



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE
LABORATORIO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE
CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL INDUSTRIAL
USANDO SOFTWARE LOGO Y LABVIEW”**

**MORA ARMIJOS EDWIN GONZALO
MUYULEMA MOYOLEMA ALEX DARÍO**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO MECÁNICO

Riobamba – Ecuador

2011

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Diciembre, 15 del 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MORA ARMIJOS EDWIN GONZALO

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA
REALIZAR PRÁCTICAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL
INDUSTRIAL USANDO SOFTWARE LOGO Y LABVIEW”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Iván Cantos
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MORA ARMIJOS EDWIN GONZALO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL INDUSTRIAL USANDO SOFTWARE LOGO Y LABVIEW”

Fecha de Examinación: Diciembre, 15 del 2011.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. GEOVANNY NOVILLO A. (Presidente Trib. Defensa)			
ING. JORGE LEMA (Director de Tesis)			
ING. IVAN CANTOS (Asesor)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

CONSEJO DIRECTIVO

Diciembre, 15 del 2011

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

MUYULEMA MOYOLEMA ALEX DARIO

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA
REALIZAR PRÁCTICAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL
INDUSTRIAL USANDO SOFTWARE LOGO Y LABVIEW”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Iván Cantos
ASESOR DE TESIS

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: MUYULEMA MOYOLEMA ALEX DARIO

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA REALIZAR PRÁCTICAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL INDUSTRIAL USANDO SOFTWARE LOGO Y LABVIEW”

Fecha de Examinación: Enero, 29 del 2010.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
ING. GEOVANNY NOVILLO A. (Presidente Trib. Defensa)			
ING. JORGE LEMA (Director de Tesis)			
ING. IVAN CANTOS (Asesor)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal quien certifica al Consejo Directivo que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Mora Armijos Edwin Gonzalo

f) Muyulema Moyolema Alex Darío

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para todos los amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

Mora Armijos Edwin Gonzalo

Muyulema Moyolema Alex Darío

DEDICATORIA

Dedico principalmente a dios quien ha sido mi guía. A mis padres Gonzalo y Gladis que me han apoyado incondicionalmente quienes están a mi lado en los malos y buenos momentos, gracias por creer en mí y darme la posibilidad de obtener una profesión la que me servirá para el futuro.

A mis hermanos Diego, María y Javier quienes día a día supieron apoyarme para alcanzar mis metas.

Y a una persona muy especial quien es mi inspiración para siempre salir adelante a mi hija Paula Isahí

Edwin

A Dios por la protección y las bendiciones en el transcurso de mi vida.

A mis padres Emma y Jaime que pese las adversidades y golpes de la vida siempre me han apoyado de una u otra forma, con su amor, cariño, consejos, bendiciones y todo lo que los padres puede entregar a sus hijos, gracias a eso he llegado a cumplir una de las metas más importantes en mi vida.

A mis hermanas, familia y amigos por la ayuda y apoyo inmensurable e incondicional.

Alex

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1 GENERALIDADES	1
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 General.....	2
1.3.2 Específicos	3
2 MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 CONTROL AUTOMÁTICO EN LA INDUSTRIA.	4
2.1.1 Ventajas del control automático industrial.....	5
2.1.2 Desventajas del control automático industrial.....	5
2.1.3 Acciones de control automático.....	5
2.2 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	5
2.2.1 Ventajas de la automatización industrial.....	6
2.2.2 Conocimientos básicos para la automatización.....	6
2.2.3 Elementos típicos utilizados en la automatización.....	7
2.2.3.1 Elementos de una instalación automatizada.....	7
2.3 FUNDAMENTOS EN LA ADQUISICIÓN DE DATOS	8
2.3.1 ¿Cómo se adquieren los datos?.....	8
2.3.2 Clasificación de las señales.....	9
2.3.2.1 Señales on-off.....	10
2.3.2.2 Señal digital tren de pulsos	11
2.3.2.3 Señal análoga DC	11
2.3.2.4 Señales análogas en el dominio del tiempo.....	11
2.3.2.5 Señales análogas en el dominio de la frecuencia.....	11
2.3.3 La etapa de acondicionamiento de la señal.....	12
2.4 ELEMENTOS DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO.....	13
2.4.1 Red o fuente de alimentación	13
2.4.2 Receptores.....	13

2.4.3	Elementos de mando	13
2.4.3.1	Por su apariencia y forma exterior.	14
2.4.3.2	Por la función que realicen.....	14
2.4.3.3	Elementos auxiliares de mando	14
2.4.3.3.1	Finales de carrera o interruptores de posición.....	15
2.4.3.3.2	Relés de tiempo o temporizadores.....	15
2.4.3.3.3	Presóstatos.....	16
2.4.3.3.4	Termostatos.....	16
2.4.3.3.5	Detectores de proximidad.	17
2.4.4	Elementos de señalización.....	18
2.4.4.1	Clases de señalizaciones.....	18
2.4.4.2	Conexión de los elementos de señalización.....	18
2.4.5	Elementos de protección.....	19
2.4.5.1	Relés térmicos.....	20
2.4.5.2	Relé térmico diferencial.....	21
2.4.5.3	Relés termomagnéticos.....	21
2.4.5.3.1	Disparo diferido del térmico.....	21
2.4.5.3.2	Disparo instantáneo del térmico.	22
2.4.5.4	Relés electromagnéticos.....	22
2.4.5.5	Relé electromagnético diferencial.....	22
2.5	REPRESENTACIÓN ELÉCTRICA	23
2.5.1	Normas eléctricas y electrónicas	23
2.5.2	Símbolos gráficos.....	24
2.5.2.1	Naturaleza de las corrientes.....	24
2.5.2.2	Tipos de conductores.....	25
2.5.2.3	Contactos.....	25
2.5.2.4	Mandos de control.....	26
2.5.2.5	Órganos de medida.....	27
2.5.2.6	Mandos mecánicos.....	28
2.5.2.7	Mandos eléctricos.....	29
2.5.2.8	Materiales y otros elementos	29
2.5.2.9	Señalización.....	31
2.5.2.10	Bornas y conexiones.....	31
2.5.2.11	Máquinas eléctricas giratorias	32

2.5.3	Referenciado en esquemas desarrollados.....	33
2.5.3.1	Referenciado de las bornas de conexión de los aparatos.....	34
2.5.3.1.1	Elementos de potencia.....	34
2.5.3.1.2	Elementos auxiliares.....	34
2.5.3.1.3	Órganos de accionamiento por electroimán	35
2.5.3.2	Referenciado de las bornas en los borneros.....	36
2.5.3.2.1	Circuito de control.....	36
2.5.3.2.2	Circuito de potencia.....	36
2.5.3.3	Clasificación por letras de referencia.....	36
2.5.4	Ejecución de esquemas.....	37
2.5.4.1	Colocación general en la representación desarrollada.....	37
2.5.4.1.1	Representación de circuito de potencia.....	37
2.5.4.1.2	Representación de los circuitos de control y de señalización.....	38
2.5.4.1.3	Indicaciones complementarias.....	38
3	ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	40
3.1	GENERALIDADES	40
3.2	MODELOS DE BANCOS	40
3.2.1	Propuesta del modelo # 1.....	40
3.2.2	Propuesta del modelo # 2.....	41
3.2.3	Propuesta del modelo # 3.....	41
3.3	BONDADES DE LOS MODELOS	42
3.3.1	Alternativa # 1.....	42
3.3.1.1	Ventajas.....	42
3.3.1.2	Desventajas.....	42
3.3.2	Alternativa # 2.....	42
3.3.2.1	Ventajas.....	42
3.3.2.2	Desventajas.....	42
3.3.3	Alternativa # 3.....	42
3.3.3.1	Ventajas.....	42
3.3.3.2	Desventajas.....	43
3.4	SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS.....	43
3.5	SELECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ACCESORIOS.....	43

3.5.1	Red o fuente de alimentación	43
3.5.2	Receptores.....	43
3.5.3	Elementos de control y maniobra.....	45
3.5.4	Elementos de protección.....	47
3.5.5	Accesorios.....	47
3.6	DISEÑO DEL BANCO.....	49
3.7	DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS.....	50
3.7.1	Módulo de contactores.....	50
3.7.2	Módulo de accionadores de mando manual	51
3.7.3	Módulo de relés	51
3.7.4	Módulo de variador de frecuencia.....	52
3.7.5	Modulo de LOGO! Siemens	52
3.7.6	Módulo de temporizador.....	53
3.7.7	Módulo adquisición de datos.....	53
3.7.8	Módulo de alimentación con elementos de medición	54
3.7.9	Módulo de señalización con alimentación monofásica 120V	54
4	SOFTWARE.....	55
4.1	LOGO! DE SIEMENS.....	55
4.1.1	Características LOGO! Siemens 230RC.....	56
4.1.2	Estructura del LOGO!.....	56
4.1.3	Funciones básicas.....	57
4.1.4	Funciones especiales.....	58
4.1.4.1	Designación de las entradas	58
4.1.4.2	Lista de funciones especiales.....	59
4.1.5	Programación	62
4.1.5.1	Programación en el propio LOGO!	62
4.1.5.2	Reglas para manejar LOGO!	63
4.1.5.3	Vista de conjunto de los menús de LOGO!	64
4.1.5.3.1	Modo de operación “Parametrización”.....	64
4.1.5.4	Introducir e iniciar el programa.....	65
4.1.5.5	Programación por medio de LOGO!Soft Comfort (software).....	65
4.1.5.6	Interfaz del LOGO!Soft Comfort.....	66
4.1.5.6.1	Barras de menús.....	67

4.1.5.6.2	Barras de herramientas	67
4.1.6	Conectar LOGO! a un PC.....	68
4.2	LABVIEW DE NATIONAL INSTRUMENTS.	69
4.2.1	Características de la tarjeta DAQ NI USB 6210.....	70
4.2.1.1	DAQ multifunción de la serie M de 16 BITS, 250 KS/S, energizado por bus	70
4.2.1.2	Descripción del hardware.....	70
4.2.1.3	Software controlador	71
4.2.1.4	Descripción del software	71
4.2.2	Programación en LabVIEW.....	72
4.2.2.1	Panel frontal de VI.....	72
4.2.2.2	VI diagrama de bloque.....	73
4.2.2.3	Paleta de control.....	74
4.2.2.4	Paleta de funciones.....	74
4.2.2.5	Paleta de herramientas	75
4.2.2.6	Barra de herramientas de estado.....	76
4.2.2.7	Opciones de ayuda.....	77
5	TUTORIALES DE LAS PRÁCTICAS	79
5.1	INTRODUCCIÓN.....	79
5.2	TEMAS DE LAS PRÁCTICAS.....	79
5.3	TUTORIALES.....	80
5.3.1	PRÁCTICA 1	80
5.3.2	PRÁCTICA 2	84
5.3.3	PRÁCTICA 3.....	87
5.3.4	PRÁCTICA 4.....	89
5.3.5	PRÁCTICA 5.....	93
5.3.6	PRÁCTICA 6.....	97
5.3.7	PRÁCTICA 7.....	101
5.3.8	PRÁCTICA 8.....	106
5.3.9	PRÁCTICA 9.....	114
6	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	118
6.1	COSTOS DIRECTOS	118

6.2	COSTOS INDIRECTOS	118
6.3	COSTO TOTAL	119
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	120
7.1	CONCLUSIONES	120
7.2	RECOMENDACIONES	121

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

<u>TABLA</u>	<u>LISTA DE TABLA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1	TIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.	12
2.2	NORMAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS MÁS COMUNES.	23
2.3	NATURALEZA DE LAS CORRIENTES.	24
2.4	TIPOS DE CONDUCTORES.	25
2.5	CONTACTOS.	25
2.6	MANDOS DE CONTROL.	26
2.7	ORGANOS DE MEDIDA.	27
2.8	MANDOS MECÁNICOS.	28
2.9	MANDOS ELECTRICOS.	29
2.10	MATERIALES Y OTROS ELEMENTOS.	29
2.11	SEÑALIZACIÓN.	31
2.12	BORNAS Y CONEXIONES.....	31
2.13	MÁQUINAS ELÉCTRICAS GIRATORIAS.....	32
2.14	CLASIFICACIÓN POR LETRAS DE REFERENCIA.	36
3.1	RECEPTORES.	44
3.2	ELEMENTOS DE CONTROL Y MANIOBRA.....	44
3.3	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.....	47
3.4	ACCESORIOS.	47
4.1.	BLOQUES DE FUNCIONES BÁSICAS UTILIZADOS POR LOGO!	57
4.2.	LISTA DE FUNCIONES ESPECIALES – SF.....	59
5.5	DESCRIPCIÓN DEL B.O.P. SINAMICS G110.	95
5.6	PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DEL SINAMICS G110.	95
6.1	COSTOS DIRECTOS.	118
6.2.	COSTOS INDIRECTOS (25%).....	119
6.3.	COSTOS TOTALES.....	119

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
2.1. Información que transporta una señal	9
2.2. Señales análogas y digitales.....	10
2.3. Contactos principales.....	34
2.4. Contactos auxiliares.....	35
2.5. Mandos de control.....	35
2.6. Representación unifilar de un circuito de potencia	38
2.7. Ejemplo de un esquema desarrollado.....	39
3.1. Ejemplo primera alternativa de diseño	40
3.2. Ejemplo segunda alternativa de diseño.....	41
3.3. Ejemplo tercera alternativa de diseño	41
3.4. Diseño del banco de pruebas.	50
3.5. Diseño del tablero de contactores.	50
3.6. Diseño del tablero de mando.	51
3.7. Diseño del tablero de relés.	51
3.8. Diseño del tablero del variador de frecuencia.	52
3.9. Diseño del tablero del programador lógico.....	52
3.10. Diseño del tablero del temporizador.	53
3.11. Diseño del tablero de la tarjeta de adquisición de datos.	53
3.12. Diseño del tablero de alimentación	54
3.13. Diseño del tablero de señalización	54
4.1. Estructura de logo siemens 230rc	56
4.2. Modo de operación de programación.....	64
4.3. Modo de operación de parametrización.....	64
4.4. Interfaz del programa logo!soft comfort.	66

4.5.	Interfaz del logo! en proceso de carga o descarga.....	69
4.6.	Tarjeta de adquisición de datos	70
4.7.	Interfaz de labview, panel frontal ejemplo control de temperatura.	72
4.8.	Interfaz de labview, vi diagrama de bloque, control de temperatura.	73
4.9.	Paleta de controles (ventana de paletas de controles).....	74
4.10.	Paleta de funciones (ventana de paletas de funciones).....	75
4.11.	Paleta de herramientas. (opciones que muestra).	76
4.12.	Barra de herramientas de estado.	77
4.13.	Contexto de ayuda, referencias de línea.	77
5.1.	Circuito de control de un arranque directo	82
5.2.	Circuito de potencia de un arranque directo.	83
5.3.	Circuito de control de cambio de giro.....	86
5.4.	Circuito de potencia de cambio de giro.	86
5.5.	Circuito de control temporizado contacto NO.	89
5.6.	Circuito de control temporizado contacto NC.....	89
5.7.	Circuito de control arranque estrella triangulo.....	92
5.8.	Circuito de potencia arranque estrella triangulo.	92
5.9.	Circuito de potencia arranque suavizado.....	96
5.10.	Funciones para programación de un timbre.....	98
5.11.	Configuración de temporizador semanal.....	98
5.12.	Simulación de la programación de un timbre.....	99
5.13.	Circuito de conexión de un timbre en logo!.	100
5.14.	Funciones para programación de un semáforo.....	102
5.15.	Configuración de la función retardo a la desconexión.	103
5.16.	Configuración de la función retardo a la conexión.	103
5.17.	Simulación de la programación de un semáforo.....	104

5.18.	Circuito de conexión de un semáforo en logo!	105
5.19.	Interfaz de programación de labview.....	107
5.20.	Panel frontal convertir °C a °F.....	107
5.21.	Diagrama de bloques convertir °C a °F.....	107
5.22.	Crear el icono de identificación.	108
5.23.	Construir los conectores del VI °C a °F.	108
5.24.	Colocar las entradas y salidas del VI °C a °F.....	109
5.25.	Ingresar la documentación de identificación al VI °C a °F.....	109
5.26.	Panel frontal para utilizar el VI °C a °F.	109
5.27.	Diagrama de bloques de aplicación termómetro.....	110
5.28.	Generar el DAQ assistant.	110
5.29.	Configuración del DAQ assistant.	110
5.30.	Configuración del DAQ assistant seleccionar canal.....	111
5.31.	Configuración del DAQ assistant parámetros de la termocupla.	111
5.32.	Generar el diagrama de conexión.	112
5.33.	Construir el VI.	112
5.34.	Insertar el VI “convertir °C a °F”.	112
5.35.	Diagrama de bloques y conexión de “termómetro”.	113
5.36.	Funcionamiento de la programación de “termómetro”.	113
5.37.	Panel frontal “control horno”.....	115
5.38.	Panel de programación “control horno”	115
5.39.	Temperatura de setpoint.....	116
5.40.	Clave de seguridad del programa.....	116
5.41.	Funcionamiento del programa.	116

LISTA DE ABREVIACIONES

HMI	Interfaz Hombre-Máquina.
DAQ	Módulo de Adquisición de Datos.
ADC	Conversor Análogo Digital
RTD	Resistance Temperature Detector
C.A.	Corriente Alterna.
C.D.	Corriente Continua.
NC	Normalmente Abierto.
NA	Normalmente Cerrado
IEC	International Electrotechnical Commission.
AWG	American Wire Gauge
MCM	Miles de Circular Mils
NI	National Instruments
BOP	Basic Operator Panel
CPU	Unidad de Procesamiento Central
APU	Análisis de Precios Unitarios.

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO 1:** Planos estructurales y de diseño eléctrico.
- ANEXO 2:** Tabla de calibre de conductores
- ANEXO 3:** Datos técnicos de la tarjeta NI-USB 6210

RESUMEN

El Diseño y Construcción del Banco de Laboratorio para Realizar Prácticas de Control Automático y Control Industrial Usando Software LOGO! y LabVIEW, cuenta con tutoriales de arranque directo y controlado de un motor trifásico, manejo de LOGO! y control de un horno de resistencias mediante LabVIEW, elaborados de tal forma que el practicante pueda desarrollarlos de forma sencilla.

Su diseño ergonómico, compacto, didáctico de fácil ilustración, manejo y funcionamiento hace que sea de fácil uso y manejo, también puede reconocer a los equipos eléctricos de forma física y simbólica, cuenta con contactores, breakers, guarda motores, relé térmico, pulsadores, variador de frecuencia, autómatas programables, temporizador, relés y tarjeta de adquisición de datos, elementos de señalización, instalados y representados mediante la norma de representación eléctrica IEC 1082-1, utilizada para los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar equipos eléctricos.

Las prácticas desarrolladas cumplen con requerimientos básicos de una instalación eléctrica, es decir los circuitos eléctricos no siempre van a tener los mismos elementos, el banco de pruebas se acopla muy bien a las pruebas de laboratorio planeadas.

Para realizar las conexiones de cada práctica cerciorarse de que el módulo de alimentación este desactivado, activar cuando las instalaciones estén debidamente comprobadas.

Los tableros cuentan con los elementos claramente identificados, para la realización de las prácticas de laboratorio para lo que recomienda manipular con criterio.

ABSTRACT

Design and building of a data laboratory to perform automatic and control practices and industrial automation using LOGO and LabVIEW.

This design counts with a direct and controlled outburst tutorial of a three-phased motor, a LOGO management and a resistance-furnace control through LabVIEW, built in a way that allows the intern develop them in a simple and easy form.

The ergonomic, compact didactic and simple illustrated design enables it to be easy to use and manage. It can also recognize electronic equipment in a physical and symbolical way. It counts with contactors, breakers, thermal voltage controller, push buttons, magnetic starter, variable frequency drive (AFD), automaton, voltage controllers, timer, and a data acquisition card, signal elements-installed and represented by the Electric Representation Norm IEC 1082-1, used for graphic symbols and numeric and/or alphanumeric rules that are used to identify equipment, design schemes and build electrical equipment.

The practices meet the basic requirements of an electric installation. This means that the electronic circuits will not always have the same elements and the testing bench will fit the laboratory resting.

The boards have their elements clearly identified. For this reason, we should be able to manage them properly.

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

La tecnología en los automatismos eléctricos avanza constantemente con el paso de los años, y se ha vuelto cada vez más imprescindible el estudio de la automatización o control de los sistemas, ya sea esta para la medición de las variables físicas que nos rodean y su posterior tratamiento o para monitorear y controlar de dichos sistemas.

Automatización es el uso de sistemas de control y de tecnología informática para reducir la necesidad de la intervención humana en un proceso. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por máquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizados por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De esta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.

La creación de este módulo o equipo de prácticas, abarca un espacio reducido, pero muy utilizado, de un amplio campo que es la automatización. El cual facilita el estudio que es común y necesario en la actualidad en sistemas reales de instrumentación eléctrica y control mediante métodos basados en software. En este caso se ha dispuesto del uso del software LabVIEW, por su amplio desempeño para el análisis, fácil programación, diseño y control de sistemas, y que hoy en día se difunde ampliamente, además el uso del autómatas programable LOGO! y su software que es uno de los equipos más utilizados en la automatización de procesos simples.

Con la realización de esta tesis los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la ESPOCH tendrán la posibilidad de asociar los conocimientos teóricos con prácticas de laboratorio, ayudando así en su formación.

1.2 Justificación

En los sectores industriales y domiciliarios los sistemas de automatización y control han ocupado un espacio importante, generando el desarrollo y mejorando la productividad de empresas por lo cual las aplicaciones de estos sistemas de automatización y control son fundamentales en el desempeño profesional del Ingeniero Mecánico.

Ante el avance tecnológico en sistemas de automatización y control automático además de que en la actualidad la mecánica va de la mano de la electricidad y electrónica, se ha visto importante el diseño de un banco de pruebas, en el cual se desarrolla aplicaciones de automatismos y control, utilizando el módulo programable LOGO! de SIEMENS, la utilización de la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments y de elementos eléctricos necesarios para el funcionamiento y automatización de un motor triásico y un horno de resistencias.

Un banco de pruebas para laboratorio es de vital importancia en la formación académica del ingeniero mecánico sobre todo en lo que es la nueva asignatura de automatización, esta tesis tiene por objeto aportar con algo al futuro ingeniero mecánico, con el desarrollo de prácticas de laboratorio, mediante la manipulación de los sistemas de automatización y control que se desarrolla en las guías de laboratorio para el banco de pruebas, cumpliendo con requisitos básicos de funcionamiento, que son utilizados en equipos convencionales en las industrias.

El estudiante mediante las prácticas de laboratorio palpa físicamente el cómo manipular un sistema de automatización y control, Con esto además de aportar en el conocimiento se pretende incentivar al estudiante a continuar su preparación en campos de actualidad en tecnología que facilita el manejo de procesos, mejoramiento de calidad, optimización y productividad, de negocios empresas e industrias.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Diseñar y Construir un Banco de Laboratorio Para Realizar Prácticas de Control Automático y Control Industrial Usando Software LOGO! y LabVIEW.

1.3.2 Específicos

- Elaborar tutoriales de las prácticas que se puede realizar en el banco de laboratorio.
- Incentivar el conocimiento en los lenguajes de programación que maneja LOGO! y LabVIEW.
- Conocer el funcionamiento de los equipos eléctricos y electrónicos instalados en el banco de pruebas.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

Para poner en marcha una máquina, esta se puede operar de manera *manual*, en la que el operador a través de pulsadores, interruptores, teclado, etc. va ordenando las diferentes operaciones a realizar; así como también de forma *automática*, la cual funciona sin intervención del operador; además existe la combinación de ambas *semiautomático*, en la que parte de las operaciones se realiza de forma automática y otras las realiza el operador.

Las ventajas del *control automático* son muchas siendo la más sobresaliente la reducción del costo de los procesos industriales lo que compensa con creces la inversión en un equipo de control, así como también la disminución y hasta eliminación de errores.

En otras palabras *control automático* no es más que la manipulación indirecta de las magnitudes de un sistema denominado planta a través de otro sistema denominado sistema de control, que obra o se regula por sí mismo.

La utilización de técnicas y equipos tecnológicos para el gobierno de un proceso industrial de tal forma que ese sistema funcione de manera autónoma, con poca o ninguna intervención humana, se denomina *automatización*.

2.1 Control automático en la industria.

En casi todas las fases de procesos industriales se utiliza aparatos de *control automático*, por ejemplo:

- Industrias de procesamiento; como la del petróleo, química, acero, energía, minas y alimentación. Para el control de la temperatura, presión, caudal y variables similares.
- Manufactura de artículos; como repuestos o partes de automóviles, equipos eléctricos, etc. Para el control de ensamble, producción, etc.
- Sistemas de transporte; como ferrocarriles, aviones, automóviles, proyectiles, buques, etc.
- Máquinas herramientas, compresores, bombas, maquinas generadores de energía eléctrica para el control de posición, velocidad y potencia.

2.1.1 Ventajas del control automático industrial.

Algunas de muchas ventajas que tiene el uso del control automático se detallan a continuación:

- Aumento en cantidad o número de productos.
- Mejoramiento de la calidad de producto.
- Economía en uso de materiales.
- Economía de energía y/o potencia.
- Instalaciones eléctricas no complicadas con relación a la de contactores.
- Reducción de inversión de mano de obra en operaciones no especializadas.

Todas estas ventajas ayudan a aumentar la productividad.

2.1.2 Desventajas del control automático industrial

Estas desventajas no son un problema que no se pueda resolver, ya que, por si solo se compensara, al aumentar la producción por el uso del control automático, las más relevantes son:

- Elevar el nivel de educación del personal (capacitación)
- Inversiones altas en la adquisición del equipo de control.

2.1.3 Acciones de control automático

Existe de manera básica tres acciones de control:

- Acción proporcional
- Acción integral
- Acción derivativa

Así como también la combinación de estas.

2.2 Automatización industrial

Automatización industrial es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar máquinas y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos.

La automatización abarca mucho más que un **Sistema de Control**, está conformada por:

- Instrumentación industrial.

- Sensores y transmisores de campo.
- Sistemas de control y supervisión.
- Sistemas de transmisión y recolección de datos.
- Aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar operaciones de plantas o procesos industriales.

2.2.1 Ventajas de la automatización industrial

Son notables las ventajas que en realidad vienen a formar parte de las ventajas que se obtiene por solo el uso de un sistema de control, entre estas y otras las ventajas que más sobresalen son las que mencionamos a continuación:

- Incrementa la productividad.
- Incrementa la calidad de y precisión de los productos.
- Libera al operador de obras tediosas.
- Exactitud en temporización.
- Simultaneidad de muchas operaciones.
- Operación continúa.
- Eliminación del peligro al hombre.

Como puede notarse a parte de estas ventajas o beneficios que se obtiene con la automatización esta la asistir a operadores en trabajos de esfuerzo físico y demás, pero hay que entender que para muchas y muy cambiantes tareas, es difícil reemplazar al ser humano.

2.2.2 Conocimientos básicos para la automatización

Al necesitar de los beneficios de la automatización, se requiere de conocimientos básicos para ello, es así que la automatización maneja diferentes conocimientos que solo personal indicado lo conoce, en si el diseñador necesita conocimientos que a continuación mencionamos:

- Conocimiento del proceso y sus necesidades.
- Lógica.
- Teoría de control.
- Programación y sus lenguajes.
- Electrónica.

- Sistemas digitales.
- Tecnología eléctrica
- Tecnología mecánica, neumática e hidráulica.
- Tecnología para automatizar.
- Comunicaciones digitales.

2.2.3 Elementos típicos utilizados en la automatización.

Es necesario mencionar que los elementos que se menciona en este apartado son de indicación para que el lector interesado lo investigue, lo que si vamos a definir son los utilizados para la elaboración del banco de pruebas de control automático y control industrial usando LOGO! (autómata programable) y LabVIEW (software).

Los elementos típicos utilizados en la automatización son:

- Controladores Lógicos Programables.
- Robots.
- Comunicaciones
- Ordenadores industriales.
- Software.

2.2.3.1 Elementos de una instalación automatizada

- **Máquinas:** Son los equipos mecánicos que realizan los procesos, traslados, transformaciones, etc. de los productos o materia prima.
- **Accionadores:** Son equipos acoplados a las máquinas, y que permiten realizar movimientos, calentamiento, ensamblaje, embalaje. Pueden ser:
 - **Accionadores eléctricos:** Usan la energía eléctrica, son por ejemplo, electro válvulas, motores, resistencias, cabezas de soldadura, etc.
 - **Accionadores neumáticos:** Usan la energía del aire comprimido, son por ejemplo, cilindros, válvulas, etc.
 - **Accionadores hidráulicos:** Usan la energía de la presión del agua, se usan para controlar velocidades lentas pero precisas.
- **Pre accionadores:** Se usan para comandar y activar los accionadores. Por ejemplo, contactores, switches, variadores de velocidad, distribuidores neumáticos, etc.

- **Captadores:** Son los sensores y transmisores, encargados de captar las señales necesarias para conocer el estado del proceso, y luego enviarlas a la unidad de control.
- **Interfaz Hombre-Máquina HMI:** Permite la comunicación entre el operario y el proceso, puede ser una interfaz gráfica de computadora, pulsadores, teclados, visualizadores, etc.
- **Elementos de mando:** Son los elementos de cálculo y control que gobiernan el proceso, se denominan autómatas, y conforman la unidad de control.

Los sistemas automatizados se conforman de dos partes: parte de mando y parte operativa

- **Parte de mando:** Es la estación central de control o autómata. Es el elemento principal del sistema, encargado de la supervisión, manejo, corrección de errores, comunicación, etc.
- **Parte operativa:** Es la parte que actúa directamente sobre la máquina, son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice las acciones. Son por ejemplo, los motores, cilindros, compresoras, bombas, relés, etc.

2.3 Fundamentos en la adquisición de datos

La **adquisición de datos** o adquisición de señales, consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otras electrónicas (sistema digital). Consiste, en tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. Se requiere una etapa de acondicionamiento, que adecua la señal a niveles compatibles con el elemento que hace la transformación a señal digital. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (**DAQ**).

2.3.1 ¿Cómo se adquieren los datos?

La adquisición de datos se inicia con el fenómeno físico o la propiedad física de un objeto que se desea medir. Esta propiedad física o fenómeno podría ser el cambio de temperatura, la intensidad, presión, fuerza, etc. Un eficaz sistema de adquisición de datos puede medir todas estas diferentes propiedades o fenómenos.

Un sensor es un dispositivo que convierte una propiedad física o fenómeno en una señal eléctrica correspondiente medible, tal como tensión, corriente, el cambio en los valores de resistencia o condensador, etc. La capacidad de un sistema de adquisición de datos para medir los distintos fenómenos depende de los transductores para convertir las señales de los fenómenos físicos mensurables en la adquisición de datos por hardware. El acondicionamiento de señales suele ser necesario si la señal desde el transductor no es adecuado para la DAQ hardware que se utiliza. La señal puede ser amplificada o desamplificada, o puede requerir de filtrado, o un cierre patronal, en el amplificador se incluye para realizar demodulación. Varios otros ejemplos de acondicionamiento de señales podría ser el puente de conclusión, la prestación actual de tensión o excitación al sensor, el aislamiento, linealización, etc. Este pretratamiento de señal normalmente lo realiza un pequeño módulo acoplado al transductor.

2.3.2 Clasificación de las señales.

Una señal es una cantidad física que contiene información tanto en la magnitud como en el tiempo. Estas señales pueden ser de distinta naturaleza y por tanto sus unidades físicas pueden ser diversas. Para el acondicionador de señal, la señal a medirse debe ser convertida en una señal eléctrica, como voltaje o corriente usando para ello un transductor. De la señal de medida se puede extraer la siguiente información como indica la Fig. 2.1.

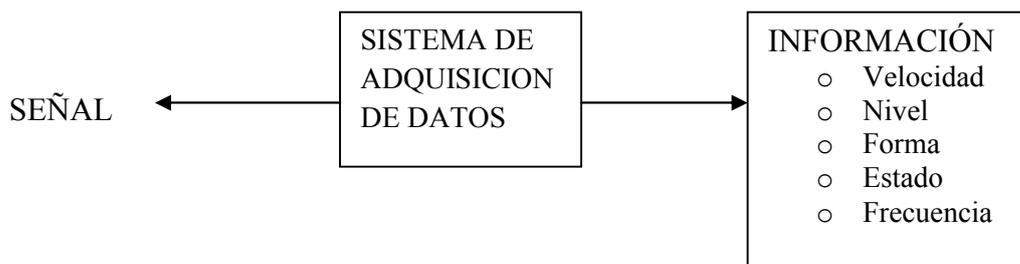


Fig. 2.1. Información que transporta una señal

Todas las señales análogas son variables con el tiempo. Sin embargo, para discutir métodos de medición de señales, se realiza una clasificación de las mismas. Una señal es clasificada como señal **ANÁLOGA** o **DIGITAL**, de acuerdo a la manera como se transporta la información. Una señal digital o binaria tiene solo dos posibles niveles discretos, uno alto y el otro bajo. Una señal análoga contiene la información al la

variación continua de la señal con respecto al tiempo. En la Fig. 2.5 se indican señales análogas y digitales.

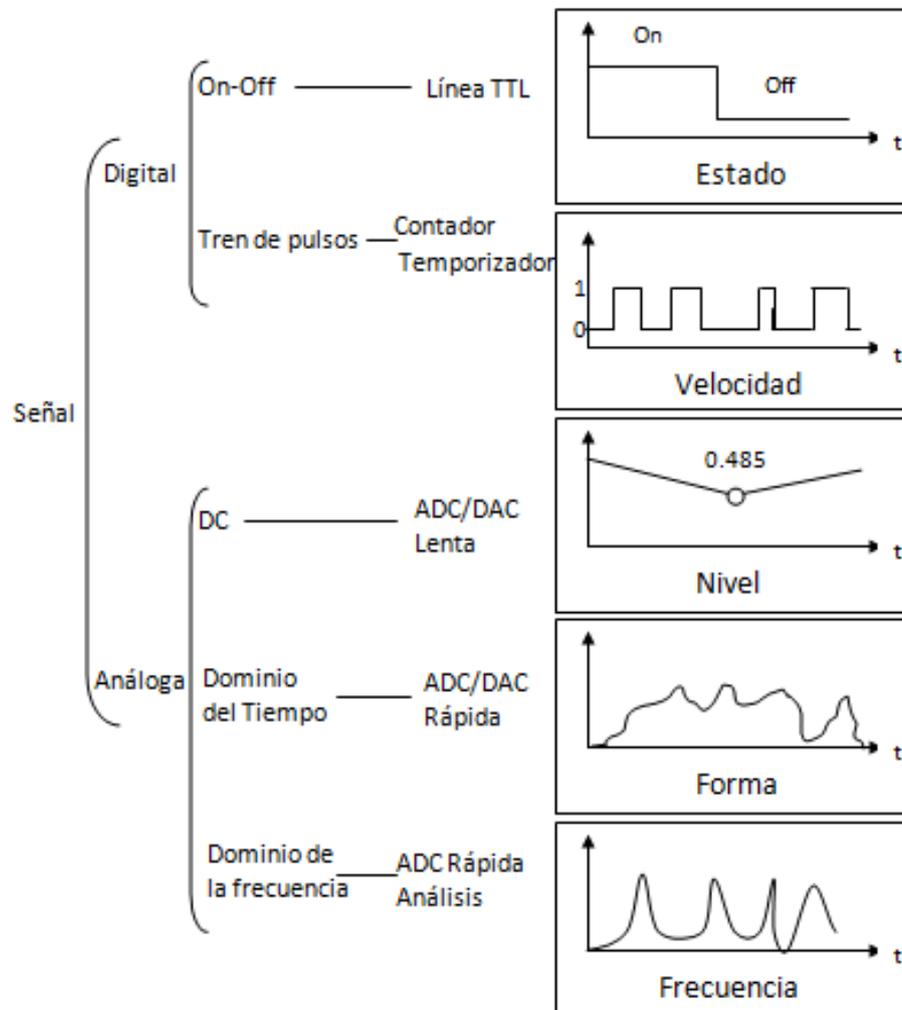


Fig. 2.2. Señales análogas y digitales.

2.3.2.1 Señales on-off

Esta señal transporta la información en el estado digital inmediato de la señal. Un detector de estado digital es usado para medir ese tipo de señal. La salida de un switch o la salida de un dispositivo con lógica TTL es un ejemplo de la señal ON-OFF digital.

2.3.2.2 Señal digital tren de pulsos

Esta señal consiste de una serie de estados transitorios. La información está contenida en el número de estados transitorios ocurridos, la velocidad en la cual el transitorio ocurrió, o el tiempo entre uno o más estados transitorios. La señal de salida de un opto-acoplador electrónico montado en el eje de un motor es un ejemplo de la señal de tren de pulsos.

2.3.2.3 Señal analógica DC

Las señales analógicas DC son estáticas o tienen una variación lenta. La más importante característica de las señales DC es el nivel o la amplitud, la precisión en la medida de nivel es lo que más interesa, que el tiempo o la velocidad a la cual fue tomada la medida, por eso el instrumento o tarjeta Plug-in DAQ que mide la señal analógica DC opera un conversor analógico digital ADC, cambiando la señal analógica a un valor digital, para que el computador pueda interpretarlo.

2.3.2.4 Señales analógicas en el dominio del tiempo

Las señales analógicas en el dominio del tiempo difieren de las otras señales, porque transportan información no solo en el nivel de la señal, también como ese nivel varía con el tiempo. Cuando se mide una señal en el dominio del tiempo, también nos referimos a ella como una WAVEFORM. Algunas características son interesantes en la forma de onda como, la inclinación, localización y forma de picos, etc.

2.3.2.5 Señales analógicas en el dominio de la frecuencia

Las señales analógicas en el dominio de la frecuencia son similares a las señales en el dominio del tiempo, porque ellas transportan información acerca de cómo las señales varían con el tiempo. Sin embargo, la información extraída de una señal en el dominio de la frecuencia es basada en las características de la frecuencia de la señal.

Las señales presentadas en esta sección no son las únicas. Una señal puede transportar más de un tipo de información, se puede clasificar la misma señal dentro de algunas formas y medirlas de varias maneras. De hecho se puede utilizar varias técnicas simples de medida con señales digitales On-Off, tren de pulsos, y señales DC. Se puede medir la misma señal con diferentes tipos de sistemas, en el rango de una simple señal de entrada

hasta un sofisticado sistema de análisis de frecuencia. La técnica de medida que se use depende de la información que se requiere extraer de la señal.

2.3.3 La etapa de acondicionamiento de la señal

Los sistemas de adquisición de datos utilizan y registran señales obtenidas en forma directa del sistema o por medio de transductores. Los sistemas de instrumentación se pueden clasificar en dos clases principales:

- Los que procesan la información en forma **analógica**.
- Los que procesan la información en forma **digital**.

Un sistema digital es una combinación de dispositivos (eléctricos, mecánicos, fotoeléctricos, etc.) arreglados para cumplir ciertas funciones en las cuales las cantidades se representan digitalmente. En un sistema analógico las cantidades físicas son de naturaleza analógica. Muchos de los sistemas prácticos son híbridos, en los cuales tanto las señales analógicas como digitales se hallan presentes y existe conversión continua entre ambos tipos de señales.

Algunos tipos de acondicionamiento de la señal son: amplificación, linealización, aislamiento, filtración, excitación del transductor. La tabla 2.1 indica algunos tipos de transductores y los requerimientos de acondicionamiento de señal.

TABLA. 2.1 TIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES.

Transductores/Señales	Acondicionamiento de señal
Termocuplas	Amplificación, linealización, compensación de la unión en frío
RTDs	Corriente de excitación, configuración de tres o cuatro hilos, linealización
Galgas extensiométricas	Voltaje de excitación, configuración del puente, y linealización
Voltajes en modo común o altos voltajes	Aislamiento de amplificadores (aislamiento óptico)
Cargas que requieren aperturas o grandes flujos de corriente	Relés electromecánicos o relés de estado sólido
Señales con ruidos de alta frecuencia	Filtros pasa bajos

En una etapa de acondicionamiento podemos encontrar estas etapas, aunque no todas están siempre presentes,

- Amplificación
- Excitación
- Filtrado
- Multiplexado
- Aislamiento
- Linealización

2.4 Elementos de un circuito eléctrico

El circuito eléctrico es un conjunto de elementos encargados de suministrar energía, que conectados de forma adecuada, crea una diferencia de potencial entre sus terminales que permite que circule la corriente eléctrica.

2.4.1 Red o fuente de alimentación

Es la encargada de suministrar energía al circuito eléctrico. Esta energía puede ser:

- Corriente alterna C.A.
- Corriente continua C.C.

2.4.2 Receptores

Son los componentes que reciben la energía eléctrica y la transforman en otras formas más útiles para nosotros como: movimiento, luz, sonido o calor.

Algunos receptores muy comunes son: las lámparas, motores, resistencias, altavoces, electrodomésticos, máquinas, etc.

2.4.3 Elementos de mando

Estos elementos nos permiten maniobrar con el circuito, conectando y desconectando sus diferentes elementos según nuestra voluntad.

2.4.3.1 Por su apariencia y forma exterior.

- Pulsador.
 - Rasantes: que impiden maniobras involuntarias
 - Salientes: de accionamiento más cómodo, son los más usados
 - De llave: para accionamiento de gran responsabilidad
 - De seta: para accionamientos en situación de emergencia
 - Luminosos: con señalización incorporada
- Selectores o interruptores giratorios.
- Manipuladores de dos y más posiciones.

2.4.3.2 Por la función que realicen

Todos los elementos citados cumplen con la misma función de conectar y desconectar circuitos, de ahí que cualquiera de ellos puede clasificarse en:

- Normalmente cerrado (NC): para desconectar un circuito
- Normalmente abierto (NA): para conectar un circuito
- De desconexión múltiple: para conectar varios circuitos independientes
- De conexión múltiple: para desconectar varios circuitos independientes
- De conexión-desconexión: para abrir un circuito y cerrar otro al mismo tiempo
- De conexión-desconexión múltiple: para abrir y cerrar varios circuitos contemporáneamente.

2.4.3.3 Elementos auxiliares de mando

Son aparatos que, a diferencia de los pulsadores, no son accionados por el operario, sino por otros factores, como son tiempo, temperatura, presión, acción mecánica, etc., y que regularmente son de ruptura brusca.

La combinación de contactores, elementos de mando y auxiliares de mando, darán lugar a instalaciones totalmente automatizadas.

2.4.3.3.1 Finales de carrera o interruptores de posición.

Son aparatos destinados a controlar la posición de una parte en una máquina o la misma máquina. En cuanto a los contactos, tienen uno cerrado y uno abierto y se comportan exactamente como los de un pulsador de conexión-desconexión.

Su aplicación va dirigida a la parada o inversión del sentido de desplazamiento de las máquinas, por lo que se convierten en dispositivos de los que depende la seguridad de la máquina, el material y el mismo personal. Al actuar una fuerza mecánica por lo regular un elemento de la misma máquina, actúa sobre la parte saliente del interruptor de posición, desplazando los contactos por lo que se abren o cierran determinados circuitos.

De acuerdo con el tipo de accionamiento mecánico que se ejercerá sobre él, se eligen los de pistón, bola, roldana, resorte, etc.

Entre los interruptores de posición podemos citar también los interruptores accionados por boya.

Una modalidad de estos elementos auxiliares de mando son los microrruptores. Se denominan así por ser de pequeñas dimensiones y se emplean como conmutadores de corriente del circuito de mando para fuerzas de accionamiento mínimas o pequeños desplazamientos.

Los interruptores de posición o finales de carrera se caracterizan por:

- Lo apertura y cierre de sus contactos debe ser muy rápida (corte brusco), aun para movimientos lentos.
- Una duración mecánica y eléctrica máximas
- Un fácil ajuste y conexión

2.4.3.3.2 Relés de tiempo o temporizadores.

Son aparatos que cierran o abren determinados contactos (contactos temporizados) al cabo de un tiempo, debidamente establecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación. Es muy importante no confundir los contactos temporizados con los

contactos auxiliares NO TEMPORIZADOS que puede tener un temporizador, y que actuaran tan pronto se energice este.

Existen dos grupos de temporizadores.

1. Al trabajo: si sus contactos temporizados actúan después de cierto tiempo de haber sido energizado.
2. Al reposo: sus contactos temporizados actúan solamente después de cierto tiempo de que el temporizador haya sido desenergizado.

Los temporizadores según la técnica de construcción y funcionamiento, pueden ser:

1. Temporizadores con mecanismo de relojería: cuando el retardo se consigue por un mecanismo de relojería, a base de engranajes, que actúan accionados por un pequeño motor; con embrague electromagnético, de manera que al cabo de cierto tiempo de funcionamiento del motor, entra en acción el embrague y se produce la apertura o cierre del circuito de mando.
2. Temporizadores electrónicos: sistemas basados en circuitos electrónicos y que presentan una gama muy extensa en cuanto a valores y precisión de tiempo. Su uso se ha ido extendiendo rápidamente, especialmente en aquellos dispositivos en los cuales la precisión es fundamental.
3. Temporizadores neumáticos: el retardo de sus contactos temporizados se obtiene por el movimiento de una membrana, en función de una entrada regulable de aire, por acción de una bobina.

2.4.3.3 Presóstatos

Son aparatos que accionan circuitos eléctricos, al transformar cambios, de presión de instalaciones neumáticas o hidráulicas, en señales eléctricas. Pueden ser de membrana o sistema tubular.

2.4.3.4 Termostatos

Son aparatos que abren o cierran circuitos en función de la temperatura que los rodea (no deben confundirse con los Relés térmicos).

Según el principio de funcionamiento pueden ser de láminas bimetálicas y de tubo capilar.

- De láminas bimetálicas: se basan en la acción de la temperatura sobre una placa, compuesta por dos metales de diferente coeficiente de dilatación, que se curva al elevarse la temperatura, hasta llegar a abrir o cerrar los contactos del circuito de mando.
- De tubo capilar: aprovecha las variaciones de presión de un fluido alojado en un tubo delgado, al variar la temperatura. La variación de presión actúa por medio de un tubo ondulado sobre un interruptor eléctrico que conecta, al subir o bajar la temperatura.

Para cada gama de temperatura se utilizan diferentes tubos, como son el tubo capilar o en bulbo especial.

2.4.3.3.5 Detectores de proximidad.

Son dispositivos electrónicos empleados para el control de presencia, ausencia, fin de recorrido, etc., sin necesidad de entrar en contacto directo con las piezas. Se emplean cuando las velocidades de ataque y funcionamiento son elevadas, el entorno exterior de las piezas es severo, existe presencia de polvos, aceite de corte, agentes químicos, humedad, vibración, choque, etc., o cuando las piezas son pequeñas o frágiles.

Estas características hacen que su uso sea muy útil en máquinas de ensamblaje, máquinas herramientas, máquinas transportadoras, prensas, etc.

- Detectores de proximidad inductivos: se usan para objetos metálicos. Se basan en la variación de un campo electromagnético al acercarse un objeto metálico.
- Detectores de proximidad capacitivos: se emplean para objetos de cualquier naturaleza. Su principio de funcionamiento radica en la variación de un campo eléctrico al acercarse un objeto cualquiera.
- Detectores fotoeléctricos: Son dispositivos electrónicos compuestos esencialmente de un emisor de luz asociado a un receptor fotosensible. Para detectar un objeto, es suficiente que este interrumpa o haga variar la intensidad del haz luminoso.

- Detectores fotoeléctricos de barrera: son dispositivos en los cuales el emisor y detector están separados. Se usan particularmente para alcances largos, o en la detección de objetos cuyo poder reflexivo no permiten la utilización del sistema réflex.
- Detectores fotoeléctricos tipo réflex: en este sistema el emisor y el receptor van incorporados en un mismo dispositivo. El retorno del haz de luz se obtiene mediante un reflector montado frente al detector.
- Detectores fotoeléctricos de proximidad: en este caso también el emisor y receptor están incorporados en una misma caja. El haz de luz, en este caso, es parcialmente reflejado hacia el receptor por cualquier objeto que se encuentre en su proximidad.

2.4.4 Elementos de señalización

Son todos aquellos dispositivos, cuya función es llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales de las máquinas, aumentando así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de los equipos.

2.4.4.1 Clases de señalizaciones.

- Acústicas: son señales perceptibles por el oído. Entre las más usadas figuran los timbres, zumbadores o chicharras, sirenas, etc.
- Ópticas: son señales perceptibles por la vista. Existen dos clases:
- Visuales: si se emplean ciertos símbolos indicativos de la operación que se está realizando.
- Luminosas: únicamente se emplean lámparas o pilotos, de colores diferentes.

De acuerdo a la complejidad y riesgo en el manejo de los equipos, se pueden emplear, al mismo tiempo, señalizaciones visuales y luminosas, e incluso en casos especiales señalizaciones ópticas y acústicas contemporáneamente.

2.4.4.2 Conexión de los elementos de señalización.

- Señalizaciones de marcha. Se usa para indicar que un equipo se ha puesto en funcionamiento.

- Señalización de paro de emergencia, originado por sobrecargas. Para el efecto se utiliza el contacto normalmente abierto del relé térmico, el cual al cerrarse, a consecuencia de la sobrecarga, actúa sobre el elemento de señalización energizándolo.

2.4.5 Elementos de protección

Estos elementos tienen la misión de proteger a la instalación y sus usuarios de cualquier avería que los pueda poner en peligro.

Los más empleados son:

- Fusibles
- Interruptores de protección.

Son dispositivos cuya finalidad principal es proteger el motor y el mismo circuito, contra posibles daños producidos especialmente por el paso de intensidades muy altas de corriente. Debe tenerse presente que el contactor no es por sí solo un elemento de protección del circuito, al que permite el paso de corriente, sino un aparato de maniobra de dicho circuito. Para que un contactor cumpla funciones de protección es necesario que se le añada otro dispositivo denominado relé de protección. Estos se fabrican en una extensa gama, tanto por la diversidad de tipos, como de procedimientos para proteger.

Algunas de las irregularidades que se pueden producir en las condiciones de servicio de una máquina o motor son:

1. Sobrecarga, por parte de la máquina accionada por el motor.
2. Disminución de la tensión de red, que puede dar lugar a sobrecargas.
3. Gran inercia de las partes móviles, que hacen funcionar el motor sobrecargado en el periodo del arranque.
4. Excesivas puestas en marcha por unidad de tiempo.
5. Falta de una fase, haciendo que el motor funcione sólo con dos fases.
6. Calentamiento de la máquina originado por una temperatura ambiente elevada. En estos u otros casos similares, los elementos de protección desconectarán el circuito de mando, desconectándose lógicamente el circuito

de alimentación de la máquina o motor, evitando de esta manera que se dañen o disminuyan su duración.

2.4.5.1 Relés térmicos.

Son elementos de protección (debe usarse una por fase) contra sobrecargas, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos materiales (bimetales) bajo el efecto del calor, para accionar, a una temperatura determinada, sus contactos auxiliares que desenergicen todo el sistema.

El tiempo de desconexión depende de la intensidad de la corriente que circule por las resistencias. Naturalmente el tiempo debe ser tal, que no ponga en peligro el aislamiento de las bobinas del motor, ni se produzcan desconexiones innecesarias, por lo cual están regulados normalmente de acuerdo a la intensidad nominal (I_n).

Una vez que los relés térmicos hayan actuado se rearman empleando dos sistemas:

- **Rearme manual.** Debe emplearse este sistema siempre que se tengan circuitos con presostatos, termostatos, interruptores de posición o elementos similares, con el objeto de evitar una nueva conexión en forma automática al bajar la temperatura del bimetálico.
- **Rearme automático:** Se emplear exclusivamente en casos en que se usan pulsadores para la maniobra, de manera que la reconexión del contactor no puede producirse después del enfriamiento del bimetálico, sino únicamente volviendo a accionar el pulsador.

En casos especiales, en que la corriente pico de arranque es muy alta, se pueden usar relés térmicos de acción retardada, cortocircuitar el relé durante ese tiempo, o bien hacer uso de transformadores de intensidad.

La regulación de un relé es correcta si corresponde exactamente la intensidad nominal del motor, salvo las excepciones expuestas anteriormente. Una regulación demasiado baja impide desarrollar la potencia total del motor, y una regulación alta no ofrecerá protección completa si se producen las sobrecargas.

2.4.5.2 Relé térmico diferencial.

En un sistema trifásico, cuando falla una fase o hay desequilibrio la red, el motor seguirá funcionando, pero con el peligro de que las bobinas, por circular corrientes superiores a la nominal por las otras dos fases. En este caso la protección del relé térmico, aunque esté bien elegido y regulado, no es suficiente, por lo que es necesario recurrir a un dispositivo denominado relé térmico diferencial.

Su funcionamiento se basa en la diferencia de curvatura de los tres bimetales en un relé térmico normal al fallar una fase, para lo cual se emplean dos regletas (placas de fibra) que detectan esta diferencia de curvatura de los bimetales y actúan sobre los contactos auxiliares del relé, interrumpiendo inmediatamente el circuito de mando. La desconexión será tanto más rápida, cuando mayor diferencia de curvatura exista entre los bimetales.

2.4.5.3 Relés termomagnéticos

Al igual que los relés térmicos, son aparatos destinados a proteger motores contra posibles sobrecargas.

Está formado por un núcleo horizontal sobre el cual se han bobinado dos arrollamientos de alambre: un primario, por el que circula la Corriente de control, y un secundario cuyos extremos está unido un bimetel. Cuando la corriente de control pasa por el bobinado primario, crea un campo magnético que, por una parte tiende a atraer una lámina flexible hacia el núcleo, y por otra induce en el bobinado secundario una corriente (actuando como un pequeño transformador) que la recorre y calienta el bimetel.

2.4.5.3.1 Disparo diferido del térmico.

Si la corriente sobrepasa el valor ajustado, el bimetel se calienta y se deforma, dejando libre, después de cierto tiempo, un tope (unido a la lámina y que bloquea el bimetel). La unión tope-lámina se flexiona y una palanca actúa sobre el eje de transmisión, provocando la apertura de un contacto colocado en el interior de una caja. El rearme se puede realizar solamente cuando el bimetel se enfríe suficientemente.

2.4.5.3.2 Disparo instantáneo del térmico.

Si la corriente adquiere rápidamente un valor elevado, antes que el bimetalo se deforme lo necesario para liberar el tope, la atracción magnética sobre la lámina es más fuerte que el resorte que lo mantiene contra el tope, de manera que se pega al núcleo, y por consiguiente la palanca actuará sobre el eje de transmisión provocando la apertura del contacto que se encuentra en la caja, como en caso de disparo diferido.

2.4.5.4 Relés electromagnéticos.

Sirven para la protección de circuitos contra fuertes sobrecargas. La desconexión se efectuará instantáneamente.

Su funcionamiento está basado en la fuerza producida por un electroimán sobre una armadura metálica (similar a la del contactor).

Cuando la corriente, que absorbe el motor, es muy superior a la normal (nominal la bobina del electroimán crea un fuerte campo magnético, suficiente para ejercer una fuerza de atracción capaz de vencer el efecto muelle contrario. Unidos a la armadura están los contactos del circuito de mando dando lugar por tanto a la apertura del circuito, cuando la armadura se mueve.

Al interrumpirse el circuito de alimentación, el relé vuelve a su posición de reposo por acción del muelle.

2.4.5.5 Relé electromagnético diferencial.

Es una modalidad del anterior. Se llama así porque en realidad actúa en función de la diferencia de corrientes entre fases, lo cual se presentará siempre que existan derivaciones a tierra (fugas) en cualquiera de las fases.

Este relé dispone de un circuito magnético en forma toroidal sobre el que se bobinan, en el mismo sentido, los conductores de las tres fases. En condiciones normales la suma geométrica de las corrientes de las tres fases es nula y no hay flujo resultante. Solamente cuando se presenta una corriente de fuga a tierra, y este alcance el valor de sensibilidad del aparato, habrá un flujo resultante. Este flujo induce en la bobina una corriente que

anulará el efecto del imán, haciéndose un contacto (por consiguiente el circuito total) por acción de un resorte.

La sensibilidad de estos dispositivos varía generalmente de 30 mA a 500 mA, según el grado de protección que se requiera.

2.5 Representación eléctrica

Los símbolos ayudan a representar la variedad de elementos que se utiliza en una instalación eléctrica, por lo que es necesario conocer los símbolos más utilizados.

Para la representación existe una variedad de normativas dependiendo del país que lo crea, a continuación se muestra algunas normas eléctricas.

2.5.1 Normas eléctricas y electrónicas

Entre la variedad de normas existentes se muestra las más comunes en representación símbolos eléctricos

TABLA 2.2 NORMAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS MÁS COMUNES.

SIGLAS	SIGNIFICADO DE LAS SIGLAS
UNE	Una Norma Española. Organismo español de publicación de normas.
IEC	International Electrotechnical Commission. En esta comisión participan y colaboran las principales naciones industrializadas. Las recomendaciones que hace la IEC son tomadas en parte o totalmente por las diferentes comisiones nacionales.
DIN	Deutsche Industrienormen. Normas alemanas para la industria.
VDE	Verband Deutsche Elektrotechniker. Asociación electrónica alemana.
UTE	Union Technique de l'Electricité. Asociación electrónica francesa.
BS	British Standard.
CEI	Comitato Electrotecnico Italiano. Comité electrotécnico italiano.
ANSI	American National Standards Institute. Instituto de normalización nacional de USA.
SEN	Svensk Standard. Normas suecas.
SEV	Schweizerischer Electrotechnischer Verein. Entidad eletronica suiza.
NBN	Normas belgas.
NF	Normas francesas.
IS	Indian Standard. Prescripciones indias unificadas en gran parte con IEC.
JIS	Japanese Industrial Standard. Prescripciones japonesas.
CEE	International Commission on Rules for the Approval of Electrical Equipment. Prescripciones internacionales preferentemente para aparatos de instalación de baja tensión hasta 63A.
AS	Australian Standard. Prescripciones australianas unificadas en gran parte con IEC
CSA	Canadian Standard Association. Asociacion para la normalización en Canada.
NEMA	National Electrical Manufactures Association. Asociación de fabricantes de productos electrotécnicos de USA.

2.5.2 Símbolos gráficos

Los símbolos gráficos y las referencias identificativas, cuyo uso se recomienda, están en conformidad con las publicaciones más recientes. La norma IEC 1082-1 define y fomenta los símbolos gráficos y las reglas numéricas o alfanuméricas que deben utilizarse para identificar los aparatos, diseñar los esquemas y realizar los equipos eléctricos.

El uso de las normas internacionales elimina todo riesgo de confusión y facilita el estudio, la puesta en servicio y el mantenimiento de las instalaciones.

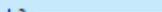
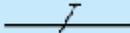
2.5.2.1 Naturaleza de las corrientes

TABLA 2.3 NATURALEZA DE LAS CORRIENTES.

Denominación	Símbolo	
Corriente alterna	~	
Corriente continua		
Corriente rectificada	⌋	
Corriente trifásica de 60 Hz	3 ~ 60 Hz	
Tierra	⏏	
Tierra de protección	⏏	

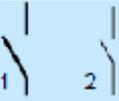
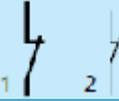
2.5.2.2 Tipos de conductores

TABLA 2.4 TIPOS DE CONDUCTORES.

Denominación	Símbolo
Conductor, circuito auxiliar	
Conductor, circuito principal	
Haz de tres conductores	L1  L2  L3 
Representación de esquemas unifilares.	
Conductor neutro	
Conductor de protección eléctrica	
Conductor de protección y neutro unidos	
Conductores apantallados	
Conductores par trenzado	

2.5.2.3 Contactos

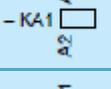
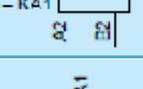
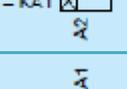
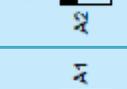
TABLA 2.5 CONTACTOS.

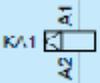
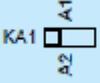
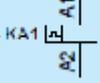
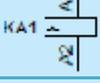
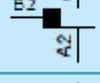
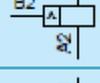
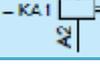
Denominación	Símbolo
Contacto "NA" (de cierre) 1- principal 2- auxiliar	
Contacto "NC" (de apertura) 1- principal 2- auxiliar	
Interruptor	

Seccionador		
Disyuntor		
Interruptor-seccionador de apertura automática		
Contacto de dos direcciones con posición mediana de apertura		
Interruptor de posición		
Contactos de cierre o apertura temporizados al accionamiento		
Contactos de cierre o apertura temporizados al desaccionamiento		

2.5.2.4 Mandos de control

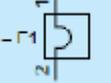
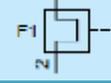
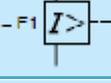
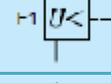
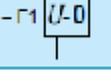
TABLA 2.6 MANDOS DE CONTROL.

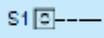
Denominación	Símbolo	
Mando electromagnético Símbolo general		
Mando electromagnético Contacto auxiliar		
Mando electromagnético Contactador		
Mando electromagnético de dos devanados		
Mando electromagnético de puesta en trabajo retardada		
Mando electromagnético de puesta en reposo retardada		
Mando electromagnético de un relé de remanencia		

Mando electromagnético de enclavamiento mecánico		
Mando electromagnético de un relé polarizado		
Mando electromagnético de un relé intermitente		
Mando electromagnético de un relé por impulsos		
Mando electromagnético de accionamiento y desaccionamiento retardados		
Bobina de relé RH temporizado en reposo		
Bobina de relé RH de impulso en desactivación		
Bobina de electroválvula		

2.5.2.5 Órganos de medida

TABLA 2.7 ORGANOS DE MEDIDA.

Denominación	Símbolo	
Relé de medida o dispositivo emparentado Símbolo general		
Relé de sobreintensidad de efecto magnético		
Relé de sobreintensidad de efecto térmico		
Relé de máxima corriente		
Relé de mínima tensión		
Relé de falta de tensión		

Dispositivo accionado por frecuencia		
Dispositivo accionado por el nivel de fluido		
Dispositivo accionado por el número de sucesos		
Dispositivo accionado por un caudal		
Dispositivo accionado por la presión		

2.5.2.6 Mandos mecánicos

TABLA 2.8 MANDOS MECÁNICOS.

Denominación	Símbolo	
1 Enlace mecánico (forma 1)	1 ---	
2 Enlace mecánico (forma 2)	2 ==	
Dispositivo de retención		
Retorno automático		
Retorno no automático		
Enclavamiento mecánico		
Dispositivo de bloqueo		
Mando mecánico manual de pulsador (retorno automático)	s1 F—	
Mando mecánico manual de tirador (retorno automático)	-s1]	
Mando mecánico manual rotativo (de desenganche)	-s1 —	

Mando mecánico manual “de seta”		
Mando mecánico manual de acceso restringido		
Traslación: 1 derecha 2 izquierda 3 en ambos sentidos		
Traslación: 1 y 2 unidireccional en sentido d la flecha 3 en ambos sentidos		

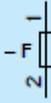
2.5.2.7 Mandos eléctricos

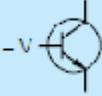
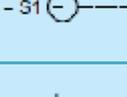
TABLA 2.9 MANDOS ELECTRICOS.

Denominación	Símbolo	
Mando por efecto de proximidad		
Mando por roce		
Dispositivo sensible a la proximidad controlado por la aproximación de un imán		
Dispositivo sensible a la proximidad controlado por la aproximación del hierro		

2.5.2.8 Materiales y otros elementos

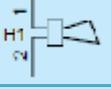
TABLA 2.10 MATERIALES Y OTROS ELEMENTOS.

Denominación	Símbolo	
Cortocircuito fusible		
Diodo		

Tiristor		
Transistor NPN		
Resistencia		
Condensador		
Inductancia		
Potenciómetro		
Fotorresistencia		
Fotodiodo		
Fototransistor (tipo PNP)		
Arrancador de motor Símbolo general		
Aparato indicador Símbolo general		
Aparato grabador Símbolo general		
Convertidor Símbolo general		
Reloj		
Válvula		
Electroválvula		

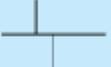
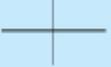
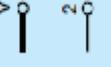
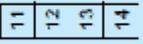
2.5.2.9 Señalización

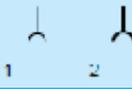
TABLA 2.11 SEÑALIZACIÓN.

Denominación	Símbolo
Lámpara de señalización o de alumbrado	
Dispositivo luminoso intermitente	
Avisador acústico	
timbre	
Sirena	
Zumbador	

2.5.2.10 Bornas y conexiones

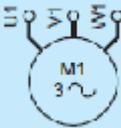
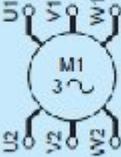
TABLA 2.12 BORNAS Y CONEXIONES.

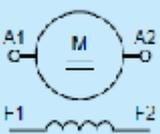
Denominación	Símbolo
Derivación	
Derivación doble	
Cruce sin conexión	
Borna	
Puente de bornas, ejemplo con referencia de bornas	

Conexión por contacto deslizante			
Clavija	1- Mando 2- Potencia		
Toma	1- Mando 2- Potencia		
Clavija y toma	1- Mando 2- Potencia		

2.5.2.11 Maquinas eléctricas giratorias

TABLA 2.13 MÁQUINAS ELÉCTRICAS GIRATORIAS

Denominación	Símbolo	
Motor asíncrono trifásico, de rotor en cortocircuito		
Motor asíncrono monofásico		
Motor asíncrono de dos devanados estator separados (motor de 2 velocidades)		
Motor asíncrono con seis bornas de salida (acoplamiento estrella triangulo)		

Motor de imán permanente		
Motor de corriente continua de excitación separada		
Motor de corriente continua de excitación en serie		
Generador de corriente alterna		
Generador de corriente continua		

2.5.3 Referenciado en esquemas desarrollados

En los esquemas desarrollados, el referenciado se rige por reglas de aplicación precisas. Las referencias definen los materiales, las bornas de conexión de los aparatos, los conductores y los borneros.

El uso de estas reglas facilita las operaciones de cableado y de puesta a punto, al tiempo que contribuye a mejorar la productividad de los equipos debido a la reducción del tiempo de mantenimiento que conlleva.

2.5.3.1 Referenciado de las bornas de conexión de los aparatos

Las referencias que se indican son las que figuran en las bornas o en la placa de características del aparato. A cada mando, a cada tipo de contacto, principal, auxiliar instantáneo o temporizado, se le asignan dos referencias alfanuméricas o numéricas propias.

2.5.3.1.1 Elementos de potencia

Elementos de potencia como, fusibles, interruptores, relés de protección, contactores, etc. Las cifras impares se sitúan en la parte superior y la progresión se efectúa en sentido descendente y de izquierda a derecha. Si los aparatos son:

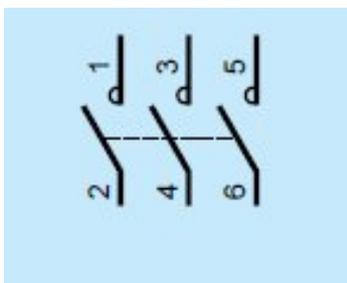


Fig.2.3. Contactos principales

- Monopolares – cifras 1 y 2
- Bipolares – cifras 1 a 4
- Tripolares – cifras 1 a 6
- Tetrapolares – cifras 1 a 8

2.5.3.1.2 Elementos auxiliares

Elementos auxiliares como relés, contactos auxiliares del Contactor de los relés de protección, temporizadores, etc.

Las referencias de las bornas de los contactos auxiliares constan de dos cifras. Las cifras de las unidades, o cifras de función, indican la función del contacto auxiliar:

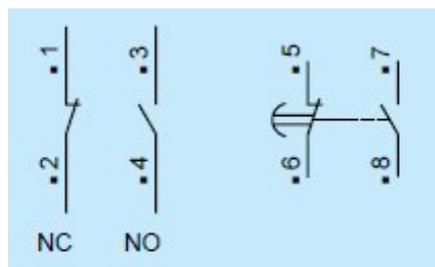


Fig.2.4. Contactos auxiliares

- 1 y 2: contacto de apertura,
- 3 y 4: contacto de cierre,
- 5 y 6: contacto de apertura de funcionamiento especial; por ejemplo, temporizado, decalado, de paso, de disparo térmico,
- 7 y 8: contacto de cierre de funcionamiento especial; por ejemplo, temporizado, de paso, de disparo en un relé de prealarma.

La cifra de las decenas indica el número de orden de cada contacto del aparato. Dicho número es independiente de la disposición de los contactos en el esquema.

El rango 9 (y el 0, si es necesario) queda reservado para los contactos auxiliares de los relés de protección contra sobrecargas, seguido de la función 5 y 6 o 7 y 8.

2.5.3.1.3 Órganos de accionamiento por electroimán

Las referencias son alfanuméricas y la letra ocupa la primera posición:

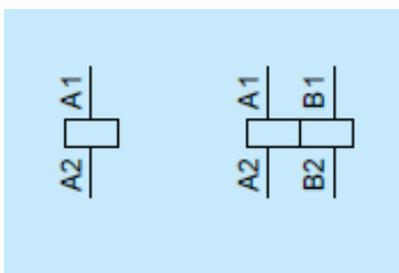


Fig.2.5. Mandos de control

- bobina de control de un contactor: A1 y A2,
- bobina de control con dos devanados de un contactor: A1 y A2, B1 y B2.

2.5.3.2 Referenciado de las bornas en los borneros

2.5.3.2.1 Circuito de control

En cada grupo de bornas, la numeración es creciente de izquierda a derecha y de 1 a n.

2.5.3.2.2 Circuito de potencia

De conformidad con las últimas publicaciones internacionales, se utiliza el siguiente referenciado:

- alimentación: L1 - L2 - L3 - N - PE,
- hacia un motor: U - V - W ; K - L - M,
- hacia resistencias de arranque: A - B - C, etc.

2.5.3.3 Clasificación por letras de referencia

TABLA 2.14 CLASIFICACIÓN POR LETRAS DE REFERENCIA.

Referencia	Clase de material o aparato	Ejemplos
A	Conjuntos, subconjuntos funcionales (de serie)	Amplificador de tubos o de transistores, amplificador magnético, regulador de velocidad, autómatas programables
B	Transductores de una magnitud eléctrica en una magnitud eléctrica o viceversa	Par termoelectrico, detector termoelectrico, detector fotoelectrico dinamómetro eléctrico, presostato, termostato, detector de proximidad
C	Condensadores	
D	Operadores binarios, dispositivos de temporización, de puesta en memoria	Operador combinatorio, línea de retardo, báscula biestable, báscula monoestable, grabador, memoria magnética
E	Materiales varios	Alumbrado, calefacción, elementos no incluidos en esta tabla
F	Dispositivos de protección	Cortocircuito fusible, limitador de sobretensión, pararrayos, relé de protección de máxima de corriente, de umbral de tensión
G	Generadores Dispositivos de alimentación	Generador, alternador, convertidor rotativo de frecuencia, batería oscilador, oscilador de cuarzo
H	Dispositivos de señalización	Piloto luminoso, avisador acústico
K	Relés de automatismo y contactores	Utilizar KA y KM en los equipos importantes
KA	Relés de automatismo y contactores auxiliares	Contactador auxiliar temporizado, todo tipo de relés
KM	Contactores de potencia	
L	Inductancias	Bobina de inducción, bobina de bloqueo
M	Motores	
N	Subconjuntos (no de serie)	
P	Instrumentos de medida y de prueba	Aparato indicador, aparato grabador, contador, conmutador horario
Q	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de potencia	Disyuntor, seccionador

R	Resistencias	Resistencia regulable, potenciómetro, reostato, shunt, termistancia
S	Aparatos mecánicos de conexión para circuitos de control	Auxiliar manual de control, pulsador, interruptor de posición, conmutador
T	Transformadores	Transformador de tensión, transformador de corriente
U	Moduladores, convertidores	Discriminador, demodulador, convertidor de frecuencia, codificador, convertidor-rectificador, ondulator autónomo
V	Tubos electrónicos, semiconductores	Tubo de vacío, tubo de gas, tubo de descarga, lámpara de descarga, diodo, transistor, tiristor, rectificador
W	Vías de transmisión, guías de ondas, antenas	Tirante (conductor de reenvío), cable, juego de barras
X	Bornas, clavijas, zócalos	Clavija y toma de conexión, clips, clavija de prueba, tablilla de bornas, salida de soldadura
Y	Aparatos mecánicos accionados eléctricamente	Freno, embrague, electroválvula neumática, electroimán
Z	Cargas correctivas, transformadores diferenciales, filtros correctores, limitadores	Equilibrador, corrector, filtro

2.5.4 Ejecución de esquemas

Los circuitos de potencia, de control y de señalización se representan en dos partes diferentes del esquema, con trazos de distinto grosor.

2.5.4.1 Colocación general en la representación desarrollada

Las líneas horizontales de la parte superior del esquema del circuito de potencia representan la red. Los distintos motores o aparatos receptores se sitúan en las derivaciones. El esquema de control se desarrolla entre dos líneas horizontales que representan las dos polaridades.

2.5.4.1.1 Representación de circuito de potencia

Es posible representar el circuito de potencia en forma unifilar o multifilar. La representación unifilar sólo debe utilizarse en los casos más simples, por ejemplo, arrancadores directos, arrancadores de motores de dos devanados, etc.

En las representaciones unifilares, el número de trazos oblicuos que cruzan el trazo que representa las conexiones indica el número de conductores similares. Por ejemplo:

- dos en el caso de una red monofásica,
- tres en el caso de una red trifásica.

Las características eléctricas de cada receptor se indican en el esquema de la figura 2.6, si éste es simple, o en la nomenclatura. De este modo, el usuario puede determinar la sección de cada conductor. Las bornas de conexión de los aparatos externos al equipo se representan igualmente sobre el trazado.

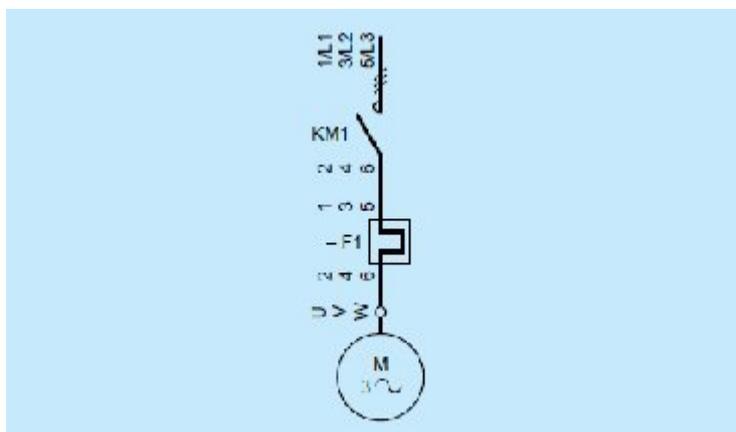


Fig.2.6. Representación unifilar de un circuito de potencia

2.5.4.1.2 Representación de los circuitos de control y de señalización

Los circuitos de control y de señalización, y los símbolos correspondientes a los mandos de control de contactores, relés y otros aparatos controlados eléctricamente, se sitúan unos junto a otros, en el orden correspondiente a su alimentación (en la medida de lo posible) durante el funcionamiento normal.

Dos líneas horizontales o conductores comunes representan la alimentación. Las bobinas de los contactores y los distintos receptores, lámparas, avisadores, relojes, etc., se conectan directamente al conductor inferior. Los órganos restantes, contactos auxiliares, aparatos externos de control (botones, contactos de control mecánico, etc.), así como las bornas de conexión, se representan sobre el órgano controlado. Los conjuntos y los aparatos auxiliares externos pueden dibujarse en un recuadro de trazo discontinuo, lo que permite al instalador determinar fácilmente el número de conductores necesarios para su conexión como se muestra en la señalización (2) de la fig. 2.7.

2.5.4.1.3 Indicaciones complementarias

Para que el esquema sea más claro, las letras y las cifras que componen las referencias identificativas que especifican la naturaleza del aparato se inscriben a la izquierda y

horizontalmente. En cambio, el marcado de sus bornas se escribe a la izquierda pero de manera ascendente, parte (3) de la fig. 2.7.

En una disposición horizontal, la referencia identificativa y las referencias de las bornas se sitúan en la parte superior. Dado que los aparatos están agrupados por función y según el orden lógico de desarrollo de las operaciones, su función, así como la del grupo al que pertenecen, son idénticas. En el caso de esquemas complejos, cuando resulta difícil encontrar todos los contactos de un mismo aparato, el esquema desarrollado del circuito de control va acompañado de un referenciado numérico de cada línea vertical. Las referencias numéricas de los contactos se sitúan en la parte inferior de los mandos de control que los accionan. Se incluye igualmente el número de la línea vertical en la que se encuentran, parte (4) de la fig. 2.7. En caso de ser necesario, se especifica el folio del esquema.

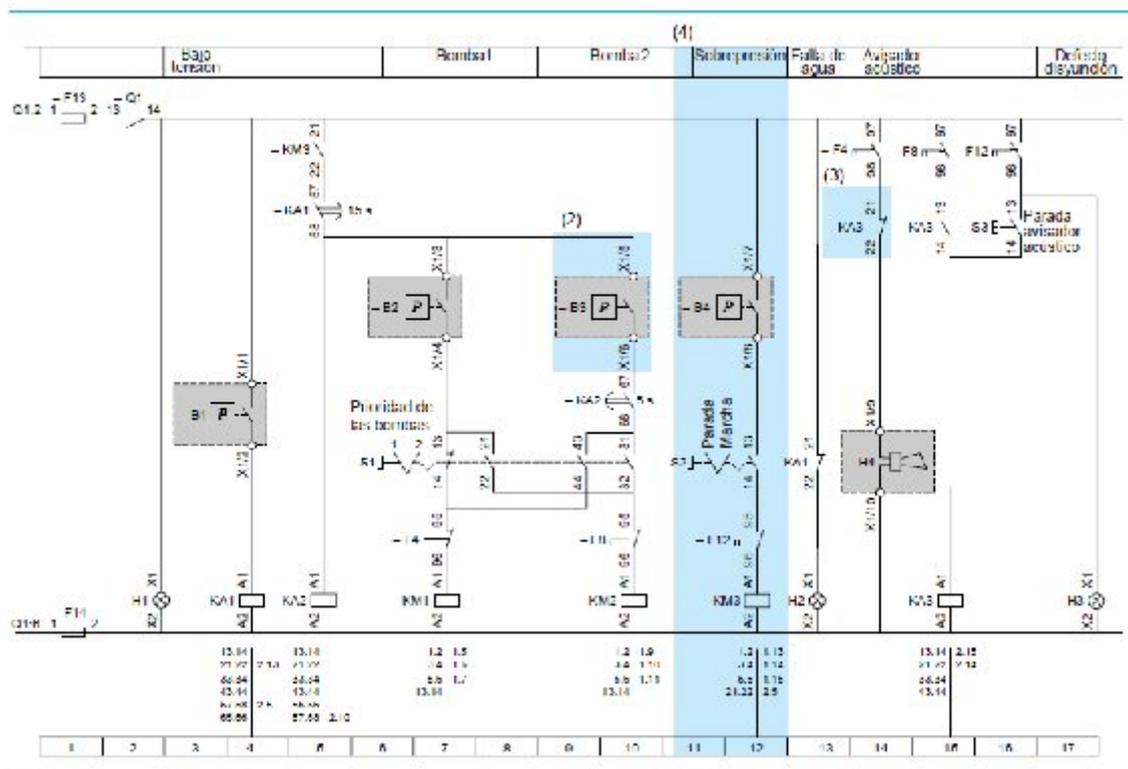


Fig.2.7. Ejemplo de un esquema desarrollado

CAPÍTULO III

3 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1 Generalidades

En lo que primordialmente se ha pensado para el diseño y construcción del banco de pruebas es que debe tener un modelo didáctico y lo más completo posible, el cual le permita al estudiante realizar de una manera fácil y entendible las diferentes prácticas y desarrollo de los laboratorios; y así mismo deberá ser acorde a lo que se encuentra en el campo laboral industrial, por lo cual dicho banco debe disponer de los diferentes elementos, equipos y accesorios; para la realización de las prácticas como por ejemplo de control automático, automatismos de control y automatización industrial.

Además el diseño debe ser ergonómico, compacto, de fácil transportación, y con una adecuada ilustración para su uso.

3.2 Modelos de bancos

3.2.1 Propuesta del modelo # 1

Este modelo consiste en un banco que consta de un tablero en el cual tenemos todos los elementos.

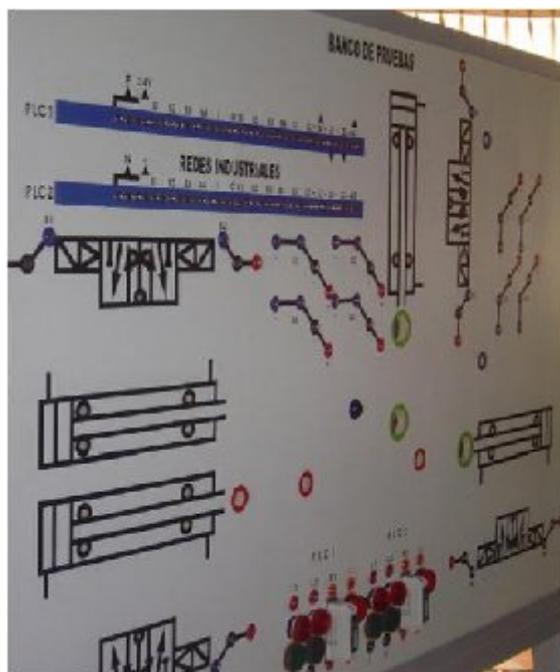


Fig.3.1. Ejemplo primera alternativa de diseño

3.2.2 Propuesta del modelo # 2

El segundo modelo consistía en utilizar los paneles de acero inoxidable existentes en la facultad.



Fig.3.2. Ejemplo segunda alternativa de diseño

3.2.3 Propuesta del modelo # 3

La tercera opción es la construcción del de un banco en forma de módulos intercambiables.



Fig.3.3. Ejemplo tercera alternativa de diseño

3.3 Bondades de los modelos

3.3.1 Alternativa # 1

3.3.1.1 Ventajas

- Construcción rápida
- Fácil movilización

3.3.1.2 Desventajas

- Complicada para realizar modificaciones
- No posee apoyo para el manejo del motor y el horno
- Falta de alojamientos para guardar los accesorios del banco

3.3.2 Alternativa # 2

3.3.2.1 Ventajas

- El banco existe en el laboratorio de la facultad

3.3.2.2 Desventajas

- Costosa y complicada para realizar adecuaciones
- No posee apoyo para el manejo del motor y el horno
- Falta de alojamientos para guardar los accesorios del banco
- Pesado para la movilización

3.3.3 Alternativa # 3

3.3.3.1 Ventajas

- Económico y fácil de realizar adecuaciones
- Se compone de módulos, para que se puedan crear más y fácil cambio
- Estético
- Liviano y de fácil movilización
- Consta de apoyo para el manejo del motor y el horno

3.3.3.2 Desventajas

- No posee alojamientos para guardar los accesorios del banco.

3.4 Selección de alternativas

El modelo seleccionado es un banco de módulos intercambiables, seleccionamos este modelo debido a que es un banco muy didáctico versátil en caso de que se quiera modificar los módulos aumentar los mismos de acuerdo a las prácticas que aquí se realicen.

3.5 Selección de equipos eléctricos y accesorios

Se entiende por equipo eléctrico al conjunto de aparatos, materiales y accesorios utilizados en circuitos asociados con el fin de producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

El banco se ha diseñado para que se pueda trabajar conjuntamente con otros equipos de control, si se dispone de ellos. Los equipos eléctricos y accesorios que se ha seleccionado en el banco para laboratorio, son los más comunes utilizados en la industria en automatismos de control, es decir se trata de llegar al estudiante de esta forma, mostrándoles lo básico en automatización y además lo que es adquisición de datos por medio del uso del avance tecnológico, creando inquietudes para que el estudiante preocupado lo investigue, es decir lo que contiene el banco no siempre lo encontrara presente en procesos automatizados y lo que es adquirir datos para su control, monitoreo, registro y demás.

3.5.1 Red o fuente de alimentación

La red o fuente de alimentación es de:

Corriente alterna trifásica de 220V a 60Hz con neutro y tierra.

3.5.2 Receptores

Los receptores del que está compuesto el tablero de pruebas son:

TABLA 3.1 RECEPTORES.

HORNO ELÉCTRICO		Detalle
	Horno eléctrico resistencias	Italux
	Alimentación	120 V AC
	Frecuencia	60Hz
	Potencia	650 W
MOTOR TRIFÁSICO		Detalle
	Motor trifásico	SIEMENS 1LA7.
	Voltaje	220 YY / 440 Y V
	Amperaje	1.9 / 0.95 A
	Potencia	0.5 HP
	Frecuencia	60 Hz
	Revoluciones	1590 rpm
	Factor de servicio	FS 1.15
INDICADORES		Detalle
	Luces piloto	SASSIN
	Colores	verde, amarillo, rojo
	Voltaje	120/220 V AC
	Frecuencia	60 Hz
AUDITIVO		Detalle
	Zumbador	Montana
	Alimentación	120V AC
	Frecuencia	60 Hz

3.5.3 Elementos de control y maniobra

TABLA 3.2 ELEMENTOS DE CONTROL Y MANIOBRA.

CONTACTOR (K1 y K2)		Detalle
	Contactor	GMC (D) - 9
	Voltaje	220 / 440 V AC
	Amperios	11 / 7 A
	Potencia	2.5 / 4 Kw
CONTACTOR (K3)		Detalle
	Contactor	Telemecanique CAD32
	Voltaje	220 / 440 V AC
	Amperios	10 A
	Potencia	2.2 / 4 Kw
CONTACTOR (K4)		Detalle
	Contactor	Telemecanique LC1 D09
	Voltaje	220 / 440 V AC
	Amperios	25 A
	Potencia	2.2 / 3.7 Kw
TEMPORIZADOR		Detalle
	Temporizador	Camsco AH3 Multi-Rango
	Alimentación	240 V AC 24 V DC
	Contactos	220 V AC
	Amperios	10 A
	Factor de Potencia	1
VARIADOR DE FRECUENCIA		Detalle
	Variador de frecuencia	SINAMICS G110 Siemens
	Voltaje de entrada	200-240 V 1~ AC
	Amperaje de entrada	6.2 A
	Frecuencia de entrada	47- 63 Hz
	Voltaje de salida	0-230 V 3~ AC
	Amperaje de salida	2.3 A
	Frecuencia de salida	0- 650 Hz
Motor	0.37 Kw (1/2 HP)	
AUTÓMATA PROGRAMABLE		Detalle
	Autómata programable	SIEMENS LOGO! 230RC
	Voltaje de alimentación	115 – 240 V AC/DC
	Voltaje de salida a relé	230 V AC / 24V DC
	Amperaje de salida	10 A / 8 A

TARJETA DE ADQUISICIÓN DE DATOS		Detalle
	Tarjeta de adquisición	NI USB - 6210
	Alimentación	Bus USB
	Entradas digitales	4
	Salidas digitales	4 (± 0.2 V a ± 10 V)
	Entradas analógicas	16 bits, 250 kS/s
	Contadores	2 de 32 bits
	Resolución	16 bit
RELE (KA1)		Detalle
	Relé de bobina	RELECO QR-C
	Voltaje en contactos	120 V AC
	Amperios	10 A
	Alimentación	110 ... 120V AC
RELE DE ESTADO SOLIDO (KA2)		Detalle
	Relé de estado solido	SSR-10A
	Voltaje en contactos	24 ... 380 V AC
	Amperios	10 A / 250V
	Alimentación	3...32 V DC
PULSADORES (S1 y S2)		Detalle
	Pulsador (S1 y S2)	SASSIN
	Voltaje	120 / 220 V AC
	Amperios	10A
	Luz piloto	110 V
SELECTOR (S3)		Detalle
	Selector 3 posiciones	CAMSCO
	Voltaje	120 / 220 V AC
	Amperios	10 A
	<i>Selector tres posiciones con contactos NA + 0 + NA.</i>	
PARO DE EMERGENCIA (S4)		Detalle
	Paro de emergencia	Telemecanique
	Voltaje	120 / 220 V AC
	Amperios	10 A
	<i>Paro de emergencia con un contacto abierto y uno cerrado</i>	

3.5.4 Elementos de protección

TABLA 3.3 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

INTERRUPTOR AUTOMÁTICO		Detalle
	Interruptor automático	Máxima corriente y efecto térmico, Telemecanique GV1-M14
	Voltaje de servicio	220 / 440 V 3~AC
	Corriente de servicio	6– 10 A
	Frecuencia	50/60 Hz
DISYUNTOR		Detalle
	Disyuntor apertura automática	SQUARE D
	Voltaje	120 / 240 V AC
	Amperaje	10 A
	Capacidad interruptiva	10 / 6 kA
	Polos	3
RELÉ TÉRMICO		Detalle
	Relé térmico	Telemecanique LRD 14
	Voltaje	220 / 440 V AC
	Amperios	7 – 10 A
	Potencia	2.2 / 3.7 Kw
	Torque	15 lb/in

3.5.5 Accesorios

TABLA 3.4 ACCESORIOS.

CPU	Detalle
	Sistema Microsoft Windows XP Profesional Versión 2002 Service pack 3
	Equipo Intel Pentium (R) 4 CPU 1.800GHz 1.79GHz 256 MB de RAM

MONITOR LCD		Detalle
	Monitor LG	18.5 in
	Tipo	LCD
	Voltaje	12 V DC
	Amperios	2.0 A
LOGO! USB PC-CABLE		Detalle
	LOGO! USB PC-CABLE FOR PROGRAMMING	
	Fabricante	SIEMENS
	Tipo de accesorio	Interface cable
	Tipo de conector A	USB
	Tipo de conector B	LOGO!
CABLE DE CONEXIÓN USB		Detalle
	Cable de conexión USB NI	
	Fabricante	National Instruments
	Tipo de accesorio	Interface cable
	Tipo de conector A	USB
	Tipo de conector B	Tarjeta NI USB 6210
TERMOCUPLA		Detalle
	Termocupla	Tipo K
	Aleación	NiCr-Ni
	Rango de temperatura	0...1000 °C
	Rango en mV	0...41,269
	<i>Termocupla asignada para practica de medición de temperatura</i>	
AMPERÍMETRO		Detalle
	Amperímetro	Analógico
	Fabricante	CAMSCO
	Tipo	Lectura directa
	Amperios	0...30A
VOLTIMETRO		Detalle
	Voltímetro	Analógico
	Fabricante	CAMSCO
	Voltaje	0...300V AC
CABLES DE CONEXIÓN		Detalle
	Cable de conexión	14 AWG Cu 300V
	Capacidad de amperaje	20 A

3.6 Diseño del banco

La propuesta de diseño se la desarrollo en un software de modelación en 3D en la que se detalla las partes que conforman el banco de pruebas (Figura 3.4) para realizar las diferentes prácticas tanto de control industrial como de control automático, las partes constitutivas del banco son:

1. Módulo de contactores
2. Módulo de accionadores de mando manual
3. Módulo de relés
4. Módulo con variador de frecuencia
5. Módulo lógico programable
6. Módulo con temporizador
7. Módulo de adquisición de datos
8. Módulo de alimentación con elementos de medición
9. Módulo de señalización con alimentación monofásica 120V
10. Horno de resistencias
11. Motor trifásico
12. Computador

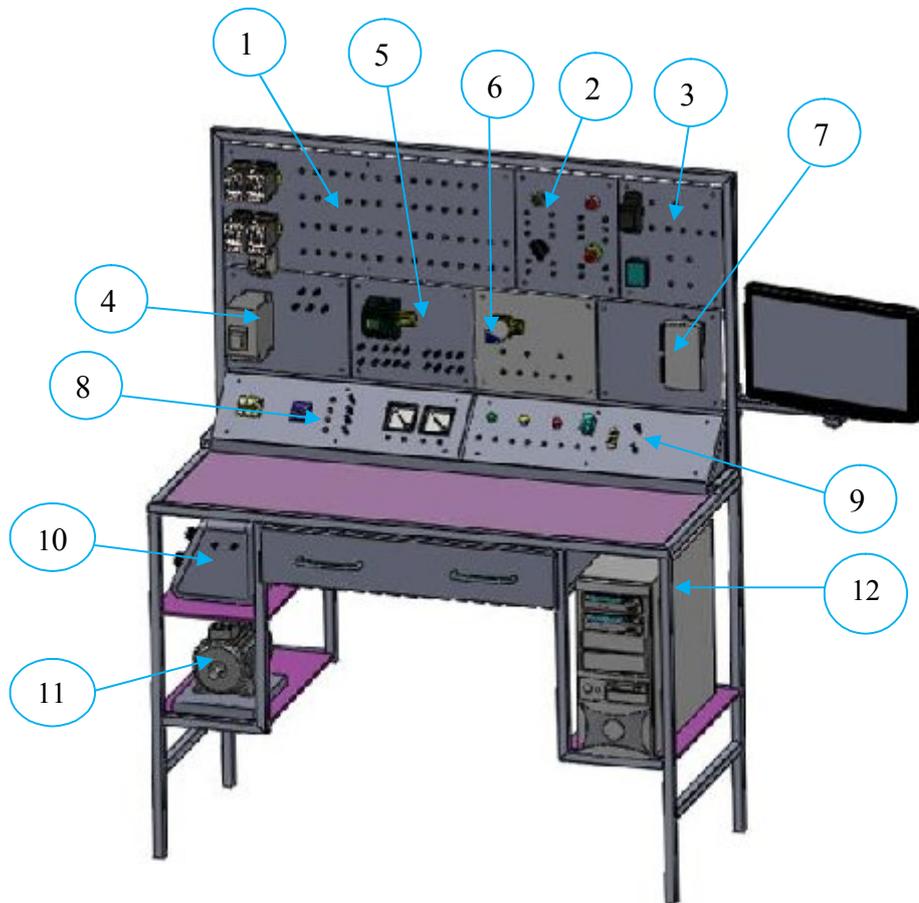


Fig.3.4. Diseño del banco de pruebas.

3.7 Descripción de los módulos

A continuación se describe los diferentes módulos que conforma el banco de laboratorio:

3.7.1 Módulo de contactores

El módulo de contactores está conformado por tres contactores, un relé térmico y un relé de control, se diseñó con tres contactores para poder realizar la simulación de un arranque estrella triángulo, además que esta representados con sus respectivos terminales y el símbolo que lo identifica.

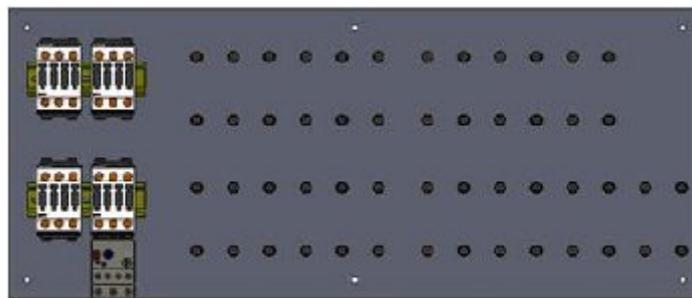


Fig.3.5. Diseño del tablero de contactores.

3.7.2 Módulo de accionadores de mando manual

Este módulo está formado cuatro pulsadores, paro general y selector, cada uno de los elementos tiene su respectivo terminal y su símbolo que los identifica claramente.

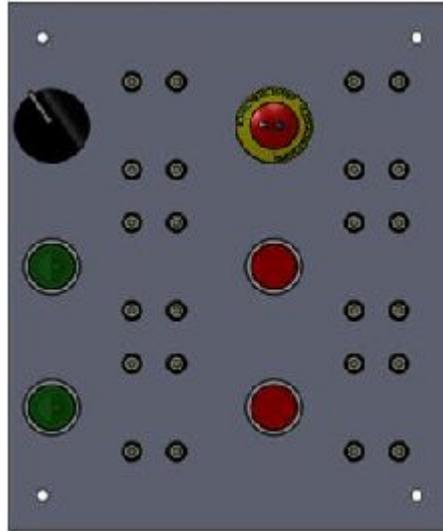


Fig.3.6. Diseño del tablero de mando.

3.7.3 Módulo de relés

Este módulo está diseñado con un relé y un relé de estado sólido, los dos elementos tiene sus respectivos terminales de conexión y su simbología que los identifica claramente.

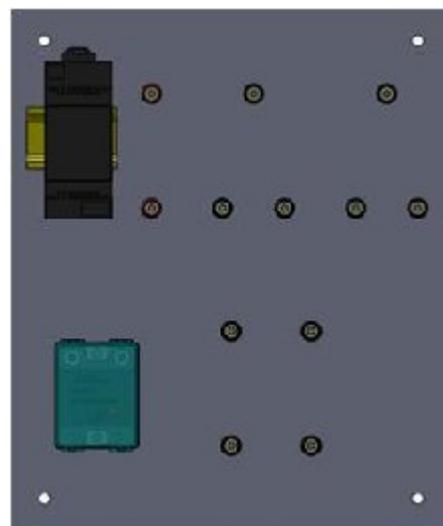


Fig.3.7. Diseño del tablero de relés.

3.7.4 Módulo de variador de frecuencia

Consta de un variador de frecuencia de marca SIEMENS de 0.5 HP, alimentación monofásica de 220V, salida trifásica 220V, que está representada por su simbología y con sus terminales de conexión.

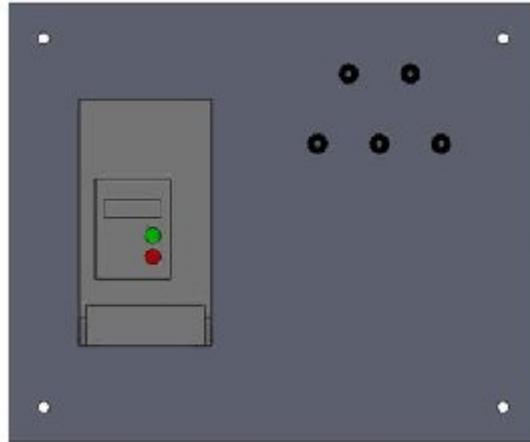


Fig.3.8. Diseño del tablero del variador de frecuencia.

3.7.5 Módulo de LOGO! Siemens

Está formado por un LOGO SIEMENS 230RC es un es un controlador lógico programable al cual se le ha adecuado de tal manera que sea manejado por su simbología y con sus respectivas terminales de conexión.

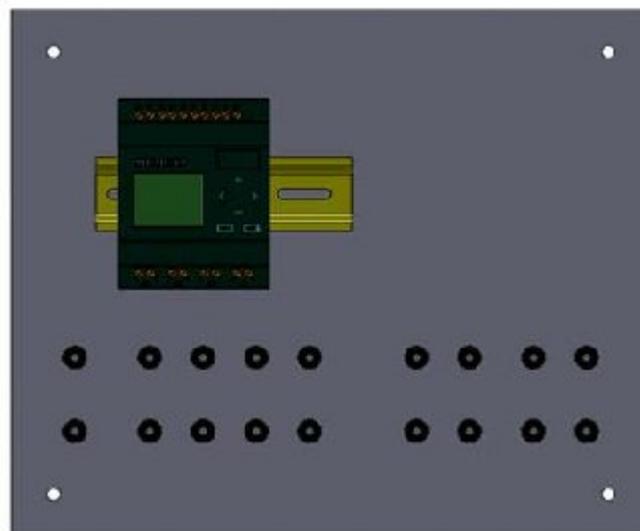


Fig.3.9. Diseño del tablero del programador lógico.

3.7.6 Módulo de temporizador

Consta de un relé temporizador de 10s, tiene sus respectivos terminales de conexión y sus símbolos que los identifican claramente.

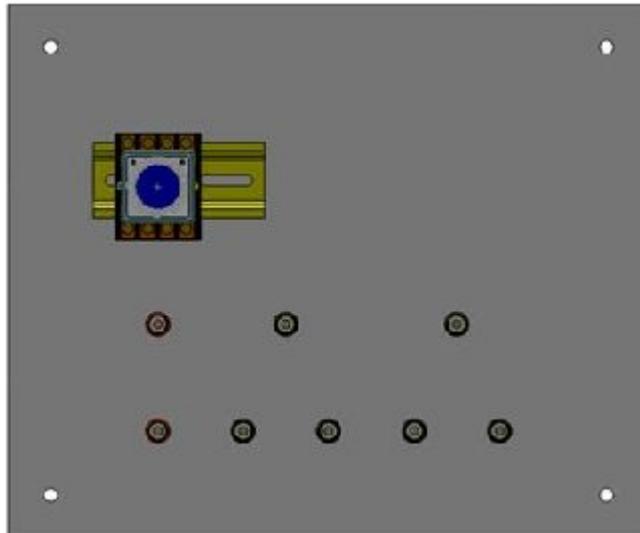


Fig.3.10. Diseño del tablero del temporizador.

3.7.7 Módulo adquisición de datos

En este módulo posee la tarjeta de adquisición de datos de National Instruments **NI USB-6210**

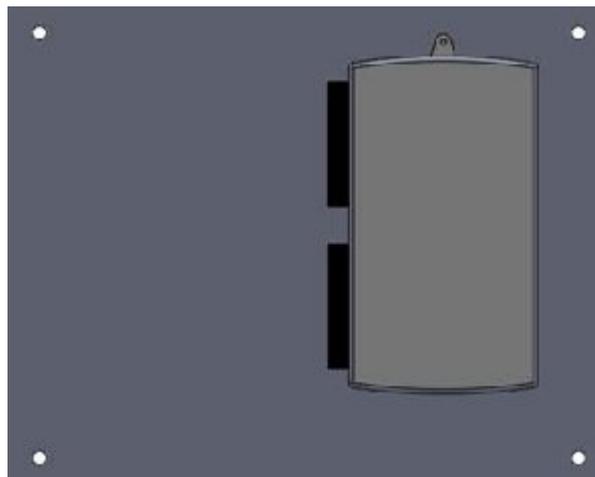


Fig.3.11. Diseño del tablero de la tarjeta de adquisición de datos.

3.7.8 Módulo de alimentación con elementos de medición

El módulo de alimentación contiene la protección de los Breakers y el guardamotor con el objeto de evitar daños a los equipos del tablero, en este módulo se tiene las tres fases y neutro para las conexiones, además posee un amperímetro y voltímetro para la medición.



Fig.3.12. Diseño del tablero de alimentación

3.7.9 Módulo de señalización con alimentación monofásica 120V

El módulo de señalización está constituido por señales luminosas y de ruido, como también de alimentación monofásica 120V para ayudar a las conexiones que se realicen en el mismo.



Fig.3.13. Diseño del tablero de señalización

CAPITULO IV

4 SOFTWARE

Los software utilizados para el manejo del programador lógico programable y la tarjeta de adquisición de datos, en el banco de pruebas para la elaboración de las prácticas planteadas en el capítulo 5 son las siguientes:

- LOGO!Soft Comfort
- LabVIEW de National Instruments.

El manejo, la programación básica y los datos técnicos de los dispositivos mencionados se detallan en este capítulo como también las conexiones recomendadas para su funcionamiento.

4.1 LOGO! de Siemens.

Logo es un módulo lógico universal de Siemens, que por medio de programación ya sea en sí mismo o por medio de un PC, este resuelve tareas de instalación complejas ya sea en el ámbito doméstico (alumbrado de escaleras luz exterior toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), como también en lo que tiene que ver en construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (controles de puertas, instalación de ventilación, bombas de agua, etc.).

Para aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

El Logo lleva integrados en sí:

- Control
- Unidad de mando y visualización con retroiluminación
- Fuente de alimentación
- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulo de programación (card) y cable para PC
- Funciones básicas habituales preprogramadas, por ej. Para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente e interruptor de software.

- Temporizador
- Marcas analógicas y digitales
- Entradas y salidas en función del modelo

El logo utilizado en este banco de pruebas es el LOGO! 230RC el cual su manejo, características y demás se detallan a continuación.

4.1.1 Características LOGO! Siemens 230RC

El logo siemens 230RC 6ED1 052-1FB00-0BA3 BASIC, tiene sus salidas de relé (R) y temporizador semanal integrado (C), es de la categoría 2 que funciona con un voltaje mayor a 24V, es decir funciona entre los rangos de 115...240V de AC/DC.

Y además es variante con pantalla que posee 8 entradas y 4 salidas, dispone de un interfaz de ampliación y le facilita 33 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

4.1.2 Estructura del LOGO!

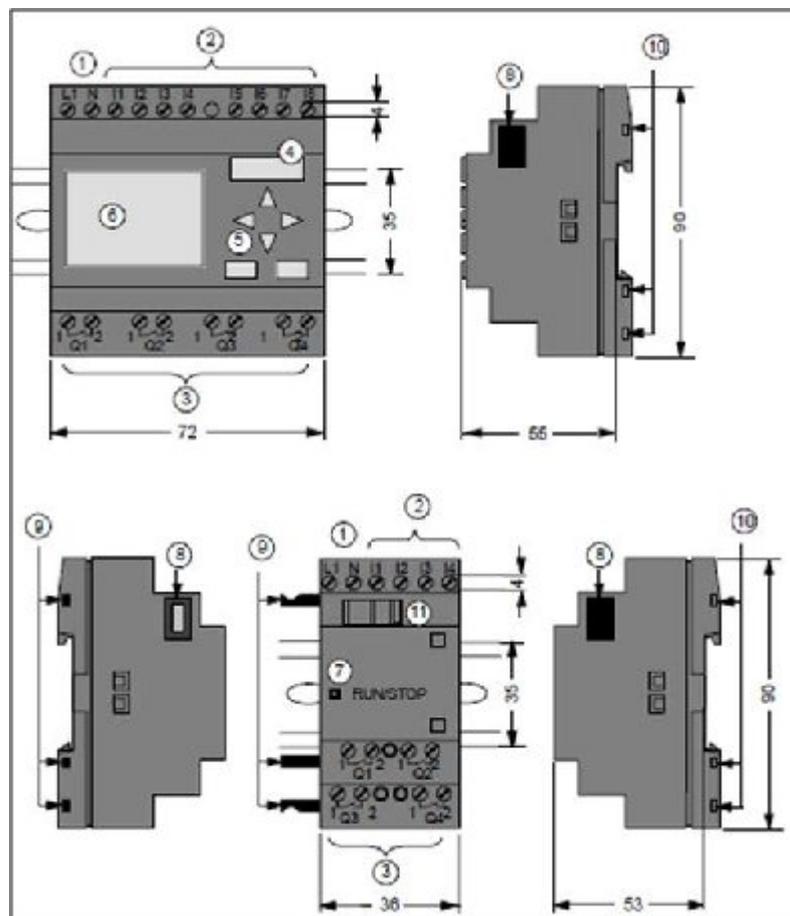


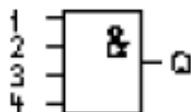
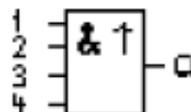
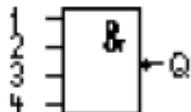
Fig. 4.1. Estructura de logo siemens 230RC

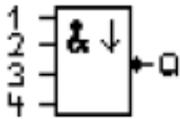
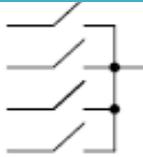
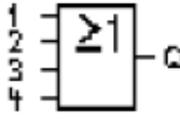
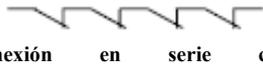
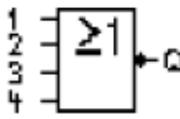
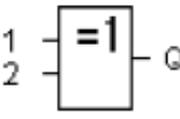
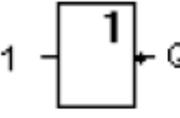
- 1 – Alimentación de tensión L1 y N
- 2 – Entradas digitales I1 hasta I8
- 3 – Salidas de relé Q1 hasta Q4
- 4 – Receptáculo para modulo con tapa
- 5 – Panel de mando con 4 teclas de cursor
- 6 – Pantalla LCD
- 7 – indicador de estado RUN/STOP
- 8 – Interfaz de ampliación
- 9 – Codificación mecánica (clavija)
- 10 – Codificación mecánica (hembrillas)
- 11 – Guía deslizante

4.1.3 Funciones básicas

Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole. LOGO! maneja su programación por medio del algebra de Boole, y se encuentra en la lista GF, para introducir un programa se tiene bloques de funciones básicas, y son las siguientes:

TABLA 4.1. BLOQUES DE FUNCIONES BÁSICAS UTILIZADOS POR LOGO!

Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 <p>Conexión en serie contacto normalmente abierto</p>		Y o AND
		AND con evaluación de flanco
 <p>Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado</p>		AND – NEGADA (NAND)

		NAND con evaluación de flanco
		O (OR)
Conexión en paralelo contacto normalmente abierto		
		O – NEGADA (NOR)
Conexión en serie contacto normalmente cerrado		
		O – EXCLUSIVA (XOR)
Alternador doble		
		INVERSOR (NOT)
Contacto normalmente cerrado		

4.1.4 Funciones especiales

Las funciones especiales se distinguen a primera vista de las básicas por las denominaciones diferentes de sus entradas. Estas contienen funciones de tiempo, remanencia y diferentes posibilidades de parametrización para adaptar el programa sus necesidades.

4.1.4.1 Designación de las entradas

La descripción de las conexiones que puedan conectarse a otros bloques o a las entradas del dispositivo LOGO! son:

- **S (Set).** La entrada S, se pone a “1” la salida
- **R (Reset).** La entrada R pone en “0” la salida, tiene preferencia
- **Trg (Trigger).** Inicia el desarrollo de una función
- **Cnt (Count).** Recibe los impulsos de conteo
- **Fre (Frecuency).** Recibe señales de frecuencia que se debe evaluar

- **Dir (Direction).** Determina el sentido que debe contar un contador
- **En (Enable).** Activa la función de un bloque
- **Inv (Invert).** Invierte la señal de salida si la entrada se activa
- **Ral (Reset all).** Todos los valores internos se pone a cero

Los **bornes X** en las entradas de las funciones especiales ocupan el valor cero “0” si son activadas es decir en las entradas existe una señal low.

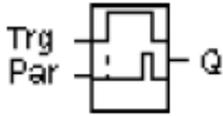
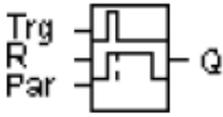
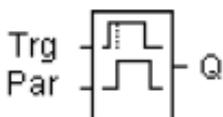
Las **entradas parametrizables**, no activa ninguna señal, sino que se parametriza el bloque con diferentes valores, por ejemplo

- **Par (Parámetro).** Ajusta parámetros (tiempos, umbrales de conexión/desconexión, etc.) para el bloque
- **No (Leva).** Ajusta intervalos de tiempo
- **P (Priority).** Define las prioridades y decide si el aviso debe acusarse en RUN

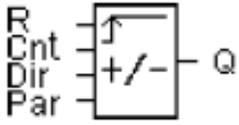
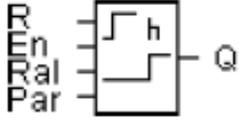
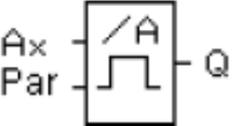
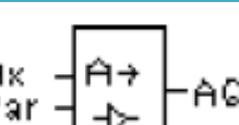
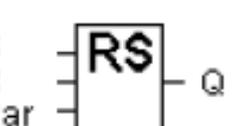
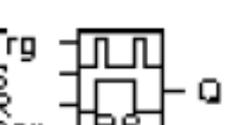
4.1.4.2 Lista de funciones especiales

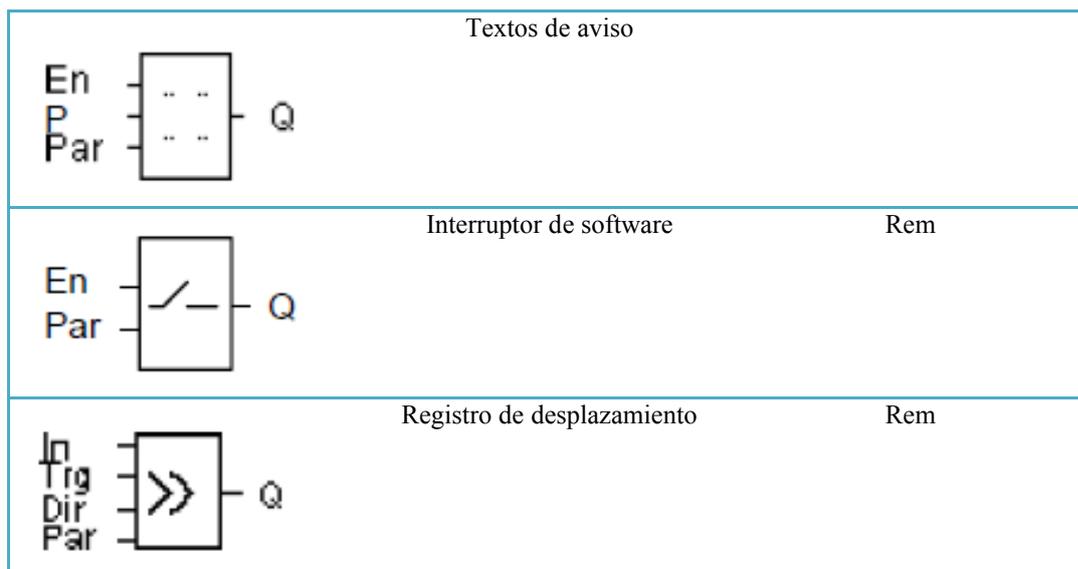
La lista de funciones especiales en LOGO! está en la lista SF, en la *Tabla 4.2*. Se indica las funciones especiales, además si la función afectada posee remanencia parametrizable si indica con (Rem).

TABLA 4.2. LISTA DE FUNCIONES ESPECIALES – SF

Representación en LOGO!	Designación de la función especial	Rem
TIEMPOS		
	Retardo a la conexión	Rem
	Retardo a la desconexión	Rem
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem

	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barrido disparado por flanco	Rem
	Generador de impulsos asíncrono	Rem
	Generador aleatorio	
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Interruptor confortable	Rem
	Temporizador semanal	
	Temporizador anual	
CONTADOR		

	Contador avance/retroceso	Rem
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Interruptor de valor umbral	
INTERRUPTOR		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial	
	Comparador analógico	
	Vigilancia del valor analógico	
	Amplificador analógico	
OTROS		
	Relé autoenclavador	Rem
	Relé de impulsos	rem



4.1.5 Programación

Por programar se entiende la creación de programas, básicamente, un programa de LOGO! No es más que un esquema eléctrico representado en forma diferente.

LOGO! ha facilitado convertir sus aplicaciones en programas, hay dos formas de programar logo:

- Creación del programa en el propio LOGO!
- Programación por medio de LOGO!Soft Comfort (software)

4.1.5.1 Programación en el propio LOGO!

Las entradas y salidas del LOGO! 230RC pueden tener el estado “0” o “1”, el estado “0” significa que no hay tensión y el estado “1” que si hay tensión.

Para escribir el programa se dispone de:

- Entradas, digitales I1 hasta I24 con ampliaciones
- Salidas, desde Q1 hasta Q16 con ampliaciones
- Marcas, M1 hasta M24
- Bits de registro de desplazamiento, desde S1 hasta S8
- 4 teclas de cursor, C▲, C►, C▼ y C◄
- Salidas no conectadas, X1 hasta X16

4.1.5.2 Reglas para manejar LOGO!

Existen 4 reglas importantes para el manejo adecuado del dispositivo LOGO!, estas son las siguientes

REGLA 1: Cambio del modo de operación

- El programa se crea en el modo de programación.
- La modificación de los valores del tiempo y de parámetros en un programa ya existente pueden realizarse en los modos de parametrización y programación.
- Para acceder al modo **RUN** debe ejecutar el comando de menú “Start” del menú principal.
- En el modo **RUN**, para regresar al modo de **operación parametrización**, deberá pulsar la tecla **ESC**.
- Si esta en el modo de **parametrización** y desea regresar al modo de **programación**, ejecute el comando “Stop” del menú de parametrización y responda con “Yes” a “Stop Prg”, colocando el cursor sobre “Yes” y pulsando la tecla **OK**.

REGLA 2: Salidas y entradas

- El programa debe introducirse siempre desde la salida hasta la entrada.
- Es posible enlazar una salida con varias entradas, pero no conectar varias salidas a una entrada.
- Dentro de una ruta del programa no se puede enlazar una salida con una entrada precedente. Para tales retroacciones internas es necesario intercalar marcas o salidas.

REGLA 3: Cursor y posicionamiento del cursor

Para la introducción del programa rige:

- Si el cursor se representa subrayado, significa que se puede posicionar:
- Si el cursor se representa enmarcado, deberá elegir un borne/bloque.

REGLA 4: Planificación

- Antes de crear un programa, haga primero un bosquejo completo en papel o programe LOGO! directamente con LOGO!Soft Comfort

- LOGO! solo puede guardar programas completos y correctos.

4.1.5.3 Vista de conjunto de los menús de LOGO!

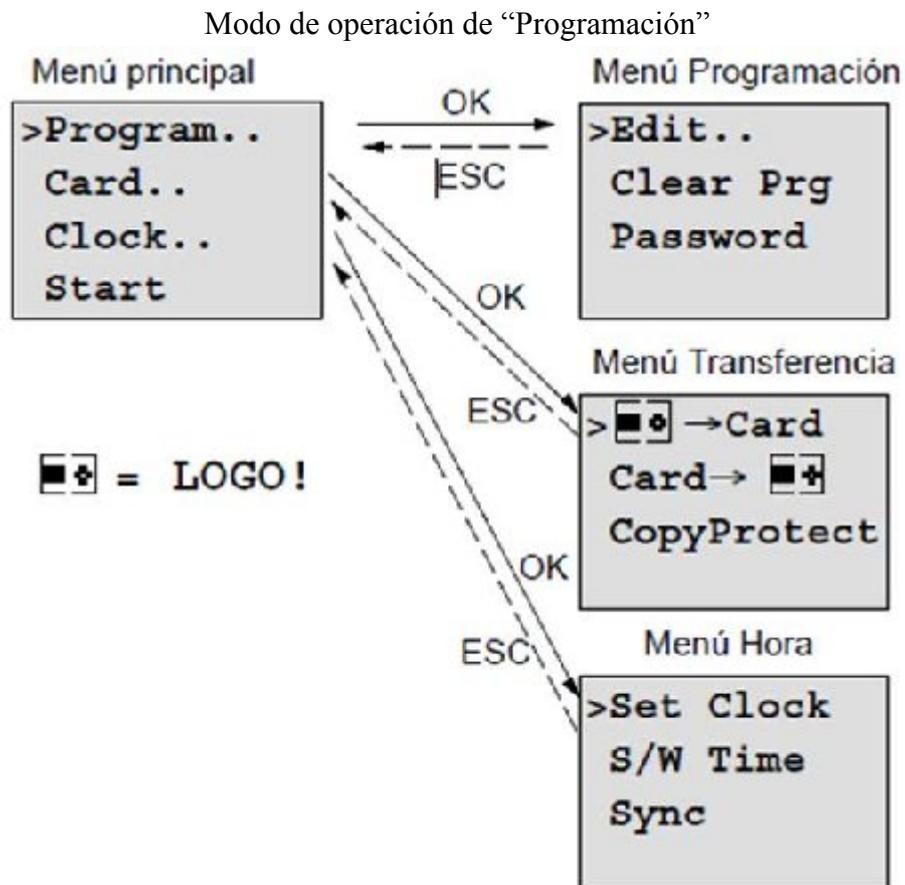


Fig. 4.2. Modo de operación de programación.

4.1.5.3.1 Modo de operación “Parametrización”

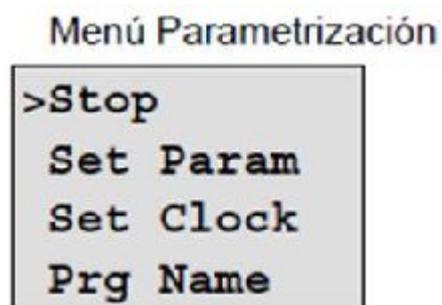


Fig. 4.3. Modo de operación de parametrización.

4.1.5.4 Introducir e iniciar el programa

Ya creado un circuito, para introducir a LOGO!, el procedimiento es muy sencillo se necesita de la elaboración de un bosquejo del circuito a realizar. En el capítulo de elaboración de prácticas se desarrollara circuito practico para detallar el procedimiento de programación LOGO!.

4.1.5.5 Programación por medio de LOGO!Soft Comfort (software)

El programa LOGO!Soft Comfort es un paquete de programación para el PC. El software dispone de las siguientes funciones:

- Creación grafica de de programas como diagrama de escalones (esquema de contacto/esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones).
- Simulación del programa en el ordenador
- Generación e impresión de un esquema general del programa
- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte
- Comparación de programas
- Parametrización cómoda de los bloques
- Tráferencia del programa desde LOGO! al PC o del PC a LOGO!
- Lectura del contador de horas de funcionamiento
- Ajuste de la hora
- Ajustes del horario de verano e invierno
- Prueba online: indicación de estados y de valores actuales de LOGO! en modo RUN
- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

De esta manera LOGO!Soft Comfort permite crear programas de forma eficaz, cómoda, confortable en el PC (“Cableado por pulsaciones de tecla”). Una vez creado el programa, puede evaluar que variante de LOGO! se requiere para el programa ya terminado o puede definirse antes que variante de LOGO! desea crear el programa.

4.1.5.6 Interfaz del LOGO!Soft Comfort.

La interfaz del usuario que presenta LOGO!Soft Comfort es de fácil manejo la mayor parte de la pantalla ocupa el área dedicada a la creación de esquemas de conexiones esta área se denomina interfaz de programación, esta dispone de símbolos y enlaces de programa.

Para no perder la vista del conjunto, especialmente en programas muy extensos, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical; a continuación se muestra en la figura 4.4 la interfaz del programa.

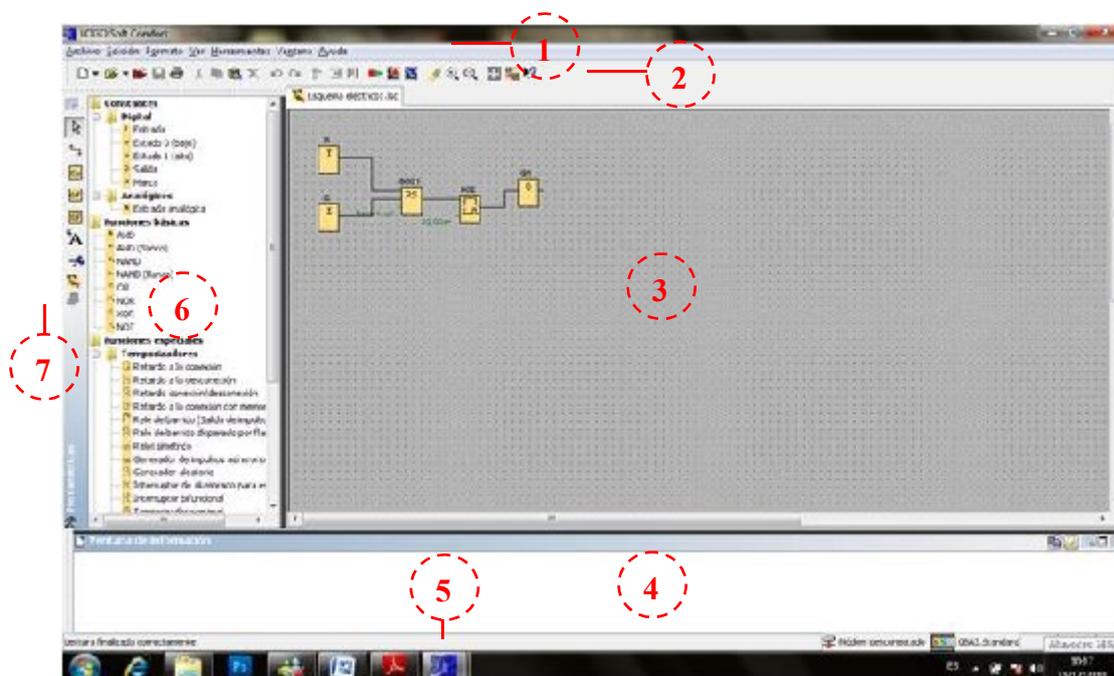


Fig. 4.4. Interfaz del programa LOGO!Soft Comfort.

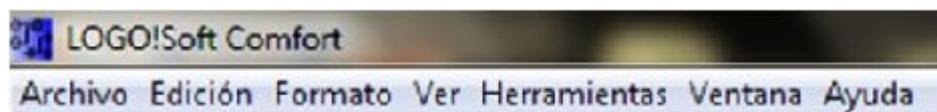
1. Barra de menús
2. Barra de herramientas “Estándar”
3. Interfaz de programación
4. Ventana de información
5. Barra de estado
6. - Constantes y bornes de conexión
- Funciones básicas (sólo editor FUP)

- Funciones especiales

7. Barra de herramientas “Herramientas”

4.1.5.6.1 Barras de menús

La barra de menús se encuentra en la parte superior de la ventana de LOGO!Soft Comfort esta contiene distintos comandos de editar y gestionar los programas, incluyendo también ajustes predeterminados y funciones para transferir el programa del y al LOGO!



4.1.5.6.2 Barras de herramientas

El software posee tres tipos de barras de herramientas

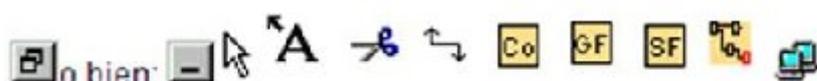
- Barra de herramientas “Estándar”
- Barra de herramientas “Herramientas”
- Barra de herramientas “Simulación”

La **Barra de herramientas “Estandar”** se encuentra por encima del interfaz de programación, esta proporciona acceso directo a las principales funciones del programa.



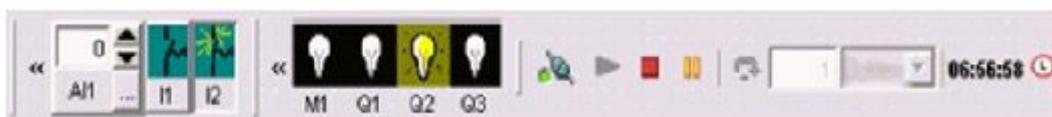
Mediante los botones de esta barra se puede realizar entre otras cosas las siguientes operaciones: crear un programa, cargar, guardar o imprimir un programa existente, cortar, copiar y pegar objetos de un circuito o transferir datos desde y hacia LOGO!.

La **Barra de herramientas “Herramientas”** se encuentra en el borde izquierdo de la pantalla. Los botones dispuestos en esta barra permiten cambiar a diferentes modos de edición para crear o procesar programas de forma rápida y sencilla.



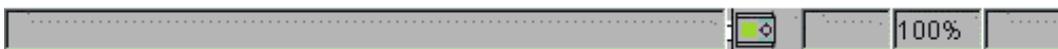
En la **Barra de herramientas “Simulación” e indicador de estado de simulación** al iniciar la simulación  aparece una barra de herramientas que contiene:

- Botones para operar las entradas (p. ej. Interruptores)
- Botón para simular un corte de alimentación
- Botones para supervisar las salidas (p. ej. Lámparas)
- Botones para controlar la simulación
- Botones para controlar el tiempo



En la **ventana de información** se muestra informaciones e indicaciones, además se indican los dispositivos LOGO! propuestos por la función herramientas/ determinar LOGO! como dispositivos posibles del programa

La **Barra de estado** se encuentra en el borde inferior de la ventana del programa.



Aquí se proporciona información acerca de la herramienta activa, el estado del programa y el factor de zoom ajustado, la página de esquema de conexiones y el dispositivo LOGO! seleccionado.

4.1.6 Conectar LOGO! a un PC

Para poder conectar LOGO con un PC se necesita el cable de conexión LOGO!-PC.

El cable que se utiliza en el tablero es LOGO! USB PC-CABLE de serie 6ED1 057-1AA01 – 0BA0 versión QTY: 1; E – STAND: 01.

Los pasos recomendables a seguir son:

- Desconecte la tensión de alimentación de LOGO!.
- Retire la cubierta o el módulo de programa (Card) y conecte el cable en ese punto.
- Vuelva a conectar la tensión.

- Esta versión pasa automáticamente al modo operativo PC↔LOGO!
- Al iniciar el proceso de carga o descarga en modo stop, aparece automáticamente la siguiente indicación:



Fig. 4.5. Interfaz del LOGO! en proceso de carga o descarga.

4.2 LabVIEW de National Instruments.

LabVIEW es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control. Además permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactivo basado en software.

Se puede diseñar especificando un sistema funcional, un diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. A la vez es compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación, como por ejemplo Matlab. Tiene la ventaja que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos y hasta de imágenes.

Su mayor campo de aplicación es en sistemas de medición, como monitoreo de procesos y aplicaciones de control, un ejemplo de estos pueden ser sistemas de monitoreo en transportación, laboratorios para clases en universidades, procesos de control industrial, es muy utilizado en procesamiento digital de señales, procesamiento en tiempo real de aplicaciones biomédicas, manipulación de imágenes y audio, automatización, diseño de filtros digitales, generación de señales, entre otras, etc.

4.2.1 Características de la tarjeta DAQ NI USB 6210

4.2.1.1 DAQ multifunción de la serie M de 16 BITS, 250 KS/S, energizado por bus



Fig. 4.6. Tarjeta de adquisición de datos

- 16 entradas analógicas (16 bits, 250 kS/s)
- 4 entradas digitales; 4 salidas digitales; dos contadores de 32 bits
- Energizado por bus USB para una mayor movilidad, conectividad de señal integrada
- NI Signal Streaming para transferencia de datos sostenida a alta velocidad a través de USB
- Compatibilidad con LabVIEW, LabWindows™/CVI y Measurement Studio para Visual Studio .NET
- El software de NI-DAQmx y software interactivo LabVIEW SignalExpress LE para registro de datos

4.2.1.2 Descripción del hardware

NI USB-6210 es un módulo de adquisición de datos (DAQ) multifunción de la Serie M energizado por bus que está optimizado para una precisión superior a velocidades de muestreo más altas. Ofrece 16 entradas analógicas, una velocidad de muestreo de un solo canal de 250 kS/s, cuatro líneas de entrada digital, cuatro líneas de salida digital,

cuatro rangos de entrada programable (± 0.2 V a ± 10 V) por canal, disparo digital y dos contadores/temporizadores.

El USB-6210 está diseñado específicamente para aplicaciones móviles o con restricciones de espacio. La instalación plug-and-play minimiza el tiempo de configuración y montaje mientras que la conectividad directa con terminal de tornillo mantiene los precios bajos y simplifica las conexiones de señal. Este producto no requiere potencia externa.

Este módulo también cuenta con la nueva tecnología NI Signal Streaming, la cual permite transferencia de datos bidireccional a alta velocidad parecida a DMA a través del bus USB.

Los dispositivos de la Serie M energizados por bus para USB están disponibles en versiones OEM.

4.2.1.3 Software controlador

El controlador NI-DAQmx y el software de servicios de medida ofrecen interfaces de programación y configuración fáciles de usar con características como el DAQ Assistant para ayudar a reducir el tiempo de desarrollo.

4.2.1.4 Descripción del software

Cada dispositivo de adquisición de datos de la Serie M incluye una copia de NI LabVIEW SignalExpress para poder adquirir, analizar y presentar los datos rápidamente sin programar. Además de LabVIEW SignalExpress, los dispositivos DAQ de la Serie M son compatibles con las siguientes versiones (o posteriores) de aplicación de software de NI: LabVIEW 7.1, LabWindows/CVI 7.x y Measurement Studio 7.x. Los dispositivos DAQ de la Serie M también son compatibles con Visual Studio .NET, C/C++ y Visual Basic 6.0.

La marca LabWindows se usa bajo una licencia de Microsoft Corporation. Windows es una marca registrada de Microsoft Corporation en Estados Unidos y otros países.

4.2.2 Programación en LabVIEW

La programación de LabVIEW es en lenguaje G, programación grafica, es decir se trabajara siempre con un VI, que quiere decir Instrumento Virtual, se puede crear VI a partir de especificaciones funcionales que se desee diseñar.

Cada VI contiene tres partes principales:

- Panel frontal, como el usuario interactúa con el VI
- Diagrama de bloque, el código que controla el programa

Se dispone de extensas bibliotecas de funciones para cualquier tarea de la programación, como lo son bibliotecas para adquisición de datos, control de instrumentos, análisis, presentación y almacenamiento de datos. Además posee herramientas de desarrollo de programas para su mejor y fácil manejo.

4.2.2.1 Panel frontal de VI

La interfaz del usuario interactiva de un VI se denomina **Panel Frontal** porque simula el tablero de un instrumento físico.

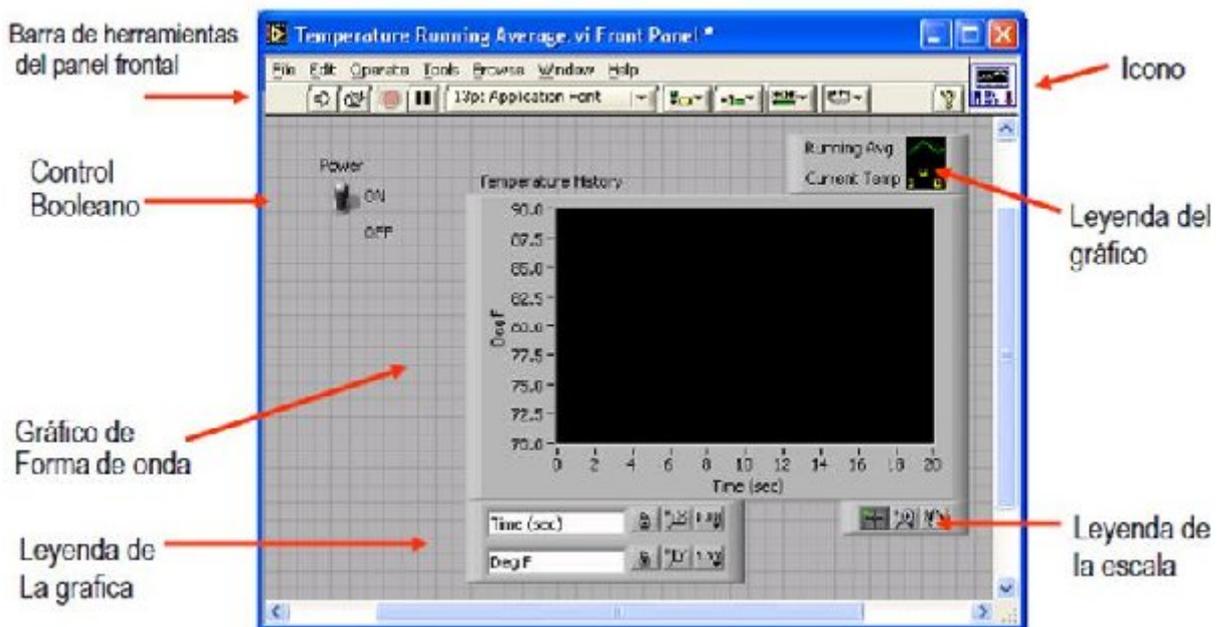


Fig. 4.7. Interfaz de LabVIEW, Panel frontal ejemplo control de temperatura.

El panel frontal puede contener perillas, botones, gráficos y otros controles e indicadores, es decir se puede construir de acuerdo a la necesidad del usuario.

Los controles simulan instrumentos de entradas de equipos y suministra datos al diagrama de bloques del VI estos pueden ser botones, botones de empuje, marcadores y otros componentes de entrada.

Los indicadores simulan salidas de instrumentos y suministra datos que el diagrama de bloques adquiere o genera entre otras estas pueden ser las gráficas, luces y otros dispositivos de salida, estas interactúan con las terminales del VI.

4.2.2.2 VI diagrama de bloque

Los VI reciben instrucciones de un **diagrama de bloques** que se desarrolla en G. El diagrama de bloques es una solución grafica a un problema de programación y es también el código de fuente para los VI.

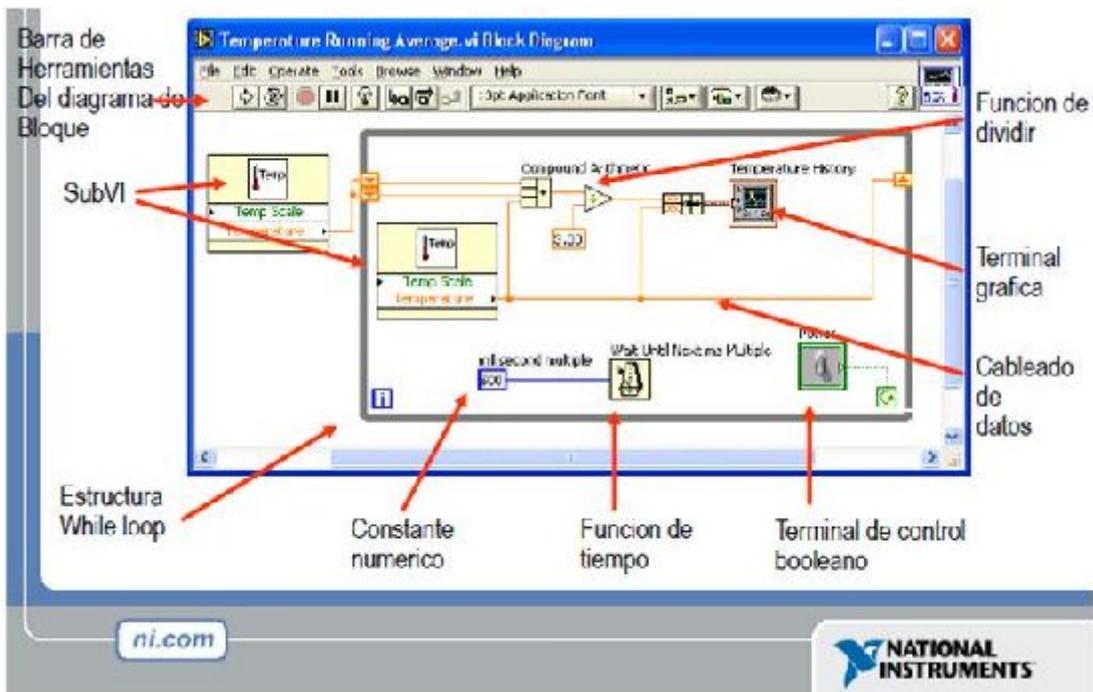


Fig. 4.8. Interfaz de LabVIEW, VI Diagrama de Bloque, control de temperatura.

En el diagrama de bloque, los objetos del panel frontal aparecen como terminales, además el diagrama de bloques contiene funciones y estructuras incorporadas en las

bibliotecas de LabVIEW, los cables conectan cada uno de los nodos en el diagrama de bloques, incluyendo controles e indicadores de terminal, funciones y estructuras.

Los VIs son jerárquicos y modulares. Pueden usarse como programas principales, o como subprogramas dentro de otros programas. Un VI dentro de otro VI se denomina subVI. El icono y conector de un VI trabaja como una lista de parámetros gráfica para que otros VIs puedan pasar datos a un subVI

4.2.2.3 Paleta de control

La paleta de control en LabVIEW proporcionan las herramientas que se requieren para crear la interfaz del VI con el usuario, únicamente en el panel frontal.

Para desplegar la paleta de controles se necesita hacer clic derecho en el espacio del panel frontal de igual forma para ocultarlo.



Fig. 4.9. Paleta de controles (Ventana de paletas de controles).

Los controles e indicadores que se utiliza de la paleta de controles en la interfaz tienen una representación en el panel.

Los controles pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial de estos o una combinación de los anteriores; y los indicadores son igual a los de control pero pudiéndolos visualizar como tablas, gráficos en 2D o 3D, browser, entre otros.

4.2.2.4 Paleta de funciones

La paleta de funciones se emplea en el diseño del diagrama de bloques, además contiene todos los objetos que se emplean en la implementación del programa del VI, ya sean

funciones aritméticas, de entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa.

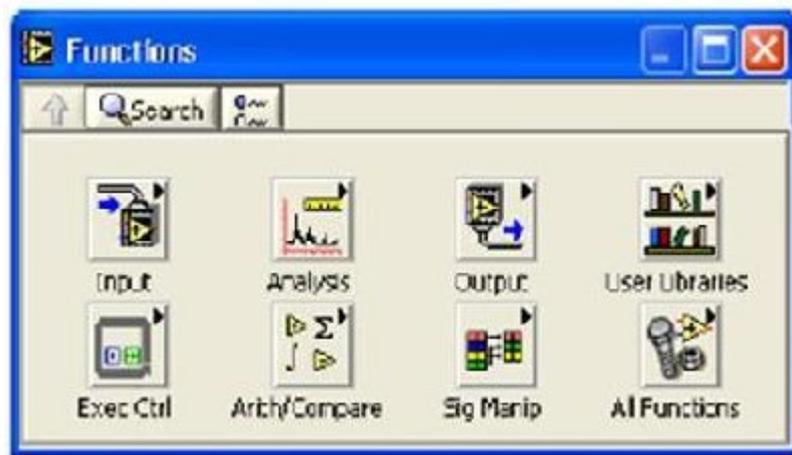


Fig. 4.10. Paleta de funciones (Ventana de paletas de funciones).

Las funciones pueden ser VIs prediseñados y que pueden ser reutilizados en cualquier aplicación, estos bloques funcionales constan de entradas y salidas, estos VIs pueden también estar conformados de otros subVIs y así sucesivamente, se puede desplegar y ocultar la paleta de funciones del mismo modo que la paleta de controles.

4.2.2.5 Paleta de herramientas

La paleta de herramientas se usa tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas necesarias para editar y depurar los objetos tanto del panel frontal como del diagrama de bloques.

Las opciones que presenta la paleta de herramientas se muestra en la **figura 4.11**.

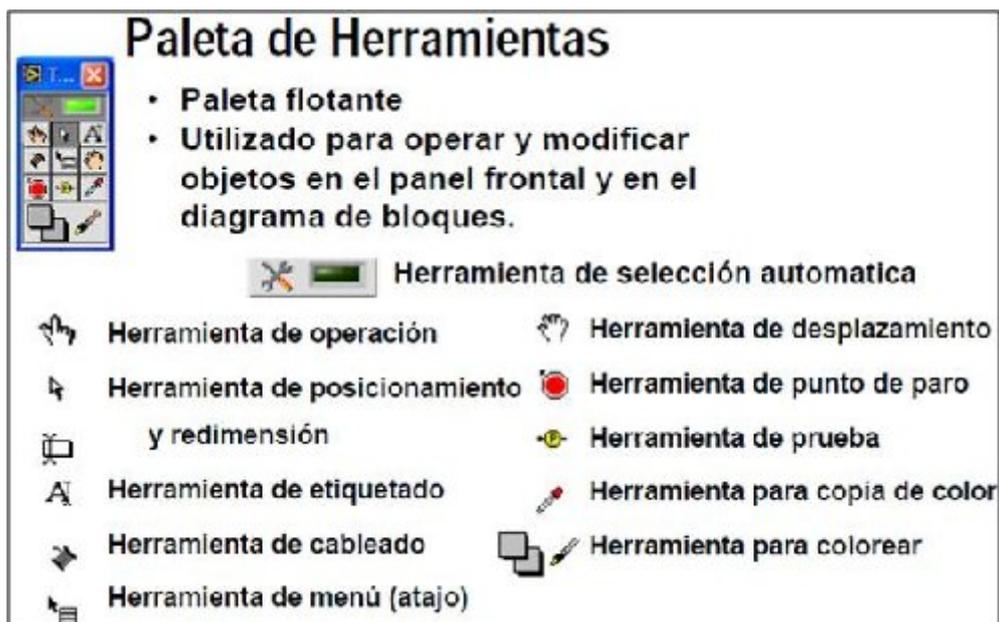


Fig. 4.11. Paleta de herramientas. (Opciones que muestra).

4.2.2.6 Barra de herramientas de estado

La barra de herramientas de estado muestra los controles de ejecución, esto es una vez concluido la programación del VI, se puede realizar su ejecución con las herramientas que esta presta.

Una vez situados en el panel frontal, para comenzar la ejecución se pulsara el botón **Run**, de este modo el programa se ejecutara una vez. Si se requiere la ejecución continua el botón **Continuous Run**, si durante la ejecución del programa se pulsa **Continuous Run** se finalizara la última ejecución del mismo, de este modo el programa se parará.

Estos botones junto con otros adicionales de la barra de herramientas sirven para indicación, cancelación de ejecución, configuración de textos, botón de pausa, cancelación y otros. Los nombres de cada uno de los botones disponibles se muestran en la **figura 4.12**.

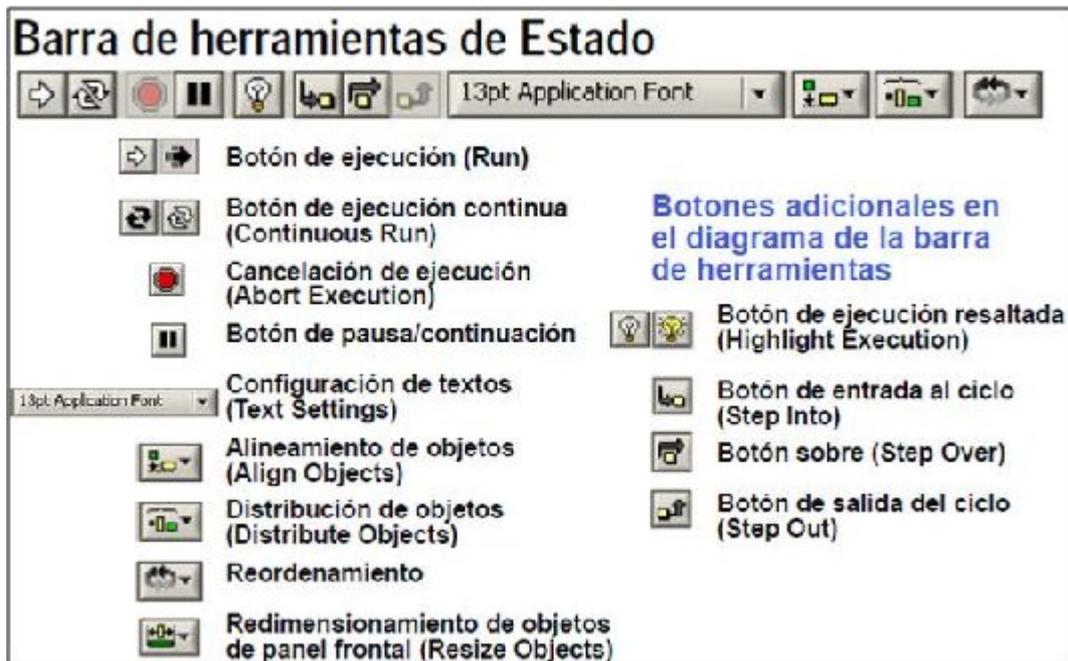


Fig. 4.12. Barra de herramientas de estado.

4.2.2.7 Opciones de ayuda

Para las opciones de ayuda se dispone de las opciones de ayuda para esto se utiliza la ventana de *Context help* (Ayuda Contextual), y *LabVIEW Help* (Ayuda de LabVIEW) para ayudar a construir o editar los VIs.

Para desplegar la ventana de **Context Help**, seleccione **Help/Show Context Help** o presione las teclas “Ctrl H”.



Fig. 4.13. Contexto de ayuda, referencias de línea.

La ventana de contexto de la ayuda despliega el icono de los subVIs, funciones, constantes, controles e indicadores, con cables adjuntos a cada uno de sus terminales. Cuando mueva el cursor sobre la caja de opciones de dialogo, la ventana de contexto de ayuda despliega descripciones de esas opciones. En la ventana, las conexiones requeridas están en negrilla, las conexiones recomendadas en texto normal, y las conexiones opcionales están poco claras o no aparece.

En la elaboración de prácticas en el capítulo 5 se detallara a programación con un ejemplo claro para el entendimiento de la programación de LabVIEW.

CAPÍTULO V

5 TUTORIALES DE LAS PRÁCTICAS

5.1 Introducción

Procedimiento, pasos a seguir lo necesario para que el usuario pueda desarrollar prácticas de conexiones eléctricas utilizando los materiales disponibles en el banco de pruebas, se muestran teniendo en cuenta, que estos tutoriales están probados para que el usuario y los elementos están protegidos.

El banco está diseñado para cuidar los elementos de una conexión errónea en caso de haber, no por esto el usuario va hacer mal uso del mismo. Concienciar que la manipulación de elementos que utilizan electricidad amerita los cuidados necesarios para evitar cualquier tipo de accidente.

La forma de estructuración del tutorial esa compuesto de la siguiente forma:

- Tema
- Objetivos
- Marco teórico
- Instrumentos y equipos
- Procedimiento
- Conclusiones y recomendaciones

Es decir, con el desarrollo de las prácticas elaboradas en el tutorial se pretende que el practicante conozca físicamente, manipule sus elementos eléctricos, entienda su funcionamiento, para que lo pueda aplicar cuando creyere conveniente.

5.2 Temas de las prácticas

A continuación se muestra los temas de las prácticas desarrolladas.

- Conexión directo de un motor trifásico de 0.5 HP
- Inversión de giro de un motor trifásico
- Circuitos de control temporizados.
- Simulación arranque estrella triangulo de un motor trifásico.
- Configuración y manejo del variador de frecuencia.
- Programación de un timbre con LOGO!

- Programación de un semáforo con LOGO!
- Introducción a la programación en LabVIEW.
- Control de temperatura de un horno mediante LabVIEW.

5.3 Tutoriales

5.3.1 PRÁCTICA 1

Tema: Conexión directa de un motor trifásico de 0.5 HP

Objetivos:

- Interpretar los esquemas eléctricos
- Identificar el funcionamiento de los elementos utilizados en la conexión.
- Realizar las conexiones necesarias para su funcionamiento.

Marco teórico:

Generalidades

Un motor arranca de forma directa, cuando se aplica a sus bornes, la tensión a que debe trabajar. Así por ejemplo, si a un motor con bobinado de 220/440V se le aplica a sus bornes 220V siempre y cuando el motor esté conectado sus bobinas para trabajar con 220V, el motor habrá recibido directamente la tensión de servicio.

En el arranque de un motor con carga, el bobinado tiene que absorber una intensidad de corriente de alrededor de 7 veces a la nominal, haciendo que en las líneas aumenten considerablemente su carga y como consecuencia directa su caída de tensión

Circuito de control

En el circuito de control o maniobra van representados los circuitos electromagnéticos y contactos auxiliares de los contactores, así como, todo tipo de aparato auxiliar que intervenga en la maniobra, como son, entre otros, el temporizador, programadores, captosres, pulsadores interruptores, etc.

Circuito de potencia

En el circuito de potencia se representa todos los elementos y los conductores por los cuales pasa la corriente que alimenta el circuito objeto de la maniobra, como son por ejemplo, fusibles, seccionadores, contactor, guardamotor, relé térmico, etc.

El circuito de potencia es aquel que más consumo de corriente necesita.

Instrumentos y equipos:

- Breakers -Q1 y -Q2
- Interruptor automático magneto térmico (guarda motor) -F1
- Contactor -KM4
- Relé térmico -F2
- Motor trifásico -M1
- Pulsadores -S4 y -S6
- Luces indicadoras -H1 y -H3
- Alarma (zumbador) -H4
- Cables de conexión

Procedimiento:

1. Identifique cada uno de los elementos representados por su símbolo según IEC1082-1, en los circuitos de potencia y control de la (fig.5.1 y 5.2) respectivamente.
2. Identifique físicamente los elementos utilizados en los circuitos eléctricos representados, guíese por la simbología que presenta el banco de pruebas.
3. Cerciórese de que el banco esté conectado a la red de alimentación de voltaje, y que los breakers -Q1 y -Q2 estén en la posición de apagado.
4. Se procede a realizar la conexión del circuito de control (fig. 5.1)
5. Una vez realizada la conexión activamos el breaker -Q2.

6. Debería encenderse la luz indicadora -H3 que nos indica que el motor está apagado, luego pulsamos S6 aquí debería encenderse -H1 y enclavarce -KM4, por lo tanto se apaga -H3.
7. Para entender el funcionamiento del relé térmico -F2 simularemos una sobrecarga, manualmente testeamos el -F2 y observamos lo que sucede. Debe encenderse el -H3 y -H4 en señal de que hubo una sobrecarga.
8. Para apagar la alarma -H4 y poder poner en funcionamiento el circuito debemos pulsar RESET en el relé térmico -F2.
9. Una vez conectado y probado el circuito de control se procede a apagar -Q2.
10. Conecte el circuito de potencia (fig. 5.2). Es necesario que el circuito se lo desarrolle de forma correcta y el cuidado que representa manejar corriente eléctrica.
11. Activamos el breaker -Q1 y -Q2 realizamos los pasos de los literales 6, 7 y 8.
12. Analice y saque sus propias conclusiones.
13. Una vez concluida la práctica desconecte los breakers -Q1, -Q2 y proceda a desconectar los cables de conexión.

Circuito de control:

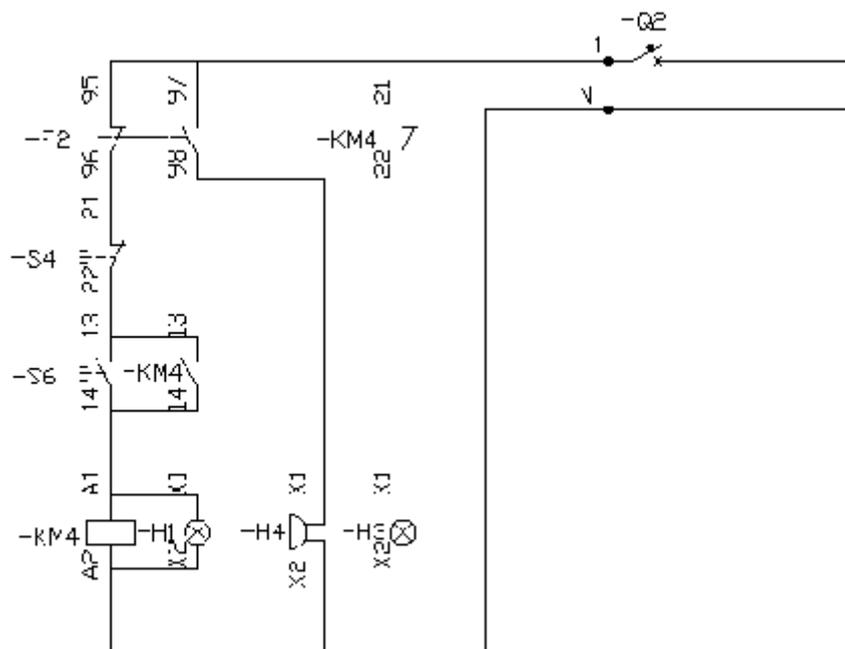


Fig. 5.1. Circuito de control de un arranque directo

Circuito de potencia:

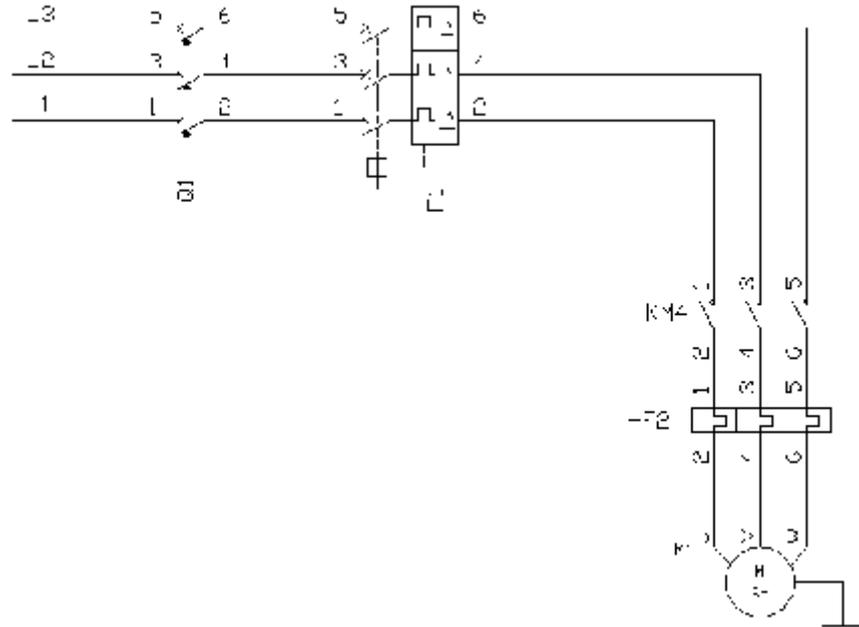


Fig. 5.2. Circuito de potencia de un arranque directo.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.2 PRÁCTICA 2

Tema: Inversión de giro de un motor.

Objetivos:

- Conocer el los elementos que intervienen en esta práctica.
- Entender y encontrar aplicaciones de este tipo de funcionamiento.
- Comprobar y analizar el funcionamiento de este tipo de conexión.

Marco teórico:

Para invertir el sentido de giro de un motor asíncrono trifásico basta con que se intercambien entre sí dos fases cualesquiera. Lo que se propone en esta práctica es el diseño de un automatismo que realice la inversión de giro de un motor asíncrono trifásico, con dos pulsadores que permitirán elegir el sentido de giro del motor, uno para la izquierda y otro para la derecha. Previo al cambio de giro, y para evitar fuertes corrientes por el estator, se deberá de pasar por un estado de paro (accionando el pulsador de *paro*). El automatismo también estará dotado de luces indicadoras que señalara el sentido de giro.

En las figuras 5.3 y 5.4 se representan tanto el circuito de potencia como el de control.

Instrumentos y equipos:

- Breakers -Q1 y -Q2
- Interruptor automático magneto térmico (guarda motor) -F1
- Contactores -KM1 y -KM2
- Motor trifásico -M1
- Pulsadores -S5 y -S6
- Luces indicadoras -H1 y -H2
- Cables de conexión

Procedimiento:

1. Identifique cada uno de los elementos representados por su símbolo según IEC 1082-1, en los circuitos de potencia y control de la figura 5.3 y 5.4 respectivamente.
2. Identifique físicamente los elementos utilizados en los circuitos eléctricos representados, guíese por la simbología que presenta el banco de pruebas, en cada uno de sus elementos eléctricos.
3. Analizar la forma de conexión de los circuitos representados en la figura 5.3 y 5.4.
4. Es necesario que el circuito se lo desarrolle de forma correcta y el cuidado que representa manejar corriente eléctrica.
5. Conecte el circuito de control tal como se muestra en la figura 5.3.
6. Active el breaker -Q2 para observar su funcionamiento.
7. Compruebe si las conexiones son correctas pulse -S5 deberá enclavarse el contactor -KM1 y encenderse -H1 significa que el motor debería girar en un sentido. Ahora pulse Stop -S4 para detener luego pulse -S6 lo que enclavaría -KM2 y enciende -H2 ahora el motor giraría en el otro sentido. Los contactores estarán realimentados y enclavados para evitar la simultaneidad de funcionamiento de ambos, caso contrario existiría un cortocircuito.
NOTA: Antes de realizar la inversión de giro espere que se detenga el motor.
8. Desactive el breaker -Q2.
9. Procedemos a conectar el circuito de potencia (fig. 5.4.)
10. Observe si las conexiones son correctas o si se encuentra un cable sin conectar.
11. Una vez conectado y revisado el cableado preceda a energizar el sistema los breakers -Q1 y -Q2.
12. Observe su funcionamiento realizando los pasos del literal 7
13. Cuando entre a funcionar un contactor el otro no podrá funcionar aun cuando se le dé la orden de marcha, analice que produce este efecto.

Circuito de control:

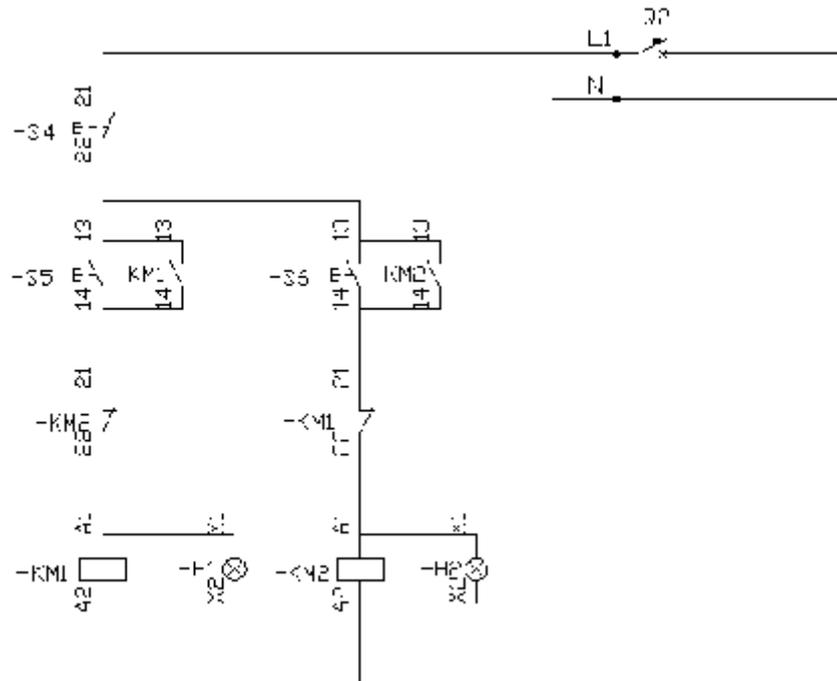


Fig. 5.3. Circuito de control de cambio de giro.

Circuito de potencia:

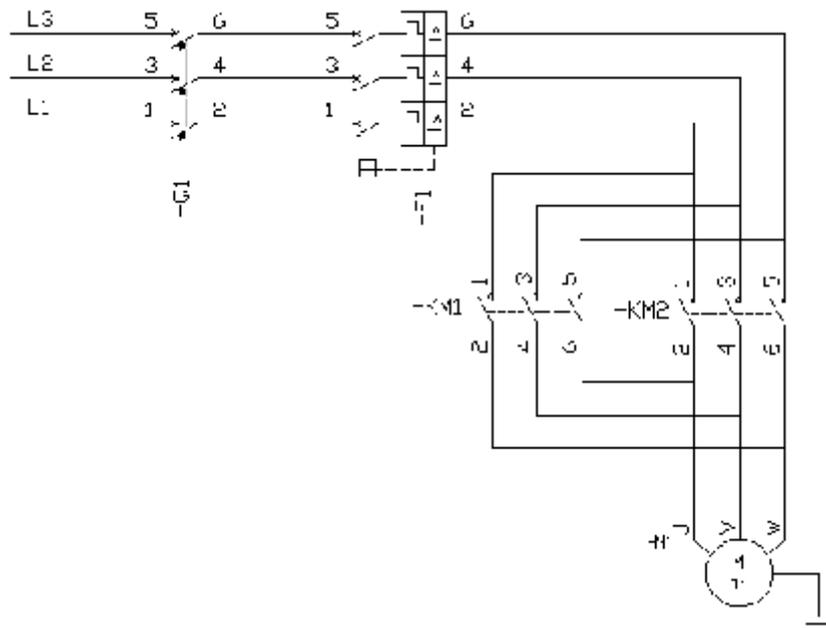


Fig. 5.4. Circuito de potencia de cambio de giro.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.3 PRÁCTICA 3

Tema: Circuitos de control temporizados.

Objetivos:

- Conocer el circuito de control de un temporizador a la conexión.
- Entender y encontrar aplicaciones de este tipo de circuito.
- Comprobar y analizar el funcionamiento.

Marco teórico:

Este circuito es imprescindible en todo automatismo que necesite un retardo en alguna de sus fases de funcionamiento, como por ejemplo el arranque estrella-triángulo de un motor asíncrono trifásico. En la figura adjunta se representa el circuito de mando de un automatismo que utiliza un relé temporizador a la conexión.

Instrumentos y equipos:

- Breaker -Q2
- Selector -S2
- Temporizador -KA3
- Luz indicadora -H1
- Cables de conexión

Procedimiento:

1. Identificar cada uno de los elementos representados por su símbolo según IEC 1082-1, en los circuitos de control de la figura 5.5 y 5.6.
2. Identificar físicamente los elementos utilizados en los circuitos eléctricos representados, guíese por la simbología que presenta el tablero en cada uno de sus elementos eléctricos.
3. Analizar la forma de conexión de los circuitos representados en la figura 5.5 y 5.6.
4. Los circuitos temporizados mostrados son de aplicación distinta, en esta práctica se desarrollará solo los circuitos de control, quedando la aplicación como investigación.
5. Es necesario que el circuito se lo desarrolle de forma correcta y el cuidado que representa manejar corriente eléctrica, desarrolle primero el circuito de control temporizado a la conexión con contacto normalmente abierto (Fig.5.5)
6. Programar un tiempo prudencial (15 segundos) en el temporizador -KA3 para poder observar el funcionamiento.
7. Revise si la conexión está correctamente realizada
8. Concluido los pasos anteriores active el selector -S2 y observe el funcionamiento del circuito elaborado, la luz indicadora -H1 deberá encenderse una vez transcurrido el tiempo programado.
9. Concluido la práctica escriba una aplicación para el circuito elaborado, desconecte el circuito.
10. Continúe con la conexión del circuito de control de la figura 5.6
11. Programar un tiempo prudencial (15 segundos) para poder observar el funcionamiento.
12. Energice el breaker -Q2, active el selector -S2 y observe lo que sucede, la luz indicadora deberá apagarse luego de transcurrido el tiempo programado.
13. Concluya la práctica con las practica posibles para los circuitos elaborados además de conclusiones y recomendaciones

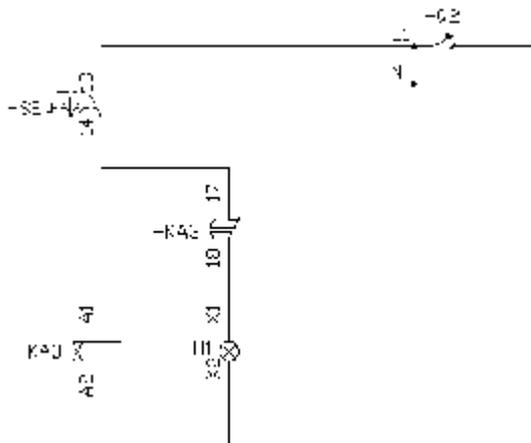
Circuito de control:

Fig. 5.5. Circuito de control temporizado contacto NO

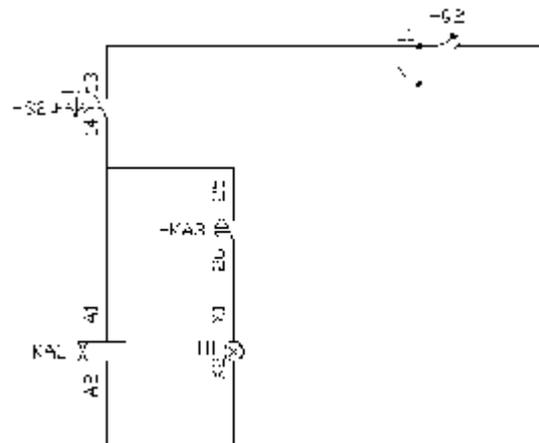


Fig. 5.6. Circuito de control temporizado contacto NC.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.4 PRÁCTICA 4

Tema: Simulación arranque estrella triángulo de un motor trifásico

Objetivos:

- Realizar la conexión necesaria para la simulación.
- Entender el funcionamiento de un arranque estrella triángulo.
- Describir su funcionamiento.

Marco teórico:

La conexión en estrella y triángulo en un circuito para un motor trifásico, se emplea para lograr un rendimiento óptimo en el arranque de un motor. El estrella triángulo o estrella delta es uno de los sistemas de arranque suaves de grandes motores trifásicos, pertenece al grupo de los de tensión reducida, consiste en aplicar al motor en el momento del arranque una tensión más reducida que durante el funcionamiento normal. Todo esto para limitar el pico de intensidad de arranque del motor que puede ser hasta 7 veces el de intensidad de funcionamiento.

Por ejemplo, si tenemos un motor trifásico, y este es utilizado para la puesta en marcha de turbinas de ventilación que tienen demasiado peso, pero deben desarrollar una rotación final de alta velocidad, es necesario conectar ese motor trifásico con un circuito que nos permita cumplir con los requerimientos de trabajo, los motores que poseen mucha carga mecánica, como el ejemplo anterior, les cuesta comenzar a girar y terminar de desarrollar su velocidad final. Para ello, se cuenta con la conexión estrella-triángulo o estrella-delta.

El sistema de arranque consta de 1 contactor general, un temporizador que regula el tiempo durante el cual el motor se mantiene en conexión estrella y pasa a triángulo y 2 contactores de maniobra que son los que cambian la condición de las bobinas del motor.

Instrumentos y equipos:

- Breakers -Q1 y -Q2
- Interruptor automático magneto térmico (guarda motor) -F1
- Contactores -KM1 -KM2 y -KM4
- Relé térmico -F2
- Pulsadores -S4 y -S5
- Luz indicadora -H1 y -H3
- Temporizador -KA3
- Cables de conexión

Procedimiento:

1. Identificar cada uno de los elementos representados por su símbolo según IEC 1082-1, en los circuitos de potencia y control de la figura 5.7 y 5.8 respectivamente.
2. Identificar físicamente los elementos utilizados en los circuitos eléctricos representados, guíese por la simbología que presenta el tablero.
3. Analizar la forma de conexión de los circuitos representados en la figura 5.7 y 5.8.
4. Para realizar la práctica no se puede conectar al motor de 0.5 HP ya que no posee las condiciones para funcionar con este tipo de conexión.
5. Es necesario que el circuito se lo desarrolle de forma correcta poniendo mucha atención y el cuidado que representa manejar corriente eléctrica.
6. Conecte el circuito de control que se observa en la (fig.5.7), El tiempo de programación en el temporizador -KA3 es de 4-6 segundos.
7. Una vez conectado y revisado procedemos a su funcionamiento para lo que se debe encender -Q2.
8. Accionamos el pulsador -S5 y observamos que se enclavan los contactores -KM4, -KM1 y la luz indicadora -H1 teniendo de esta manera la conexión en estrella. Luego de transcurrido el tiempo programado (4 a 6 seg.) debe desenclavarse el -KM1 y enclavarse el -KM2, quedando activados los contactores -KM2, -KM4 y la luz indicadora -H2 teniendo la conexión en triángulo.
9. Desactive el -Q2, analice y converse con sus compañeros el funcionamiento del circuito.
10. Analice el circuito de potencia (fig. 5.8) como es su funcionamiento ya que no podemos realizar la conexión debido a que el motor que tenemos no se presta para dicha conexión.

Circuito de control:

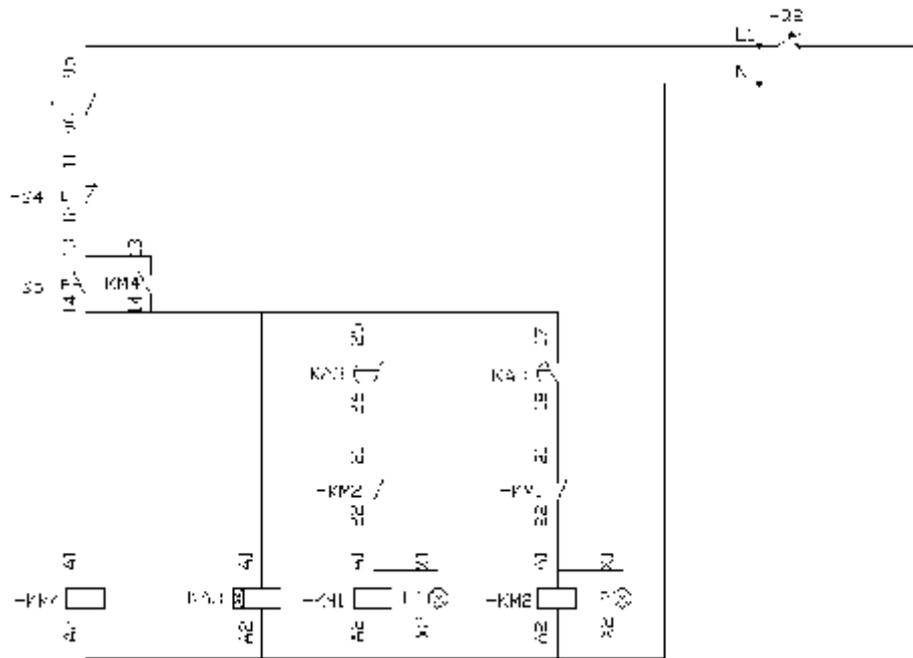


Fig. 5.7. Circuito de control arranque estrella triangulo.

Circuito de potencia:

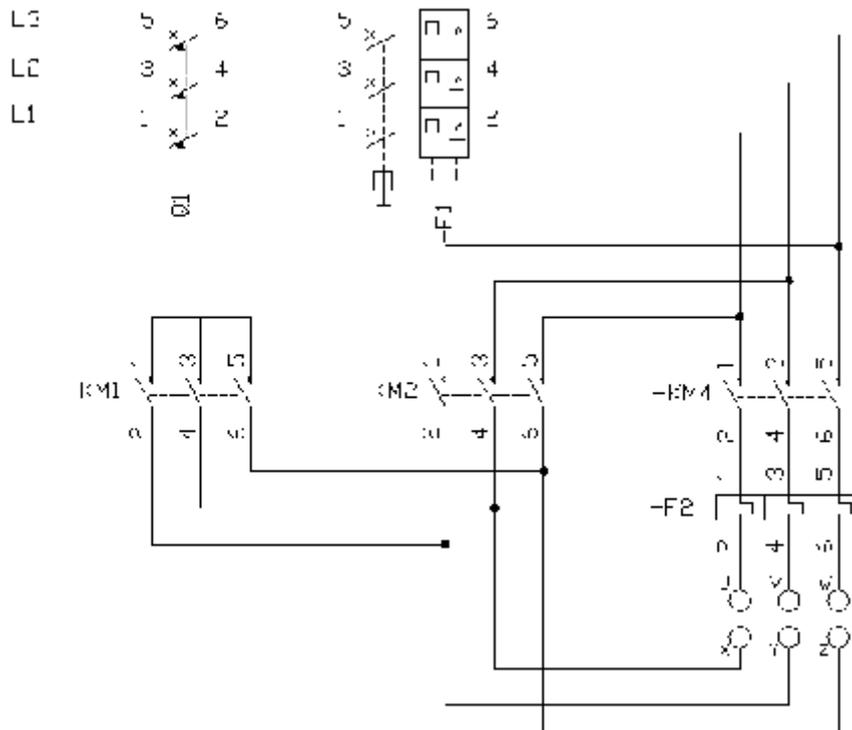


Fig. 5.8. Circuito de potencia arranque estrella triangulo.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.5 PRÁCTICA 5

Tema: Configuración y manejo del variador de frecuencia (Arranque suavizado)

Objetivos:

- Conocer la configuración de un variador Sinamics G110.
- Realizar las conexiones necesarias para su funcionamiento.
- Conocer los parámetros de funcionamiento del variador.

Marco teórico:

Una gran parte de los equipos utilizados en la industria moderna funcionan a velocidades variables, como por ejemplo los trenes laminadores, los mecanismos de elevación, las máquinas-herramientas, etc. En los mismos se requiere un control preciso de la velocidad para lograr una adecuada productividad, una buena terminación del producto elaborado, o garantizar la seguridad de personas y bienes.

El variador de frecuencia regula la frecuencia del voltaje aplicado al motor, logrando modificar su velocidad, como lo muestra la ecuación 5.1.

$$\eta = \frac{60 * f}{Pp}$$

Donde :

η = velocidad

5.1

f = frecuencia

Pp = Pares de polos

Instrumentos y equipos:

- Breakers –Q2
- Interruptor automático magneto térmico (guarda motor) -F1
- Cables de conexión
- Variador de frecuencia SINAMICS G110

Procedimiento:

1. Identificar cada uno de los elementos representados por su símbolo según IEC 1082-1, en los circuitos de potencia y control de la figura 5.9.
2. Identificar físicamente los elementos utilizados en los circuitos eléctricos representados, guíese por la simbología que presenta el tablero en cada uno de sus elementos eléctricos.
3. Analizar la forma de conexión del circuito representado en la figura 5.9.
4. Es necesario que el circuito se lo desarrolle de forma correcta con toda la atención posible y el cuidado que representa manejar corriente eléctrica.
5. Tomar los cables de conexión y conecte el circuito de potencia (Fig. 5.9), guiándose por el referenciado de las bornas de conexión (Jack hembra), tal y como muestra la figura 5.9, se recomienda iniciar desde la alimentación de energía (L1, L2, L3) después de -Q1 (Breaker) y -F1 (Guarda-motor) a través del variador de frecuencia hasta llegar a la carga -M1 (Motor trifásico).
11. Una vez terminado el circuito de potencia energice el sistema para verificar que las conexiones son correctas, caso contrario verifique y repita los pasos anteriores, en caso de existir un corto circuito el guarda motor y/o el breaker se activara, de producirse, revise detenidamente e identifique el error y compruebe de nuevo.
6. Iniciar la programación solo cuando el variador se encuentre energizado,
7. En el BOP (Basic Operator Panel) del variador SINAMICS G110 se encuentran los botones de configuración y el Displays de indicación de estado, tabla 5.5.

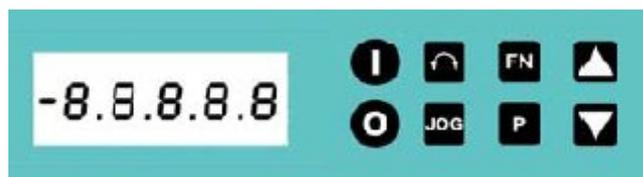


TABLA 5.5 DESCRIPCIÓN DEL B.O.P. SINAMICS G110.

Panel/botón	Función	Panel/botón	Función
	Encender motor		Función
	Detener motor		Introducir parámetros
	Cambio de dirección		Incrementar valores
	JOG motor		Decremento valores

8. Ingrese los parámetros pulsando para la iniciar la configuración
9. En el número de parámetro ingresado seleccione uno de los valores recomendados en la tabla 5.6 mediante los botones de incremento o decremento , .
10. Para pasar al siguiente parámetro retorne presionando función y luego el botón de incremento .

TABLA 5.6 PARÁMETROS DE PROGRAMACIÓN DEL SINAMICS G110.

PARAMETROS	INDICACIONES
P0010	Inicio de la puesta de servicio = 1
P0100	0= kW/50Hz; 1= hp/60Hz; 2= kW/60Hz.
P0304	Tensión nominal del motor (220V) <i>Observe dato de placa</i>
P0305	Corriente nominal del motor (1.9A) <i>Observe dato de placa</i>
P0310	Frecuencia nominal del motor (60Hz) <i>Observe dato de placa</i>
P0311	Velocidad nominal del motor (1560rpm) <i>Observe dato de placa</i>
P0700	Selección de la fuente de ordenes =1
P1000	Selección de la consigna =1
P1080	Frecuencia. Mín. del motor (ajuste la variación 10 Hz)
P1082	Frecuencia. Máx. del motor (ajuste la variación 60 Hz)
P1120	Tiempo que lleva acelerar de la parada a la frecuencia máx.
P1121	Tiempo que lleva desacelerar de la frecuencia máx. a la parada
P3900	Fin de puesta de servicio rápida con cálculo del motor y reajuste de fabrica

11. Una vez ingresado los parámetros proceda a encender el motor pulsando el botón  en el BOP del variador de frecuencia.
12. Podrá variar la velocidad con los botones de incremento y decremento de valores , .

Circuito de potencia:

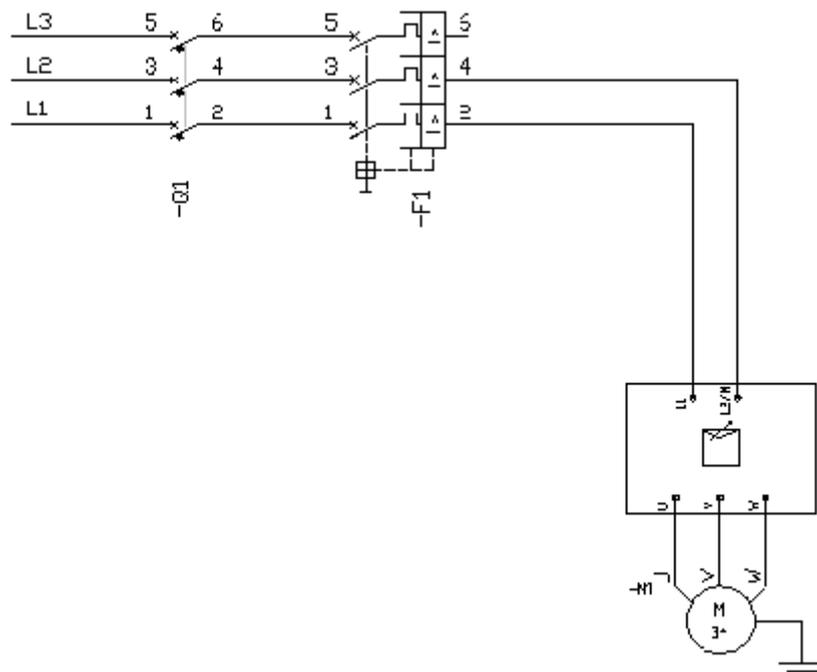


Fig. 5.9. Circuito de potencia arranque suavizado.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.6 PRÁCTICA 6

Tema: Programación de un timbre con LOGO!

Objetivos:

- Conocer la programación en el interfaz de LOGO!Soft Comfort.
- Realizar la simulación en el programa.
- Conectar el circuito necesario para el funcionamiento del LOGO!.

Marco teórico:

Un Controlador Lógico Programable es un dispositivo utilizado para controlar operaciones de procesos o máquinas, está compuesto por la Unidad de Procesamiento Central (CPU) y Las Interfaces de Entradas y Salidas (E/S).

Las Interfaces de Entrada/Salida reciben una señal de los aparatos de campo (elementos sensores), las cuales indican al CPU el programa que se debe ejecutar, luego el CPU ordena (por medio de la interface de salida) conectar o desconectar los aparatos activados.

Los programas introducidos por el usuario a más tardar a la hora de poner en marcha el sistema donde funcionara el PLC son denominados programas de aplicación, estos programas son almacenados dentro de la memoria y son mantenidos por una tensión suministrada por la fuente de poder, tanto la memoria como la fuente de poder y el sistema procesador que se encarga de ejecutar los programas, son partes del CPU.

Instrumentos y equipos:

- Breakers -Q2
- Selector de tres posición -S2
- Cables de conexión
- LOGO!
- Zumbador -H4

Procedimiento:

1. Abra el programa 

2. Iniciar un nuevo esquema eléctrico, llenar las propiedades del nuevo esquema eléctrico.
3. Arrastre los elementos necesarios de la barra de funciones hacia el interfaz de programación, para crear el siguiente diagrama de conexión (Fig.5.10).
 - a. Temporizador semanal ->B01.
 - b. OR ->B05.
 - c. Retardo a la desconexión ->B04
 - d. O Exclusiva ->B06.
 - e. Salida ->Q1.

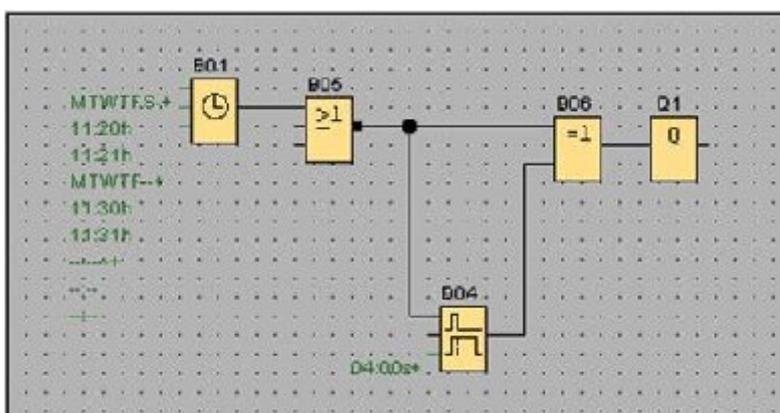


Fig. 5.10. Funciones para programación de un timbre.

4. Guarde el programa como “Timbre”.
5. Configure los tiempos del [Temporizador semanal] (Fig.5.11); recomendación ponga los tiempos en el rango de tiempo que dure la práctica y considerando que el tiempo que tarde el transferir el programa al LOGO.



Fig. 5.11. Configuración de temporizador semanal.

6. Inicie la simulación , el circuito se pondrá en el siguiente estado (Fig.5.12).

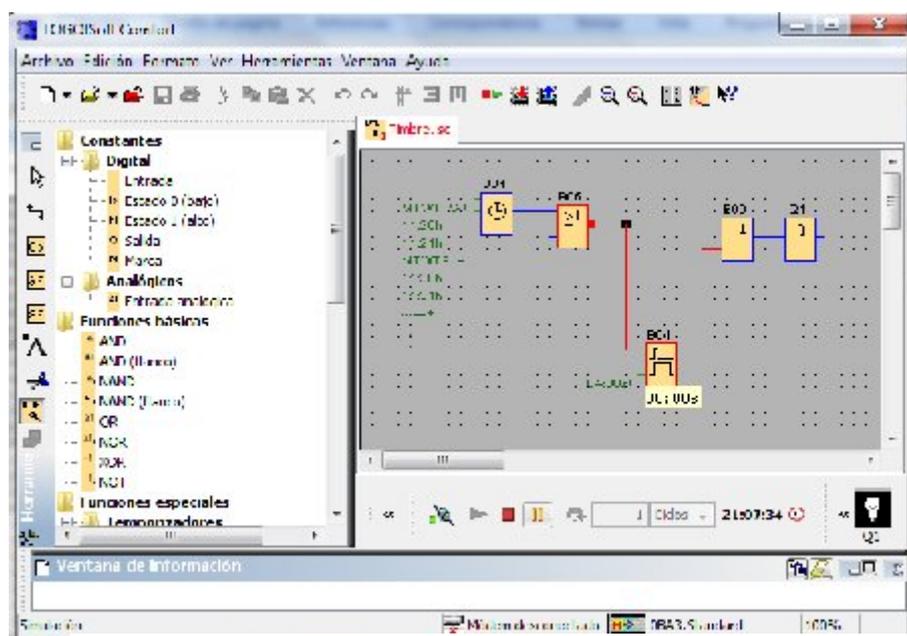


Fig. 5.12. Simulación de la programación de un timbre.

7. Una vez comprobado su funcionamiento puede cargar el programa al LOGO! mediante el cable de conexión PC-LOGO!

8. Verifique la versión sea  OBA3.Standard si no lo es, de click para cambiarlo.

9. Conecte el PC al LOGO! por medio del cable de conexión.

10. Cargue el LOGO!, Herramientas/ Transferir/ PC>LOGO!.



11. Realice la conexión del circuito como se muestra en la figura 5.13, guiándose por el referenciado de las bornas de conexión (Jack hembra), inicie la conexión en la alimentación L1 (breaquer –Q2) a través de la entrada de señal del Logo (selector –S2) y la salida del Logo (Indicador –H4).

13. Observe si las conexiones son correctas o si se encuentra un cable sin conectar.

12. Una vez terminado el circuito energice el sistema para verificar que las conexiones son correctas, caso contrario verifique y repita el procedimiento 11, en caso de existir un corto circuito el guarda motor y/o el breaker se activara, de producirse, revise detenidamente e identifique el error y compruebe de nuevo.

12. Active el selector -S2 observe el funcionamiento de la conexión, de acuerdo al horario de programación del temporizador podrá escuchar el timbre que funcionara por todos los días programados en el mismo horario.

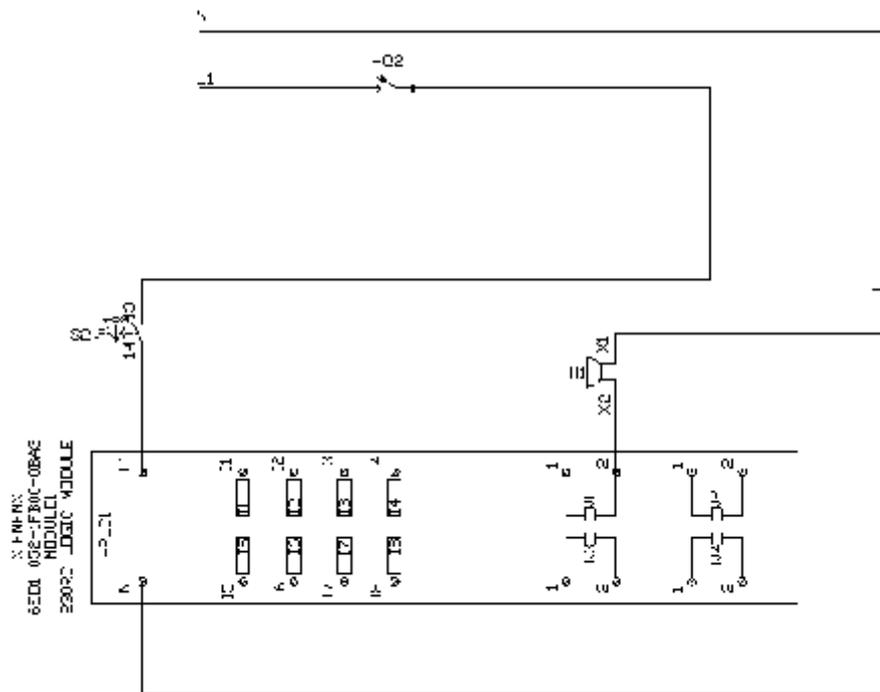


Fig. 5.13. Circuito de conexión de un timbre en LOGO!.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.7 PRÁCTICA 7

Tema: Programación de un semáforo con LOGO!

Objetivos:

- Profundizar en la programación del interfaz de LOGO!Soft Confort.
- Realizar la simulación en el programa.
- Conectar el circuito necesario para el funcionamiento del LOGO!
- Conocer más funciones de programación.

Marco teórico:

Actualmente existe una gran variedad de Autómatas Programables en el mercado; sin embargo, la estructura básica de todos ellos es la misma.

Un Autómata Programable está constituido en su forma más simple, por:

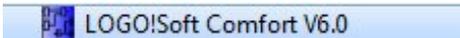
- **Unidad Central de Procesamiento (CPU).**
 - **El Sistema Procesador**, todos los procedimientos y procesos (diagnóstico, supervisión, etc.) que se realizan mediante programas internos almacenados en la memoria del PLC.
 - **El Sistema de Memoria**, la unidad de Memoria tiene la función de almacenar programas y datos.
 - **La Fuente de Poder**, su responsabilidad no es solamente la de proveer los requerimientos de voltaje DC a los componentes del PLC, (es decir: al Procesador, a la memoria y a las entradas/salidas), sino también al monitor. Además, debe regular el voltaje suplido y debe alertar al CPU si todo marcha bien.
- **Unidades de Entradas y Salidas (E/S).**

Las Unidades de Entradas/Salidas son las interfaces entre el CPU y el mundo exterior (equipo de campo). Ellas tienen la función de convertir las señales provenientes del exterior en información procesable por el CPU así como también se encargan de la conversión de la información emitida por el CPU en señales con significado físico.

Instrumentos y equipos:

- Breakers -Q2
- Pulsadores -S5 y -S6
- Selector -S2
- Cables de conexión
- LOGO!
- Luces indicadoras -H1, -H2 y -H3

Procedimiento:

1. Abra el programa  LOGO!Soft Comfort V6.0
2. Inicia un nuevo esquema eléctrico, llenar las propiedades del nuevo esquema eléctrico.
3. Arrastre los elementos necesarios de la barra de funciones hacia el interfaz de programación, para crear el siguiente diagrama de conexión (Fig.5.14).
 - a. Entradas ->I1 y I2
 - b. OR ->B007, B008, B009.
 - c. Retardo a la desconexión ->B001
 - d. Retardo a la conexión ->B002, B004,B005
 - e. Relé autoenclavador ->B003,B006
 - f. Salidas ->Q1, Q2, Q3 .

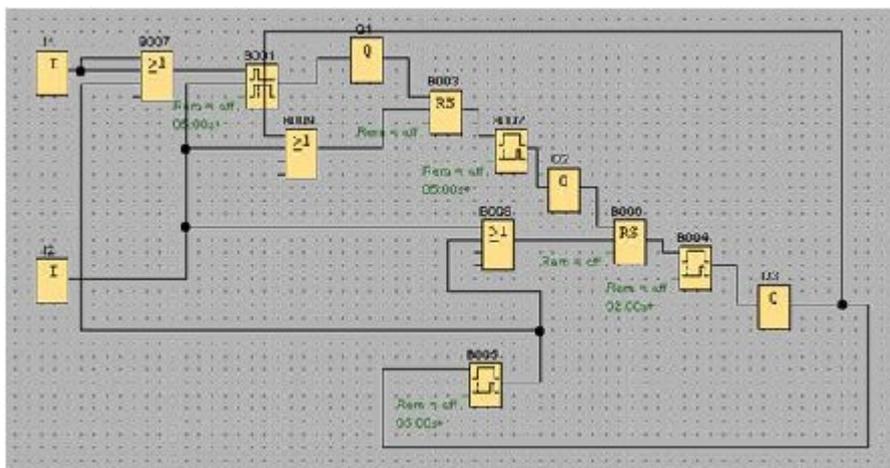


Fig. 5.14. Funciones para programación de un semáforo.

4. Guarde el programa como “Semáforo”.
5. Configure los tiempos del B001 [Retardo a la desconexión] (Fig.5.15); en 5 seg.

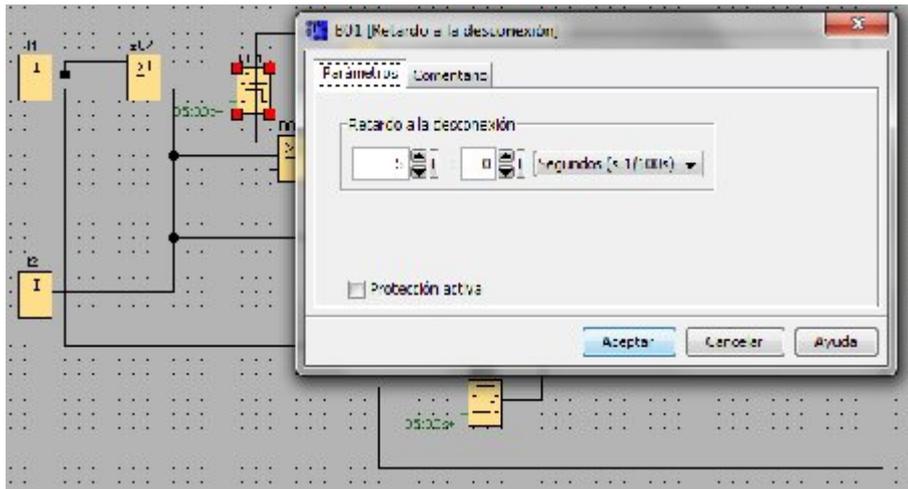


Fig. 5.15. Configuración de la función retardo a la desconexión.

6. Configure los tiempos del B002 [Retardo a la conexión] (Fig.5.16); en 5 seg.

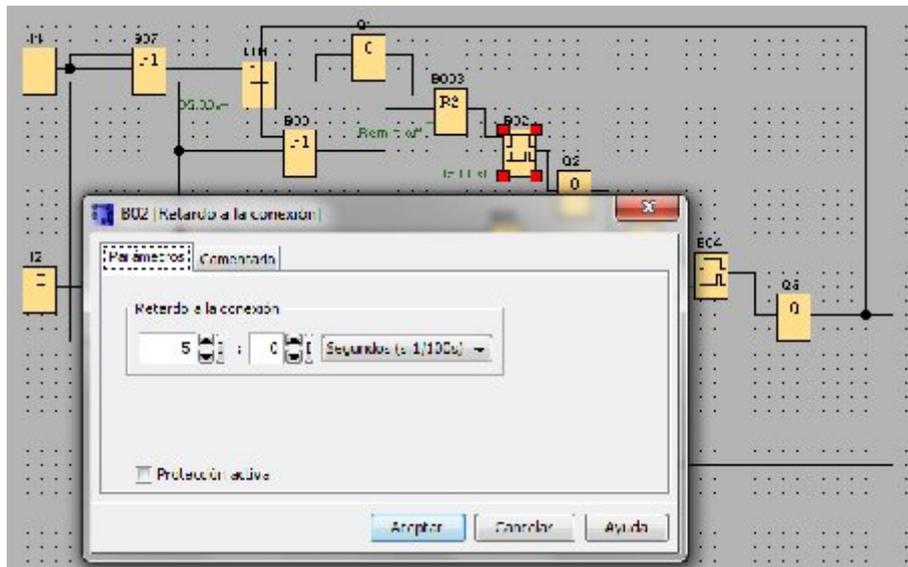


Fig. 5.16. Configuración de la función retardo a la conexión.

7. Configure los tiempos del B004 [Retardo a la conexión]; en 2 seg.
8. Configure los tiempos del B005 [Retardo a la conexión]; en 5 seg.
9. Con la configuración de los tiempos, se tiene la secuencia de encendido verde Q1, amarillo Q2, rojo Q3.
10. Inicie la simulación , el circuito se pondrá en el siguiente estado (Fig.5.17).

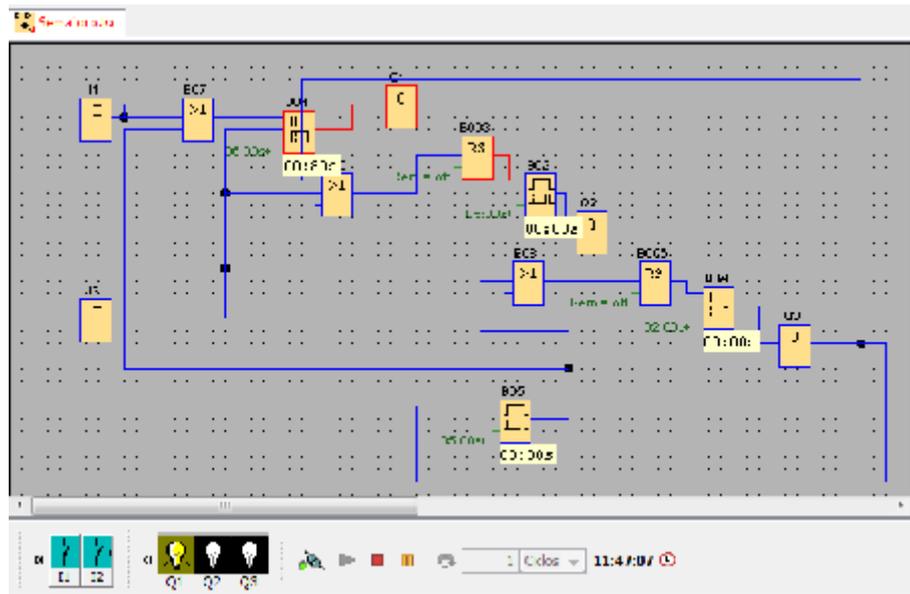
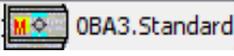


Fig. 5.17. Simulación de la programación de un semáforo.

11. Una vez comprobado su funcionamiento puede cargar el programa al LOGO! mediante el cable de conexión PC-LOGO!
12. Verifique la versión sea  si no lo es de click para cambiarlo.
13. Conecte el PC al LOGO! por medio del cable de conexión.
14. Cargue el LOGO!



15. Realice la conexión del LOGO! como se muestra en el diagrama de la figura 5.18. guiándose por el referenciado de las bornas de conexión (Jack hembra), inicie la conexión en la alimentación L1 (breaquer -Q2) a través de la alimentación del Logo (selector -S2) y entradas de señal de I1 encendido (pulsador -S6) y I2 apagado (pulsador -S4) y la salida del Logo Q1, Q2, Q3 con los Indicadores -H1, -H2, -H3 respectivamente.
16. Observe si las conexiones son correctas o si se encuentra un cable sin conectar.
17. Una vez terminado el circuito de potencia energice el sistema para verificar que las conexiones son correctas, caso contrario verifique y repita el procedimiento 15, en caso de existir un corto circuito el guarda motor y/o el breaker se activara, de producirse, revise detenidamente e identifique el error y compruebe de nuevo.

18. Energice el LOGO activando el selector –S2, inicie la secuencia de encendido de luces (semáforo) pulsando –S6, observe el funcionamiento de la conexión, verifique la secuencia verde-amarillo-rojo-verde y desactive el semáforo.
19. De no funcionar como lo previsto repita todos los pasos anteriores.

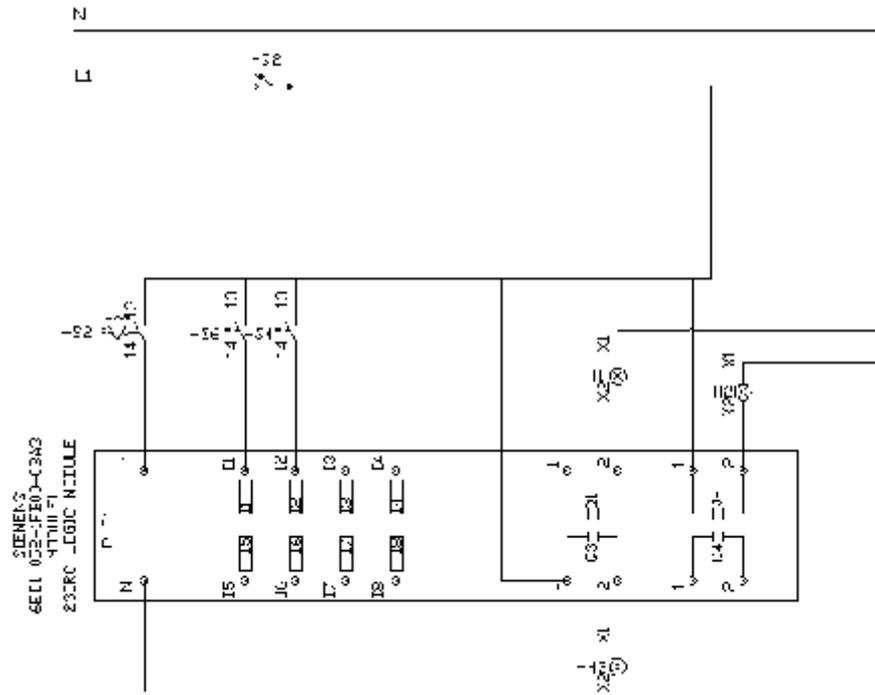


Fig. 5.18. Circuito de conexión de un semáforo en LOGO!.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.3.8 PRÁCTICA 8

Tema: Introducción a la programación en LabVIEW

Objetivos:

- Conocer sobre la programación en LabVIEW
- Realizar la simulación en el programa.
- Conocer las funciones de programación.

Marco teórico:

LabVIEW es un ambiente de desarrollo de programas, así como C o BASIC o el LabWindows de National Instruments. Sin embargo, LabVIEW es diferente de estas aplicaciones en un aspecto importante. Estos programas hacen uso de sistemas de programación basados en texto para crear líneas de código, mientras LabVIEW usa un lenguaje de programación gráfico, Lenguaje G, para crear programas en forma de diagramas de bloques.

LabVIEW tiene extensas bibliotecas de funciones para cualquier tarea de la programación. Incluye bibliotecas para la adquisición de los datos, GPIB y control de instrumentos, análisis, presentación y almacenamiento de datos. También incluye herramientas de desarrollo de programas convencionales, para que pueda poner puntos de ruptura, animar la ejecución de los programas haciendo que las tareas de programación sea más sencillo.

Los programas de LabVIEW se llaman Instrumentos Virtuales (VIs) porque su apariencia y funcionamiento imitan los instrumentos reales. Sin embargo, los VIs son similares a las funciones de los lenguajes de programación convencionales.

Instrumentos y equipos:

Para el entrenamiento en LabVIEW es necesario conocer de los términos utilizados, herramientas de programación y componentes de aplicación utilizados en este software, esta información está disponible en el capítulo VI de esta tesis.

Además debe contar con el software LabVIEW que se encuentra instalado en la computadora del laboratorio de control automático.

Procedimiento:

1. El objetivo es crear un VI (Instrumento Virtual) que convierta de grados Celsius a grados Fahrenheit, utilizando las herramientas de programación en el panel frontal (izquierda) y el panel blanco o diagrama de bloques (derecha) (Fig.5.19).

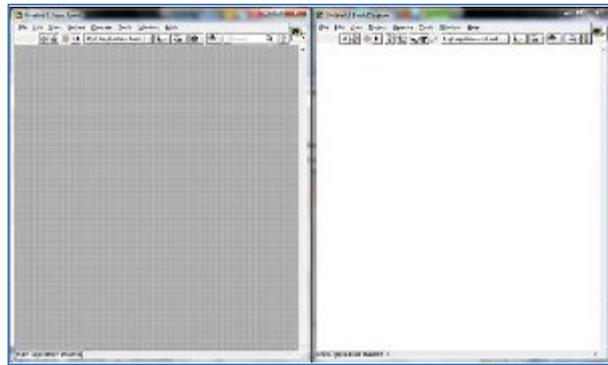


Fig. 5.19. Interfaz de programación de LabVIEW.

2. El VI deberá de tomar un valor de entrada ($^{\circ}\text{C}$), multiplicarlo por 1.8, sumarle 32, y desplegar el resultado ($^{\circ}\text{F}$). El panel frontal deberá mostrar el valor de entrada y el resultado. Cree en el panel frontal la siguiente interfaz (Fig.5.20).

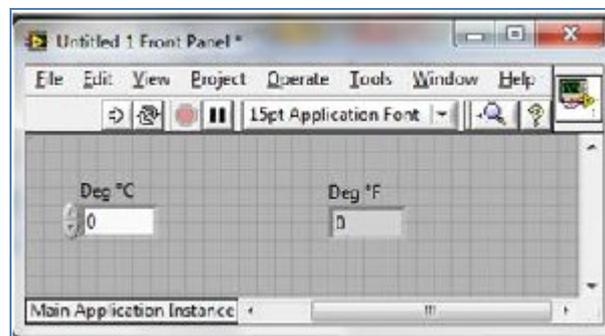


Fig. 5.20. Panel frontal convertir $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{F}$.

3. Realice las operaciones necesarias en el diagrama de bloques para lograr la programación requerida (Fig.5.21).

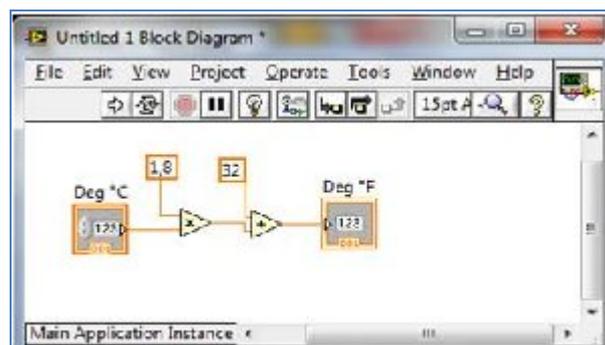


Fig. 5.21. Diagrama de bloques convertir $^{\circ}\text{C}$ a $^{\circ}\text{F}$.

4. Construir el icono del VI. Utilizando las herramientas del software cree el icono como de muestra (Fig.5.22), esto servirá para identificar el VI

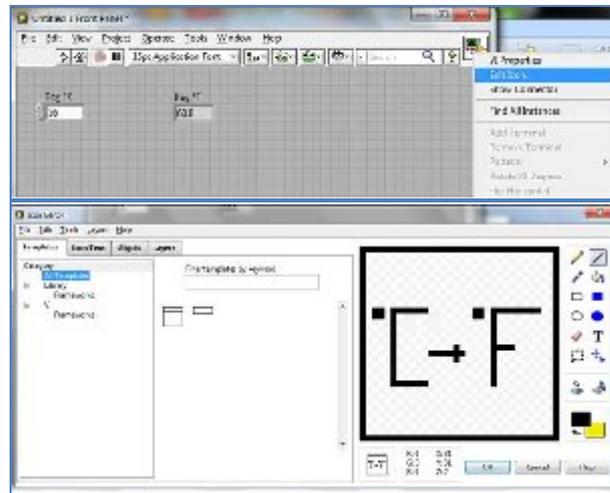


Fig. 5.22. Crear el icono de identificación.

5. Construir el conector del VI, Seleccione un patrón para utilizar en el conector (Fig.5.23).

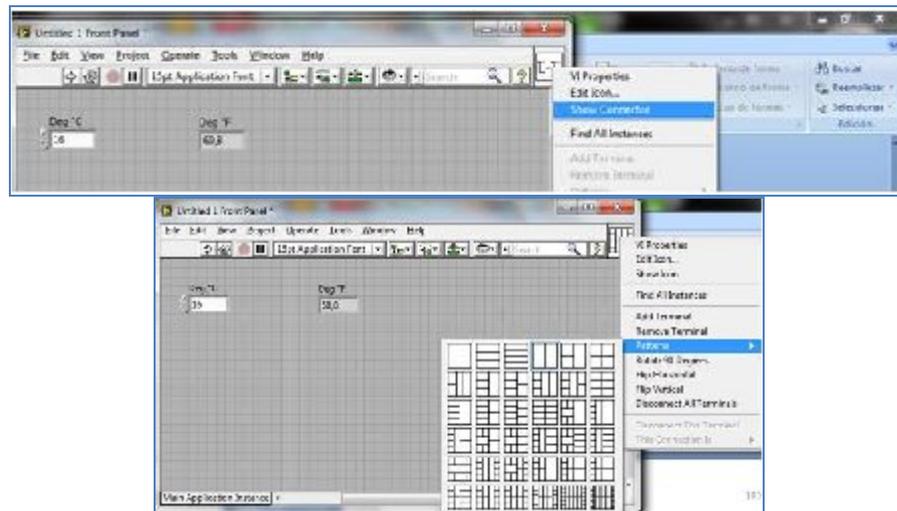


Fig. 5.23. Construir los conectores del VI °C a °F.

6. Coloque las entradas en la izquierda y las salidas a la derecha para evitar patrones complicados y poco claros en su VI (Fig.5.24).

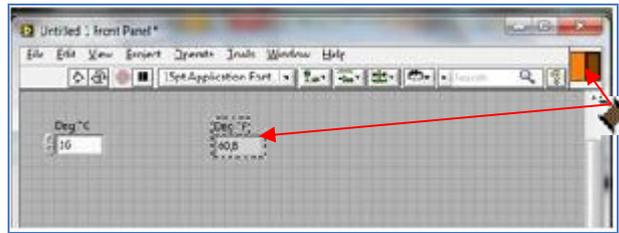


Fig. 5.24. Colocar las entradas y salidas del VI °C a °F.

7. Documentos de un VI, en propiedades de VI se puede ingresar la documentación de ayuda (Fig.5.25).

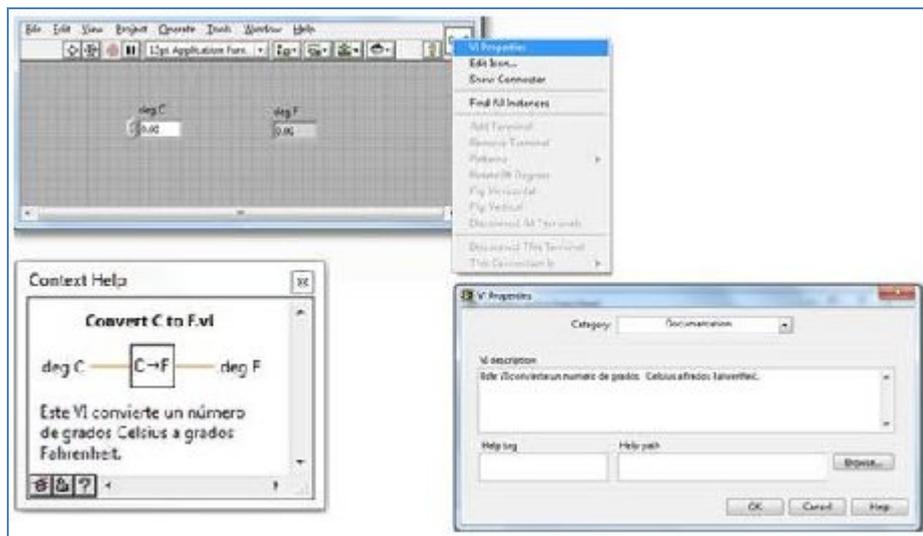


Fig. 5.25. Ingresar la documentación de identificación al VI

8. Guarde como “Convertir °C a °F” y cierre.
 9. Conecte el cable conexión USB del PC a la tarjeta NI USB 6210
 10. Abra un nuevo panel seleccionando New del menú File, dibuje el panel frontal y el diagrama de bloques indicado (Fig.5.26).

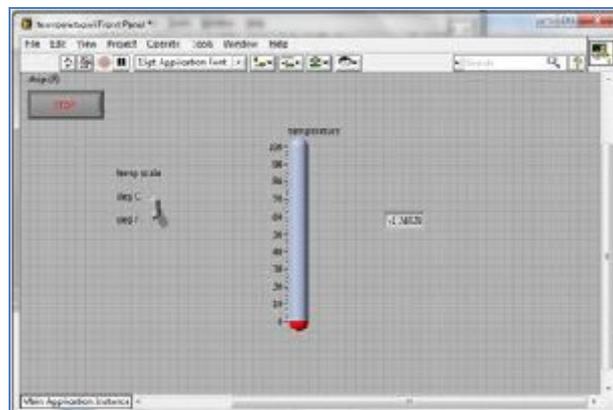


Fig. 5.26. Panel frontal para utilizar el VI °C a °F.

14. Seleccione el canal ai0 para iniciar la configuración este puerto se puede identificar en la tarjeta claramente con las terminales 15 y 16. Presione Finish. (Fig.5.30).

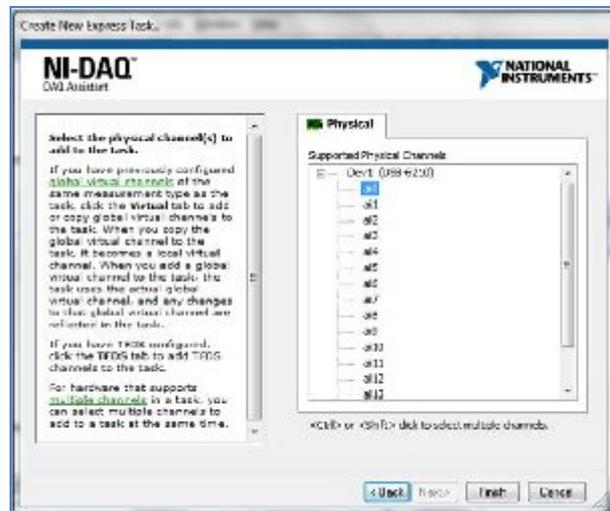


Fig. 5.30. Configuración del DAQ Assistant seleccionar canal.

15. Los valores mostrados son los que el DAQ Assistant necesita para el funcionamiento de la termocupla tipo K que cuenta el banco de pruebas. Ingrese los valores como se indica. (Fig.5.31).

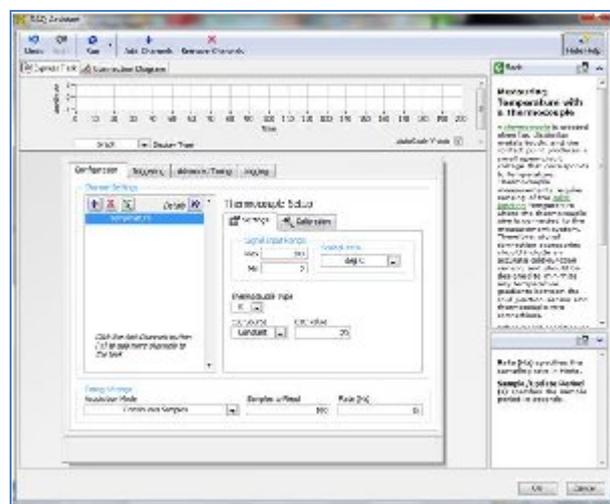


Fig. 5.31. Configuración del DAQ Assistant parámetros de la termocupla.

16. Presione Connection Diagram para generar el diagrama de conexión de la termocupla tipo K y la tarjeta de adquisición de datos. Se muy cuidadoso al conectar la termocupla con la tarjeta guíese por el referenciado de los terminales y las colores. Luego presione OK. (Fig.5.32)

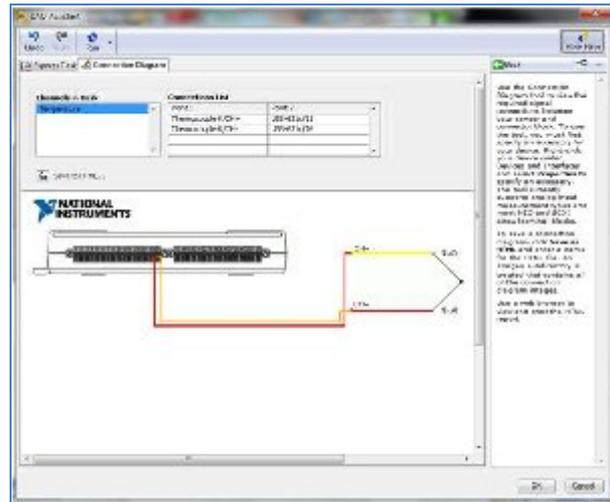


Fig. 5.32. Generar el diagrama de conexión.

17. Iniciar a construir el VI, le pedirá confirmar la creación automática de una estructura while loop presione Yes. (Fig.5.33).



Fig. 5.33. Construir el VI.

18. Inserte en VI “Convertir °C a °F” construido anteriormente de la siguiente manera. Clic derecho en el diagrama de bloques pulse Select a VI, se abrirá la carpeta donde guardo el archivo “Convertir °C a °F” pulse OK y arrastre el VI a interior del While loop. (Fig.5.34)



Fig. 5.34. Insertar el VI “Convertir °C a °F”.

19. Concluir el diagrama de bloques introduciendo un Select de la paleta de funciones de programación.
20. Realice las conexiones como se puede indica. (Fig.5.35)

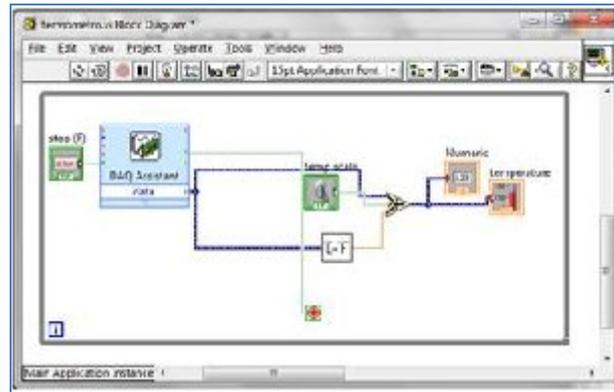


Fig. 5.35. Diagrama de bloques y conexión de “Termómetro”.

21. Verifique que la termocupla está conectada como lo indica el Diagrama de

conexión En el panel frontal pulse Run Continuously 

22. Observe y cambie de estado “deg C” a “deg F”. (Fig.5.36)

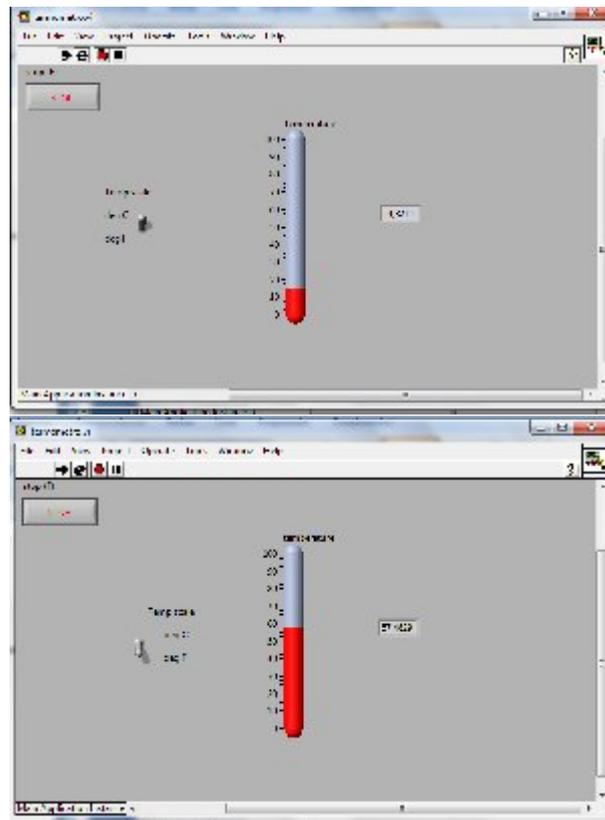


Fig. 5.36. Funcionamiento de la programación de “Termómetro”.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

5.3.9 PRÁCTICA 9

Tema: Control de temperatura de un horno mediante LabVIEW

Objetivos:

- Controlar la temperatura del horno.
- Observar la variación de temperatura respecto al tiempo.
- Realizar adquisición de datos de temperatura.

Instrumentos y equipos:

- Software LabVIEW.
- Tarjeta de adquisición de datos 6210.
- Relé de estado sólido –KA2.
- Termocupla tipo K
- Horno eléctrico.

Marco teórico:

Para esta práctica ya tenemos realizado el panel frontal y la programación. Debido que para la programación *se necesita de un mayor conocimiento de LabVIEW*.

Relé de estado solido

Los relés de estado sólido para corriente alterna (AC) son circuitos híbridos compuesto de un TRIAC de potencia (o dos SCR montados paralelos e inversos) y un opto acoplador. De esta forma es posible aislar totalmente la carga de alto voltaje (117VAC o más) del circuito de control que opera a +5V o en un rango de 3 ~ 32 VDC. Un circuito de “Zero Cross” está normalmente Incluido en estos dispositivos para optimizar el control de la AC. También se utilizan MOSFET, solos o en pares, en circuitos de salida tanto para DC como AC

Procedimiento:

1. Se realiza la conexión de la termocupla a la tarjeta NI USB-6210, conectando en el puerto AI0 respetando la polaridad y colores.
2. Conectar la bobina del relé de estado sólido a la tarjeta, el positivo de la bobina al PI0 (6) y el negativo al DGND (5)
3. Conectar la tarjeta al computador mediante cable USB NI 6210
4. Abrir el programa. (Fig.5.37)

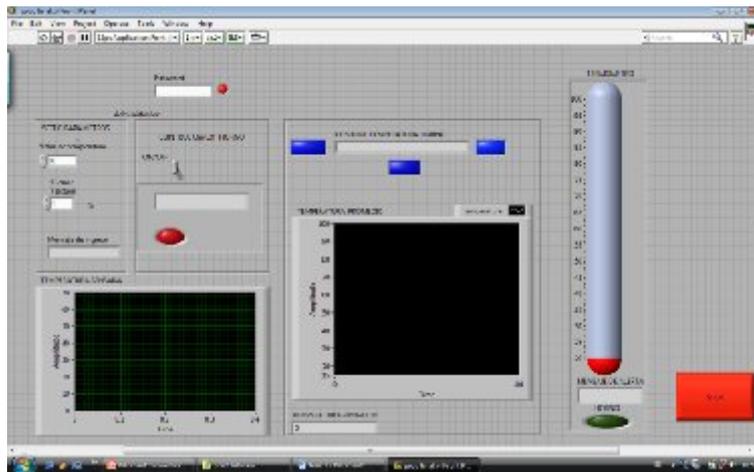


Fig. 5.37. Panel frontal "Control Horno"

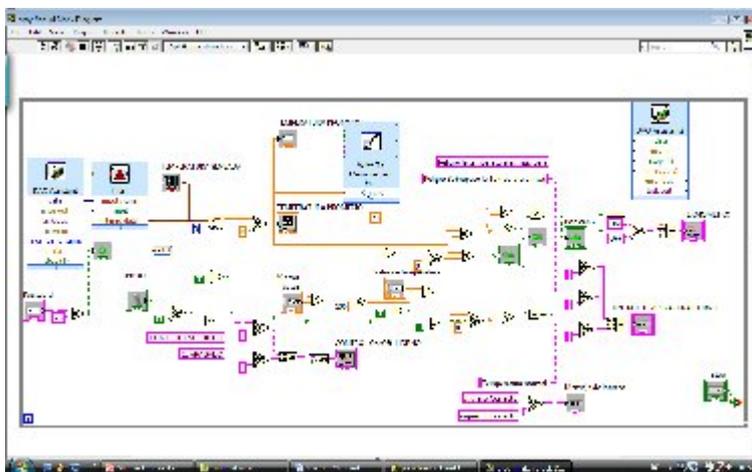
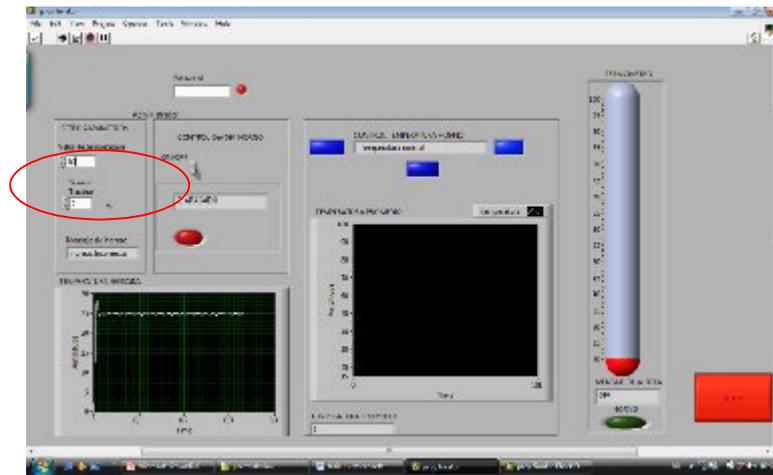


Fig. 5.38. Panel de programación "Control Horno"

5. En seteo de parámetros ingresar el valor de temperatura que desee que opere el horno no supere los 100°C. (Fig.5.39)



6. Luego ingresamos el password (clave). (Fig.5.40)

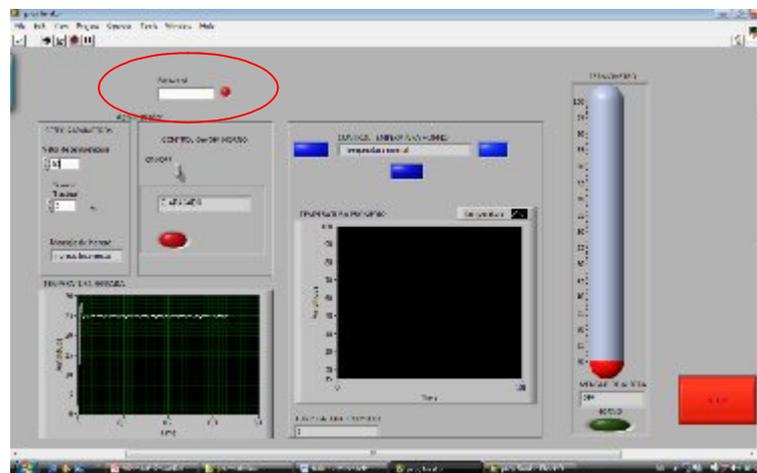


Fig. 5.40. Clave de seguridad del programa

7. Damos clic en ON para que corra el programa. (Fig.5.41)

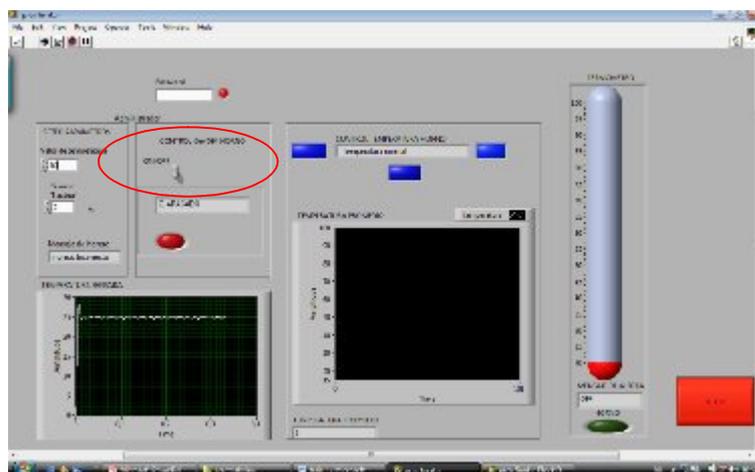


Fig. 5.41. Funcionamiento del programa.

Conclusiones y recomendaciones:

.....

.....

.....

.....

CAPÍTULO VI

6 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico se ha elaborado tomando en cuenta los rubros en lo que tiene que ver con costos directos, indirectos para con ello determinar el costo total de elaboración de la tesis

Con el apoyo del ejecutable APU95 análisis de precios unitarios, se ha desarrollado el análisis económico.

6.1 Costos directos

Muestra la inversión fija.

TABLA 6.1 COSTOS DIRECTOS.

COSTOS DIRECTOS		
ITEM	DENOMINACIÓN	TOTAL
1	MATERIALES	2149.92
2	EQUIPO	50.00
3	MANO DE OBRA	160.00
4	TRANSPORTE	46.71
TOTAL COSTOS DIRECTOS		2406.63

6.2 Costos indirectos

En los costos indirectos se ha estimado un valor del 25% con relación a los costos directos, se considera una utilidad de 0% para fines de estudio realizado en el proyecto de tesis, estos valores de costos indirectos se detallan en la siguiente tabla:

TABLA 6.2. COSTOS INDIRECTOS (25%)

COSTOS INDIRECTOS			
ITEM	DENOMINACIÓN	PORCEN.	VALOR
1	Imprevistos costos directos	0%	0.00
2	Montaje de equipos	5%	120.331
3	Secretaria	0%	0.00
4	Conserje	0%	0.00
5	Servicios Básicos (Luz, Agua, Telf)	0%	0.00
6	Utilidad	0%	0.00
7	Diseño ingenieril.	15%	360.994
8	Ingeniero residente.	0%	0.00
9	Construcciones provisionales.	0%	0.00
10	Combustible	5%	120.331
TOTAL COSTOS INDIRECTOS:		25%	601.65

6.3 Costo total

El costo total del proyecto está representado por la suma de los costos directos e indirectos, por lo tanto:

TABLA 6.3. COSTOS TOTALES

COSTOS TOTALES		
ITEM	DENOMINACIÓN	VALOR
1	Costos directos. (USD)	2406.63
2	Costos indirectos. (USD)	601.65
COSTO TOTAL (USD)		3008.28

Se tiene un valor total del proyecto de tesis de **3008.28 dólares**, los cuales son financiados completamente por los estudiantes encargados de la tesis.

CAPÍTULO VII

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- El banco de pruebas funciona correctamente con las prácticas desarrolladas en los tutoriales del banco de pruebas.
- La creación de módulos y la utilización de conectores banana y Jacks hacen posible que se pueda acoplar fácilmente a otros equipos y módulos de laboratorio para así poder realizar otras prácticas.
- Para proteger a los equipos instalados, en caso de ocurrir un cortocircuito y/o sobrecarga los elementos de protección instalados actúan inmediatamente.
- Para facilitar las conexiones, la alimentación se ha separado en módulo de alimentación de 220V trifásico con neutro para la conexión de potencia, y de una toma monofásica de 120V que se ha dispuesto para los circuitos de control,
- Para las conexiones de los circuitos de control y potencia de las prácticas, los cables de conexión están diseñados para soportar 16 y 20 Amperios respectivamente.
- Las prácticas desarrolladas cumplen con los requerimientos básicos de una instalación eléctrica, es decir los circuitos eléctricos no siempre van a contener los mismos elementos aun así sean para el mismo funcionamiento.
- Una instalación eléctrica por lo menos debe contar con elementos de protección de sobreintensidad y de cortocircuito.

7.2 Recomendaciones

- El uso y manejo de este banco de pruebas es de mucha responsabilidad, por el mismo hecho de que se maneja corriente eléctrica, lo que podría causar un accidente en caso de no seguir las recomendaciones.
- Utilizar puntos comunes para evitar el cableado en exceso con el objeto de evitar accidentes así como también confusión.
- Al realizar la práctica de control de temperatura del horno se sugiere que al ingresar el valor de temperatura no superar los **100°C** por seguridad de los equipos.
- Realizar las conexiones con el módulo de alimentación desactivado, activar una vez de estar seguro de que las instalaciones están correctas.
- Al concluir la práctica cerciorarse que el banco este desenergizado y cada elemento utilizado este en su sitio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ROLDÁN, J. Motores Eléctricos Automatismos de Control. 8va.ed. Madrid: Paraninfo S.A., 1989. pp. 7-87, 148-162, 187-221.
- [2] PILLALAZA, E. Construcción de un Módulo Didáctico para el Aprendizaje y Operación de Controladores Lógicos Programables, Monitoreado mediante el Software Intouch. Escuela Politécnica Nacional. Quito: Marzo, 2006. (Tesis) pp. 88-96.
- [3] UNIVERSIDAD DE OVIEDO. Esquemas Eléctricos. Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería. Oviedo: 2009. pp. 1-8.
- [4] MARTINEZ, R. Control difuso de un Sistema de Refrigeración para el Hogar. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.: Mayo, 2010. (Tesis) pp. 49-55.

BIBLIOGRAFÍA

- COSCO, J. Controles Eléctricos y Automatización. Lima: 2008. (Folleto).
- FESTO. Sistema de Aprendizaje 2009/2010. (Catálogo).
- GOMARIZ. Teoría de Control Diseño Electrónico. 2da.ed. Barcelona: UPC, 2011.
- LEYES J, NAVARRETE D. Diseño y Construcción de un Módulo Orientado al Desarrollo de Prácticas de Instrumentación Industrial bajo la Plataforma de LabVIEW. ESPOL. Guayaquil: 2007. (Tesis)
- MORÁN, I. Programación de PLCs. Riobamba: ESPOCH, 2002.
- MORENI, E. Automatización de Procesos Industriales. España: Alfa Omega, 2001.
- NATIONAL INSTRUMENT. Hands-on Introduction to Data Acquisition with LabVIEW. (Catálogo).
- ORTEGA, J. Curso de Programación e Introducción a los Plc's. Agosto, 1999.
- QUINTERO, A. SÁNCHEZ, C. Banco de Pruebas de Redes Industriales. Bucaramanga: UNAB, 2005.
- RAMIREZ, C. Controladores Lógicos Programables. Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2001.
- SIEMENS. Automation and Drives, Manual LOGO. 6ta.ed. Siemens AG. 2001-2003.
- SMITH, C. Control Automático de Procesos. México D.F.: Limusa, 1991.

LINKOGRAFÍA

BANCOS DE PRUEBAS

www.festo-didactic.com

2010-06-05

INTRODUCCIÓN A LabVIEW

<http://laimbio08.escet.urjc.es/docencia/IE/Introduccion%20LabVIEW%20-%20Seis%20Horas.pdf>

2010-07-02

ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN AUTOMÁTICA

www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/.../r14059.DOC

2010-07-02

SÍMBOLOS IEC 1082

http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/manuales/simbolos_electrotecnia1082.pdf

2010-08-31

RELÉ

<http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>

2010-09-12

CONTACTOR

<http://es.wikipedia.org/wiki/Contactor>

2010-09-10

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

<https://tecnoelpalo.wikispaces.com/file/view/circuitos+el%C3%A9ctricos.pdf>

2010-09-10

CIRCUITOS

<http://lisetvasquez.nireblog.com/post/2008/04/14/elementos-del-circuito-electrico>

2010-09-10

POTENCIA ELÉCTRICA

<http://es.wikipedia.org/wiki/Potenciaelectrica>.

2010-06-15

ELECTRICIDAD Y AUTOMATISMOS

<http://autelectreducacion.blogspot.com/>

2011-09-11

REVISTA DE ELECTRICIDAD, ELECTRÓNICA Y AUTOMÁTICA

<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/portada/index.htm>

2011-09-11

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

<http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n>

2010-09-17

INGENIERÍA AUTOMÁTICA

http://es.wikipedia.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_autom%C3%A1tica

2010-09-17

ADQUISICIÓN DE DATOS

http://es.wikipedia.org/wiki/Adquisici%C3%B3n_de_datos

2010-09-17

ARRANQUE DE MOTORES TRIFÁSICOS

<http://www.scribd.com/doc/6549920/Arranque-de-Motores-Trifasicos>

2011-03-05

MEDICIÓN DE TEMPERATURA

http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termocuplas.htm

2011-04-09

AULA ELÉCTRICA

<http://www.aulaelectronica.es>

2011-04-09