apoyo en el tiempo que compartimos.

A Johan Arturo Castillo por su apoyo incondicional, colaboración y ante todo por la amistad brindada.

A mis amigos Elda Patricia Duran, Laura Rico Cogollo y Jenny Patricia García por acompañarme durante toda mi trayectoria académica por apoyarme en cada una de mis decisiones y por encontrar una palabra sabia a cada instante.

A mi amigo y compañero de proyecto Jose Nolberto Rincón, por su paciencia, lealtad y por permitirme estar a su lado para alcanzar tan anhelada meta.

A mi familia y a mis amigos del colegio por estar siempre a mi lado apoyándome y brindándome su amistad fiel, sincera y de hermandad tanto en los malos como en los buenos momentos de mi vida.

A mis compañeros de laboratorio quienes me acompañaron en esta trayectoria final de aprendizaje y conocimiento.

AUTORES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. OBJETIVOS	22
1. OBJETIVOS	22
1.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.2.1 Diseñar y construir un banco didáctico para accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 2 HP que cumpla las siguientes características:	22
1.2.2 Diseñar y construir un banco didáctico para accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 10 Hp que cumpla con las siguientes características:	23
1.2.3 Diseñar y construir un banco didáctico MODULAR que cumpla con las siguientes características:	23
2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PARA ACCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 2 HP	25
2.1 INTRODUCCIÓN	25
2.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS	28
2.2.1 Equipos de protección	28
2.2.1.1 Interruptor termomagnético	28
2.2.1.2 Relé de sobrecarga electrónico	30
2.2.1.3 Fusible	31
2.2.1.4 Guardamotor	32
2.2.2 Equipos de maniobra	33
2.2.2.1 Relés de control	33
2.2.2.2 El Contactor	35
2.2.2.3 Inversión de giro	36
2.2.2.4 Arrancador suave	37
2.2.2.5 Variador de velocidad	38
2.2.3 Equipos de mando	42

2.2.3.1 Parada de emergencia	42
2.2.3.2 Pulsadores	43
2.2.3.3 Selector	44
2.2.3.4 Pilotos luminosos	45
2.2.4 Equipos de control – Autómata programable (PLC).	46
2.2.4.1 Selección de autómata programable	47
2.2.4.2 Selección del modulo de comunicación	49
2.3 DISEÑO DE LAS ZONAS	54
2.3.1 Zona A1	54
2.3.2 Zona A2	54
2.3.3 Zona A3.	54
2.3.4 Zona B1.	55
2.3.5 Zona B2	55
2.3.6 Zona B3	55
2.3.7 Zona C1	56
2.3.8 Zona C2	56
2.3.9 Zona C3	57
2.3.10 Zona D1	57
2.3.11 Zona D2	57
2.3.12 Zona D3	58
2.4 DISEÑO DE LA BASE PARA EL MOTOR	58
3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PARA ACCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 10HP	61
3.1 INTRODUCCIÓN	61
3.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS	64
3.2.1 Equipos de protección	64
3.2.1.1 Interruptor termomagnético	64
3.2.1.2 Relé de sobrecarga	65
3.2.1.3 Fusibles	67
3.2.2 Equipos de maniobra	68

3.2.2.1 Relés de control	68
3.2.2.2 Contactor.	69
3.2.3 Equipos de mando	70
3.2.3.1 Parada de emergencia.	70
3.2.3.2 Pulsadores	71
3.2.3.3 Selector.	72
3.2.3.4 Pilotos luminosos	73
3.2.4 Equipos de control- Autómata programable (PLC)	74
3.2.4.1 Selección del modulo de comunicación	77
3.2.5 Equipo de medición	78
3.3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE	80
3.3.1 Los transformadores de corriente	80
3.4 DISEÑO DE LAS ZONAS	84
3.4.1 Zona A1.	84
3.4.2 Zona A2	84
3.4.3 Zona A3.	84
3.4.4 Zona B1.	85
3.4.5 Zona B2.	85
3.4.6 Zona B3	86
3.4.7 Zona C1.	86
3.4.8 Zona C2	86
3.4.9 Zona C3.	87
3.4.10 Zona D3	87
3.5 DISEÑO DE LA BASE PARA EL MOTOR	88
4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO MODULAR BASADO EN LÓGICA CABLEADA Y PROGRAMADA	90
4.1 INTRODUCCIÓN	90
4.2 MÓDULOS DISEÑADOS	92
4.3 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS	96
4.3.1 Equipos de protección	97

4.3.1.1 Interruptor termomagnético	97
4.3.1.2 Fusibles	98
4.3.2 Equipos de maniobra	99
4.3.2.1 Relés de control	99
4.3.2.2 Contactor.	100
4.3.2.3 Temporizador.	101
4.3.3 Equipos de mando	102
4.3.3.1 Parada de emergencia	102
4.3.3.2 Pulsadores	103
4.3.3.3 Selector.	105
4.3.3.4 Pilotos luminosos	105
4.3.4 Equipos de control- Autómata programable (PLC).	106
5. DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL	113
5.1 DISEÑO DEL MANUAL TEÓRICO	113
5.2 DISEÑO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS	113
5.2.1 Título	113
5.2.2 Objetivo	113
5.2.3 Fundamentación previa al laboratorio	114
5.2.4 Ejemplo de aplicación	114
5.2.5 Descripción básica del elemento principal	114
5.2.6 Lista de componentes	115
5.2.7 Ubicación de los equipos en el banco de pruebas	115
5.2.8 Procedimiento de seguridad	116
5.2.9 Procedimiento de montaje	116
5.2.10 Elaboración del programa	116
5.2.11 Evaluación	116
5.3 MANUAL DE MANEJO BÁSICO DE STEP 7-MICROWIN	121
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	125

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema descriptivo del proyecto	21
Figura 2. Banco final para Accionamiento del Motor de 2HP	27
Figura 3. Interruptor termomagnético	29
Figura 4. Relé de sobrecara electrónico	31
Figura 5. Cartucho y fusible	32
Figura 6. Guardamotor	33
Figura 7. Relé de control (optoacoplador)	34
Figura 8. Contactor	35
Figura 9. Inversor de giro	36
Figura 10. Arrancador Suave	38
Figura 11. Variador de Velocidad	40
Figura 12. Basic Operator Panel (BOP)	41
Figura 13. Parada de emergencia	42
Figura 14. Pulsador	44
Figura 15. Selector	44
Figura 16. Piloto luminoso	45
Figura 17. Arquitectura de un autómata programable	47
Figura 18. Autómata Programable S7-200	48
Figura 19. Módulo Ethernet	50
Figura 20. Riel DIN	51
Figura 21. Canaleta	51
Figura 22. Banana Hembra	52
Figura 23. Prensaestopa	52
Figura 24. Mesa para motor de 2 HP	59
Figura 25. Banco final para accionamiento del motor de 10 HP	63
Figura 26. Interruptor termomagnético	65

Figura 27. Relé de Sobrecarga Electrónico	66
Figura 28. Cartucho y fusible	67
Figura 29. Relé de Control Optoacoplador	69
Figura 30. Contactor	70
Figura 31. Parada de Emergencia	71
Figura 32. Pulsador	72
Figura 33. Selector	73
Figura 34. Piloto luminoso	74
Figura 35. Arquitectura de un autómata programable	75
Figura 36. Autómata Programable S7-200	76
Figura 37. Modulo Ethernet	78
Figura 38. SIMEAS P	79
Figura 39. Transformadores de corriente	80
Figura 40. Riel DIN	81
Figura 41. Canaleta	81
Figura 42. Banana Hembra	82
Figura 43. Prensaestopa	82
Figura 44. Mesa para el motor de 10 HP	88
Figura 45. Banco Modular	91
Figura 46. Guía para deslizamiento	92
Figura 47. Modulo Interruptor termomagnético	92
Figura 48. Modulo Contactor	93
Figura 49. Modulo Relé de control 24VDC-220VAC	93
Figura 50. Modulo Relé de 24VDC	94
Figura 51. Módulo para simulación de las tres fases del motor	94
Figura 52. Modulo para Temporizador	95
Figura 53. Modulo para Fusibles de 3A	95
Figura 54. Autómata programable S7-200 (CPU 222)	96
Figura 55. Interruptor termomagnético	98
Figura 56. Cartucho y fusible	99

Figura 57. Relé de control	100
Figura 58. Contactor	101
Figura 59. Temporizador	102
Figura 60. Parada de emergencia	103
Figura 61. Pulsador	104
Figura 62. Selector	105
Figura 63. Piloto luminoso	106
Figura 64. Arquitectura de un autómata programable	108
Figura 65. Autómata Programable S7-200	109
Figura 66. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 1	114
Figura 67. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 2	115
Figura 68. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 3	117
Figura 69. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 4	118
Figura 70. Ítems correspondientes para el manual de prácticas	119

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Funciones de las teclas del BOP	41
Tabla 2. Significado de los colores según Norma DIN EN 60204-1	43
Tabla 3. Significado de los colores según Norma DIN EN 60204-1	45
Tabla 4. Selección de cables para los equipos	53
Tabla 5. Conceptos a fortalecer en el banco	60
Tabla 6. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1	71
Tabla 7. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1	73
Tabla 8. Selección de los cables según el equipo	83
Tabla 9. Conceptos a fortalecer en el banco de 10HP	89
Tabla 10. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1	104
Tabla 11. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1	105
Tabla 12. Selección de los cables según los equipos	110
Tabla 13. Conceptos a fortalecer en este banco modular	112

RESUMEN

TÍTULO: ACCIONAMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS BASADO EN LÓGICA PROGRAMADA. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE BANCOS DIDÁCTICOS*

AUTORES: Ludy Jimena Díaz Suarez, Jose Nolberto Rincón Rodríguez**

PALABRAS CLAVES: Accionamiento de motores eléctricos, equipos de maniobra, protección, mando y control, lógica programada.

DESCRIPCIÓN

El constante desarrollo tecnológico y la valoración de los Ingenieros por competencias han evidenciado en el Ingeniero Mecánico ciertas falencias al desempeñar actividades que involucren el accionamiento de motores Eléctricos. Mediante este trabajo de grado se busca fomentar las capacidades del estudiante de ingeniería mecánica en el campo de los accionamientos de motores eléctricos por medio de la construcción de tres bancos de laboratorio.

De los tres bancos, dos están orientados al accionamiento de motores eléctricos de 2 y 10 HP, mientras el restante presenta un carácter modular, el cual permite la aplicación de diversos conceptos de lógica cableada y lógica programada. La lógica programada se lleva a cabo mediante el uso de los autómatas programables S7-200 de Siemens, así mismo, se agregó un módulo Ethernet para brindar la capacidad del uso de redes industriales. Cada uno de los bancos cuenta con elementos de conexión para facilitar en el estudiante el desarrollo de las prácticas, preservar la vida útil de los equipos y fortalecer de esa manera las competencias laborales.

Cada uno de estos bancos cuenta con un soporte documental, el cual consta de un manual de prácticas, un manual de conceptos y un manual de comunicación del módulo Ethernet para facilitar al estudiante el desarrollo de las prácticas.

* Proyecto de Grado

**Facultad De Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela De Ingeniería Mecánica. Director JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ, Ingeniero Mecánico

SUMARY

TITLE: STARTING OF ELECTRIC MOTORS BASED ON PROGRAMMED LOGIC. DESIGN AND CONSTRUCTION OF DIDACTICS BANKS.*

AUTHORS: Ludy Jimena Díaz Suarez. Jose Nolberto Rincón Rodríguez**

KEY WORDS: Starting electric motors, maneuver device, protection device control device and programmed logic.

DESCRIPTION

The Constant technological development and the assessment of the Engineers by competitions have evidenced in the Mechanical Engineer certain failings on doing activities that involve the starting electric motors. By means of this thesis it is sought to promote the capacities of the student of Mechanical Engineering at the field of the starting electric motors through of the construction of three laboratory banks.

Of the three Banks, two are oriented to the starting electric motors of 2 and 10 HP, while the one remaining presents a modular character, which allows the application of diverse concepts of wired up and programmed logic. The programmed logic is done by means of the use of programmable automata S7-200 of Siemens, likewise, it was added an Ethernet module to offer the capacity of the use of industrial networks. Each of the banks counts on connection elements to make easy in the student the development of practices, preserving the service life of the devices and strengthening the labor competitions that way.

Each of these banks counts on documentary support, which consists of a manual of practice, a manual of concepts and manual of communication of Ethernet module manual to facilitate the development of the practices to the students.

*Graduation Project

** Faculty of Engineering physicommechanical. Mechanical Engineering School. JORGE ENRIQUE MENESES FLOREZ Director, Mechanical Engineer

INTRODUCCIÓN

La globalización industrial ha llevado a promover en el Ingeniero Mecánico el desarrollo de competencias y habilidades en el campo de la automatización industrial, con fin de que este siga siendo competitivo a nivel laboral.

Debido al amplio uso a nivel industrial de los motores eléctricos, es importante que el Ingeniero Mecánico este en capacidad de seleccionar y/o poner en funcionamiento dispositivos encargados del accionamiento y control de los mismos. Por medio de este trabajo de grado se pretende brindar al estudiante de Ingeniería Mecánica una herramienta para la comprensión y puesta en práctica de los conceptos relacionados con el accionamiento de los motores eléctricos, así como el control y las variantes de su funcionamiento.

La valoración por competencias ha evidenciado en el Ingeniero Mecánico ciertas falencias en el momento de desempeñar actividades que involucren identificación, mantenimiento y selección de accionamiento para motores eléctricos. Con el fin de involucrar al estudiante con el tema y abarcar asignaturas como: automatización industrial, autómatas programables, electricidad y electrónica básica (ver figura 1), se dividió el proyecto en: una parte practica para la cual se diseñaron y construyeron tres bancos, una parte teórica la cual consta de una manual de teórico y un manual de prácticas.

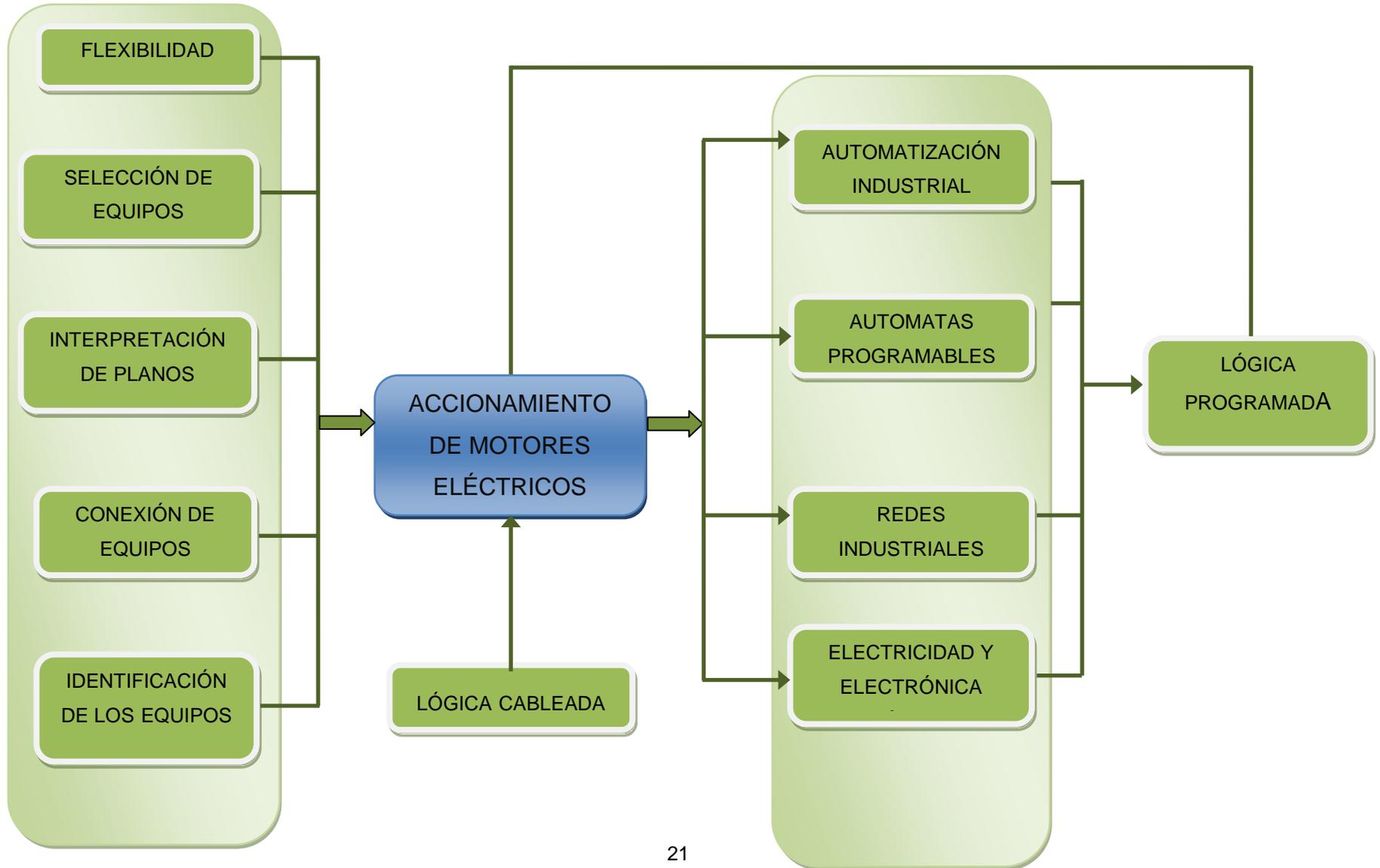
Al tratar de abarcar el tema de accionamiento de motores eléctricos, es importante cubrir estos métodos de accionamientos: arranque directo, arranque suave, arranque con variador de velocidad, inversión de giro, debido a que estos son los más utilizados a nivel industrial. Para suplir estas necesidades se diseñó y construyó un banco para un motor de 2HP el cual brinda dicha flexibilidad y el costo de los equipos para dicho control es moderado.

En la industria es habitual aplicarle técnicas como el arranque estrella-triángulo e inversión de giro a motores con una potencia mayor a 5HP, esto con el fin de evitar daño en los equipos conectados a la misma red, para este caso se diseñó y construyó un banco para accionamiento de un motor de 10HP.

Otro de los frentes a atacar y teniendo en cuenta que gran parte de la industria todavía basa sus procesos en una lógica cableada, se diseñó y construyó un banco modular el cual le permite al estudiante, identificar y establecer diferencias entre la lógica cableada y la lógica programada con el fin de desarrollar competencias para plantear soluciones que optimicen dichos procesos y disminuyan el costo de mantenimiento de los mismos.

Cada uno de estos bancos cuenta con un soporte documental el cual consta de un manual de prácticas, un manual de conceptos y un manual de comunicación del módulo Ethernet para facilitar al estudiante el desarrollo de prácticas con redes industriales y optimizar de una mejor forma los procesos. Esto busca desarrollar en el estudiante habilidades y competencias para mejorar su desempeño laboral y contribuir con el desarrollo de un perfil profesional que cubra las necesidades actuales del entorno industrial.

Figura 1. Esquema descriptivo del proyecto



1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer las competencias en el Ingeniero Mecánico mediante Diseño y Construcción de Bancos didácticos para accionamiento de motores eléctricos basados en lógica programada y por ende contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1 Diseñar y construir un banco didáctico para accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 2 HP que cumpla las siguientes características:

☞ Prácticas a soportar:

☞ Arranque directo de un motor asíncrono trifásico empleando el guardamotor como dispositivo de protección, controlado por un autómatas programable industrial (API).
☞ Arranque directo de un motor asíncrono trifásico empleando un relé de sobrecarga como dispositivo de protección, controlado por un autómatas programable industrial (API).
☞ Funcionamiento de un arrancador suave como dispositivo de maniobra para un motor asíncrono trifásico, controlado por un autómatas programable industrial (API).
☞ Funcionamiento de un variador de velocidad como dispositivo de maniobra para un motor asíncrono trifásico controlado desde el Basic Operator Panel (BOP).
☞ Funcionamiento de un variador de velocidad como dispositivo de maniobra para un motor asíncrono trifásico, controlado por un autómatas

programable industrial (API).
☞ Inversión del sentido de giro de un motor asíncrono trifásico, controlado por un autómata programable industrial (API).

- ☞ Semiflexible. Ya que cada equipo cuenta con una distribución de elementos adecuada para facilitar la distribución de las líneas de control y potencia.
- ☞ Área de trabajo (168 cm alto x110cm ancho) Móvil y vertical.
- ☞ Susceptible de comunicarse vía Ethernet.

1.2.2 Diseñar y construir un banco didáctico para accionamiento de un motor eléctrico trifásico de 10 Hp que cumpla con las siguientes características:

☞ Prácticas a soportar:

☞ Arranque estrella triangulo de un motor asíncrono trifásico de corriente alterna, controlado por un autómata programable industrial (API) con verificación visual de su operación.
☞ Inversión del sentido de giro de un motor asíncrono trifásico de corriente alterna, controlado por un autómata programable industrial (API) con verificación visual de su operación.

- ☞ Semiflexible. Ya que cada equipo cuenta con una distribución de elementos adecuada para facilitar la distribución de las líneas de control y potencia.
- ☞ Área de trabajo (168 cm alto x110 cm ancho) Móvil y vertical
- ☞ Susceptible de comunicarse vía Ethernet.

1.2.3 Diseñar y construir un banco didáctico MODULAR que cumpla con las siguientes características:

☞ Prácticas a soportar:

☞ Funcionamiento de elementos de maniobra (pulsador, selector y parada de emergencia) verificando su operación con dispositivos de señalización (pilotos luminosos) en un circuito eléctrico.
☞ Funcionamiento de un relé de 24VDC-220VAC con verificación visual de su operación en un circuito eléctrico.
☞ Funcionamiento de un contactor con verificación visual de su operación en un circuito eléctrico.
☞ Funcionamiento de un temporizador con verificación visual de su operación en un circuito eléctrico.
☞ Conexión temporizada de Contactores con verificación visual de su operación en un circuito eléctrico.
☞ Funcionamiento de elementos de maniobra (pulsador, selector y parada de emergencia) verificando su operación con dispositivos de señalización (pilotos luminosos), controlado por un autómeta programable industrial (API).
☞ Funcionamiento de un relé de 24VDC-220VAC con verificación visual de su operación, controlado por un autómeta programable industrial (API).
☞ Funcionamiento de un contactor con verificación visual de su operación, controlado por un autómeta programable industrial (API).
☞ Funcionamiento de un temporizador con verificación visual de su operación, controlado por un autómeta programable industrial (API).
☞ Conexión temporizada de Contactores con verificación visual de su operación, controlado por un autómeta programable industrial (API).

- ☞ Basado en lógica cableada.
- ☞ Área de trabajo (110 cm ancho X 70cm alto) fija.
- ☞ Flexible. Ya que cada equipo cuenta con una base montable, desmontable y adaptable a cada una de las practicas.

2. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PARA ACCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 2 HP

2.1 INTRODUCCIÓN

Con este banco se desea brindar al estudiante un mecanismo para adquirir y desarrollar destrezas en el área de accionamiento y control de motores eléctricos según las practicas establecidas en el objetivo 1.2.1, para lograr esto fue necesario contar con un área de trabajo de 110cm de ancho X 110cm de alto, que le permitiese al estudiante identificar, cablear, interpretar y conocer el funcionamiento de los equipos que conforman este banco, entre estos se encuentran dispositivos de control, maniobra, mando y protección, otras de las ventajas de este banco son: seguridad, flexibilidad, fácil montaje y desplazamiento.

Con el fin de cumplir el concepto de lógica programada establecido en el titulo del proyecto se seleccionó el autómata programable S7-200 (CPU-222) de Siemens, el cual brindará al estudiante facilidad a la hora de programar ya que cumple la norma IEC 601131,¹. Para realizar prácticas de redes industriales y con la proyección a futuro de un sistema Scada para el monitoreo y control del banco se seleccionó un modulo Ethernet, el cual le brinda al autómata mayor flexibilidad y ventajas a la hora de comunicación y monitoreo.

Para la distribución de los equipos en el banco fue necesario dividir el tablero en 12 zonas (ver figura 2), esto se logró teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

☞ De izquierda a derecha se encuentran los equipos para realizar desde la primera hasta la última práctica.

¹ Norma IEC 601131 es el estándar de lenguaje de programación de los Autómatas Programables.

- ☞ La longitud de los cables debía ser moderada para evitar confusión en el estudiante.
- ☞ Distribución del conjunto de bananas hembras para brindar flexibilidad en el cableado y así evitar el deterioro de los equipos y la reducción de su vida útil.
- ☞ Los relés de control se ubicaron en dos zonas teniendo en cuenta: para la maniobra de las señales de control de los equipos era más adecuado tenerlos en la parte inferior del tablero y para el control de las señales de los pilotos luminosos tenerlos junto a ellos.
- ☞ Brindar protección a los equipos por separado (control y potencia).
- ☞ El barraje donde se encuentra la acometida del sistema se protegió con una superficie de acrílico la cual brinda protección al estudiante y a su vez permite la identificación de las fases según norma NTC 2050.
- ☞ El uso de canaletas porta cables fue indispensable es con el fin de brindar orden en el desarrollo de cada una de las prácticas.

Después de establecida la distribución de los equipos fue necesario cablear cada uno de sus bornes a las bananas y numerar uno a uno de los cables.

Para ofrecer una mejor interpretación al estudiante de las conexiones se utilizaron bananas de diferentes tamaños y colores para mayor interpretación y abarcar el campo visual del estudiante se utilizaron bananas de diferente tamaño y color, (ver descripción de zonas).

Figura 2. Banco final para Accionamiento del Motor de 2HP



Fuente: Autores

2.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS

Para desarrollar las prácticas establecidas en el objetivo 1.2.1, se seleccionaron equipos de protección, señalización, maniobra y control; los parámetros a seguir fueron: tensión de la red (220VAC), potencia del motor (2Hp), corriente del motor (7A) AC, número de maniobras, frecuencia (60Hz) y ambiente de trabajo.

Para realizar la selección de los equipos (marca Siemens), se dividieron en:

- ☞ Equipos de protección
- ☞ Equipos de maniobra
- ☞ Equipos de mando
- ☞ Equipos de control

2.2.1 Equipos de protección. Son los encargados de proteger la carga y los equipos acoplados a la red contra efectos de sobrecarga, cortocircuito y sobrecalentamiento, entre ellos:

2.2.1.1 Interruptor termomagnético. Entre una gama de interruptores se seleccionó un interruptor termomagnético por sus ventajas de protección, cuenta con la capacidad de un interruptor térmico y uno magnético, son los encargados de aislar y proteger, los equipos y la carga, contra sobrecargas según norma IEC 60947 y cortocircuitos según norma IEC 60898, también protegen contra calentamiento y descargas peligrosas originadas por tensiones de contacto debido a fallas en el aislamiento.

Se dividen en unipolares, bipolares y tripolares, para brindar protección al banco se seleccionaron así:

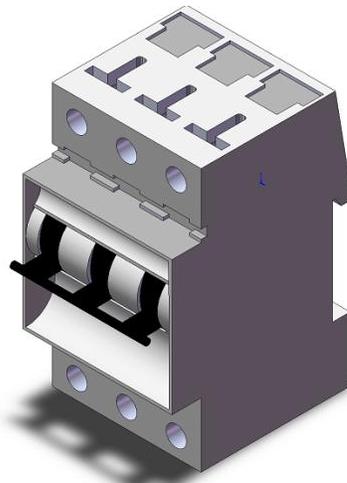
Uno tripolar para manejo de potencia cuyas características son:

- ☞ Referencia 5SX2320-7
- ☞ Característica de disparo C: muy empleadas en relación con aparatos eléctricos con corrientes de conexión más elevadas, por ejemplo, lámparas y motores.
- ☞ Capacidad C20 es decir 20[A]
- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN

Dos unipolares para control de fases (L1-L2) cuyas características son:

- ☞ Característica de disparo C
- ☞ Referencia 5SX21106-7
- ☞ Capacidad C6 es decir 6[A]
- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN

Figura 3. Interruptor termomagnético



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.1.2 Relé de sobrecarga electrónico. Los relés de sobrecarga miden la corriente que el motor está tomando de la red y de esa forma lo protegen contra efectos de sobrecarga, asimetría en las fases o por falla en una de ellas (según norma IEC 647-4-1), al detectar un aumento en la corriente mayor al establecido se accionan los contactos auxiliares y desconectan la carga.

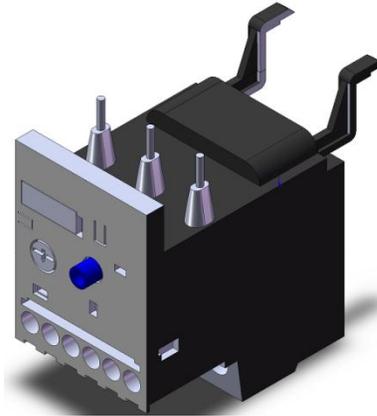
El tiempo de disparo depende de la clase (CLASS), se puede seleccionar una de seis tipos de clases diferentes (CLASS 5/10/15/20/25/30). También cuenta con un botón reset para reposición en caso de disparo, este puede ser manual o automático, en nuestro caso es manual por tanto se debe accionar después de un lapso de cinco minutos para que el motor se alcance a enfriar, también posee un potenciómetro el cual permite graduar la corriente de disparo.

Se seleccionó un relé de sobrecarga electrónico y no uno de sobrecarga térmico, por su tecnología de disparo.

Especificaciones del equipo:

- ☞ Referencia 3RB2026-1SB0
- ☞ Tamaño S0
- ☞ Categoría de servicio AC15
- ☞ Regulación de corriente de 3-12[A]
- ☞ Clase 10 cuyo tiempo oscila entre 4 y 10 segundos.
- ☞ Circuito auxiliar un contacto NO para señalización y uno NC para desconexión
- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Intensidad de la corriente limite de disparo entre 1.1 y 1.2 el valor ajustado.

Figura 4. Relé de sobrecarga electrónico



Fuente: Autores

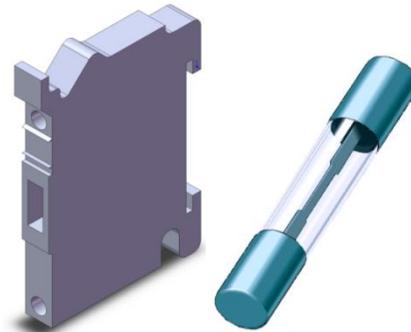
Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.1.3 Fusible. Es empleado para proteger dispositivos eléctricos, permite el paso de corriente mientras el valor establecido no sea superado, si este se pasa el fusible se derrite abriendo el circuito y deja de funcionar.

Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente: (un corto circuito) y causar hasta un incendio. El fusible se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar.

- ☞ Para proteger la línea de 24VDC al automático se empleo un fusible de 3[A]
- ☞ Está constituido por una lámina o hilo metálico, cubierta con vidrio.
- ☞ Protegido por una bornera portafusible.

Figura 5. Cartucho y fusible



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

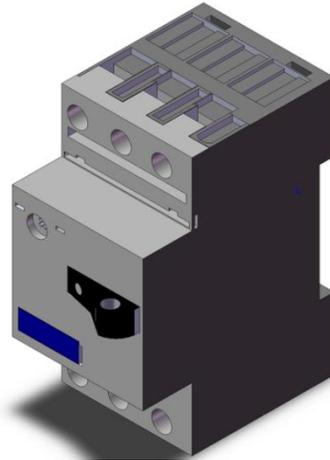
2.2.1.4 Guardamotor. El guardamotor o interruptor automático tiene la función de proteger los motores contra sobrecorriente y cortocircuitos según norma (IEC 947-4 Y IEC 947-2), es de accionamiento manual por consiguiente para preservar su vida útil se aconseja emplearlo en conjunto con un contactor.

Cuenta con un potenciómetro para graduar la corriente de disparo, una de las grandes ventajas es que si se encuentra bloqueado por algún candado también disparara.

Para cumplir las expectativas de protección se seleccionó el siguiente:

- ☞ Referencia 3RV1011-1HA1
- ☞ Tamaño S00
- ☞ Corriente máxima 12 [A]
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Accionamiento manual
- ☞ Clase 10 para arranque normal

Figura 6. Guardamotor



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.2 Equipos de maniobra. Permiten vincular eléctricamente a la red con la carga y controlan el paso de corriente hacia la misma permitiendo así su funcionamiento, entre ellos:

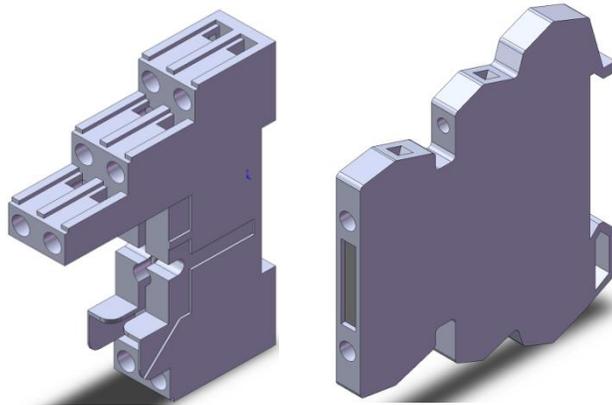
2.2.2.1 Relés de control. El relé es un dispositivo que ejecuta la acción lógica del sistema con el fin de conectar y desconectar circuitos del sistema de control ordenado al elemento que maneja la potencia (contactor), que ejecute un trabajo de conexión o desconexión.

El relé seleccionado cuenta con las siguientes características:

- ☞ Referencia de la caja de bornes SCHRACK TT78726
- ☞ Conecta y amplifica señales digitales en automatización.
- ☞ Sirven para separación galvánica del circuito de mando y el de carga.
- ☞ La tensión de la bobina es de 24VDC

- ☞ Enchufable referencia 8 pines Tyco RT424024F
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Dos contactos abiertos
- ☞ Dos contactos cerrados
- ☞ Dos contactos comunes para alimentación a 220VAC

Figura 7. Relé de control (optoacoplador)



Fuente: Autores

También seleccionamos un relé marca ABB con las siguientes características:

- ☞ Referencia 1SNA 645001 R030
- ☞ Menor tamaño
- ☞ Menor número de contactos abiertos (1)
- ☞ Menor número de contactos cerrados (1)
- ☞ Para manejar las señales de control hacia los pilotos luminosos.

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.2.2 El Contactor. El contactor es el equipo de maniobra para circuitos de fuerza, soportando una corriente de arranque varias veces mayor que la asignada (7.2 veces mayor según norma IEC 947), es un conmutador todo o nada capaz de cortar corrientes de sobrecarga, puede energizar equipos con carga o en vacío.

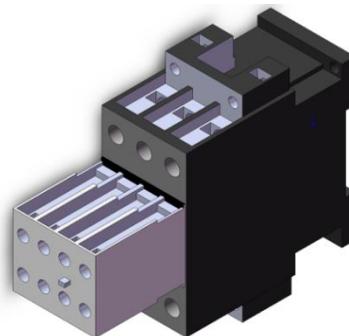
Para cumplir la tarea de arranque directo se seleccionó el siguiente contactor:

- ☞ Referencia 3RT1024-1AN24
- ☞ Categoría de uso AC-3
- ☞ Potencia a 220VAC de 5.5 KW
- ☞ Tamaño S0
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Corriente 11 [A]

También un bloque de contactos auxiliares empleado como señales de comprobación de buen funcionamiento, características:

- ☞ Referencia 3RH1921-1HA22
- ☞ Cuatro polos
- ☞ 2 contactos NC y 2 NO
- ☞ Categoría de uso AC-15 6[A]

Figura 8. Contactor



Fuente: Autores

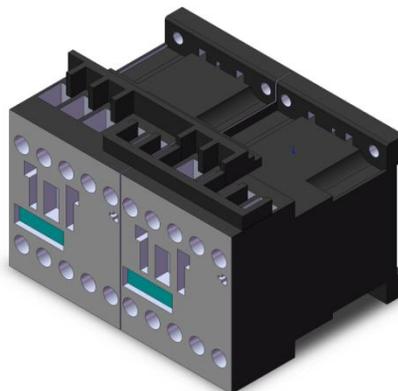
Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.2.3 Inversión de giro. Se conforma mediante la combinación de dos contactores, están enclavados mecánica y eléctricamente (enclavamiento del contacto de apertura).

Los contactores cuentan con un contacto NC para poder lograr dicho enclavamiento, para acoplar ambos contactores se emplea unos conectores en forma de láminas las cuales mediante unas puntas de cobre se encargan de realizar el cruce de fases. Características del equipo seleccionado:

- ☞ Ocupa menor área
- ☞ Referencia de los contactores 3RT1015-1AN21
- ☞ Bobina 220VAC
- ☞ Categoría de uso AC-3 7 [A]
- ☞ Tamaño S00
- ☞ Referencia de la laminilla 3RA19 13-2A

Figura 9. Inversor de giro



Fuente: Autores

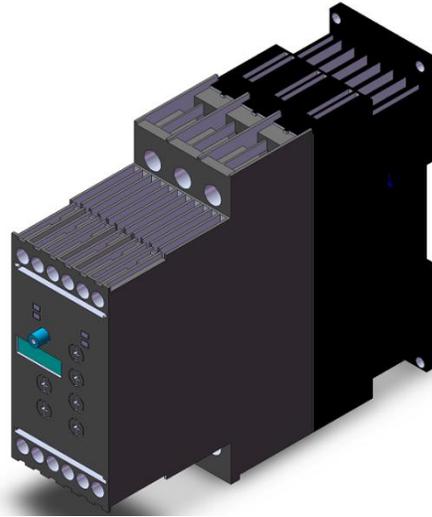
2.2.2.4 Arrancador suave. Su función es limitar la corriente y el torque durante el arranque del motor para así disminuir los esfuerzos mecánicos y las bajas de tensión en la línea de suministro, basan su principio de funcionamiento en el control de dos de sus fases mediante tiristores los cuales cuentan con una protección contra cortocircuitos, las características por las cuales se seleccionó el arrancador suave 3RW40 y no un 3RW30 son:

- ☞ Posee protección contra sobrecargas según norma IEC 60 947-4-2,
- ☞ Control de tiempo de arranque
- ☞ Clase de disparo para sobrecarga
- ☞ Tiempo de desaceleración
- ☞ Tensión de arranque
- ☞ Corriente de operación
- ☞ Monitoreo de estado y fallo integrado.
- ☞ Tres LED permiten visualizar el estado operativo y posibles fallas
- ☞ Pulsador de RESET TEST y RESET MODE

Especificaciones del arrancador suave seleccionado:

- ☞ Referencia 3RW4024-1BB24
- ☞ Corriente máxima 12.5 [A]
- ☞ Tamaño constructivo S0
- ☞ Tensión 220VAC
- ☞ 3/5.5KW a 40°C
- ☞ 3/7.5KW a 50°C
- ☞ Contactos de acuse de falla (95-96) se pueden manejar a 24VDC

Figura 10. Arrancador Suave



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.2.5 Variador de velocidad. Los variadores de velocidad, también conocidos como variadores de frecuencia son dispositivos que controlan la velocidad del motor mediante la regulación de la frecuencia de la red, la cual alimenta el equipo.

El principio de funcionamiento del variador de velocidad consiste en convertir la señal de corriente alterna, a una señal de corriente continua mediante un puente que está conformado por diodos rectificadores. Posteriormente mediante un convertidor PWM (Pulse Width Modulation) que es el encargado de modular los pulsos, convirtiendo la señal de corriente directa proveniente del puente rectificador a una señal de corriente alterna con frecuencia variable.

Características por las cuales se selecciono un Micromaster 420 y no un 410:

☞ Protección contra sobrecarga 1.5 la corriente de salida

- ☞ Protección contra sobretensión
- ☞ Protección contra sobretemperatura
- ☞ Protección de defecto a tierra
- ☞ Protección contra cortocircuitos
- ☞ Protección térmica del motor
- ☞ Protección de bloqueo del motor
- ☞ Bloqueo de parámetros
- ☞ Protección contra el vuelco del motor
- ☞ Para redes trifásicas
- ☞ Potencia 0.12kW-11KW
- ☞ Tensión 200V a 480V
- ☞ Tres entradas digitales
- ☞ Una salida digital a relé
- ☞ Una entrada analógica (0V a 10V, escalable)
- ☞ Una salida analógica parametrizable (0mA-20mA)
- ☞ Puesta en servicio rápida mediante menús rápidos (BOP basic Operator panel)
- ☞ Funcionamiento silencioso del motor gracias a las frecuencias de pulsación elevadas.
- ☞ Protección para el motor y el convertidor.
- ☞ Inversión de giro
- ☞ Tiempos de aceleración y desaceleración
- ☞ Rearranque al vuelo, entre otras.
- ☞ Tensión de la red 0.12KW a 5.5 KW
- ☞ Frecuencia de red 47-63Hz
- ☞ Frecuencia de salida 0-650Hz
- ☞ Frecuencias parametrizables 7

Se seleccionó un Micromaster 420 con las siguientes características

- ☞ Referencia 6SE64202UC22-2BA1
- ☞ Potencia 3 HP
- ☞ Corriente de entrada asignada 26.8 [A]
- ☞ Corriente de salida asignada 10.4 [A]
- ☞ Tamaño constructivo B

Figura 11. Variador de Velocidad



Fuente: Autores

Componentes adicionales

☞ Son seleccionados dependiendo del tipo de comunicación a emplear, en este caso se seleccionó un basic Operator panel (BOP), su manipulación es manual y permite acceder a todos los parámetros del variador, cambiarlos y guardarlos.

Figura 12. Basic Operator Panel (BOP)



Fuente: Siemens AG, Automation and Drives, [www. Siemesn.com/Micromaster](http://www.Siemesn.com/Micromaster)

Tabla 1. Funciones de las teclas del BOP

Panel/botón	Función
	Visualizador de estado
	Botón Marcha
	Botón Parada
	Botón Invertir sentido de giro
	Botón Jog motor
	Función
	Botón para Acceder a parámetros
	Botón Subir valor
	Botón Bajar valor
	Menú AOP

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

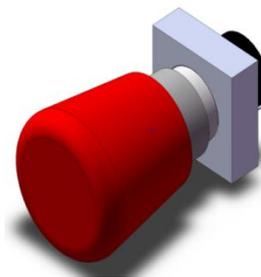
2.2.3 Equipos de mando. Son los encargados de vincular a la instalación y los operadores con los aparatos de maniobra y protección, en este caso se seleccionaron:

2.2.3.1 Parada de emergencia. En caso de peligro, todo el equipamiento eléctrico de una máquina industrial se debe poder detener con la mayor rapidez posible con el fin de evitar riesgos para las personas y la maquina (según norma IEC 241-1).

Características de la parada de emergencia seleccionada:

- ☞ Referencia 3SB3 603-1HA20
- ☞ Los contactos NC tienen apertura forzada.
- ☞ Tiene la forma de un hongo
- ☞ Tiene enclavamiento mecánico
- ☞ Se identifica con un color rojo llamativo
- ☞ Área de accionamiento 40mm

Figura 13. Parada de emergencia



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.3.2 Pulsadores. Son accionados de forma directa, permiten la comunicación entre el operador y la maquina, se limitan a señales “todo o nada” entre sus características encontramos:

- ☞ Garantizan la seguridad
- ☞ Fácil instalación
- ☞ Robustos, fiables, ergonómicos y adaptables a cualquier condición ambiente, están disponibles

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores

Tabla 2. Significado de los colores según Norma DIN EN 60204-1

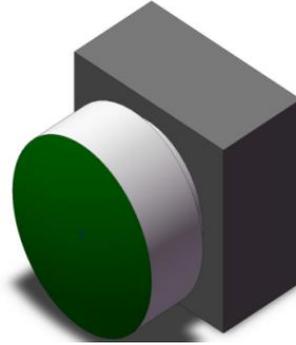
Color	Significado
Rojo	Emergencia
Amarillo	Anormal
Verde	Seguro, arranque
Azul	obligatorio
Blanco	No tiene un significado especial
Gris	
negro	

Teniendo estas especificaciones como base, se seleccionaron así:

- ☞ Un pulsador verde: para emitir señales de arranque con un contacto NO.
- ☞ Un pulsador rojo: para emitir señales de parada con un contacto NC.
- ☞ Un pulsador negro: para otras aplicaciones en el caso de inversión de giro para accionar el otro contactor, con un contacto NO.
- ☞ Referencia 3SB3 602-0AA41

☞ Su alimentación se puede realizar a 24VDC, 110VAC y 220VAC.

Figura 14. Pulsador

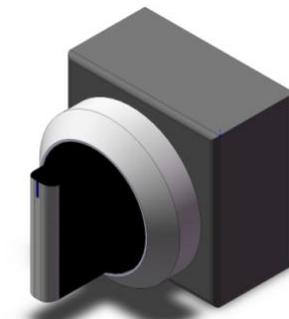


Fuente: Autores

2.2.3.3 Selector. Es otro tipo de mando se caracteriza porque tiene enclavamiento mecánico, existen de dos o tres posiciones, características del seleccionado:

- ☞ Referencia 3SB3 602-2KA11
- ☞ Con un contacto NO
- ☞ tres posiciones

Figura 15. Selector



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.3.4 Pilotos luminosos. Son dispositivos que detallan una condición en el circuito por medio de una señal luminosa, su principal característica es señalar si la maquina está trabajando en condiciones normales o se encuentra detenida por alguna falla.

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores y pilotos luminosos

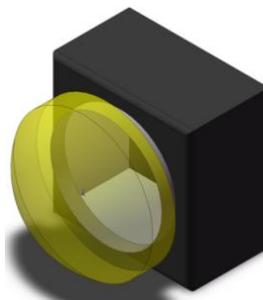
Tabla 3. Significado de los colores según Norma DIN EN 60204-1

Color	Significado
Rojo	Emergencia, peligro
Amarillo	Anormal, cuidado
Verde	Normal
Azul	Informaciones especiales
Blanco	Informaciones generales

Teniendo en cuenta el significado de los colores y con el fin de evidenciar el funcionamiento del banco, se seleccionaron:

- ☞ 2 Pilotos luminosos verdes
- ☞ 2 Pilotos luminosos rojos
- ☞ Piloto luminoso amarillo

Figura 16. Piloto luminoso



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

2.2.4 Equipos de control – Autómata programable (PLC). Son empleados para realizar tareas de automatismos, entre ellos se encuentran por sus siglas en español los autómatas programables industriales (API) y por sus siglas en inglés los controladores lógicos programables (PLC).

Con el fin de cumplir con el concepto de lógica programada expuesto en el título del proyecto, a continuación se enumeran algunas de las ventajas que se alcanzan con su uso:

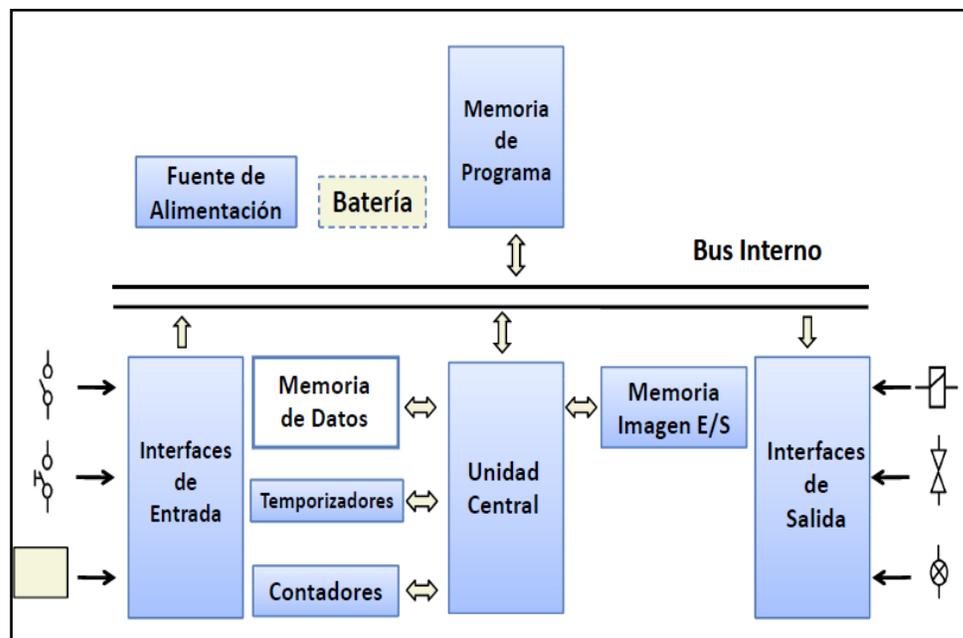
- ☞ Simplifica considerablemente el trabajo del operario y le da libertad para realizar otras actividades
- ☞ Ahorra material y energía
- ☞ Aumenta la seguridad del personal
- ☞ Ahorra tiempo en la ejecución de procesos
- ☞ Si se desea modificar un proceso tan solo basta con modificar el programa
- ☞ Reduce el espacio ocupado
- ☞ Procesos secuenciales
- ☞ Permite el chequeo de programación centralizada
- ☞ Reduce el tiempo en el montaje de los equipos
- ☞ Economía de mantenimiento (aumenta la confiabilidad)
- ☞ Localización rápida de fallas

El Autómata programable es un dispositivo electrónico basado en microprocesadores o microcontroladores, programable por el usuario, evalúa entradas digitales y/o análogas, almacena y genera salidas del mismo tipo para controlar máquinas y procesos lógicos o secuenciales.

Características de un PLC:

- ☞ Flexibilidad para comunicación,
- ☞ Fácil lenguaje de programación,
- ☞ Expansión mediante módulos,
- ☞ El tiempo de respuesta es mínimo,
- ☞ Tamaño reducido

Figura 17. Arquitectura de un autómata programable

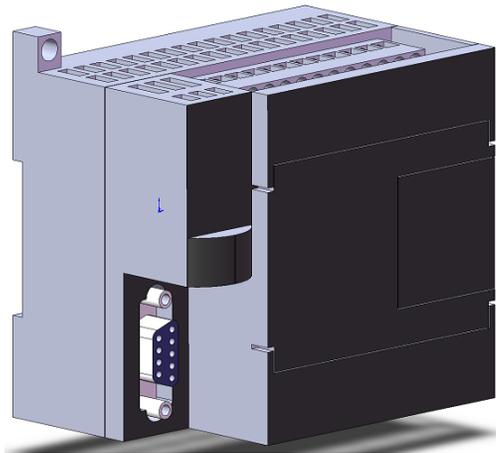


Fuente: Ingeniería y Automatización, Sistemas Integrales en Seguridad, Programación Básica y Avanzada de PLC, Siemens S7-200

2.2.4.1 Selección de autómata programable. Teniendo en cuenta las ventajas de un autómata programable y los siguientes parámetros: número de variables a controlar, el tiempo de respuesta de las mismas y con el fin de implementar en el laboratorio de Automatización Industrial aplicaciones con otra gama de autómatas se seleccionó un S7-200 (CPU 222), ya que es un equipo compacto, tiene incorporada su unidad central de procesamiento, la fuente de alimentación, la interfaz de comunicación PPI, las entradas y salidas digitales.

Se caracteriza por vigilar las entradas y cambiar el estado de las salidas dependiendo del programa realizado por el usuario, puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contactores y temporizadores, operaciones aritméticas complejas, así como la comunicación con otros equipos inteligentes.

Figura 18. Autómata Programable S7-200



Fuente: Autores

Características

- ☞ Referencia 212-1AP23-0XBB0
- ☞ Alimentación 24VDC
- ☞ Velocidad de ejecución booleana 0.22 microsegundos/operación.
- ☞ Tamaño de la imagen de E/S digitales 256 (128 E / 128 S)
- ☞ Montaje con tornillo o en riel DIN
- ☞ 8 entradas digitales
- ☞ 6 salidas digitales
- ☞ Un puerto de comunicación PPI
- ☞ 4 contadores rápidos de hardware hasta 30KHz
- ☞ Entradas de alarma independientes y salidas de impulsos de 2X 20KHz
- ☞ 2 interrupciones de tiempo a partir de 2ms

- ☞ Un potenciómetro analógico
- ☞ La alimentación integrada proporciona corriente a la CPU y a todos los módulos de ampliación.
- ☞ Detrás de la puerta de acceso se encuentran el conmutador de tipo de servicio y la interfaz RS-485 para los módulos de ampliación.
- ☞ Los LED de estado de CPU muestran el estado de operación de la CPU en caso de
 - ☞ Error del sistema,
 - ☞ RUN,
 - ☞ STOP.
- ☞ Los LED de estado de las entradas y salidas.
- ☞ Su lógica en programación, se puede realizar empleando tres lenguajes FUP, AWL y KOP.
- ☞ La conexión entre los módulos se da gracias a un bus de comunicación.

2.2.4.2 Selección del modulo de comunicación. Con el fin de enfocar mas al estudiante hacia las practicas de redes industriales, y teniendo en cuenta que la CPU 222 solo cuenta con un puerto de comunicación RS 485, se implemento el uso de un modulo Ethernet, el cual se caracteriza por su flexibilidad, velocidad de comunicación, facilidad de programación, configuración y el diagnostico a distancia, gracias al puerto RJ 45 con el que cuenta, el cual gracias a su Características:

- ☞ CP243-1
- ☞ Referencia 6GK7243-1EX00-0XE0
- ☞ Alimentación 24VDC

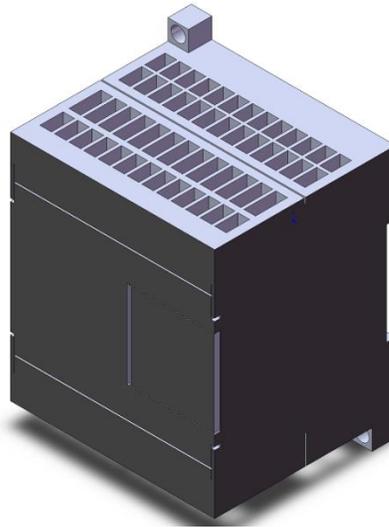
Este módulo de comunicación puede parametrizarse rápida y fácilmente mediante los correspondientes asistentes (Wizards). Al ingresar Mediante unas instrucciones paso a paso, el Wizard irá solicitando únicamente los parámetros

necesarios para la función. El programa en sí es generado por el Wizard y puesto a disposición del usuario.

Otras ventajas de STEP 7-Micro/WIN (software de programación de s7-200) son, por ejemplo:

- ☞ las numerosas ayudas para la puesta en funcionamiento de las aplicaciones
- ☞ la rápida eliminación de errores gracias a la función de búsqueda y corrección
- ☞ RUN-Time Edit
- ☞ numerosas posibilidades de documentación.
- ☞ programación estructurada con subprogramas y bibliotecas como, p.ej., Modbus y protocolo USS.

Figura 19. Módulo Ethernet



Fuente: Autores

Distribución y montaje de los equipos en el tablero

Después de seleccionados los equipos fueron montados en riel DIN y distribuidos de forma estratégica en un tablero cuya área es de 110cm de ancho X 110 cm de

alto, soportado en un bastidor de área 110cm de ancho X 170cm de alto, para facilitar su desplazamiento se le adaptaron ruedas.

Figura 20. Riel DIN

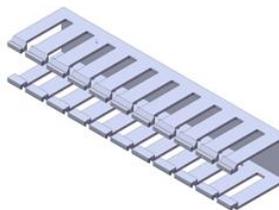


Fuente: Autores

Las condiciones establecidas para la distribución de los equipos fueron: número de equipos por práctica, flexibilidad a la hora de realizar las conexiones, distribución de bananas que permitieran el cableado de los equipos y así poder conservar los bornes y su vida útil, ya que la manipulación por los estudiantes va a ser constante.

Para cumplir con las condiciones establecidas el tablero se dividió en doce zonas empleando canaletas portacables (ver figura 20)

Figura 21. Canaleta

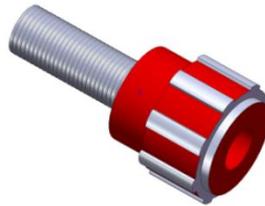


Fuente: Autores

Con el fin de aumentar el campo visual se emplearon elementos de conexión (bananas (ver figura)) de diferentes tamaños, formas y colores, cada una cuenta

con un aislador para evitar el contacto con el tablero, para mayor seguridad cada tornillo fue recubierto con termoencogible (aislante), con esto se le facilita al estudiante la identificación de las diferentes tensiones (24VDC y 220VAC).

Figura 22. Banana Hembra



Fuente: Autores

Para el cableado de los equipos fue necesario utilizar prensaestopas PG16 (ver figura) los cuales permitieron una mayor organización de los cables a la hora de conectarlos a las bananas.

Figura 23. Prensaestopa



Fuente: Autores

La selección de los cables se realizó de acuerdo a la corriente a manejar en el circuito:

- ☞ Cable 18 AWG 600V 75° C para conexiones de 24VDC de color rojo y negro.
- ☞ Cable 16 AWG 600V 75° C para conexiones de control 220VAC de color amarillo, azul y rojo.

☞ Cable 12 AWG 600V 75° C para conexiones de potencia 220VAC de color negro.

Tabla 4. Selección de cables para los equipos

Equipo	Control 24VDC	Control 220VAC	Potencia 220VAC
Interruptor termomagnético tripolar			✓
Interruptor termomagnético bipolar		✓	
Contactador		✓	✓
Relé de sobrecarga	✓		✓
Inversor de giro		✓	✓
Arrancador suave	✓	✓	✓
Relé de control	✓	✓	
Pulsadores	✓		
Selector	✓		
Parada de emergencia	✓		
Pilotos luminosos		✓	
Variador de velocidad	✓		✓
Autómata S7-200	✓		

Los cables se etiquetaron para permitir una mejor identificación de los bornes de cada equipo al mismo tiempo que esta coincide con las bananas.

Por último se etiquetó todo el banco, cada equipo con su respectivo nombre, esto con el fin de facilitar en el estudiante la identificación de los equipos y elementos de conexión en el tablero.

2.3 DISEÑO DE LAS ZONAS

2.3.1 Zona A1. Se encuentra el barraje hecho de cobre por su gran conductividad, conformado por cuatro barras, cada una con longitud de 20cm y una separación de 6cm, montadas sobre aisladores, se empleó termoencogible de color amarillo, azul, rojo y verde para identificar las diferentes fases (R, S, T y N) según código de colores norma NTC 2050 artículo 11 tabla 13, conociéndose el barraje como acometida del sistema se distribuyeron sobre los tornillos y pines tipo ojo para alimentar los interruptores termomagnéticos (tripolar y bipolar), por último sobre el barraje se dispuso una protección (caja en acrílico) para evitar el contacto por personal no autorizado, por último se dispuso sobre la protección el símbolo de riesgo eléctrico según norma IEC 60417-1.

2.3.2 Zona A2. Se encuentra un interruptor termomagnético tripolar el cual protege el circuito de potencia de los equipos (220VAC), es de accionamiento manual.

Su alimentación (entradas) se encuentra precableada para mayor seguridad, mientras que las salidas cuentan con 3 bananas color rojo, de cabeza grande para permitir la conexión por parte de los estudiantes en las prácticas.

2.3.3 Zona A3. Se encuentra el control total del banco, el cual lo ejerce la CPU 222, adicional encontrará un módulo Ethernet CP 243.

La alimentación de este automático es a 24VDC (L+ y M) y esta precableada, un juego de bananas ubicadas en la parte inferior simbolizan las entradas (color rojo) y salidas (color negro) del automático.

En la parte izquierda del autómata se ubican dos columnas conformadas por 7 bananas cada una, el color rojo simboliza (L+) y el color negro (M) para alimentar a 24VDC algunos equipos es este caso dependiendo de la practica hablamos de: pulsadores, parada de emergencia, selector, contactos auxiliares de (contactor, relé de sobrecarga, variador de velocidad ya arrancador suave) etc.

2.3.4 Zona B1. Se encuentra el interruptor termomagnético bipolar para realizar tareas de protección para las fases de control de los equipos, es decir se tiene control en (L1-L2) a 220VAC, al lado derecho del mismo se dispuso un juego de bananas 7 de color rojo que simbolizan (L1) y 7 de color negro q simbolizan (L2) para facilitar al estudiante la identificación de las fases y brindar mayor seguridad.

2.3.5 Zona B2. Está ubicado el contactor que tiene acoplado el relé de sobrecarga electrónico, de esta manera facilitamos el desarrollo de la práctica (arranque directo empleando el relé de sobrecarga como dispositivo de protección), para este conjunto encontramos distribuidas las siguientes bananas:

- ☞ 6 para potencia (220VAC trifásica) (1L1-3L2-5L3) entradas y (2T1-4T2-6T3) salidas.
- ☞ 2 para control a (220VAC) A1 de color rojo y A2 de color negro.
- ☞ 4 para los contactos auxiliares del contactor que simbolizan un contacto NC y otro NO.
- ☞ 2 para el contacto auxiliar del relé de sobrecarga (borne 95-96), empleado como protección para el circuito.

2.3.6 Zona B3. Encontramos tres relés de control 24VDC-220VAC cuya función es controlar las señales hacia los pilotos luminosos, cuentan con un contacto NC y otro NO, un contacto común que se alimenta a 220VAC y la alimentación de sus bobinas (A1-A2) que se realiza a 24VAC, en la parte izquierda de los relés se encuentran distribuidas las bananas color rojo para (los contactos NC, NO y A1) y

negra para (los bornes comunes y A2) para facilitar al estudiante la conexión de las practicas.

2.3.7 Zona C1. Se encuentra ubicado un equipo de protección (guardamotor) y uno de maniobra (contactor), esta distribución con el fin de brindar flexibilidad a la hora de realizar la práctica “arranque directo empleando el guardamotor como elemento de protección”, cada equipo cuenta con una distribución estratégica de bananas:

El guardamotor:

☞ 6 bananas para manejo de potencia (220VAC trifásica) (1L1-3L2-5L3) entradas y (2T1-4T2-6T3) salidas.

El contactor:

☞ 6 bananas para manejo de potencia (220VAC trifásica) (1L1-3L2-5L3) entradas y (2T1-4T2-6T3) salidas.

☞ 2 para control 220VAC (bobinas A1 y A2)

☞ 4 bananas que simbolizan los contactos auxiliares del contactor uno NC y otro NO, empleados como señales de comprobación del buen funcionamiento, manipulados desde el autómata.

2.3.8 Zona C2. Se encuentra el arrancador suave, el cual brinda soporte a la práctica (arranque de un motor eléctrico empleando el arrancador suave como elemento de control), para su correcto funcionamiento y facilidad de conexión se ubicaron las siguientes bananas:

☞ 6 para manejo de potencia (entradas 1L1-3L2-5L3) y (salidas 2T1-4T2-6T3)

☞ 6 para control (A1-A2-1-13-14/24-23).

☞ 2 para control y protección (bornes 95-96).

2.3.9 Zona C3. Se encuentran dispuestos:

Equipos de mando como: parada de emergencia, pulsadores y selector, en la parte inferior se encuentran dispuestas dos bananas que simboliza:

- ☞ Color rojo el borne (1 si el contacto es NC o 3 si es NO),
- ☞ Color negro el borne (2 si el contacto es NC o 4 si es NO)
- ☞

Equipos de señalización como: pilotos rojos, amarillos y verdes, en la parte inferior se encuentran dispuestas dos bananas de la siguiente forma:

- ☞ Color rojo el borne (X1),
- ☞ Color negro el borne (X2)

El funcionamiento de los pilotos es controlado desde el autómata.

2.3.10 Zona D1. Se encuentra un inversor de giro conformado por dos contactores previamente conectado mediante una laminillas que realizan el cruce de fases, para su maniobra se ubicaron dos bananas de color rojo para A1 y dos de color negro para A2 de cada contactor, por último se distribuyeron seis bananas para manejo de potencia, tres distribuidas en la parte superior (entradas) y tres en la parte inferior (salidas) de color rojo.

En esta zona también se encuentran dispuestas 6 bananas comunicadas entre sí para facilitar la conexión de los bornes del motor.

2.3.11 Zona D2. Se encuentran distribuidos dos relés de control 24VDC-220VAC, más cercanos a los equipos, ya que ellos se encargaran de manipular las señales

provenientes del autómata para permitir el correcto funcionamiento de los equipos, estos se diferencian de los otros porque cuentan con cuatro juegos de contactos, es decir con la misma señal realizar hasta cuatro maniobras.

En la parte derecha se encuentra distribuidas 16 bananas

- ☞ Color rojo para: contactos NC, NO y bobina A1.
- ☞ Color negro para: contactos comunes y A2.

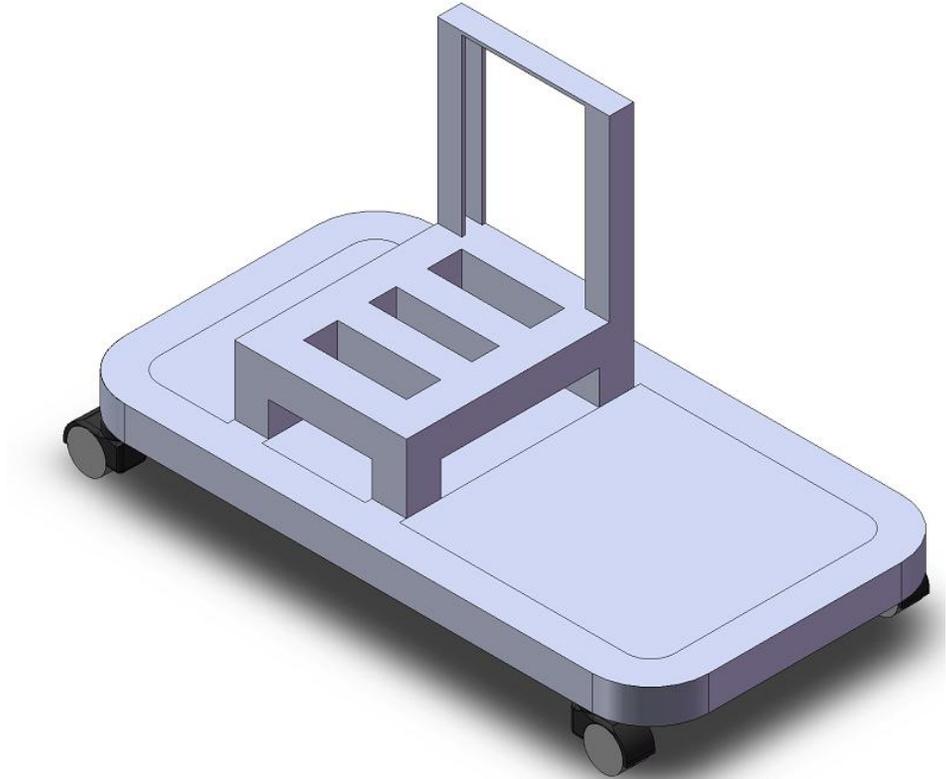
2.3.12 Zona D3. Se encuentra el variador de velocidad, satisface las necesidades de la práctica (arranque de un motor eléctrico empleando el variador de velocidad como equipo de control), este equipo se puede manipular desde el autómata o BOP, posee señales digitales y analógicas. Para facilitar su uso se ubicaron 6 bananas de color rojo para manejo de potencia y 3 bananas de color rojo y una de color negro para control de las señales digitales desde el autómata.

2.4 DISEÑO DE LA BASE PARA EL MOTOR

El motor cuenta con una base cuyas medidas son: 80cm de largo X 40 de ancho X 12cm de alto (ver figura 24), en la parte inferior se encuentran cuatro apoyos fijos y 4 ruedas para facilitar su desplazamiento.

A este motor se le adecuó un ventilador con el fin de a futuro instalar una tubería para realizar medición de temperatura, en la parte superior del motor en los bornes se ubicó una caja con 3 bananas para conexión e identificación de las fases.

Figura 24. Mesa para motor de 2 HP



Fuente: Autores

Tabla 5. Conceptos a fortalecer en el banco

Prácticas	Conceptos a fortalecer					
	Protección por sobrecarga	Protección por cortocircuito	Programación y comunicación	Control de velocidad	Interpretación de planos	Principios de funcionamiento
Arranque directo de un motor empleando el guardamotor	✓	✓	✓		✓	✓
Arranque directo de un motor empleando el relé de sobrecarga	✓		✓		✓	✓
Funcionamiento de un arrancador suave como dispositivo de maniobra	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Funcionamiento de un variador de velocidad como dispositivo de maniobra	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inversión del sentido de giro de un motor	✓	✓	✓		✓	✓

3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO PARA ACCIONAMIENTO DEL MOTOR DE 10HP

3.1 INTRODUCCIÓN

Mediante este banco se busca ofrecer al estudiante la posibilidad de desarrollar habilidades en el arranque estrella triangulo e inversión de giro de un motor eléctrico, estos métodos de accionamiento son muy utilizados a nivel industrial y requieren especial cuidado para su aplicación. Para lograr esto se seleccionó un motor de 10HP, debido a que el arranque estrella triangulo es recomendado para motores de potencia mayor a 5 HP, y sus respectivos equipos de maniobra, protección, mando y control. El área de trabajo para montar el tablero es de 110cm de ancho X 110cm de alto construida de lámina, brinda flexibilidad para el desplazamiento ya que se encuentra soportada en un bastidor de 170 cm de alto X 110 cm de ancho y unas ruedas ubicadas en la parte inferior.

Con el fin de cumplir el concepto de lógica programada establecido en el titulo del proyecto se seleccionó el autómata programable S7-200 (CPU-222) de la gama baja de Siemens, el cual brindará al estudiante facilidad a la hora de programar ya que cumple la norma IEC 601131,² para facilidad de comunicación entre el PC y el autómata se seleccionó un modulo Ethernet el cual le brinda al estudiante la posibilidad de realizar prácticas de redes industriales.

Para la distribución de los equipos en el banco fue necesario dividir el tablero en 10 zonas (ver figura 25), esto se logro teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

² Norma IEC 601131 es el estándar de lenguaje de programación de los Autómatas Programables.

- ☞ La distribución de los contactores se realizó según la ubicación de los contactores en los planos para simplificar la interpretación y ubicación de los equipos en el tablero.
- ☞ La longitud de los cables debía ser moderada para evitar confusión en el estudiante.
- ☞ Distribución del conjunto de bananas hembras para brindar flexibilidad en el cableado y así evitar el deterioro de los equipos y la reducción de su vida útil.
- ☞ Los relés de control se ubicaron en una sola zona teniendo en cuenta: la ubicación del autómata programable.
- ☞ El barraje donde se encuentra la acometida del sistema se protegió con una superficie de acrílico la cual brinda protección al estudiante y a su vez permite la identificación de las fases según norma NTC 2050.
- ☞ El uso de canaletas porta cables fue indispensable es con el fin de brindar orden en el desarrollo de cada una de las prácticas.
- ☞ La ubicación de los transformadores y el equipo de medición (Simeas P) debía ser fija para evitar generar algún tipo de riesgo en el estudiante.

Después de establecida la distribución de los equipos se cablearon los bornes a las bananas y se numeraron uno a uno los cables, para abarcar de una mejor forma el campo visual del estudiante se utilizaron bananas de diferente tamaño y color (ver descripción de zonas), Estas acciones tienen como fin facilitar la identificación, conexión e interpretación de los componentes del banco, además de brindar seguridad, flexibilidad y facilidad al montaje.

Figura 25. Banco final para accionamiento del motor de 10 HP



Fuente: Autores

3.2 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

Con el propósito de cumplir con las prácticas establecidas en el objetivo 1.2.2, se seleccionaron equipos de protección, señalización, maniobra y control; los parámetros a seguir fueron: tensión de la red (220VAC), potencia del motor (10Hp), corriente del motor (28.8 [A]) AC, número de maniobras, frecuencia (60Hz) y ambiente de trabajo.

Para realizar la selección de los equipos marca Siemens se dividieron en:

- Equipos de protección
- Equipos de maniobra
- Equipos de mando
- Equipos de control

3.2.1 Equipos de protección. Son los encargados de proteger la carga y los equipos acoplados a la red contra efectos de sobrecarga, cortocircuito y sobrecalentamiento, entre ellos:

3.2.1.1 Interruptor termomagnético. Son empleados para proteger el motor y los equipos acoplados a la red contra sobrecargas, cortocircuitos según norma IEC 60947-2, son sensibles a los cortes de fase y tienen una clase de disparo regulable, pueden utilizarse como: interruptores de alimentación, interruptores principales.

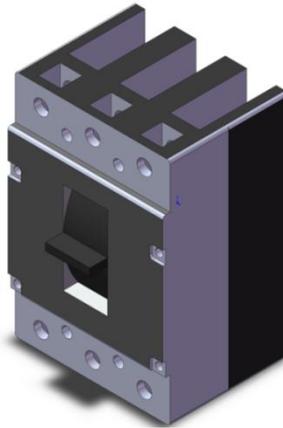
Los datos característicos del interruptor seleccionado se pueden leer en la parte frontal:

☞ Referencia 3VL17 06-1DD33

☞ Intensidad de corte 40[A]

- ☞ Potenciómetro regulable para el disparo ante sobrecargas $0.8I_n$ a $1I_n$
- ☞ Conexión por tornillo
- ☞ Capacidad de ruptura de 65[A]
- ☞ Frecuencia 60Hz
- ☞ Temperatura 50°C

Figura 26. Interruptor termomagnético



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

3.2.1.2 Relé de sobrecarga. Los relés de sobrecarga miden la corriente que el motor está tomando de la red y de esa forma lo protegen contra efectos de sobrecarga, asimetría en las fases o por falla en una de ellas (según norma IEC 647-4-1), al detectar un aumento en la corriente mayor al establecido se accionan los contactos auxiliares y desconectan la carga.

El tiempo de disparo depende de la clase (CLASS), se puede seleccionar una de seis tipos de clases diferentes (CLASS 5/10/15/20/25/30). También cuenta con un botón reset para reposición en caso de disparo, este puede ser manual o automático, en nuestro caso es manual por tanto se debe accionar después de un

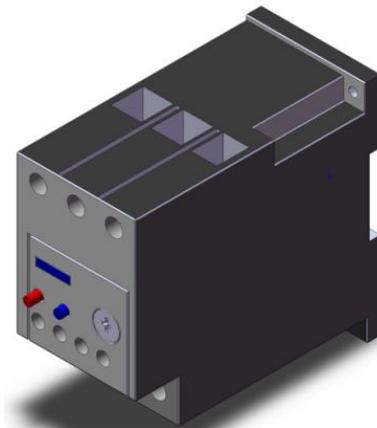
lapso de cinco minutos para que el motor se alcance a enfriar, también posee un potenciómetro el cual permite graduar la corriente de disparo.

Se selecciono un relé de sobrecarga electrónico y no uno de sobrecarga térmico, por su tecnología de disparo.

Especificaciones del equipo:

- ☞ Referencia 3RU1136-4FB0
- ☞ Tamaño S2
- ☞ Categoría de servicio AC15
- ☞ Regulación de corriente de 28-40[A]
- ☞ Clase 10 cuyo tiempo oscila entre 4 y 10 segundos.
- ☞ Circuito auxiliar un contacto NO para señalización y uno NC para desconexión
- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Intensidad de la corriente limite de disparo entre 1.1 y 1.2 el valor ajustado.
- ☞ Botón de STOP manual

Figura 27. Relé de Sobrecarga Electrónico



Fuente: Autores

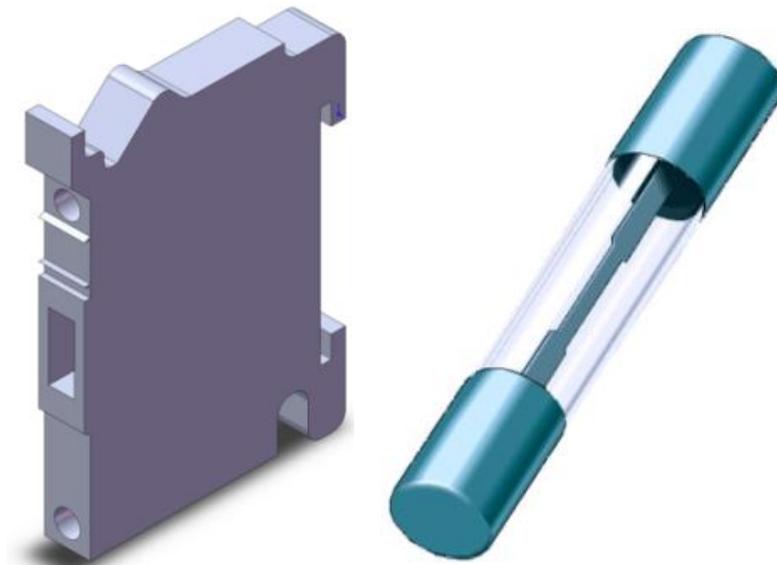
Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

3.2.1.3 Fusibles. Es empleado para proteger dispositivos eléctricos, permite el paso de corriente mientras el valor establecido no sea superado, si este se pasa el fusible se derrite abriendo el circuito y deja de funcionar.

Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente: (un corto circuito) y causar hasta un incendio. El fusible se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar.

- ☞ Para proteger la línea de 24VDC al autómata se empleo un fusible de 3[A]
- ☞ Está constituido por una lámina o hilo metálico, cubierta con vidrio.
- ☞ Protegido por una bornera portafusible.

Figura 28. Cartucho y fusible



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

3.2.2 Equipos de maniobra. Permiten vincular eléctricamente a la red con la carga y controlan el paso de corriente hacia la misma permitiendo así su funcionamiento, entre ellos:

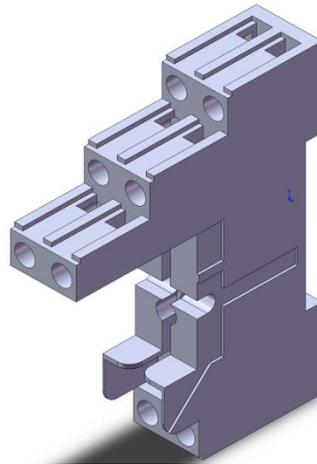
- ☞ Relés de control
- ☞ Contactor

3.2.2.1 Relés de control. El relé es un dispositivo que ejecuta la acción lógica del sistema con el fin de conectar y desconectar circuitos del sistema de control ordenado al elemento que maneja la potencia (contactor), que ejecute un trabajo de conexión o desconexión.

El relé seleccionado cuenta con las siguientes características:

- ☞ Referencia de la caja de bornes SCHRACK TT78726
- ☞ Conecta y amplifica señales digitales en automatización.
- ☞ Sirven para separación galvánica del circuito de mando y el de carga.
- ☞ La tensión de la bobina es de 24VDC
- ☞ Enchufable referencia 8 pines Tyco RT424024F
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Dos contactos abiertos
- ☞ Dos contactos cerrados
- ☞ Dos contactos comunes para alimentación a 220VAC

Figura 29. Relé de Control Optoacoplador



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente

3.2.2.2 Contactor. El contactor es el equipo de maniobra para circuitos de fuerza, soportando una corriente de arranque varias veces mayor que la asignada (7.2 veces mayor según norma IEC 947), es un conmutador todo o nada capaz de cortar corrientes de sobrecarga, puede energizar equipos con carga o en vacío.

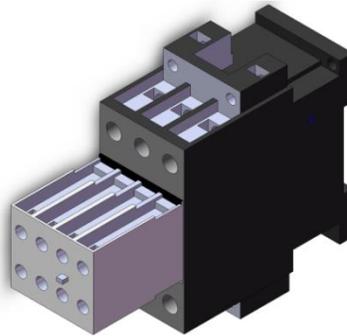
Para cumplir la tarea de arranque directo se seleccionó el siguiente contactor:

- ☞ Referencia 3RT1034-1AN24
- ☞ Categoría de uso AC-3 32 [A], AC-1 50[A]
- ☞ Potencia a 220VAC de 5.5 KW
- ☞ Tamaño S2
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Corriente 32 [A]

También un bloque de contactos auxiliares empleado como señales de comprobación de buen funcionamiento, características:

- ☞ Referencia 3RH1921-1FA22
- ☞ Cuatro polos
- ☞ 2 contactos NC y 2 NO
- ☞ Categoría de uso AC-15 6[A]

Figura 30. Contactor



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

3.2.3 Equipos de mando. Son los encargados de vincular a la instalación y los operadores con los aparatos de maniobra y protección, en este caso se seleccionaron:

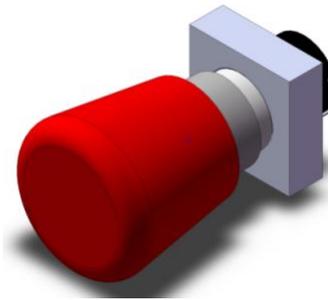
3.2.3.1 Parada de emergencia. En caso de peligro, todo el equipamiento eléctrico de una máquina industrial se debe poder detener con la mayor rapidez posible con el fin de evitar riesgos para las personas y la maquina (según norma IEC 241-1).

Características de la parada de emergencia seleccionada:

- ☞ Referencia 3SB3 603-1HA20

- ☞ Los contactos NC tienen apertura forzada.
- ☞ Tiene la forma de un hongo
- ☞ Tiene enclavamiento mecánico
- ☞ Se identifica con un color rojo llamativo
- ☞ Área de accionamiento 40mm

Figura 31. Parada de Emergencia



Fuente: Autores

3.2.3.2 Pulsadores. Son accionados de forma directa, permiten la comunicación entre el operador y la maquina, se limitan a señales “todo o nada” entre sus características encontramos:

- ☞ Garantizan la seguridad
- ☞ Fácil instalación
- ☞ Robustos, fiables, ergonómicos y adaptables a cualquier condición ambiente, están disponibles

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores

Tabla 6. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1

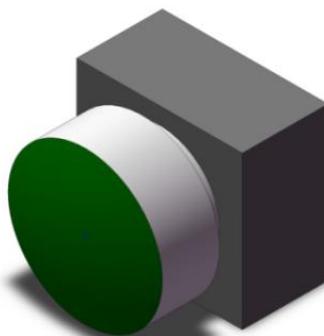
Color	Significado
Rojo	Emergencia
Amarillo	Anormal

Color	Significado
Verde	Seguro, arranque
Azul	obligatorio
Blanco	No tiene un significado especial
Gris	
negro	

Teniendo estas especificaciones como base, se seleccionaron así:

- ☞ Un pulsador verde: para emitir señales de arranque con un contacto NO.
- ☞ Un pulsador rojo: para emitir señales de parada con un contacto NC.
- ☞ Un pulsador negro: para otras aplicaciones en el caso de inversión de giro para accionar el otro contactor, con un contacto NO.
- ☞ Referencia 3SB3 602-0AA41
- ☞ Su alimentación se puede realizar a 24VDC, 110VAC y 220VAC.

Figura 32. Pulsador



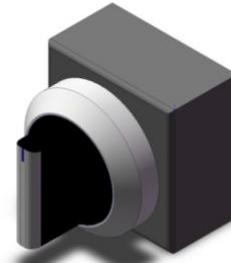
Fuente: Autores

3.2.3.3 Selector. Es otro tipo de mando se caracteriza porque tiene enclavamiento mecánico, existen de dos o tres posiciones, características del seleccionado:

- ☞ Referencia 3SB3 602-2KA11
- ☞ Con un contacto NO

☞ tres posiciones

Figura 33. Selector



Fuente: Autores

3.2.3.4 Pilotos luminosos. Son dispositivos que detallan una condición en el circuito por medio de una señal luminosa, su principal característica es señalar si la maquina está trabajando en condiciones normales o se encuentra detenida por alguna falla.

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores y pilotos luminosos

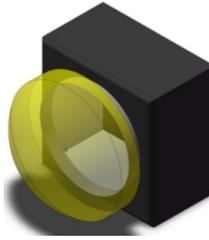
Tabla 7. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1

Color	Significado
Rojo	Emergencia, peligro
Amarillo	Anormal, cuidado
Verde	Normal
Azul	Informaciones especiales
Blanco	Informaciones generales

Teniendo en cuenta el significado de los colores y con el fin de evidenciar el funcionamiento del banco, se seleccionaron:

- ☞ 2 Pilotos luminosos verdes
- ☞ 2 Pilotos luminosos rojos
- ☞ Piloto luminoso amarillo

Figura 34. Piloto luminoso



Fuente: Autores

3.2.4 Equipos de control- Autómata programable (PLC). Son empleados para realizar tareas de automatismos, entre ellos se encuentran por sus siglas en español los autómatas programables industriales (API) y por sus siglas en inglés los controladores lógicos programables (PLC).

Con el fin de cumplir con el concepto de lógica programada expuesto en el título del proyecto, a continuación se enumeran algunas de las ventajas que se alcanzan con su uso:

- ☞ Simplifica considerablemente el trabajo del operario y le da libertad para realizar otras actividades
- ☞ Ahorra material y energía
- ☞ Aumenta la seguridad del personal
- ☞ Ahorra tiempo en la ejecución de procesos
- ☞ Si se desea modificar un proceso tan solo basta con modificar el programa
- ☞ Reduce el espacio ocupado
- ☞ Procesos secuenciales
- ☞ Permite el chequeo de programación centralizada
- ☞ Reduce el tiempo en el montaje de los equipos
- ☞ Economía de mantenimiento (aumenta la confiabilidad)
- ☞ Localización rápida de fallas

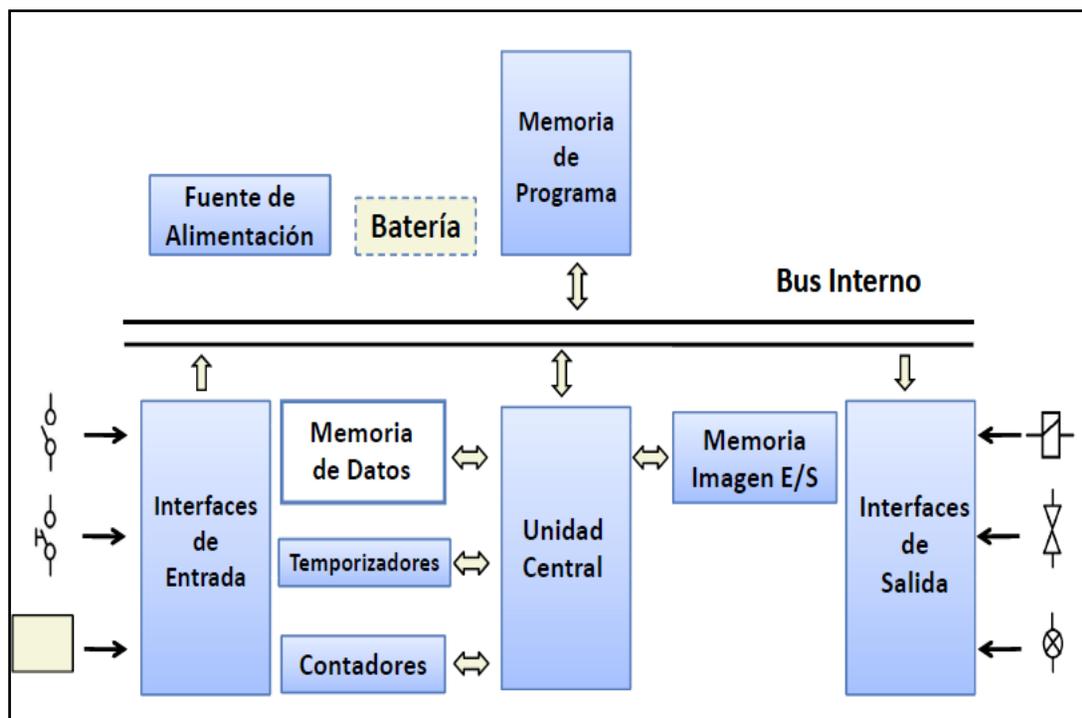
El Autómata programable es un dispositivo electrónico basado en microprocesadores o microcontroladores, programable por el usuario, evalúa

entradas digitales y/o analógicas, almacena y genera salidas del mismo tipo para controlar máquinas y procesos lógicos o secuenciales.

Características de un PLC:

- ☞ Flexibilidad para comunicación,
- ☞ Fácil lenguaje de programación,
- ☞ Expansión mediante módulos,
- ☞ El tiempo de respuesta es mínimo,
- ☞ Tamaño reducido

Figura 35. Arquitectura de un autómata programable



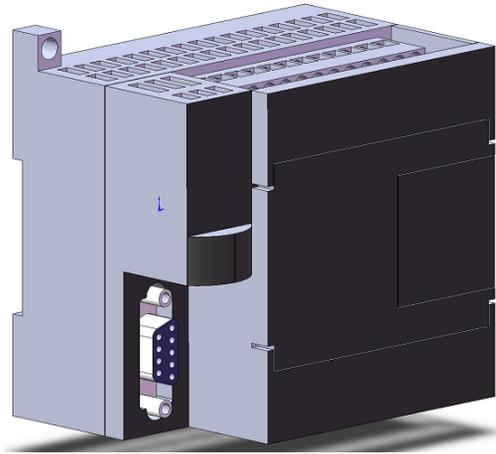
Fuente: Ingeniería y Automatización, Sistemas Integrales en Seguridad, Programación Básica y Avanzada de PLC, Siemens S7-200 Selección de autómata programable

Teniendo en cuenta las ventajas de un autómata programable y los siguientes parámetros: número de variables a controlar, el tiempo de respuesta de las mismas y con el fin de implementar en el laboratorio de Automatización Industrial aplicaciones con otra gama de autómatas se seleccionó un S7-200 (CPU 222), ya

que es un equipo compacto, tiene incorporada su unidad central de procesamiento, la fuente de alimentación, la interfaz de comunicación PPI, las entradas y salidas digitales.

Se caracteriza por vigilar las entradas y cambiar el estado de las salidas dependiendo del programa realizado por el usuario, puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contactores y temporizadores, operaciones aritméticas complejas, así como la comunicación con otros equipos inteligentes.

Figura 36. Autómata Programable S7-200



Fuente: Autores

Características

- ☞ Referencia 212-1AP23-0XBB0
- ☞ Alimentación 24VDC
- ☞ Velocidad de ejecución booleana 0.22 microsegundos/operación.
- ☞ Tamaño de la imagen de E/S digitales 256 (128 E / 128 S)
- ☞ Montaje con tornillo o en riel DIN
- ☞ 8 entradas digitales
- ☞ 6 salidas digitales

- ☞ Un puerto de comunicación PPI
- ☞ 4 contadores rápidos de hardware hasta 30KHz
- ☞ Entradas de alarma independientes y salidas de impulsos de 2X 20KHz
- ☞ 2 interrupciones de tiempo a partir de 2ms
- ☞ Un potenciómetro analógico
- ☞ La alimentación integrada proporciona corriente a la CPU y a todos los módulos de ampliación.
- ☞ Detrás de la puerta de acceso se encuentran el conmutador de tipo de servicio y la interfaz RS-485 para los módulos de ampliación.
- ☞ Los LED de estado de CPU muestran el estado de operación de la CPU en caso de
 - ☞ Error del sistema,
 - ☞ RUN,
 - ☞ STOP.
- ☞ Los LED de estado de las entradas y salidas.
- ☞ Su lógica en programación, se puede realizar empleando tres lenguajes FUP, AWL y KOP.
- ☞ La conexión entre los módulos se da gracias a un bus de comunicación.

3.2.4.1 Selección del modulo de comunicación. Con el fin de enfocar mas al estudiante hacia las practicas de redes industriales, y teniendo en cuenta que la CPU 222 solo cuenta con un puerto de comunicación RS 485, se implemento el uso de un modulo Ethernet, el cual se caracteriza por su flexibilidad, velocidad de comunicación, facilidad de programación, configuración y el diagnostico a distancia, gracias al puerto RJ 45 con el que cuenta, el cual gracias a su Características:

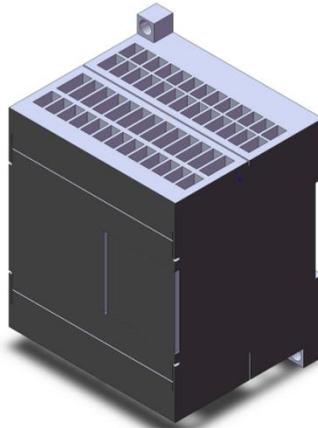
- ☞ CP243-1
- ☞ Referencia 6GK7243-1EX00-0XE0
- ☞ Alimentación 24VDC

Este módulo de comunicación puede parametrizarse rápida y fácilmente mediante los correspondientes asistentes (Wizards). Al ingresar Mediante unas instrucciones paso a paso, el Wizard irá solicitando únicamente los parámetros necesarios para la función. El programa en sí es generado por el Wizard y puesto a disposición del usuario.

Otras ventajas de STEP 7-Micro/WIN (software de programación de s7-200) son, por ejemplo,

- ☞ las numerosas ayudas para la puesta en funcionamiento de las aplicaciones
- ☞ la rápida eliminación de errores gracias a la función de búsqueda y corrección
- ☞ RUN-Time Edit
- ☞ numerosas posibilidades de documentación.
- ☞ programación estructurada con subprogramas y bibliotecas como, p.ej., Modbus y protocolo USS.

Figura 37. Modulo Ethernet



Fuente: Autores

3.2.5 Equipo de medición. Se selecciono un analizador de redes SIMEAS P, es empleado para la lectura directa de parámetros del sistema de potencia. Posee una configuración muy simple, realizada a través de tres botones integrados en el

panel frontal y un Display de alta resolución en donde se visualizan todos los valores de medida adaptable a los requisitos específicos del usuario.

Permite la conexión hasta valores menos de 690V, directamente o con transformadores de uno o cuatro alambres equilibrados o tres fases desequilibradas. El suministro permite voltaje de 110 a 230VAC.

Permite la configuración de hasta treinta pantallas, el tiempo de encendido, el cambio de pantallas, y los parámetros a visualizar en cada una.

Se decidió utilizar este equipo de medición para que el estudiante pueda visualizar, monitorear el consumo de corriente, durante el arranque y funcionamiento del motor.

- ☞ Referencia del equipo 7KG7000-8AA/BB
- ☞ Frecuencia 60hz
- ☞ Voltaje 220VAC

Figura 38. SIMEAS P



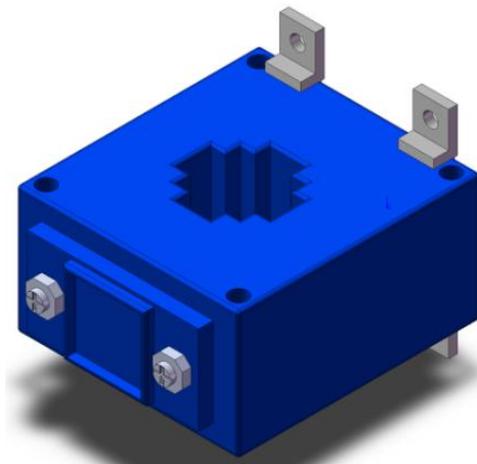
Fuente: Autores

3.3 TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

3.3.1 Los transformadores de corriente. Se utilizan para tomar muestras de corriente de la línea y reducirla a un nivel seguro y medible, para las gamas normalizadas de instrumentos, aparatos de medida, u otros dispositivos de medida y control. Ciertos tipos de transformadores de corriente protegen a los instrumentos al ocurrir cortocircuitos.

Para poder conectar al Simeas P y realizar las mediciones se seleccionaron transformadores de 50 [A] a 5 [A].

Figura 39. Transformadores de corriente



Fuente: Autores

Distribución y montaje de los equipos en el tablero

Después de seleccionados los equipos fueron montados en riel DIN y distribuidos de forma estratégica en un tablero cuya área es de 110cm de ancho X 110 cm de alto, soportado en un bastidor de área 110cm de ancho X 170cm de alto, para facilitar su desplazamiento se le adaptaron ruedas.

Figura 40. Riel DIN

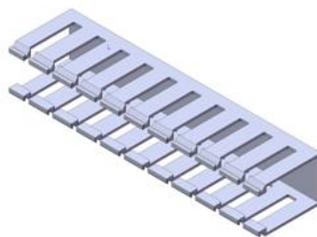


Fuente: Autores

Las condiciones establecidas para la distribución de los equipos fueron: número de equipos por práctica, flexibilidad a la hora de realizar las conexiones, distribución de bananas que permitieran el cableado de los equipos y así poder conservar los bornes y su vida útil, ya que la manipulación por los estudiantes va a ser constante.

Para cumplir con las condiciones establecidas el tablero se dividió en doce zonas empleando canaletas portacables (ver figura 20)

Figura 41. Canaleta



Fuente: Autores

Con el fin de aumentar el campo visual se emplearon elementos de conexión (bananas (ver figura)) de diferentes tamaños, formas y colores, cada una cuenta con un aislador para evitar el contacto con el tablero, para mayor seguridad cada

tornillo fue recubierto con termoencogible (aislante), con esto se le facilita al estudiante la identificación de las diferentes tensiones (24VDC y 220VAC).

Figura 42. Banana Hembra



Fuente: Autores

Para el cableado de los equipos fue necesario utilizar prensaestopas PG16 (ver figura) los cuales permitieron una mayor organización de los cables a la hora de conectarlos a las bananas.

Figura 43. Prensaestopa



Fuente: Autores

La selección de los cables se realizó de acuerdo a la corriente a manejar en el circuito:

- Cable 18 AWG 600V 75° C para conexiones de 24VDC de color rojo y negro.
- Cable 16 AWG 600V 75° C para conexiones de control 220VAC de color amarillo, azul y rojo.

- Cable 12 AWG 600V 75° C para conexiones de potencia 220VAC de color negro.

Tabla 8. Selección de los cables según el equipo

Equipo	Control 24VDC	Control 220VAC	Potencia 220VAC
Interruptor termomagnético tripolar			✓
Contactador		✓	✓
Relé de sobrecarga	✓		✓
Relé de control	✓	✓	
Pulsadores	✓		
Selector	✓		
Parada de emergencia	✓		
Pilotos luminosos		✓	
Autómata S7-200	✓		

Los cables se etiquetaron para permitir una mejor identificación de los bornes de cada equipo al mismo tiempo que esta coincide con las bananas.

Por último se etiquetó todo el banco, cada equipo con su respectivo nombre, esto con el fin de facilitar en el estudiante la identificación de los equipos y elementos de conexión en el tablero.

3.4 DISEÑO DE LAS ZONAS

3.4.1 Zona A1. Se encuentra el barraje hecho de cobre por su gran conductividad, conformado por cuatro barras, cada una con longitud de 20cm y una separación de 6cm, montadas sobre aisladores, se empleó termoencogible de color amarillo, azul, rojo y verde para identificar las diferentes fases (R, S, T y N) según código de colores norma NTC 2050 artículo 11 tabla 13, conociéndose el barraje como acometida del sistema se distribuyeron sobre el tornillos y pines tipo ojo para alimentar los interruptores termomagnéticos (tripolar y bipolar), por ultimo sobre el barraje se dispuso una protección (caja en acrílico) para evitar el contacto por personal no autorizado, por último se dispuso sobre la protección el símbolo de riesgo eléctrico según norma IEC 60417-1.

3.4.2 Zona A2. Se encuentra un interruptor termomagnético tripolar el cual protege el circuito de potencia y control a 220VAC, es de accionamiento manual.

Su alimentación (entradas) se encuentra precableada para mayor seguridad, mientras que las salidas cuentan con 9 bananas color negro, de cabeza grande para permitir la conexión por parte de los estudiantes en las prácticas.

En la parte derecha del interruptor se encuentran las fases L1 representada por 8 bananas de color rojo y L2 representada por 8 bananas de color negro, para facilitar las conexiones a los comunes de los relés de control.

3.4.3 Zona A3. Se encuentra el control total del banco, el cual lo ejerce la CPU 222, adicional encontrará un modulo Ethernet CP 243.

La alimentación de este automático es a 24VDC (L+ y M) y esta precableada, un juego de bananas ubicadas en la parte inferior simbolizan las 8 entradas (color rojo) y 6 salidas (color negro) del automático.

En la parte izquierda del autómata se ubican dos columnas conformadas por 9 bananas cada una, el color rojo simboliza (L+) y el color negro (M) para alimentar a 24VDC algunos equipos es este caso dependiendo de la practica hablamos de: pulsadores, parada de emergencia, selector, contactos auxiliares de (contactor, relé de sobrecarga, variador de velocidad ya arrancador suave) etc.

3.4.4 Zona B1. Está ubicado el contactor (KM1) que tiene acoplado el relé de sobrecarga electrónico, para este conjunto encontramos distribuidas las siguientes bananas:

- ☞ 3 para potencia (220VAC trifásica) (1L1-3L2-5L3) entradas y 6 a la salida (2T1-4T2-6T3) para facilitar el cruce de fases.
- ☞ 2 para control a (220VAC) A1 de color rojo y A2 de color negro.
- ☞ 4 para los contactos auxiliares del contactor que simbolizan un contacto NC y otro NO.
- ☞ 2 para el contacto auxiliar del relé de sobrecarga (borne 95-96), empleado como protección para el circuito.

3.4.5 Zona B2. Está ubicado el contactor (KM2) que para este conjunto encontramos distribuidas las siguientes bananas:

- ☞ 3 para potencia (220VAC trifásica) entradas (1L1-3L2-5L3) y 3 salidas (2T1-4T2-6T3).
- ☞ 2 para control a (220VAC) A1 de color rojo y A2 de color negro.
- ☞ 4 para los contactos auxiliares del contactor que simbolizan un contacto NC y otro NO.

3.4.6 Zona B3. Encontramos seis relés de control 24VDC-220VAC cuya función es controlar las señales hacia los pilotos luminosos, cuentan con un contacto NC y otro NO, un contacto común que se alimenta a 220VAC y la alimentación de sus bobinas (A1-A2) que se realiza a 24VAC, en la parte izquierda de los relés se encuentran distribuidas las bananas color rojo para (los contactos NC, NO y A1) y negra para (los bornes comunes y A2) para facilitar al estudiante la conexión de las practicas.

3.4.7 Zona C1. Se encuentran ubicados tres transformadores de corriente de 50[A] a 5[A], los cuales permiten bajar la corriente hacia el equipo de medición (SIMEAS P), estas conexiones están previamente realizadas para evitar que el estudiante corra algún riegos.

También se encuentran ubicadas 6 bananas para facilitar la conexión al motor.

3.4.8 Zona C2. Está ubicado el contactor (KM3), para su funcionamiento se distribuyeron las siguientes bananas:

- ☞ 3 para potencia (220VAC trifásica) entradas (1L1-3L2-5L3) y 6 a la salida (2T1-4T2-6T3).
- ☞ 2 para control a (220VAC) A1 de color rojo y A2 de color negro.
- ☞ 4 para los contactos auxiliares del contactor que simbolizan un contacto NC y otro NO.

El contactor (KM4), para su funcionamiento se distribuyeron las siguientes bananas:

- ☞ 3 para potencia de salida (2T1-4T2-6T3).
- ☞ 2 para control a (220VAC) A1 de color rojo y A2 de color negro.

- ☞ 4 para los contactos auxiliares del contactor que simbolizan un contacto NC y otro NO.

3.4.9 Zona C3. Se encuentran dispuestos:

Equipos de mando así: parada de emergencia, pulsadores y selector, en la parte inferior se encuentran dispuestas dos bananas que simboliza:

- ☞ Color rojo el borne (1 si el contacto es NC o 3 si es NO),
- ☞ Color negro el borne (2 si el contacto es NC o 4 si es NO)

Equipos de señalización como: pilotos rojos, amarillos y verdes, en la parte inferior se encuentran dispuestas dos bananas de la siguiente manera:

- ☞ Color rojo el borne (X1),
- ☞ Color negro el borne (X2)

3.4.10 Zona D3. Se encuentra ubicado el Simeas P, en una base donde se puede extraer fácilmente.

Se encuentran ubicadas las bananas de conexión del Simeas en este caso son:

- ☞ 2 Para alimentación a 220VAC

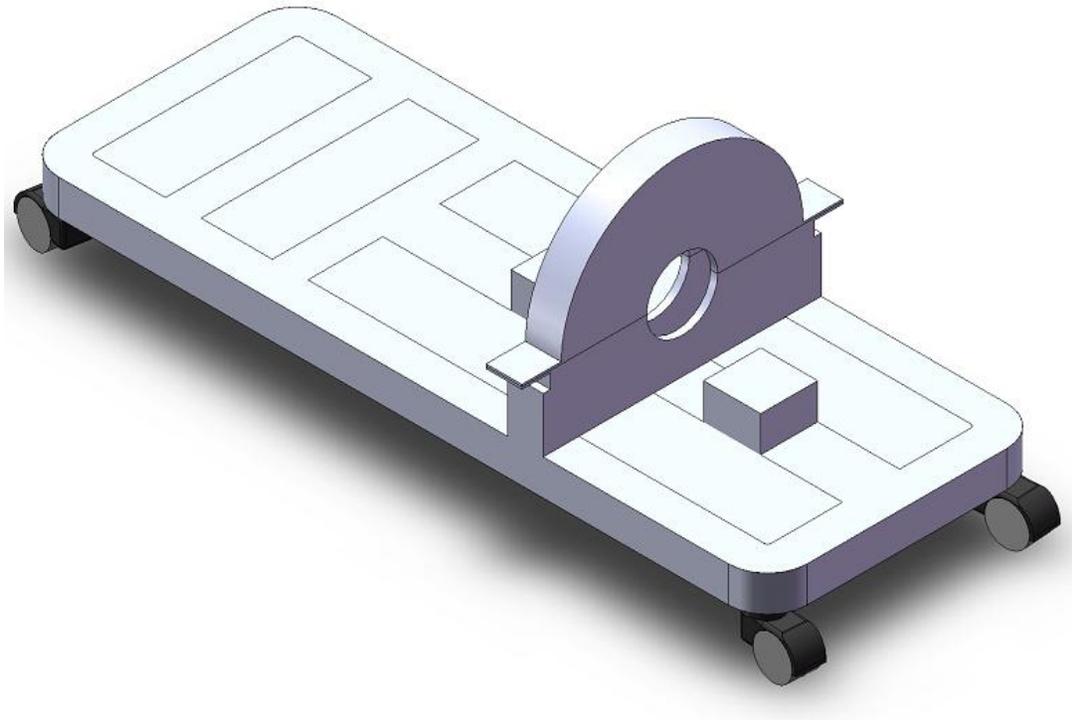
Los bornes faltantes se dejan conectados para brindar mayor seguridad al estudiante en el desarrollo de las prácticas.

3.5 DISEÑO DE LA BASE PARA EL MOTOR

El motor cuenta con una base cuyas medidas son: 120 cm de largo X 50 de ancho X 10cm de alto (ver figura 44), en la parte inferior se encuentran cuatro apoyos fijos y 4 ruedas para facilitar su desplazamiento.

A este motor se le adecuo una volanta y un eje con el fin de ponerle una carga al motor y realizar mediciones, en la parte superior del motor en los bornes se ubico una caja con 6 bananas para conexión e identificación de las fases.

Figura 44. Mesa para el motor de 10 HP



Fuente: Autores

Tabla 9. Conceptos a fortalecer en el banco de 10HP

Practicas	Conceptos a fortalecer					
	Protección por sobrecarga	Mediciones	Programación y comunicación	Control de velocidad	Interpretación de planos	Principios de funcionamiento
Arranque estrella triangulo de un motor	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Inversión del sentido de giro de un motor	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO MODULAR BASADO EN LÓGICA CABLEADA Y PROGRAMADA

4.1 INTRODUCCIÓN

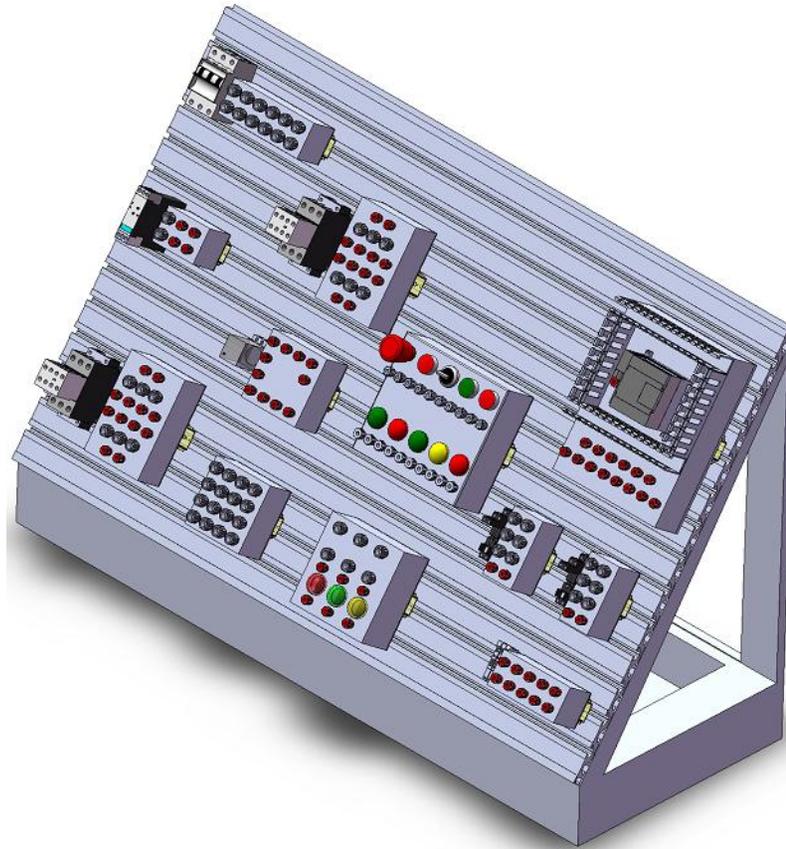
Con el diseño de este banco se busca familiarizar al estudiante con el uso de los elementos más utilizados en el ámbito de la automatización industrial y a su vez soportar las practicas establecidas en el objetivo 1.2.3 (conceptos básicos de lógica cableada y lógica programada), a diferencia de los bancos para accionamiento de motores diseñados y presentados en el capítulo I y II, del libro, en este banco se cuenta con una placa perfilada sujeta a una estructura estable cuya área de trabajo es de: 110cm ancho X 70cm alto, está hecha de aluminio anodizado, es fija, con un ángulo de inclinación de 56°, ranurada para permitir el ingreso y deslizamiento de los módulos conformados por: el equipo (en este caso pueden ser de control, maniobra, mando y protección), el riel y la caja con bornes de conexión (bananas) en una correcta posición ergonómica.

Una de las ventajas de esta placa perfilada es que el estudiante puede utilizarla para hacer cualquier tipo de práctica dependiendo de los requerimientos del docente, montando y desmontando los equipos a utilizar.

En la parte inferior de la estructura se cuenta con las tomas de 24VDC y 110VAC ensamblados para facilitar la alimentación de los equipos.

El diseño del banco se oriento para que esté fuese lo mas didáctico y flexible para el estudiante, brindando a su vez seguridad a los equipos, para cumplir estas necesidades surgieron diferentes adaptaciones.

Figura 45. Banco Modular



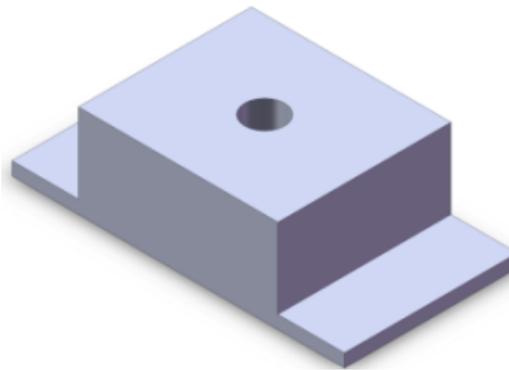
Fuente: Autores

Adaptaciones para los equipos

- ☞ Los equipos se encuentran montados en riel DIN de 35mm, con una cinta aislante para evitar que sufra daños el perfil ranurado donde se van a montar.
- ☞ Se hicieron cajas de conexión en lámina calibre 20 para cada uno de los equipos, con una distribución similar de bananas tipo hembra y así facilitar su empleo en cada una de las prácticas.
- ☞ Cada una de las cajas cuenta con la nomenclatura adecuada para facilitar al estudiante la identificación de los bornes de conexión y la interpretación de los planos.

- ☞ El riel se debe mantener fijo en el momento de la práctica al perfil ranurado con sujetadores hechos de duralón (ver figura) y tornillos de 5/32" para mayor comodidad.

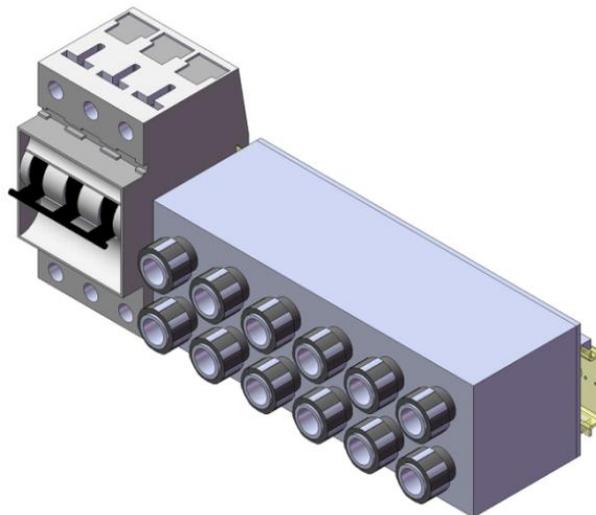
Figura 46. Guía para deslizamiento



Fuente: Autores

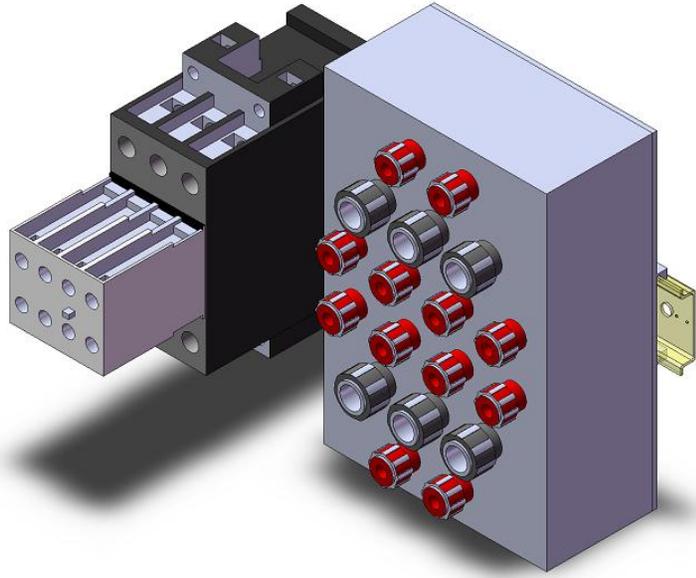
4.2 MÓDULOS DISEÑADOS

Figura 47. Modulo Interruptor termomagnético



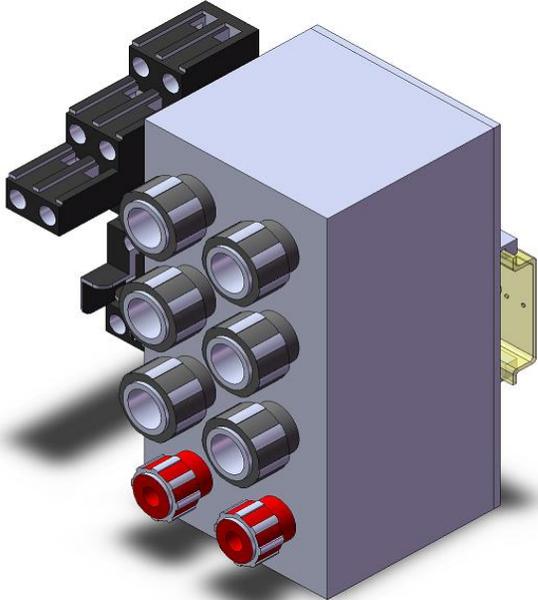
Fuente: Autores

Figura 48. Modulo Contactor



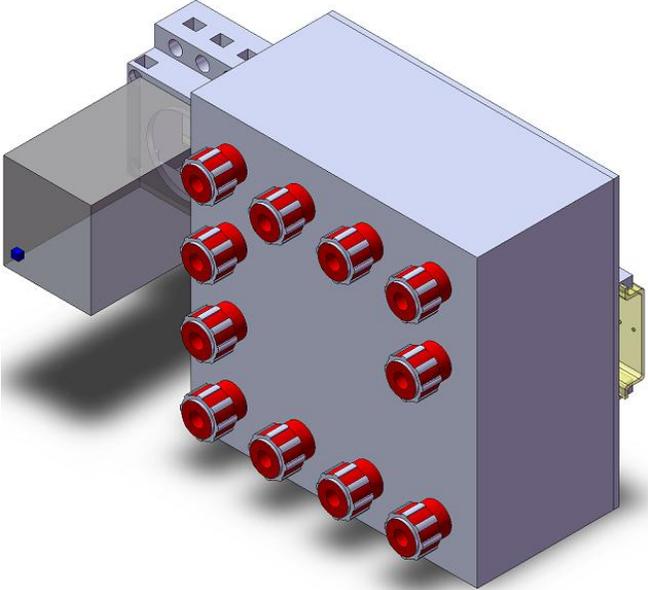
Fuente: Autores

Figura 49. Modulo Relé de control 24VDC-220VAC



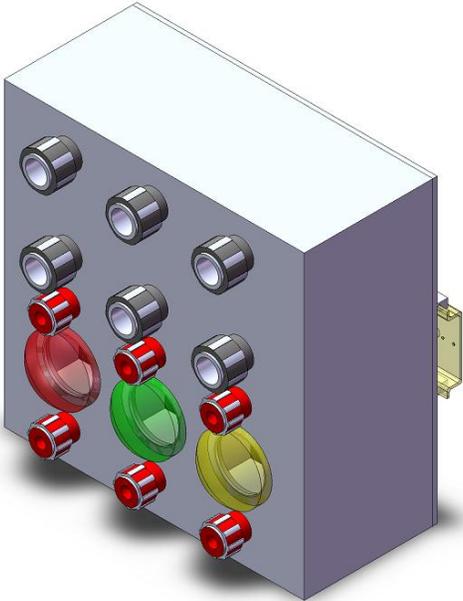
Fuente: Autores

Figura 50. Modulo Relé de 24VDC



Fuente: Autores

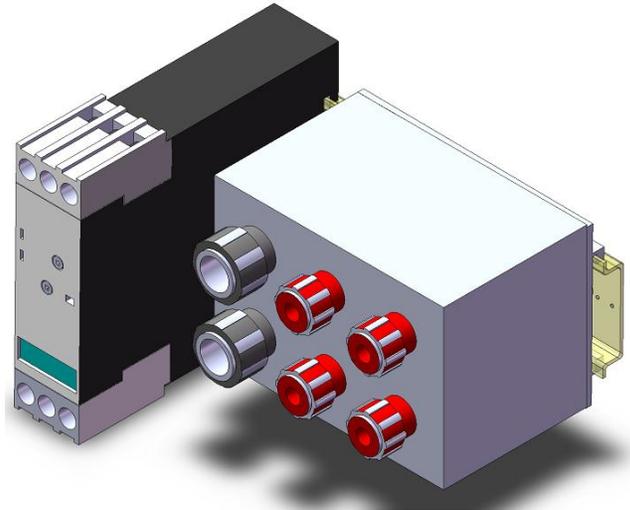
Figura 51. Módulo para simulación de las tres fases del motor



Fuente: Autores

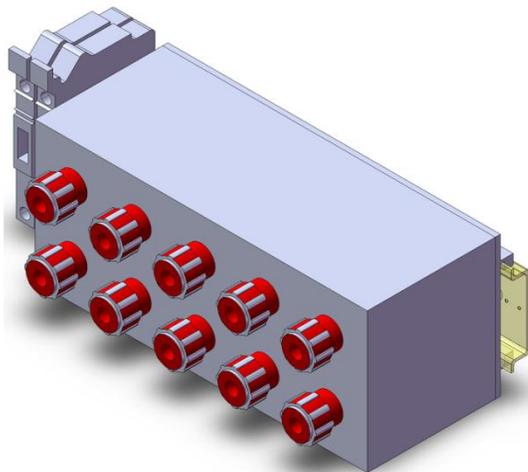
Este modulo consta de tres pilotos con los cuales se va a simular las fases del motor.

Figura 52. Modulo para Temporizador



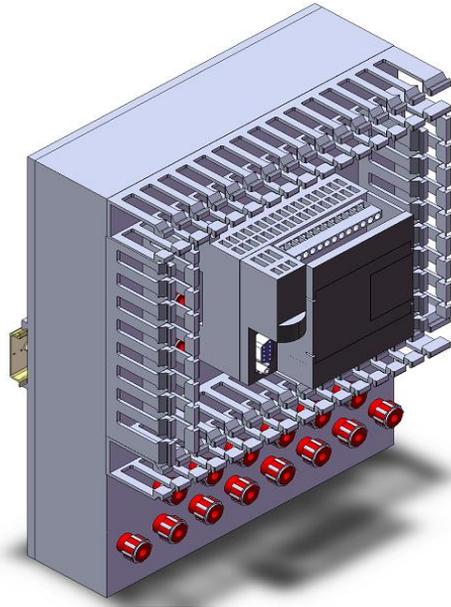
Fuente: Autores

Figura 53. Modulo para Fusibles de 3A



Fuente: Autores

Figura 54. Autómata programable S7-200 (CPU 222)



Fuente: Autores

4.3 IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

Con el propósito de cumplir con las prácticas establecidas en el objetivo 1.2.3, se seleccionaron equipos de protección, señalización, maniobra y control; los parámetros a seguir fueron: tensión de la red (220VAC), número de maniobras, frecuencia (60Hz) y ambiente de trabajo, cabe resaltar que para estas prácticas se simuló las fases del motor mediante tres bombillos.

Para realizar la selección de los equipos marca Siemens se dividieron en:

- ☞ Equipos de protección
- ☞ Equipos de maniobra
- ☞ Equipos de mando
- ☞ Equipos de control

4.3.1 Equipos de protección. Son los encargados de proteger la carga y los equipos acoplados a la red contra efectos de sobrecarga, cortocircuito y sobrecalentamiento, entre ellos:

4.3.1.1 Interruptor termomagnético. Entre una gama de interruptores se seleccionó un interruptor termomagnético por sus ventajas de protección, cuenta con la capacidad de un interruptor térmico y uno magnético, son los encargados de aislar y proteger, los equipos y la carga, contra sobrecargas según norma IEC 60947 y cortocircuitos según norma IEC 60898, también protegen contra calentamiento y descargas peligrosas originadas por tensiones de contacto debido a fallas en el aislamiento.

Se dividen en unipolares, bipolares y tripolares, para brindar protección al banco se seleccionaron así:

Uno tripolar para manejo de potencia cuyas características son:

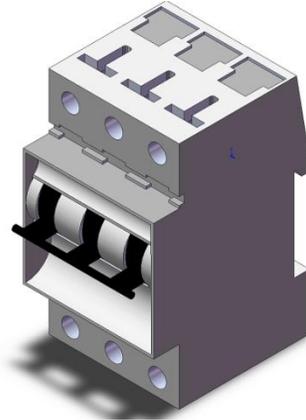
- ☞ Referencia 5SX2320-7
- ☞ Característica de disparo C: muy empleadas en relación con aparatos eléctricos con corrientes de conexión más elevadas, por ejemplo, lámparas y motores.
- ☞ Capacidad C20 es decir 20[A]
- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN

Dos unipolares para control de fases (L1-L2) cuyas características son:

- ☞ Característica de disparo C
- ☞ Referencia 5SX21106-7
- ☞ Capacidad C6 es decir 6[A]

- ☞ Tipo de conexión por tornillo
- ☞ Montaje en riel DIN

Figura 55. Interruptor termomagnético



Fuente: Autores

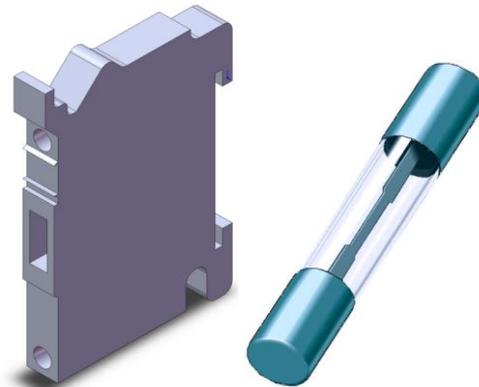
Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

4.3.1.2 Fusibles. Es empleado para proteger dispositivos eléctricos, permite el paso de corriente mientras el valor establecido no sea superado, si este se pasa el fusible se derrite abriendo el circuito y deja de funcionar.

Si esto no sucediera, el equipo que se alimenta se puede recalentar por consumo excesivo de corriente: (un cortocircuito) y causar hasta un incendio. El fusible se coloca entre la fuente de alimentación y el circuito a alimentar.

- ☞ Para proteger la línea de 24VDC al autómatas se empleo un fusible de 3[A] por cada fase.
- ☞ Está constituido por una lámina o hilo metálico, cubierta con vidrio.
- ☞ Protegido por una bornera portafusible.

Figura 56. Cartucho y fusible



Fuente: Autores

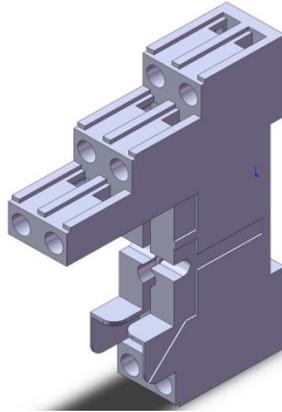
4.3.2 Equipos de maniobra. Permiten vincular eléctricamente a la red con la carga y controlan el paso de corriente hacia la misma permitiendo así su funcionamiento, entre ellos:

4.3.2.1 Relés de control. El relé es un dispositivo que ejecuta la acción lógica del sistema con el fin de conectar y desconectar circuitos del sistema de control ordenado al elemento que maneja la potencia (contactor), que ejecute un trabajo de conexión o desconexión.

El relé seleccionado cuenta con las siguientes características:

- ☞ Referencia de la caja de bornes SCHRACK TT78726
- ☞ Conecta y amplifica señales digitales en automatización.
- ☞ Sirven para separación galvánica del circuito de mando y el de carga.
- ☞ La tensión de la bobina es de 24VDC
- ☞ Enchufable referencia 8 pines Tyco RT424024F
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Dos contactos abiertos
- ☞ Dos contactos cerrados
- ☞ Dos contactos comunes para alimentación a 220VAC

Figura 57. Relé de control



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

4.3.2.2 Contactor. El contactor es el equipo de maniobra para circuitos de fuerza, soportando una corriente de arranque varias veces mayor que la asignada (7.2 veces mayor según norma IEC 947), es un conmutador todo o nada capaz de cortar corrientes de sobrecarga, puede energizar equipos con carga o en vacío.

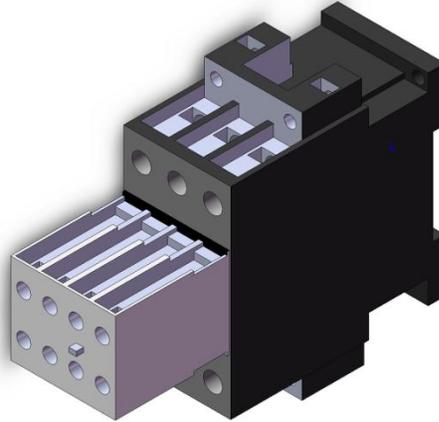
Para cumplir la tarea de arranque directo se seleccionó el siguiente contactor:

- ☞ Referencia 3RT1024-1AN24
- ☞ Categoría de uso AC-3
- ☞ Potencia a 220VAC de 5.5 KW
- ☞ Tamaño S0
- ☞ Montaje en riel DIN
- ☞ Corriente 11 [A]

También un bloque de contactos auxiliares empleado como señales de comprobación de buen funcionamiento, características:

- ☞ Referencia 3RH1921-1HA22
- ☞ Cuatro polos
- ☞ 2 contactos NC y 2 NO
- ☞ Categoría de uso AC-15 6[A]

Figura 58. Contactor



Fuente: Autores

Para mayor información diríjase al manual teórico realizado en este proyecto, como soporte de las prácticas y fundamentación del estudiante y docente.

4.3.2.3 Temporizador. Son elementos automáticos o auxiliares de mando accionados por el fenómeno físico de tiempo. Cuentan con contactos temporizados que se cierran o abren al cabo de un tiempo preestablecido, después de haberlos energizados.

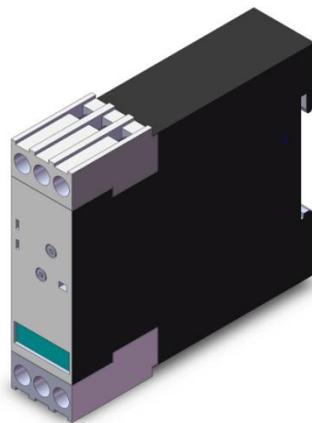
Tipos de temporizadores

- ☞ Temporizador con retardo a la conexión
- ☞ Temporizador con retardo a la desconexión
- ☞ Temporizadores electrónicos
- ☞ Temporizados para arranque estrella triángulo

Para cumplir con la práctica establecida se selecciono un temporizador con las siguientes características:

- ☞ Referencia 3RP1525-1AP30
- ☞ Bornes de conexión A 220VAC Y 24VDC
- ☞ Tiempo 0.05 - 1 seg.
- ☞ On delay
- ☞ Corriente 3[A]

Figura 59. Temporizador



Fuente: Autores

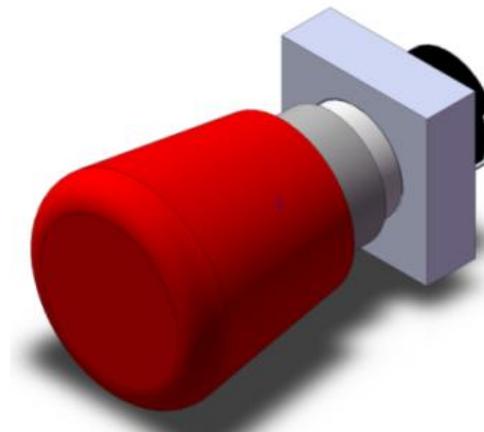
4.3.3 Equipos de mando. Son los encargados de vincular a la instalación y los operadores con los aparatos de maniobra y protección, en este caso se seleccionaron:

4.3.3.1 Parada de emergencia. En caso de peligro, todo el equipamiento eléctrico de una máquina industrial se debe poder detener con la mayor rapidez posible con el fin de evitar riesgos para las personas y la maquina (según norma IEC 241-1).

Características de la parada de emergencia seleccionada:

- ☞ Referencia 3SB3 603-1HA20
- ☞ Los contactos NC tienen apertura forzada.
- ☞ Tiene la forma de un hongo
- ☞ Tiene enclavamiento mecánico
- ☞ Se identifica con un color rojo llamativo
- ☞ Área de accionamiento 40mm

Figura 60. Parada de emergencia



Fuente: Autores

4.3.3.2 Pulsadores. Son accionados de forma directa, permiten la comunicación entre el operador y la maquina, se limitan a señales “todo o nada” entre sus características encontramos:

- ☞ Garantizan la seguridad
- ☞ Fácil instalación
- ☞ Robustos, fiables, ergonómicos y adaptables a cualquier condición ambiente, están disponibles

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores

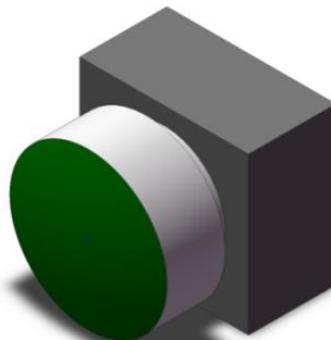
Tabla 10. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1

Color	Significado
Rojo	Emergencia
Amarillo	Anormal
Verde	Seguro, arranque
Azul	obligatorio
Blanco	No tiene un significado especial
Gris	
negro	

Teniendo estas especificaciones como base, se seleccionaron así:

- ☞ Un pulsador verde: para emitir señales de arranque con un contacto NO.
- ☞ Un pulsador rojo: para emitir señales de parada con un contacto NC.
- ☞ Un pulsador negro: para otras aplicaciones en el caso de inversión de giro para accionar el otro contactor, con un contacto NO.
- ☞ Referencia 3SB3 602-0AA41
- ☞ Su alimentación se puede realizar a 24VDC, 110VAC y 220VAC.

Figura 61. Pulsador

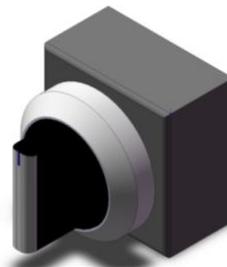


Fuente: Autores

4.3.3.3 Selector. Es otro tipo de mando se caracteriza porque tiene enclavamiento mecánico, existen de dos o tres posiciones, características del seleccionado:

- ☞ Referencia 3SB3 602-2KA11
- ☞ Con un contacto NO
- ☞ tres posiciones

Figura 62. Selector



Fuente: Autores

4.3.3.4 Pilotos luminosos. Son dispositivos que detallan una condición en el circuito por medio de una señal luminosa, su principal característica es señalar si la maquina está trabajando en condiciones normales o se encuentra detenida por alguna falla.

La norma DIN EN 60204-1 establece el código de colores para pulsadores y pilotos luminosos

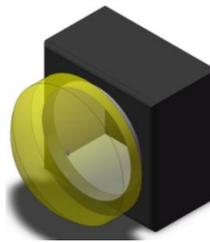
Tabla 11. Significado de los colores según norma DIN EN 60204-1

Color	Significado
Rojo	Emergencia, peligro
Amarillo	Anormal, cuidado
Verde	Normal
Azul	Informaciones especiales
Blanco	Informaciones generales

Teniendo en cuenta el significado de los colores y con el fin de evidenciar el funcionamiento del banco, se seleccionaron:

- ☞ 2 Pilotos luminosos verdes
- ☞ 2 Pilotos luminosos rojos
- ☞ Piloto luminoso amarillo

Figura 63. Piloto luminoso



Fuente: Autores

4.3.4 Equipos de control- Autómata programable (PLC). Son empleados para realizar tareas de automatismos, entre ellos se encuentran por sus siglas en español los autómatas programables industriales (API) y por sus siglas en inglés los controladores lógicos programables (PLC).

Con el fin de cumplir con el concepto de lógica programada expuesto en el título del proyecto, a continuación se enumeran algunas de las ventajas que se alcanzan con su uso:

- ☞ Simplifica considerablemente el trabajo del operario y le da libertad para realizar otras actividades
- ☞ Ahorra material y energía
- ☞ Aumenta la seguridad del personal
- ☞ Ahorra tiempo en la ejecución de procesos
- ☞ Si se desea modificar un proceso tan solo basta con modificar el programa

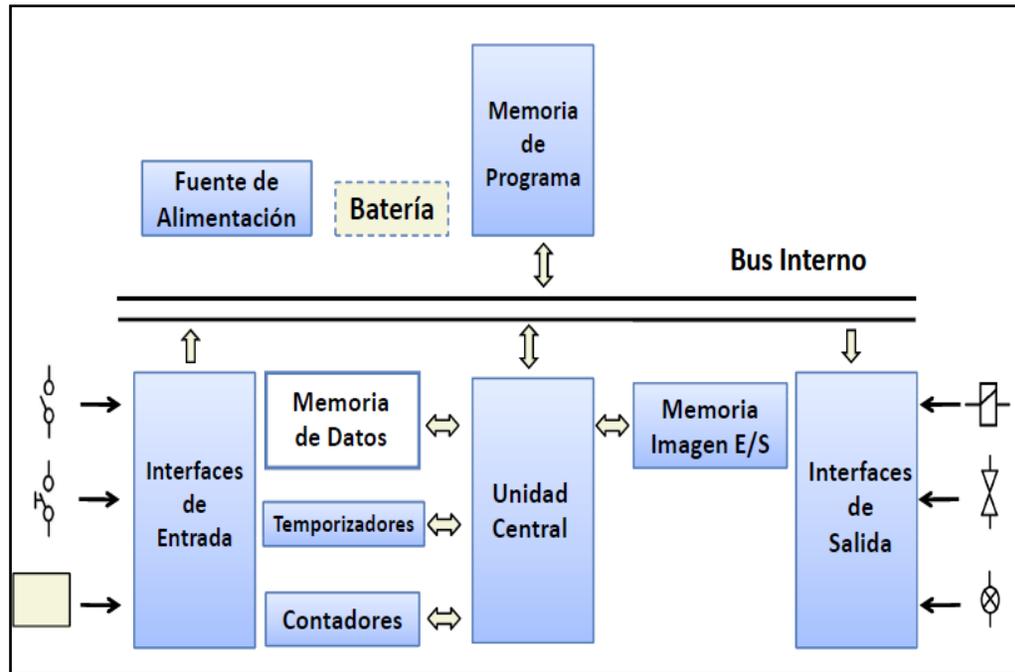
- ☞ Reduce el espacio ocupado
- ☞ Procesos secuenciales
- ☞ Permite el chequeo de programación centralizada
- ☞ Reduce el tiempo en el montaje de los equipos
- ☞ Economía de mantenimiento (aumenta la confiabilidad)
- ☞ Localización rápida de fallas

El Autómata programable es un dispositivo electrónico basado en microprocesadores o microcontroladores, programable por el usuario, evalúa entradas digitales y/o análogas, almacena y genera salidas del mismo tipo para controlar máquinas y procesos lógicos o secuenciales.

Características de un PLC:

- ☞ Flexibilidad para comunicación,
- ☞ Fácil lenguaje de programación,
- ☞ Expansión mediante módulos,
- ☞ El tiempo de respuesta es mínimo,
- ☞ Tamaño reducido

Figura 64. Arquitectura de un autómata programable

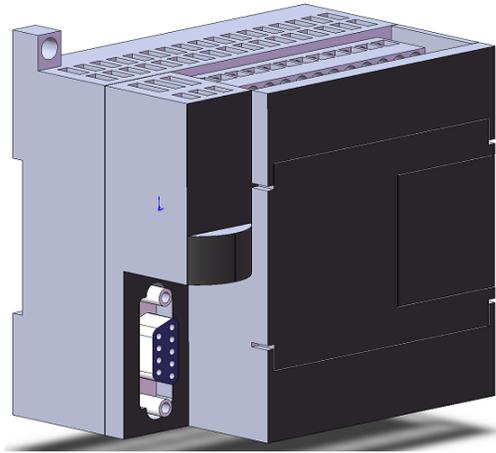


Fuente: Ingeniería y Automatización, Sistemas Integrales en Seguridad, Programación Básica y Avanzada de PLC, Siemens S7-200
Selección de autómata programable

Teniendo en cuenta las ventajas de un autómata programable y los siguientes parámetros: número de variables a controlar, el tiempo de respuesta de las mismas y con el fin de implementar en el laboratorio de Automatización Industrial aplicaciones con otra gama de autómatas se seleccionó un S7-200 (CPU 222), ya que es un equipo compacto, tiene incorporada su unidad central de procesamiento, la fuente de alimentación, la interfaz de comunicación PPI, las entradas y salidas digitales.

Se caracteriza por vigilar las entradas y cambiar el estado de las salidas dependiendo del programa realizado por el usuario, puede incluir operaciones de lógica booleana, operaciones con contactores y temporizadores, operaciones aritméticas complejas, así como la comunicación con otros equipos inteligentes.

Figura 65. Autómata Programable S7-200



Fuente: Autores

Características

- ☞ Referencia 212-1AP23-0XBB0
- ☞ Alimentación 24VDC
- ☞ Velocidad de ejecución booleana 0.22 microsegundos/operación.
- ☞ Tamaño de la imagen de E/S digitales 256 (128 E / 128 S)
- ☞ Montaje con tornillo o en riel DIN
- ☞ 8 entradas digitales
- ☞ 6 salidas digitales
- ☞ Un puerto de comunicación PPI
- ☞ 4 contadores rápidos de hardware hasta 30KHz
- ☞ Entradas de alarma independientes y salidas de impulsos de 2X 20KHz
- ☞ 2 interrupciones de tiempo a partir de 2ms
- ☞ Un potenciómetro analógico
- ☞ La alimentación integrada proporciona corriente a la CPU y a todos los módulos de ampliación.
- ☞ Detrás de la puerta de acceso se encuentran el conmutador de tipo de servicio y la interfaz RS-485 para los módulos de ampliación.

- ☞ Los LED de estado de CPU muestran el estado de operación de la CPU en caso de
- ☞ Error del sistema,
- ☞ RUN,
- ☞ STOP.
- ☞ Los LED de estado de las entradas y salidas.
- ☞ Su lógica en programación, se puede realizar empleando tres lenguajes FUP, AWL y KOP.
- ☞ La conexión entre los módulos se da gracias a un bus de comunicación.

Selección de cables

La selección de los cables se realizó de acuerdo a la corriente a manejar en el circuito:

- Cable 18 AWG 600V 75° C para conexiones de 24VDC de color rojo y negro.
- Cable 16 AWG 600V 75° C para conexiones de control 220VAC de color amarillo, azul y rojo.

Tabla 12. Selección de los cables según los equipos

Equipo	Control 24VDC	Control 220VAC	Potencia 220VAC
Interruptor termomagnético tripolar			✓
Contactador		✓	✓
Temporizador		✓	✓
Relé de	✓		✓

Equipo	Control 24VDC	Control 220VAC	Potencia 220VAC
sobrecarga			
Relé de control	✓	✓	
Pulsadores	✓		
Selector	✓		
Parada de emergencia	✓		
Pilotos luminosos		✓	
Autómata S7-200	✓		

Tabla 13. Conceptos a fortalecer en este banco modular

<i>PRACTICA</i>	<i>Conceptos a fortalecer</i>				
	<i>Protección por cortocircuito y sobrecarga</i>	<i>Lógica Cableada</i>	<i>Lógica Programación</i>	<i>Interpretación de planos</i>	<i>Principios de funcionamiento de los equipos</i>
Funcionamiento de elementos de maniobra	✓	✓	✓	✓	✓
Funcionamiento de un relé de 24VDC-220VAC	✓	✓	✓	✓	✓
Funcionamiento de un contactor	✓	✓	✓	✓	✓
Funcionamiento de un temporizador	✓	✓	✓	✓	✓
Conexión temporizada de Contactores	✓	✓	✓	✓	✓

5. DISEÑO DE LA LOGÍSTICA DOCUMENTAL

El desarrollo de la logística documental tiene como objetivo servir de soporte al docente, laboratorista y estudiante, para contribuir con el aprendizaje y aprovechar al máximo las practicas realizadas para los bancos didácticos, consta de un manual teórico, un manual de prácticas y un manual básico de manejo de Step 7-MicroWin software empleado para programar el autómata S7-200.

5.1 DISEÑO DEL MANUAL TEÓRICO

En este manual encontrará los diferentes tipos de arranque para motores eléctricos y los equipos empleados para realizar dichos arranques, su clasificación, su selección e identificación, entre ellos:

- ☞ Equipos de control
- ☞ Equipos de mando
- ☞ Equipos de maniobra
- ☞ Equipos de protección
- ☞ Equipo de medición

5.2 DISEÑO DEL MANUAL DE PRÁCTICAS

En este manual tanto el estudiante como el auxiliar de laboratorio contarán con herramientas suficientes para supervisar la práctica que se está realizando y así valorar el desempeño del estudiante, consta de:

5.2.1 Título. En él podrá identificar la práctica que se va a realizar.

5.2.2 Objetivo. Delimitan el alcance de la práctica.

5.2.3 Fundamentación previa al laboratorio. Con este ítem se pretende que el estudiante maneje el tema antes de realizar la práctica.

5.2.4 Ejemplo de aplicación. En este ítem se encontraran ejemplos de aplicación del elemento principal a nivel industrial.

5.2.5 Descripción básica del elemento principal. Da un concepto básico del elemento principal, permite al estudiante reafirmar la lectura previa.

Figura 66. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 1

PRACTICAS MOTOR DE 2HP

6 ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR TRIFÁSICO DE CORRIENTE ALTERNA (2HP) EMPLEANDO EL GUARDAMOTOR COMO DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTROLADO POR UN AUTÓMATA PROGRAMABLE INDUSTRIAL (API).

6.1 Objetivos

- Conocer el funcionamiento del guardamotor como dispositivo de protección en el arranque de un motor eléctrico.
- Adquirir habilidad en la conexión, selección, identificación e interpretación de planos eléctricos.
- Adquirir habilidades de programación y diagnóstico de automatismos sencillos.

6.2 Fundamentación previa al laboratorio

- Revisar el manual de fundamentos teóricos
- Identificar las características funcionales y operacionales de los equipos a emplear en la práctica.

6.3 Ejemplo de aplicación

El guardamotor es un aparato que permite reunir todas las necesidades para el arranque directo de un motor en un solo aparato, por sus ventajas de tiempo de armado, cableado y espacio suele emplearse también en instalaciones domiciliarias, inclusive edificios.

6.4 Descripción básica del elemento principal

Guardamotor: Es un interruptor automático empleado para proteger los motores. Cuenta con:

- Disparo por sobrecarga: cuyas características y funcionamiento son exactamente iguales a las de un relé de sobrecarga, incluyendo la sensibilidad por falta de fase, la compensación de temperatura ambiente y la posibilidad de regulación.
- Disparo magnético: protege al disparador por sobrecargas y a los contactos contra los efectos de un cortocircuito y separa al circuito afectado de la instalación.

6.5 Lista de componentes

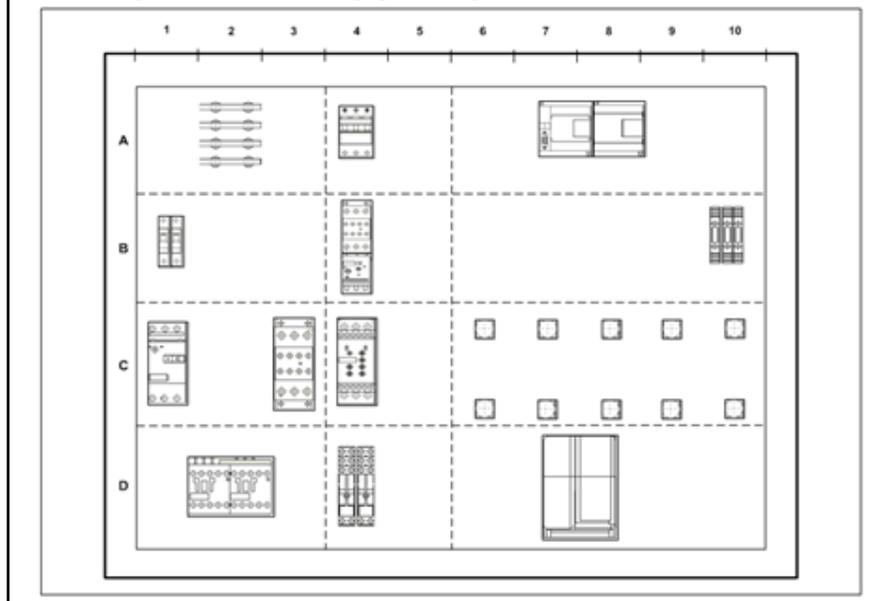
5.2.6 Lista de componentes. En este ítem encuentra los equipos a emplear durante la práctica, su nomenclatura y ubicación en el tablero.

5.2.7 Ubicación de los equipos en el banco de pruebas. Permite identificar la posición de los equipos a emplear, para esto se cuenta con las filas marcadas con letras y las columnas con números.

Figura 67. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 2

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	UBICACIÓN EN EL TABLERO
1	PARADA DE EMERGENCIA	-S0	C6
1	PULSADOR VERDE NO	-S1	C7
1	PULSADOR ROJO NC	-S2	C8
1	PILOTO LUMINOSO VERDE	-H1	C6
1	PILOTO LUMINOSO ROJO	-H2	C7
1	PILOTO LUMINOSO AMARILLO	-H3	C8
1	RELÉS 24VDC-220VAC	-K1	D4
3	RELÉS 24VDC-220VAC	-K3,-K4,-K5	B10
1	INTERRUPTOR TEMOMAGNÉTICO BIPOLAR	-Q2	B1
1	INTERRUPTOR TEMOMAGNÉTICO TRIPOLAR	-Q1	A4
1	GUARDAMOTOR	-Q1A	C1
1	AUTÓMATA S7-200 -MODULO ETHERNET		A7
1	CONTACTOR	-KM1	C3

6.6 Ubique en el tablero los equipos a emplear.



5.2.8 Procedimiento de seguridad. Permite al estudiante entender los riesgos a los que se expone si no realiza adecuadamente el trabajo.

5.2.9 Procedimiento de montaje. En el procedimiento de montaje encontrará los diferentes planos para realizar las conexiones de control (24VDC, 220VAC) y potencia 220VAC, cada plano cuenta con la representación simbólica de los equipos empleados, según norma IEC 1082-1 la cual define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas para identificar los equipos y diseñar los esquemas, cada referencia de los equipos debe ir precedida por un signo y una respectiva lista de chequeo para monitorear el buen desarrollo de la práctica, (Ver anexo 1).

5.2.10 Elaboración del programa. Brinda los pasos a seguir para elaborar el programa y cargarlo al autómata, también cuenta con un ejemplo.

5.2.11 Evaluación. Mide las competencias del estudiante después de finalizada la práctica y le permite hacer un análisis de los datos obtenidos en este caso para el banco de 10HP.

Figura 68. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 3

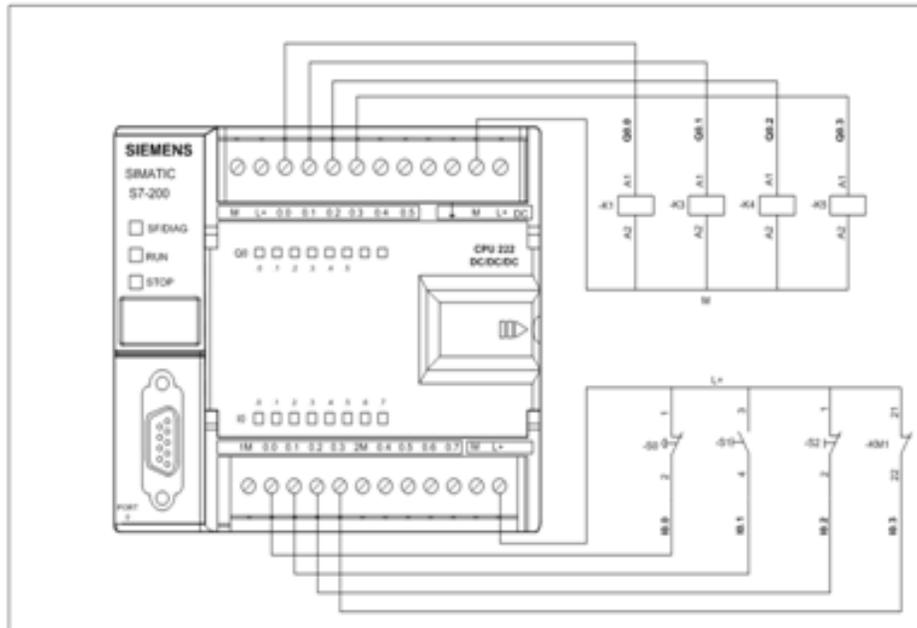
6.7 Procedimiento de seguridad

Antes de iniciar la práctica el estudiante deberá revisar el procedimiento de seguridad descrito en el manual.

6.8 Procedimiento de montaje

Para este paso cada uno de los circuitos contara con un plano de (control 24VDC, control 220VAC y potencia) y una descripción teórica de la conexión a seguir.

6.8.1 Conexión al autómatas 24VDC



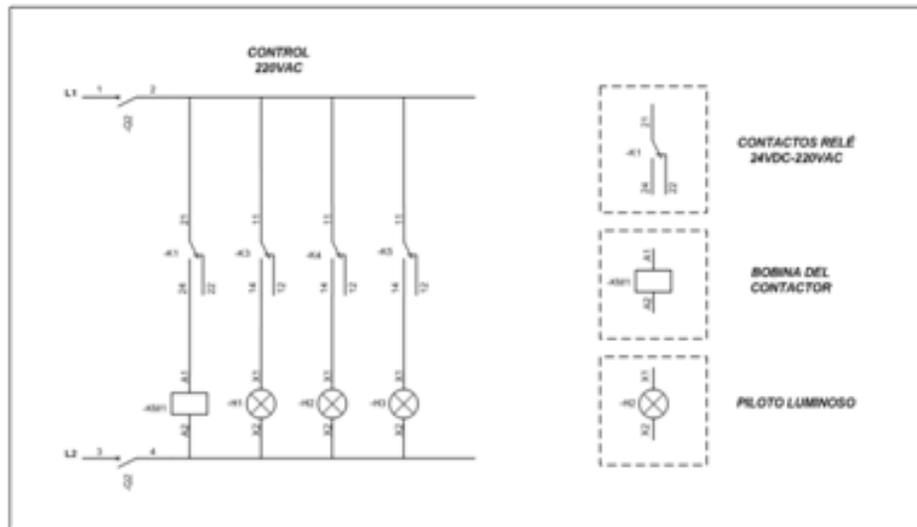
Identifique las líneas de 24VDC (L+ y M-)

CHECK	PASOS
a.	Conecte el borne (L+) al borne 1 de la parada de emergencia (-S0).
b.	Conecte el borne 2 de la parada de emergencia (-S0) al borne IO.0 del S7-200.
c.	Conecte el borne Q0.0 del S7-200 al borne A1 del relé (-K1).
d.	Conecte el borne A2 del relé (-K1) al borne (M-).
e.	Conecte el borne (L+) al borne 3 del pulsador verde (-S1).
f.	Conecte el borne 4 del pulsador verde (-S1) al borne IO.1 del S7-200.
g.	Conecte el borne Q0.1 del S7-200 al borne A1 del relé (-K3).
h.	Conecte el borne A2 del relé (-K3) al borne (M-).
i.	Conecte el borne (L+) al borne 1 del pulsador rojo (-S2).

Figura 69. Ítems correspondientes para el manual de prácticas 4

j.	Conecte el borne 2 del pulsador rojo (-S2) al borne I0.2 del S7-200.
k.	Conecte el borne Q0.2 del S7-200 al borne A1 del relé (-K4).
l.	Conecte el borne A2 del relé (-K4) al borne (M-).
m.	Conecte el borne de (L+) al borne 21 del contactor (-KM1).
n.	Conecte el borne 22 del contactor (-KM1) al borne I0.3 del S7-200.
o.	Conecte el borne Q0.3 del S7-200 al borne A1 del relé (-K5).
p.	Conecte el borne A2 del relé (-K5) al borne (M-).

6.8.2 Conexión circuito de control 220VAC



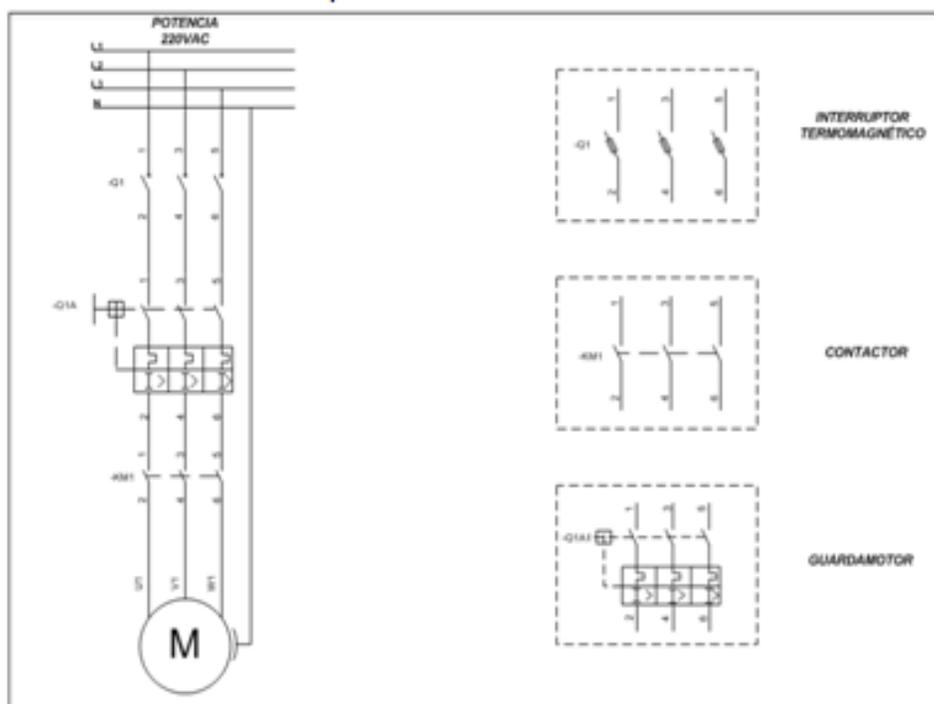
Identifique las líneas de control 220VAC (L1 y L2).

CHECK	PASOS
a.	Conecte el borne L1 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2) al borne COM 21 del relé (-K1).
b.	Conecte el borne 24 del relé (-K1) al borne A1 del contactor (-KM1).
c.	Conecte el borne A2 del contactor (-KM1) al borne L2 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2).
d.	Conecte el borne L1 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2) al borne COM 11 del relé (-K3).
e.	Conecte el borne 14 del relé (-K3) al borne X1 del piloto luminoso verde (-H1).
f.	Conecte el borne X2 del piloto luminoso verde (-H1) al borne L2 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2).
g.	Conecte el borne L1 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2) al borne COM 11 del relé (-K4).

Figura 70. Ítems correspondientes para el manual de prácticas

	h.	Conecte el borne 14 del relé (-K4) al borne X1 del piloto luminoso rojo (-H2).
	i.	Conecte el borne X2 del piloto luminoso rojo (-H2) al borne L2 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2).
	j.	Conecte el borne L1 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2) al borne COM 11 del relé (-K5).
	k.	Conecte el borne 14 del relé (-K5) al borne X1 del piloto luminoso amarillo (-H3).
	l.	Conecte el borne X2 del piloto luminoso amarillo (-H3) al borne L2 del interruptor termomagnético bipolar (-Q2).

6.8.3 Conexión circuito de potencia



CHECK	PASOS
a.	Conecte el borne 2 del interruptor termomagnético (-Q1) al borne 1L1 del guardamotor.
b.	Conecte el borne 4 del interruptor termomagnético (-Q1) al borne 3L2 del guardamotor.
c.	Conecte el borne 6 del interruptor termomagnético (-Q1) al borne 5L3 del guardamotor.

d.	Conecte el borne 2T1 del guardamotor (-Q1A) borne 1L1 del contactor (-KM1).
e.	Conecte el borne 4T2 del guardamotor (-Q1A) borne 3L2 del contactor (-KM1).
f.	Conecte el borne 6T3 del guardamotor (-Q1A) borne 5L3 del contactor (-KM1).
g.	Conecte el borne 2T1 del contactor al borne U del motor.
h.	Conecte el borne 4T2 del contactor al borne V del motor.
i.	Conecte el borne 6T3 del contactor al borne w del motor.

6.9 Elabore el programa

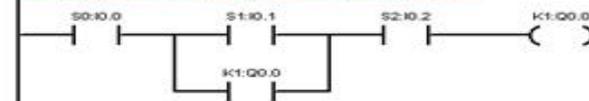
- Emplee el software *STEP 7 Micro/Win* que cumpla con las condiciones para el arranque del motor.
- Antes de desarrollar el programa lea la guía práctica para manejo de STEP 7 Micro/Win.

PRIMER PROGRAMA

ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR EMPLEANDO UN GUARDAMOTOR COMO DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN

Network 1

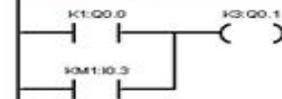
AL ACCIONAR EL PULSADOR VERDE EL MOTOR ARRANCA



Símbolo	Dirección	Comentario
K1	Q0.0	RELÉ A CONTACTOR
S0	IO.0	PULSADOR PARADA DE EMERGENCIA NC
S1	IO.1	PULSADOR VERDE NO
S2	IO.2	PULSADOR ROJO NC

Network 2

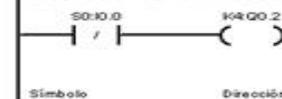
CUANDO EL MOTOR ESTE EN ON SE PRENDE EL PILOTO VERDE



Símbolo	Dirección	Comentario
K1	Q0.0	RELÉ A CONTACTOR
K3	Q0.1	RELÉ A PILOTO VERDE
KM1	IO.3	CONTACTO AUXILIAR DEL CONTACTOR KM1

Network 3

SI SE ACCIONA LA PARADA DE EMERGENCIA SE ENCIENDE EL BOMBILLO ROJO DE FALLA



Símbolo	Dirección	Comentario
K4	Q0.2	RELÉ A PILOTO ROJO
S0	IO.0	PULSADOR PARADA DE EMERGENCIA NC

Network 4

EL PILOTO AMARILLO SE PRENDE CUANDO DETECTA CORRIENTE EN EL SISTEMA



Símbolo	Dirección	Comentario
K5	Q0.3	RELÉ A PILOTO AMARILLO
S0	IO.0	PULSADOR PARADA DE EMERGENCIA NC
Siempre_ON	SM0.0	Siempre ON

- Conecte la toma de 24VDC a la línea.
- Cargue el programa del computador al autómata. (ver pasos en el manual manejo de S7-200)
- Conecte la toma pentaflar de 220VAC a la línea.
- Verifique por ultimo la conexión y energice el circuito accionando el interruptor termomagnético tripolar y el bipolar.
- Para arrancar el motor oprima el pulsador verde.
- Para apagar el motor oprima el pulsador rojo.

6.10 Evaluación

1. *Explique la función del guardamotor en el arranque directo de un motor*
2. *Elabore el programa para arrancar el motor empleando un solo pulsador*
3. *Elabore el programa para hacer el arranque temporizado del motor.*
4. *¿Qué sucede si retiro una de las fases del motor?*
5. *Identifique a que voltaje funciona el autómata S7-200.*
6. *¿Qué ventajas obtiene al usar lógica programada y no lógica cableada?*
7. *Explique las ventajas y desventajas en el arranque directo de un motor asíncrono trifásico.*

5.3 MANUAL DE MANEJO BÁSICO DE STEP 7-MICROWIN

En este manual el estudiante y docente encontrarán una breve descripción de los comandos del programa, los pasos a seguir para conectar, cargar y supervisar los programas del S7-200, cuenta con imágenes explicativas y una secuencia de pasos a seguir, según norma IEC 61131-3.

CONCLUSIONES

Se logró un diseño modular para la aplicación de los conceptos de lógica cableada y programada, el carácter modular permite al estudiante distribuir, identificar y cablear de una manera segura los equipos. Igualmente brindará soporte a las asignaturas electricidad y electrónica, autómatas programables y automatización.

El diseño y construcción de los bancos para accionamiento de motores de 2HP y 10HP, brinda flexibilidad para la ejecución de diferentes tipos de accionamientos, así como la conexión e identificación de cada uno de los equipos ya que cuenta con zonas específicas.

El uso de equipos de protección para cada uno de los bancos y la señalización de los mismos brinda mayor seguridad al estudiante en el momento de la ejecución de las prácticas.

Los conceptos de lógica programada establecidos para el diseño de los bancos y las practicas, permiten evidenciar las ventajas que esta lógica ofrece en comparación a la lógica cableada, además de realizar un acercamiento a la automatización industrial

Con el fin de acercar al estudiante de Ingeniería Mecánica al entorno industrial, se implementaron prácticas de redes industriales mediante el uso de módulos Ethernet.

La necesidad de centralizar la información conllevó al desarrollo de un manual teórico el cual permite al estudiante adquirir conceptos y destrezas que le faciliten a futuro la toma de decisiones en cuanto a la selección, manipulación de equipos para accionamiento de motores eléctricos.

El diseño del manual de prácticas que da soporte a cada una de las prácticas estipuladas para los bancos, se estructuró de forma tal, que este permitiese cumplir a cabalidad cada uno de los objetivos propuestos. Así como el desarrollo de destrezas en la interpretación de planos, identificación y conexión de equipos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda instalar un modulo analógico en el banco de 2 HP para aprovechar al máximo las ventajas de control del variador de velocidad y también implementar el protocolo de comunicación Profibus en el mismo.

Se sugiere comprar un equipo de medición, en este caso un PAC 3200 por su facilidad de manejo y comunicación, para monitoreo del banco de 2HP, para así poder establecer una interfaz HMI.

Se sugiere adaptar un ducto al ventilador instalado en el motor de 2Hp y realizar monitoreo de temperatura mediante el uso de sensores y el modulo analógico.

BIBLIOGRAFÍA

Aragones Boix Oriol, Alaña Zabaleta Ferran, Automatismos Eléctricos programables. Edicions UPC. 1998.

COLOMBIA. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Comunicado 374 (2, mayo, 2005). Mayor seguridad en las instalaciones eléctricas empieza a regir el Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas- RETIE. Bogotá, D.C., El ministerio, 2005.

COLOMBIA. PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. Decreto 0070 (17, enero, 2001). Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Minas y Energía. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2001. No. 44297.29 p.

Curso multimedia S7-200 basado en la Web.

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Pages/S7200.aspx>

De Monroy Cristóbal, Maquinas Eléctricas, Motores.

www.iescristobaldemonroy.es/.../Departamentos/Tecnología/.../Electrocnica_2.pdf

Discarsa- Automatización, Calor y control, Guía técnica para el instalador electricista 2008/2009 Siemens.

http://dircasa-calora.blogspot.com/2010_04_01_archive.html

García Moreno Emilio, Automatización de procesos industriales. Servicio de publicaciones. 352 p. (ISBN 84-7721-759-9).

Geney Mendoza Libardo Enrique, Vizcaíno Rodríguez Javier Isaac. Diseño de la logística documental y física para la realización de prácticas de selección, implementación y diagnóstico en autómatas programables en el marco de la reestructuración del laboratorio de mecatronica. Publicaciones UIS 2005.

Harper Gilberto Enriquez, El ABC de las máquinas Eléctricas II. Motores de corriente alterna. Editorial Limusa. México 1988. 403 p. (ISBN 968-18-2687-6).

Instrumentación y Control, <http://www.instrumentacionycontrol.net/>.

Manual Soft Starters Sirius 3RW30/ 3RW40. 2010. 212 p.
<http://support.automation.siemens.com/>

Manual de Baja Tensión Siemens, Criterios de selección de aparatos de maniobra e indicaciones para el proyecto de instalaciones y distribución. 2 ed. Publicis MD Velag. Germany, 2000. 791 p. (ISBN 3-89578-119-3).

Portal de Automatización Industrial, <http://www.infoplcn.net/>.

Robert L. Mott, Diseño de elementos de máquinas, cuarta edición, 2006.

Schneider Electric, Manual electrotécnico Telesquemario, Tecnologías de control industrial. Junio 1999. 289 p.

Siemens, manual de control y distribución baja tensión.
www.siemens.com.mx/industria/Control%20y%20Distribución/.../BT2009.pdf

Siemens Power Meter, Manual SIMEAS P 7KG7750/55. Edición 4. 2008.

www.energy.siemens.com/co/en/...meter/simeas-p.htm

Siemens, Tutorial virtual Micromaster 420.

https://infonet.siemens.es/Apli_Industry/formacion/MicroMaster/index.html

Siemens, Manual del sistema de automatización S7-200, 9 ed. 2007. 570 p.

<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores/Pages/S7200.aspx>

Siemens, MICROMASTER 420, 0,12 kW - 11 kW, Instrucciones de servicio (resumen) 10 Edición. 2006. <http://www.siemens.com/micromaster>

Siemens, <http://support.automation.siemens.com/>.

Stephen J. Chapman, Máquinas Eléctricas. 3 ed. McGraw-Hill. 775 p. (ISBN 958-4100-56-4).

Torres García Luis, Motores Eléctricos, Curso de experto universitario en mantenimiento predictivo y diagnosis de fallos.

www.master.us.es/mmindustrial/PDF/Presentacion.pdf

