



Estructuración de las fichas técnicas de equipos de maniobra, control y protección del laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS

Desarrollo tecnológico

Manuel Humberto Pabón Gelves
1094277232

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga (05, 04, 2025)



Estructuración de las fichas técnicas de equipos de maniobra, control y protección del laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS

Desarrollo tecnológico

Manuel Humberto Pabón Gelves
1094277232

Trabajo de Grado para optar al título de
Tecnólogo en mantenimiento y operación electromecánico

DIRECTOR

Milton Reyes Jiménez

Grupo de investigación en sistemas de energía, automatización y control-GISEAC

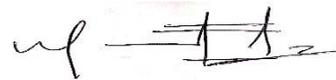
UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Ciencias naturales e ingenierías
Tecnología en operación y mantenimiento electromecánico
Bucaramanga (05, 04, 2025)

Aprobado en acta 09 de abril 01 de 2025 del comité de proyectos de grado del programa ingeniería electromecánica

Nota de Aceptación



Firma del Evaluador



Firma del Director

AGRADECIMIENTOS

Seda un agradecimiento formal a la Institución Unidades Tecnológicas De Santander, por facilitar el banco de pruebas que fue utilizado para poder desarrollar el presente trabajo, ya que sin la institución no hubiera sido posible la elaboración de este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

<u>RESUMEN EJECUTIVO</u>	14
<u>INTRODUCCIÓN</u>	16
<u>1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</u>	17
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. ESTADO DEL ARTE	20
<u>2. MARCO REFERENCIAL</u>	21
2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. LEY DE CORRIENTES DE KIRCHHOFF	21
2.1.2. LEY DE VOLTAJES DE KIRCHHOFF	22
2.1.3. LEY DE WATT	22
2.1.4. CONEXIÓN EN PARALELO	22
2.1.5. CONEXIÓN SERIE	23
2.1.6. FASES DE ALIMENTACIÓN	24
2.1.7. MANUAL DE PRÁCTICAS	24
2.1.8. DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN	24
2.1.9. FASES DE DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO	25
2.1.10. LÓGICA CABLEADA	25
2.1.11. LÓGICA PROGRAMADA	25
2.1.12. DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS	25
2.1.13. DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS	26
2.1.14. DISPOSITIVOS ELECTROMECANICOS	26
2.2. MARCO LEGAL	26
2.3. MARCO CONCEPTUAL	27
2.3.1. ARRANQUE DIRECTO	27
2.3.2. ARRANQUE ESTRELLA-DELTA	29
2.3.3. CATEGORÍA DE EMPLEO DE UN CONTACTOR	31
2.3.4. RAMPA DE ACCELERACIÓN Y DESACELERACIÓN	32
2.3.5. CONTROL DE NIVEL DE LÍQUIDOS	34
2.3.6. TEMPORIZACIÓN	34
2.3.7. NODO	35

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

2.3.8.	CORRIENTE CONTINUA	36
2.3.9.	CORRIENTE ALTERNA	36
2.3.10.	CARGA ELÉCTRICA	36
2.3.11.	PROCESO	36
2.3.12.	CIRCUITO ELÉCTRICO	37
2.3.13.	AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL	37
2.3.14.	PWM	37
2.3.15.	VARIADOR DE VELOCIDAD	38
2.3.16.	SENSOR DE PROXIMIDAD	38
2.3.17.	VIGILANTE DE TENSIÓN	38
2.3.18.	INVERSIÓN DE GIRO MOTOR TRIFÁSICO	38
2.3.19.	CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO	39
2.3.20.	COMPARATIVA: ARRANQUE DIRECTO, ARRANQUE ESTRELLA-DELTA Y ARRANCADOR SUAVE	40
3.	<u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</u>	41
3.1.	LIMITACIONES DEL TRABAJO	44
4.	<u>DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO</u>	45
4.1.	INVENTARIO DISPOSITIVOS DEL BANCO	45
4.2.	DISEÑO FICHAS TÉCNICAS	47
4.2.1.	VARIADOR DE FRECUENCIA	47
4.2.2.	PLC (CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE)	48
4.2.3.	GUARDAMOTOR	49
4.2.4.	TERMOMAGNÉTICO	50
4.2.5.	VIGILANTE DE TENSIÓN	51
4.2.6.	TEMPORIZADOR ELECTRÓNICO	52
4.2.7.	ELECTROSONDA	52
4.2.8.	ARRANCADOR SUAVE	53
4.2.9.	PULSADORES	54
4.2.10.	INTERRUPTORES	59
4.2.11.	INTERRUPTOR FINAL DE CARRERA	61
4.2.12.	SENSORES	62
4.2.13.	CONTACTOR	64
4.2.14.	MOTORES	66
4.2.15.	LÁMPARAS PILOTO	68
4.2.16.	BLOQUE DE CONTACTOS AUXILIARES	68
4.2.17.	BLOQUE DE CONTACTOS TEMPORIZADOS OFF DELAY (NEUMÁTICO)	69
4.2.18.	BLOQUE DE CONTACTOS TEMPORIZADOS ON DELAY (NEUMÁTICO)	70
4.2.19.	ENCLAVAMIENTO MECÁNICO	72
4.2.20.	CONECTOR MODULO ZELIO CON PC	73
4.2.21.	TERMOLOGÍA FICHAS TÉCNICAS	73
4.3.	GUÍA APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS	77

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRESARIADO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

4.3.1.	PUNTOS COMUNES	77
4.3.2.	GUARDAMOTOR	78
4.3.3.	TERMOMAGNÉTICO	80
4.3.4.	PULSADOR DE CONTACTOS POR IMPULSOS	83
4.3.5.	PULSADORES DE CONTACTOS PERMANENTES (PULSADOR ZETA)	89
4.3.6.	INTERRUPTORES	92
4.3.7.	LÁMPARAS PILOTO	97
4.3.8.	CONTACTOR	100
4.3.9.	MEMORIA CON ENCLAVAMIENTO ELÉCTRICO	104
4.3.10.	MEMORIA CON ENCLAVAMIENTO MECÁNICO	106
4.3.11.	TEMPORIZADOR NEUMÁTICO (BLOQUE)	108
4.3.12.	BLOQUE DE CONTACTOS AUXILIARES	110
4.3.13.	TEMPORIZADORES ELECTRÓNICOS	112
4.3.14.	SENSORES	117
4.3.15.	INVERSIÓN DE GIRO	123
4.3.16.	INTERRUPTORES DE POSICIÓN (FINAL DE CARRERA)	125
4.3.17.	VIGILANTE DE TENSIÓN	128
4.3.18.	ELECTROSONDA	132
4.3.19.	ARRANQUE ESTRELLA-DELTA	136
4.3.20.	ARRANCADOR SUAVE	139
4.3.21.	CONVERTIDOR DE FRECUENCIA	143
4.3.22.	PLC (CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE)	173
4.4.	ACTIVIDADES	213
4.4.1.	CIRCUITOS CON TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS	215
4.4.2.	CIRCUITOS TEMPORIZADORES NEUMÁTICOS Y ELECTRÓNICOS	217
4.4.3.	CIRCUITOS ARRANQUE DIRECTO DE UN MOTOR	217
4.4.4.	CIRCUITOS INVERSIÓN DE GIRO	220
4.4.5.	CIRCUITOS FINALES DE CARRERA	221
4.4.6.	CIRCUITOS VIGILANTE DE TENSIÓN	222
4.4.7.	CIRCUITOS ELECTROSONDA	223
4.4.8.	CIRCUITOS ARRANQUE ESTRELLA-DELTA	225
4.4.9.	CIRCUITOS ARRANCADOR ELECTRÓNICO	228
4.4.10.	CIRCUITOS CONVERTIDOR DE FRECUENCIA	231
4.4.11.	CIRCUITOS PLC	234
5.	<u>RESULTADOS</u>	<u>236</u>
5.1.	MOTORES	236
5.1.1.	MOTOR 1	236
5.1.2.	MOTOR 2	237
5.2.	MOTOR 3	238
5.3.	CONTACTORES	239
5.4.	CONSUMO DE CORRIENTE Y VOLTAJE MOTOR WEG DEPENDIENDO DE LA FRECUENCIA DE TRABAJO DEL VARIADOR	240
6.	<u>CONCLUSIONES</u>	<u>243</u>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

<u>7.</u>	<u>RECOMENDACIONES</u>	<u>245</u>
<u>8.</u>	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	<u>246</u>
<u>9.</u>	<u>APÉNDICES</u>	<u>249</u>
<u>10.</u>	<u>ANEXOS</u>	<u>251</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	<i>Ley de Corrientes</i>	21
Figura 2	<i>Ley de Voltajes</i>	22
Figura 3	<i>Empalme en Paralelo</i>	23
Figura 4	<i>Empalme en Serie</i>	23
Figura 5	<i>Arranque Directo Motor Jaula de Ardilla</i>	28
Figura 6	<i>Graficas Intensidad y Par vs Tiempo en un Arranque Directo</i>	29
Figura 7	<i>Graficas Intensidad y Par vs Velocidad en Una Maniobra Estrella-Delta</i>	31
Figura 8	<i>Actuación de Corriente en un Contactador Ac3</i>	32
Figura 9	<i>Grafica Arranque Electrónico</i>	33
Figura 10	<i>Grafica Arranque Variador de Frecuencia</i>	33
Figura 11	<i>Grafica Temporización con Retardo a la Conexión</i>	34
Figura 12	<i>Grafica Temporización con Retardo a la Desconexión</i>	35
Figura 13	<i>Esquema Eléctrico con Nodos</i>	35
Figura 14	<i>Graficas Inversión de Giro Conexión Estrella y Delta</i>	39
Figura 15	<i>Graficas Comparación Arranque Directo, Conexión Estrella -Delta y Arranque Suave</i>	40
Figura 16		45
Figura 17	<i>Nodos</i>	77
Figura 18	<i>Partes Guardamotor</i>	79
Figura 19	<i>Conexión Guardamotor</i>	80
Figura 20	<i>Partes Termomagnético</i>	80
Figura 21	<i>Conexión Termomagnética</i>	82
Figura 22	<i>Pulsador</i>	83
Figura 23	<i>Conexión Básica Pulsador Normalmente Abierto con Lámpara Piloto</i>	84
Figura 24	<i>Conexión Básica Pulsador Normalmente Abierto con Motor</i>	85
Figura 25	<i>Conexión Pulsador Normalmente Cerrado con Lámpara Piloto</i>	87
Figura 26	<i>Conexión Pulsador Normalmente Cerrado con Motor</i>	88
Figura 27	<i>Partes Pulsador z</i>	89
Figura 28	<i>Conexión Parada de Emergencia</i>	91
Figura 29	<i>Interruptor 2 Posiciones</i>	92
Figura 30	<i>Interruptor 2 Posiciones</i>	92
Figura 31	<i>Conexión Interruptor 2 Posiciones con Lámparas Piloto</i>	94
Figura 32	<i>Conexión Interruptor de 3 Posiciones con Lámparas Piloto</i>	94
Figura 33	<i>Conexión Interruptor de 3 Posiciones con Motores</i>	95
Figura 34	<i>Conexión Interruptor de 2 Posiciones con Motores</i>	96
Figura 35	<i>Lámpara Piloto</i>	98
Figura 36	<i>Conexión Lámpara Piloto</i>	99
Figura 37	<i>Partes Contactador</i>	100
Figura 38	<i>Conexión Contactador</i>	103
Figura 39	<i>Partes Memoria con Enclavamiento Eléctrico</i>	104
Figura 40	<i>Partes Memoria con Enclavamiento Eléctrico</i>	105
Figura 41	<i>Partes Memoria con Enclavamiento Mecánico</i>	106
Figura 42	<i>Conexión Memoria con Enclavamiento Mecánico</i>	107

Figura 43	<i>Partes Bloque Contactos Temporizados Neumáticos</i>	109
Figura 44	<i>Bloque Contactos Temporizados</i>	110
Figura 45	<i>Partes Temporizador Electrónico</i>	112
Figura 46	<i>Conexión Temporizador Electrónico con Retardo a la Conexión</i>	114
Figura 47	<i>Conexión Básica Temporizador Electrónico con Retardo a la Desconexión</i>	115
Figura 48	<i>Partes Básicas Sensor Inductivo Normalmente Abierto</i>	117
Figura 49	<i>Partes Básicas Sensor Inductivo Normalmente Cerrado</i>	118
Figura 50	<i>Conexión Sensor Inductivo Normalmente Abierto con Led</i>	119
Figura 51	<i>Conexión Sensor Inductivo Normalmente Abierto con Motor</i>	120
Figura 52	<i>Conexión Sensor Inductivo Normalmente Cerrado con Led</i>	120
Figura 53	<i>Conexión Sensor Inductivo Normalmente Cerrado con Motor</i>	121
Figura 54	<i>Partes Inversión de Giro</i>	123
Figura 55	<i>Conexión Inversión de Giro</i>	124
Figura 56	<i>Partes Final de Carrera</i>	125
Figura 57	<i>Conexión Final de Carrera</i>	127
Figura 58	<i>Partes Vigilante de Tensión</i>	129
Figura 59	<i>Conexión Vigilante de Tensión</i>	131
Figura 60	<i>Partes Electrosonda</i>	132
Figura 61	<i>Conexión Básica Electrosonda (Llenado)</i>	134
Figura 62	<i>Conexión Básica Electrosonda (Vacío)</i>	135
Figura 63	<i>Partes Arranque Estrella -Delta</i>	137
Figura 64	<i>Conexión Arranque Estrella- Triangulo Sección de Potencia</i>	138
Figura 65	<i>Partes Arrancador Electrónico</i>	139
Figura 66	<i>Conexión Arrancador Electrónico</i>	141
Figura 67	<i>Partes Variador de Frecuencia</i>	144
Figura 68	<i>Conectores XC1(Puertos Control)</i>	144
Figura 69	<i>Conexión Básica Variador de Frecuencia</i>	148
Figura 70	<i>Conexión Básica Variador de Frecuencia (Control)</i>	149
Figura 71	<i>Función Habilita General</i>	156
Figura 72	<i>Función Gira/Para</i>	156
Figura 73	<i>Función Inversión de Giro</i>	156
Figura 74	<i>Función Acelera E.P-Desacelera E.P</i>	157
Figura 75	<i>Curva V/F y Aplicación del Parámetro</i>	161
Figura 76	<i>Curva V/F y Aplicación del Parámetro Automático</i>	161
Figura 77	<i>Regulación de la Tensión del Circuito Intermediario</i>	163
Figura 78	<i>Curva Detección de Sobrecarga</i>	164
Figura 79	<i>Limitación de Corriente</i>	165
Figura 80	<i>Control V/F Lineal</i>	166
Figura 81	<i>Control V/F Cuadrático</i>	167
Figura 82	<i>Función Run Salida Relé</i>	170
Figura 83	<i>Función Sin Error</i>	170
Figura 84	173
Figura 85	175
Figura 86	<i>Conexión PLC con Arrancador Electrónico</i>	176
Figura 87	<i>Conexión PLC con Variador de Frecuencia</i>	178
Figura 88	<i>Partes Pantalla de Entradas y Salidas</i>	179

Figura 89	<i>Lista de Opciones Menú Principal.....</i>	180
Figura 90	<i>Botones de Navegación.....</i>	181
Figura 91	<i>Proceso Diseño (Ladder) en el PLC.....</i>	182
Figura 92	<i>Proceso Inserción de Componentes y Trazos (Conexiones).....</i>	183
Figura 93	<i>Proceso Ubicación Componentes.....</i>	183
Figura 94	<i>Proceso Ubicación de Enlaces.....</i>	184
Figura 95	<i>Proceso Configuración de Parámetros.....</i>	185
Figura 96	<i>Partes Ítems Parámetros.....</i>	185
Figura 97	<i>Tiempos de Trabajo Temporizador.....</i>	186
Figura 98	<i>Proceso Regreso a la Pantalla de Diseño.....</i>	186
Figura 99	<i>Proceso Eliminación de Enlace.....</i>	187
Figura 100	<i>Proceso de Validación de Diseño.....</i>	188
Figura 101	<i>Proceso Ejecución de Programa.....</i>	189
Figura 102	<i>Proceso Ciclo Watchdog.....</i>	190
Figura 103	<i>Pantalla Ciclo Watchdog.....</i>	191
Figura 104	<i>Configurar Remanencia.....</i>	192
Figura 105	<i>Eliminación de Diseño Ladder.....</i>	193
Figura 106	<i>Versión PLC.....</i>	193
Figura 107	<i>Configuración de Idioma PLC.....</i>	194
Figura 108	<i>Revisión de Fallo PLC.....</i>	195
Figura 109	<i>Establecer Fecha y Hora PLC.....</i>	195
Figura 110	<i>Pasos Inicio Zelio Soft2.....</i>	197
Figura 111	<i>Herramientas Zelio Soft2.....</i>	198
Figura 112	<i>Parámetros Temporizador.....</i>	199
Figura 113	<i>Partes Sección Simulación Programa Zelio Soft 2.....</i>	200
Figura 114	<i>Herramientas Apoyo Simulación.....</i>	201
Figura 115	<i>Habilitación Remanencia Salida Digital.....</i>	202
Figura 116	<i>Habilitación Remanencia Temporizador.....</i>	202
Figura 117	<i>Administración de Dispositivos PC.....</i>	204
Figura 118	<i>Configuración Comunicación.....</i>	205
Figura 119	<i>Transferencia PC a Módulo.....</i>	205
Figura 120	<i>Pasos Activación Puerto COM PC (Primera Parte).....</i>	207
Figura 121	<i>Pasos Activación Puerto COM PC (Segunda Parte).....</i>	208
Figura 122	<i>Ubicación Driver.....</i>	209
Figura 123	<i>Proceso Instalación de Driver.....</i>	211
Figura 124	<i>Error Pantalla PLC.....</i>	212
Figura 125	<i>Pasos Ejecución Prácticas.....</i>	214
Figura 126	<i>Ejercicio 1 Montaje Temporizadores Neumáticos.....</i>	215
Figura 127	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Directo Circuito de Control.....</i>	218
Figura 128	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Directo Circuito de Potencia.....</i>	219
Figura 129	<i>Esquema Ejercicio 1 Diseño Inversión de Giro.....</i>	220
Figura 130	<i>Esquema Ejercicio 1 Diseño Final de Carrera.....</i>	221
Figura 131	<i>Ejercicio 1 Montaje Relé de Monitoreo.....</i>	223
Figura 132	<i>Esquema Ejercicio 1 Diseño Electrosonda.....</i>	224
Figura 133	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Estrella-Delta Circuito de Control.....</i>	225
Figura 134	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Estrella-Delta Circuito de Potencia.....</i>	226

Figura 135	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Suave Circuito de Control</i>	228
Figura 136	<i>Ejercicio 1 Montaje Arranque Suave Circuito de Potencia</i>	229
Figura 137	<i>Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Circuito de Control</i>	231
Figura 138	<i>Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Circuito de Potencia</i>	232
Figura 139	<i>Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Entradas Digitales</i>	233
Figura 140	<i>Esquema Ejercicio 1 Diseño PLC</i>	235
Figura 141	<i>Medida Tomada con Multímetro Motor 1</i>	236
Figura 142	<i>Medida Tomada con Multímetro Motor 2</i>	237
Figura 143	<i>Tomada con Multímetro Motor 3</i>	238
Figura 144	<i>Medida Tomada con Multímetro-Contactor Schneider Electric</i>	239
Figura 145	<i>Medida Tomada con Multímetro-Contactor Weg</i>	240

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	<i>Cantidad y Numero de Identificación</i>	46
Tabla 2	<i>Datos Variador de Frecuencia</i>	47
Tabla 3	<i>Datos Control Lógico Programable</i>	48
Tabla 4	<i>Datos Disyuntor</i>	49
Tabla 5	<i>Datos Termomagnético</i>	50
Tabla 6	<i>Datos Relé de Monitoreo</i>	51
Tabla 7	<i>Datos Temporizador Electrónico</i>	52
Tabla 8	<i>Datos Electrosonda</i>	53
Tabla 9	<i>Datos Arrancador Electrónico</i>	54
Tabla 10	<i>Datos Pulsador NA</i>	54
Tabla 11	<i>Datos Pulsadores NA 2</i>	55
Tabla 12	<i>Datos Pulsador NC</i>	56
Tabla 13	<i>Datos Pulsador NC-NA</i>	57
Tabla 14	<i>Datos Pulsador Z</i>	58
Tabla 15	<i>Datos Interruptor 3 Posiciones</i>	59
Tabla 16	<i>Datos Interruptor 2 Posiciones</i>	60
Tabla 17	<i>Datos Final de Carrera</i>	61
Tabla 18	<i>Datos Sensor NC</i>	62
Tabla 19	<i>Datos Sensor NA</i>	63
Tabla 20	<i>Datos Contactor Schneider Electric</i>	64
Tabla 21	<i>Datos Contactor Weg</i>	65
Tabla 22	<i>Datos Motor Lorenzo</i>	66
Tabla 23	<i>Datos Motor Weg</i>	66
Tabla 24	<i>Datos Motor Weg</i>	67
Tabla 25	<i>Datos Lámparas Piloto</i>	68
Tabla 26	<i>Datos Bloque Contactos Auxiliares</i>	68
Tabla 27	<i>Datos Bloque Contactos Temporizados con Retardo a la Desconexión</i>	69
Tabla 28	<i>Datos Bloque Contactos Temporizados on Delay 10-180 Segundos</i>	70
Tabla 29	<i>Datos Bloque Contactos Temporizados on Delay 0.1-30 Segundos</i>	71
Tabla 30	<i>Datos Enclavamiento Mecánico</i>	72
Tabla 31	<i>Datos Cable Zelio</i>	73

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
 DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
 EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Tabla 32	<i>Código de Colores Pulsadores</i>	89
Tabla 33	<i>Código de Colores Lámparas Piloto</i>	100
Tabla 34	<i>Parámetros (Primera Parte)</i>	149
Tabla 35	<i>Parámetros (Segunda Parte)</i>	150
Tabla 36	<i>Parámetros Fabrica</i>	151
Tabla 37	<i>Parámetros de Lectura</i>	152
Tabla 38	<i>Valores Funciones</i>	154
Tabla 39	<i>Frecuencias de Conmutación</i>	172
Tabla 40	<i>Simbología Ladder (Zelio)</i>	181
Tabla 41	<i>Compatibilidad Firmware Módulo y Programa Zelio Soft2</i>	213
Tabla 42	<i>Tiempos de Aceleración y Desaceleración Motor 1</i>	236
Tabla 43	<i>Tiempos de Aceleración y Desaceleración Motor 2</i>	237
Tabla 44	<i>Tiempos de Aceleración y Desaceleración Motor 3</i>	238
Tabla 45	<i>Corriente Contactores</i>	239
Tabla 46	<i>Voltaje de Trabajo</i>	241
Tabla 47	<i>Corriente de Trabajo</i>	241
Tabla 48	<i>Resultados Actuación Rampas</i>	242

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo proporciona la información necesaria para el desarrollo de prácticas dentro del laboratorio de accionamientos eléctricos, para su elaboración se tuvieron en cuenta diferentes manuales, guías, catálogos y fichas de carácter técnico que ayudaron a especificar las diferentes características técnicas de los dispositivos de automatización electromecánicos, eléctricos y electrónicos que conforman el banco. Fue utilizada la norma 14224 como base para la realización de las fichas técnicas en cuanto a la codificación, caracterización, búsqueda de datos de diseño y funcionamiento básicos pertinentes para cada dispositivo. Se empleó la norma 9000 para que los documentos del manual y las fichas técnicas cumplan con los parámetros de calidad en cuanto al manejo de formatos de encabezados y pies de página.

El manual de prácticas aporta la información necesaria para la gestión de los procesos, facilitando el desarrollo de las actividades y el uso correcto de los elementos que conforman el banco de pruebas; en cada ficha técnica se proporcionó las principales características mecánicas y eléctricas de cada dispositivo, con el fin de que se puedan reconocer y aplicar de la mejor manera cada uno de estos durante el trabajo en el laboratorio.

Para que el estudiante pueda profundizar el uso y aplicación de los diferentes dispositivos se plantearon ejercicios con ayuda del programa Cade Simu, con el propósito de refinar las habilidades y conocimientos de los estudiantes en el campo de la automatización industrial.

Para ejecución de las actividades se generó una serie de pasos, que contribuyen a un correcto trabajo en el laboratorio de accionamientos, permitiendo disminuir

errores y obtener una comprensión de los procedimientos a tener en cuenta a la hora de trabajar en el banco.

Se desarrollo un manual junto con las fichas técnicas como apoyo para la ejecución de las prácticas por medio de la aplicación de los dispositivos del banco, la búsqueda de documentación apropiada facilito proporcionar la información más relevante para cada dispositivo, facilitando su comprensión para su respectiva aplicación.

PALABRAS CLAVE. Automatización, Prácticas, Calidad, Procesos, Actividades

INTRODUCCIÓN

El laboratorio de accionamientos eléctricos de las UTS es un espacio donde los estudiantes pueden realizar sus prácticas enfocadas a la automatización de procesos, permitiendo crear un entorno que les permita afianzar sus conocimientos y aplicarlos. Debido a que actualmente se cuenta con una documentación poco estructurada para el banco de pruebas con el que se trabaja dentro del laboratorio, es necesario proporcionar documentos que le permitan al estudiante encaminar de la mejor manera sus prácticas para que pueda llevar a cabo las actividades propuestas.

Para apoyar el trabajo en el laboratorio se decidió crear un manual que contenga la información necesaria para el empleo de los diferentes dispositivos, junto a unas fichas que brinden la información técnica adecuada para el banco de pruebas de la asignatura de accionamientos eléctricos con el fin de reforzar el desarrollo y la comprensión del trabajo de laboratorio.

En el manual se encuentra un compendio de información de los diferentes dispositivos del banco, este está dividido en diferentes secciones como son definiciones, conexiones, precauciones, etc., que permiten fortalecer las diferentes temáticas de la materia de accionamientos eléctricos y que junto a los atributos técnicos de los dispositivos expuestos en las diferentes fichas técnicas facilitan el desarrollo de la clase de laboratorio.

Se espera que este trabajo contribuya a que los estudiantes puedan desarrollar de una forma más adecuada sus clases de laboratorio permitiéndoles afianzar y profundizar sus conocimientos en cuanto al campo de la automatización.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La automatización se enfoca en el estudio y aplicación automática, con el fin de controlar procesos industriales, que con ayuda de ciertos dispositivos sean eléctricos, electromecánicos o electrónicos interconectados entre sí, es posible dar un control y funcionamiento exitoso a un determinado proceso, por lo que es esencial su correcta aplicación y conocimiento (Fernandez, Filiu, & Sánchez, 2014)

Al no conocer las características precisas de los elementos sean eléctricos, electromecánicos o electrónicos, con los que se trabajan en el laboratorio de accionamientos, es posible que se presenten fallos al momento de hacer algún trabajo o práctica, al igual que se puede estropear algún elemento que se esté utilizando.

Por lo general, el estudiante se pone en contacto con las técnicas de laboratorio y las aprende, pero de una forma superficial; por lo que existe la necesidad de reforzar su conocimiento, mediante la comprensión física de los procesos (Wolf & Smith, 2008)

La falta de experiencia, puede llevar a la poca de apropiación de conceptos que les permitan a los estudiantes comprender bien cada tema propuesto y ponerlo en práctica; por dicha razón vale la pena presentar propuestas que den alternativas para profundizar la aplicación de conceptos y el conocimiento de las características de los diferentes tipos de elementos con los que se tiene contacto, potenciando así a una buena aplicación y entendimiento de los automatismos industriales.

Se plantea la siguiente pregunta de investigación. ¿Cómo se puede mejorar el aprendizaje en cuanto a la aplicación de conceptos en el laboratorio de accionamientos eléctricos?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los automatismos son muy importantes en la industria, entre los receptores más utilizados para los accionamientos de máquinas son los motores eléctricos de jaula, por lo que la utilidad de estos controladores eléctricos es clave para lograr un óptimo desempeño en los procesos industriales (Gerín, Modicon, & Telemecanique). Para una comprensión más profunda de las técnicas de automatización por medio de los dispositivos conocidos que pueden ser eléctricos, electrónicos o electromecánicos es necesario el desarrollo de un manual de prácticas de laboratorio que les permita a los estudiantes interiorizar mejor los conceptos, permitiendo una mejora en su desempeño práctico, análisis e interpretación de planos eléctricos.

Conocer el uso correcto de dichos elementos que conforman el tablero de pruebas del laboratorio al igual que sus características (ficha técnica), esto le brinda al estudiante la capacidad de diseñar, detectar fallas y solucionar problemas, todo esto relacionado con la lógica cableada y programable. La ficha técnica expondrá las propiedades principales de cada elemento del banco de pruebas y dará una idea clara del producto que se está manejando. También es importante tener en cuenta que en todo uso eléctrico son indispensable las teorías que rigen los circuitos eléctricos al igual que las mínimas normas de seguridad que se tienen que tener para trabajar.

A su vez, dependiendo del proceso se adquiere la capacidad de escoger que tipo de automatización se debe utilizar teniendo en cuenta sus especificaciones, los requisitos económicos y el costo de cada solución que se plantee (Fernandez, Filiu, & Sánchez, 2014).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar una ficha técnica y el manual de prácticas para los dispositivos del banco de pruebas del laboratorio de accionamientos eléctricos en función de los estándares de mantenimiento, confiabilidad y calidad (ISO14224-ISO9000), mediante una investigación descriptiva y el apoyo del programa Cade Simu para mejorar las prácticas en el aprendizaje.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Clasificar los elementos que conforman el banco de pruebas a través de una observación detallada para obtener un listado guía que permita estructurar la información.
- Recopilar la información necesaria para la elaboración de las fichas técnicas mediante un estudio minucioso y preciso.
- Desarrollar una guía que facilite la utilización y conexión adecuada de los dispositivos que conforman el módulo de prácticas del laboratorio de accionamientos eléctricos.

- Realizar pruebas por medio del programa Cade Simu para mejorar la interpretación de planos eléctricos y tener un progreso en el desarrollo de los montajes durante las prácticas trabajadas en el laboratorio.
- Plantear ejercicios prácticos que permitan al estudiante el diseño y montaje soluciones de automatización usando el banco de pruebas, teniendo en cuenta las temáticas vistas en el área de accionamientos eléctricos.

1.4. ESTADO DEL ARTE

El desarrollo de un manual junto con fichas técnicas para los dispositivos, es de gran importancia debido a que su uso facilita la comprensión del área que se está trabajando.

El manual de automatización de procesos industriales presentado por (Ospina, 2021), expone un documento de propósito académico para la enseñanza en la materia de automatización, con el fin de subir la calidad de la asignatura, proporcionando prácticas para que el estudiante desarrolle y pueda aplicar lo aprendido, este documento sirvió como una guía para la estructuración del trabajo. Por otro lado, en la guía de laboratorio de instalaciones eléctricas realizada por (Perez, 2021) presenta información de los dispositivos de la instalación junto a ejercicios para su empleo, con el fin crear una alternativa para de que se puedan realizar todas las actividades propuestas en el tiempo establecido.

En el caso de lo presentado por (Chong, 2020) expone una serie de ejercicios para el empleo del PLC, con el fin de profundizar la comprensión durante el aula en la signatura de automatización industrial.

Las fichas técnicas desarrolladas por (Hernandez, 2020) ,presentan la información de los diferentes equipos como bombas, ventiladores, sopladores, compresores etc., para generar una base de datos para obtener una mejora durante la ejecución de los procesos. En el documento caracterización de los equipos del laboratorio de procesos expuesto por (Bueno & Niño., 2022) fue elaborado un formato de fichas técnicas para los diferentes equipos para ubicar los datos recolectados, ambos documentos sirvieron como una guía para la elaboración de las fichas técnicas.

2. MARCO REFERENCIAL

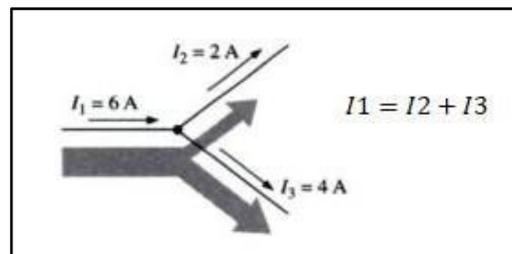
2.1. Marco Teórico

2.1.1. Ley de Corrientes de Kirchhoff

Las corrientes que entran a un nodo son iguales a las corrientes que salen de dicho nodo (ver Figura 1), es decir la sumatoria de las corrientes que entran y que salen de un mismo nodo son igual a cero.

Figura 1

Ley de Corrientes



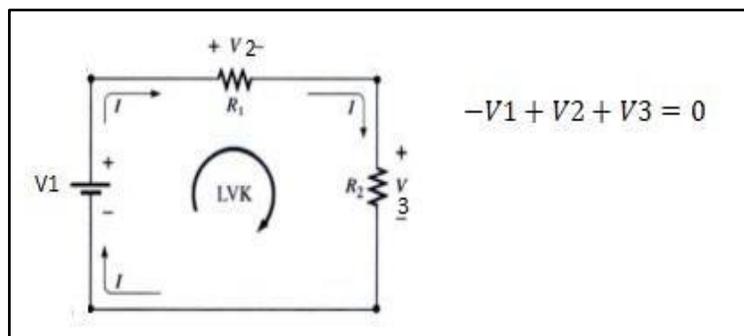
Nota. Adaptado de demostración de la ley de corrientes de Kirchhoff, de Boylestad,2004, https://www.google.com.co/books/edition/Introducci%C3%B3n_al_an%C3%A1lisis_de_circuitos/YFA5h_c4RXXMC?hl=es419&gbpv=1&dq=ley+de+voltaje+de+kirchhoff&pg=PA133&printsec=frontcover

2.1.2. Ley de Voltajes de Kirchhoff

Establece que la sumatoria de las elevaciones y caídas de potencial alrededor de un lazo cerrado (maya) debe ser igual a cero (ver Figura 2). (Boylestad, 2004)

Figura 2

Ley de Voltajes



Nota. Adaptado de aplicación de la ley de voltajes de Kirchhoff, de Boylestad, 2004, https://www.google.com.co/books/edition/Introducci%C3%B3n_al_an%C3%A1lisis_de_circuitos/YFA5h_c4RXMC?hl=es419&gbpv=1&dq=ley+de+voltaje+de+kirchhoff&pg=PA133&printsec=frontcover

2.1.3. Ley de Watt

Ley para determinar la potencia generada a través de la corriente que circula y voltaje aplicado. La fórmula se presenta de la siguiente manera $P=V * I$, donde P es la potencia, V el voltaje y I la corriente circulante.

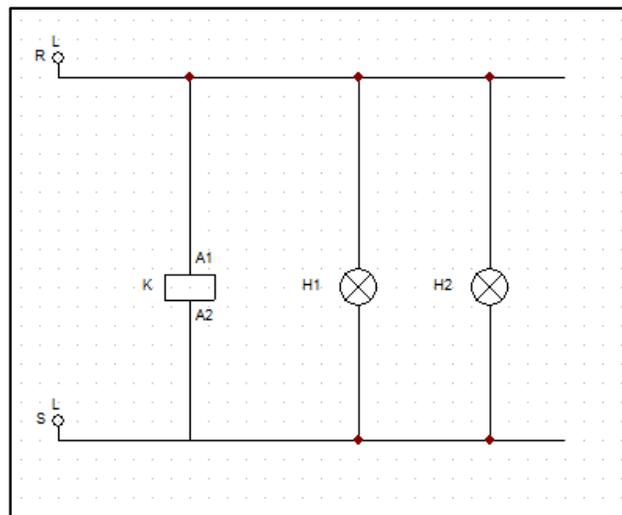
2.1.4. Conexión en Paralelo

Conexión en la cual un elemento comparte el mismo par de nodos con otro u otros elementos, por ende, al estar conectados de esta manera el voltaje de cada

elemento es el mismo. En esta clase de conexión existen varias trayectorias de corriente, en la Figura 3 se puede apreciar este tipo de conexión.

Figura 3

Empalme en Paralelo



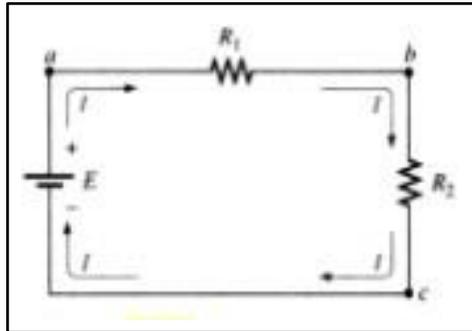
Nota. Elaborado por el autor.

2.1.5. Conexión Serie

Conexión en la cual se conecta la salida de un elemento con la entrada de otro elemento, al darse este tipo de conexión la corriente que circula por los elementos es la misma (ver Figura 4); una manera de identificar que dos elementos se encuentran en serie, es cuando el punto común que comparten ambos elementos no se encuentre conectado con algún otro elemento.

Figura 4

Empalme en Serie



Nota. Tomado de circuito en serie, de Boylestad,2004,
https://www.google.com.co/books/edition/Introducci%C3%B3n_al_an%C3%A1lisis_de_circuitos/YFA5h_c4RXMC?hl=es-419&gbpv=1&dq=conexion+en+serie&pg=PA130&printsec=frontcover

2.1.6. Fases de Alimentación

Las fases de alimentación en un sistema trifásico de alterna son nombradas: R, S Y T o pueden ser nombradas con L1, L2, y L3. En un sistema bifásico de alterna solo se tienen en cuenta las fases R y S o también llamadas L1 y L2.

2.1.7. Manual de Prácticas

Documento técnico que define los criterios y procedimientos que permiten desarrollar determinados procesos dentro de una instalación, además de contener pautas y la información necesaria para para una buena comprensión de los mismos.

2.1.8. Dispositivos de Automatización

Son utilizados para mejorar la eficiencia operativa eliminando tareas repetitivas y errores humanos, facilitando la integración de sistemas, permitiendo la supervisión en tiempo real de variables y optimización de uso de recursos.

2.1.9. Fases de desarrollo de un sistema automático

Para llevar a cabo el correcto desarrollo y elaboración de un sistema automático es necesario conocer previamente las especificaciones del proceso que se va a controlar y los dispositivos con los que se va a contar.

2.1.10. Lógica Cableada

Sistema conformado por circuitos cableados con el fin de realizar controles de manera automática por medio de: contactos auxiliares, contactores de potencia, relés temporizados etc. Al realizarse cualquier cambio en la instalación requiere una modificación en el cableado.

2.1.11. Lógica Programada

Sistema basado en el diseño electrónico para el control procesos por medio del uso de software, esto permite realizar cambios en las operaciones de mando mediante el cambio en la programación, evitando hacer modificaciones en el montaje. Para el desarrollo del diseño es utilizado un autómata programable (PLC).

2.1.12. Dispositivos Eléctricos

Dispositivos que cumplen una determinada función en los sistemas de energía, proporcionando la energía necesaria para diversas aplicaciones.

Un dispositivo eléctrico está conformado por componentes conductores, como acero, aluminio, hierro, etc., diseñado para convertir la energía eléctrica en una forma alternativa de energía.

2.1.13. Dispositivos Electrónicos

Dispositivos que se centran en el control del voltaje y la corriente. El control realizado se logra por medio del uso de componentes activos como transistores y diodos, teniendo en cuenta el manejo y amplificación de señales eléctricas.

Un dispositivo electrónico está conformado por elementos semiconductores, como el silicio, el germanio y similares, para facilitar el flujo eléctrico y ejecutar determinadas funciones.

2.1.14. Dispositivos Electromecánicos

Dispositivos que involucran elementos eléctricos y mecánicos que trabajan en conjunto con el fin de realizar una función específica.

2.2. Marco Legal

A continuación, se presentan las normas que se tuvieron en cuenta para la realización del trabajo

- Norma ISO 9000: Sistemas de gestión de calidad -fundamento y vocabulario.
- Norma IEC 61346: Establece la nomenclatura de bornes para los componentes eléctricos.
- Norma IEC1082: Establece la simbología, las reglas numéricas y alfanúmeros para identificación de los dispositivos.

- Norma ISO 14224: Norma ISO 14224: Norma orientada principalmente a Industrias de petróleo, petroquímica y gas natural -recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos. Debido a los propósitos de este trabajo esta norma se empleó específicamente para: la clasificación de dispositivos según su categoría, la obtención de una base para la codificación de los dispositivos y la recolección de datos básicos, con el fin de proporcionar una estructura sólida para la elaboración de las fichas técnicas.
- Norma IEC 60073: Determina los colores para el uso de lámparas piloto de señalización y los colores de los pulsadores para identificar la orden que se realiza al ser accionados.
- Norma IEC 1131-3: Define los lenguajes gráficos para la programación de PLCs.

2.3. Marco Conceptual

A continuación, se presentan los conceptos necesarios para la elaboración del proyecto.

2.3.1. Arranque Directo

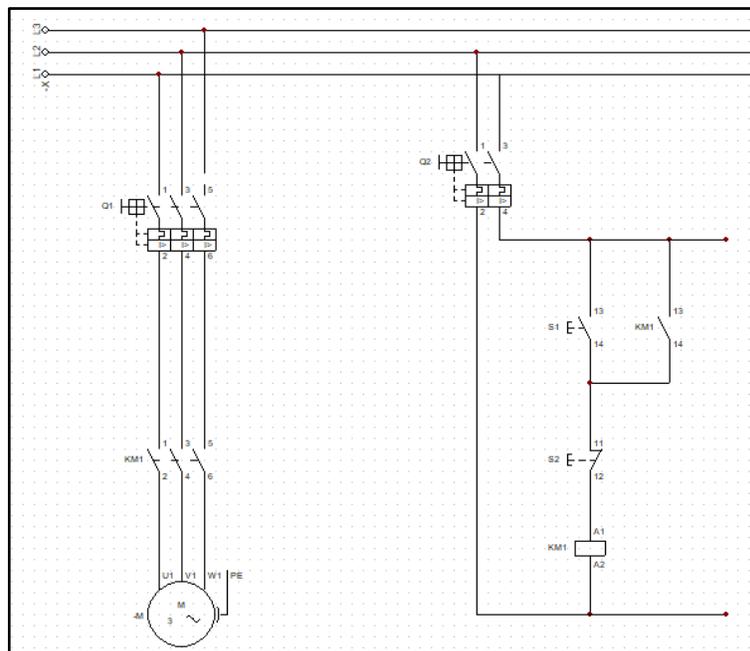
El método más común utilizado para el arranque de un motor, en este tipo de arranque se requiere una protección magnética, un contactor y una protección térmica.

Si se cuenta con un guardamotor se puede sustituir la protección magnética y térmica con este, ya que el guardamotor cuenta con ambas protecciones facilitando la conexión, la representación gráfica se presenta en la Figura 5.

En el momento en el que el motor se ponga en marcha durante su arranque, la corriente que circula por el motor es de hasta 6 veces ($I_M=6X I_N$) la corriente nominal, esto no es muy recomendable ya que el exceso de corriente puede llegar a afectar los devanados del motor.

Figura 5

Arranque Directo Motor Jaula de Ardilla



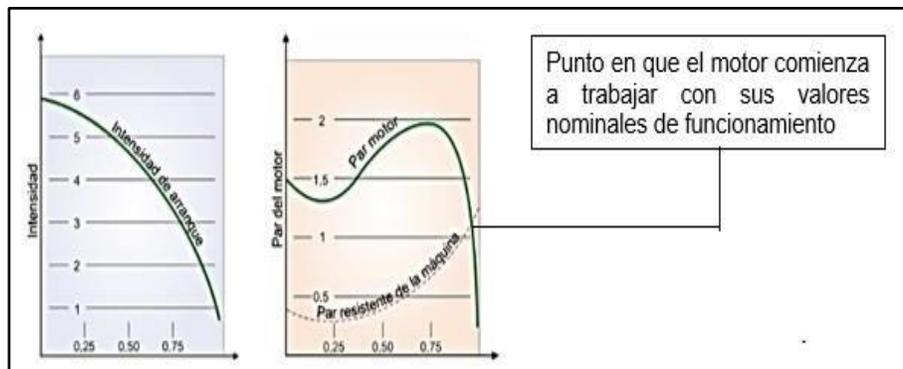
Nota. Elaborado por el autor

Las gráficas de la Figura 6 representan las relaciones: Intensidad - velocidad y la relación par - velocidad que surge durante el arranque directo de un motor. En el primer gráfico podemos notar como al inicio del arranque del motor la intensidad es alta, y que mientras el motor va tomando velocidad la intensidad va disminuyendo.

En la segunda gráfica se puede ver que el par en el arranque es alto debido a que el motor se encuentra detenido (velocidad=0), conforme el motor va aumentando su velocidad el motor comienza a disminuir su par hasta llegar a su par nominal.

Figura 6

Graficas Intensidad y Par vs Tiempo en un Arranque Directo



Nota. Adaptado de curvas de intensidad y de par con arranque directo, de Escaño y Nuevo,2021, https://www.google.com.co/books/edition/Sistemas_el%C3%A9ctricos_y_electr%C3%B3nicos/DnE-EAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=1,5+A+2,6+CORRIENTE+DE+ARRANQUE+ESTRELLA+TRIANGULO&pg=PA46&printsec=frontcover

2.3.2. Arranque Estrella-Delta

Los motores que se utilizan trabajan con alimentación a 220 [VAC] en delta y 380[VA] en estrella, esto quiere decir que cada bobinado del motor está diseñado para trabajar a 220 [VAC] en cualquiera de sus dos configuraciones.

Al hacer la conexión del motor en delta y con una alimentación de 220[VAC] el bobinado trabaja con un máximo de 220[VAC], teniendo en cuenta que en la conexión delta el $V_L=V_F$. Al hacer la conexión en estrella y con una alimentación de

380 [VAC] quiere decir que al aplicar este voltaje de alimentación, el máximo voltaje que circula en cada bobinado es de 219 V aproximadamente, por lo que 220[VAC] es el voltaje máximo que pueden trabajar los bobinados con una alimentación de 380[VA] en conexión en estrella.

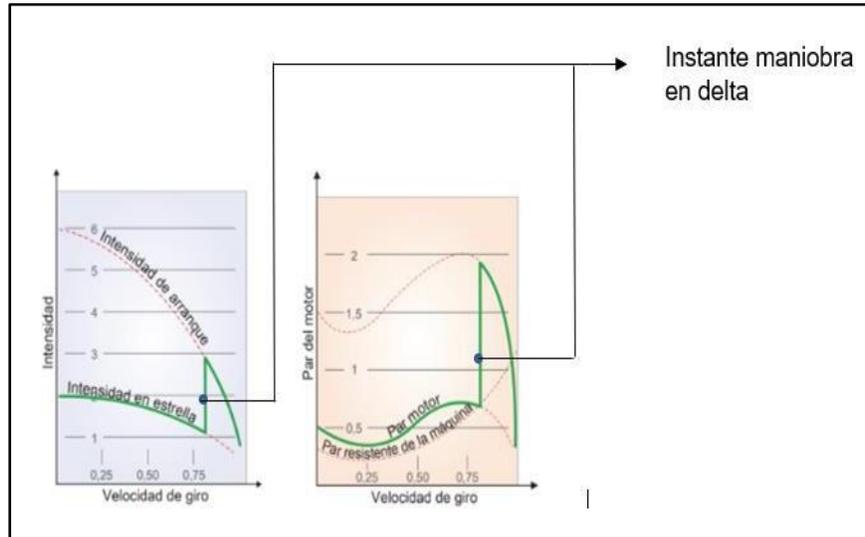
Como solo se cuenta con una alimentación de 220 VAC (VL), al aplicar ese voltaje teniendo una conexión en estrella no se genera ningún problema, ya que no supera el voltaje de fase de diseño del bobinado. Al aplicar los 220 voltios (VL) el voltaje de cada bobina (VF) es de 127 voltios, atendiendo al concepto que en conexión estrella el $V_F = V_L / \sqrt{3}$.

La corriente en la conexión estrella es menor que en la conexión delta durante el arranque. Las gráficas de la Figura 7 representan las relaciones: Intensidad - Velocidad y Par - Intensidad que se generan durante el arranque estrella - delta. En la primera gráfica se puede apreciar que al estar conectado el motor en estrella al momento de iniciar su arranque, el motor comienza a aumentar su velocidad y la corriente que circula por sus devanados es 3 veces menor que la corriente que hubiera circulado estando conectado en delta, luego al hacer el cambio a conexión delta se presenta un aumento de la corriente; pero, mucho menor al valor que hubiera sido si se hubiera arrancado el motor en esta configuración directamente, después la corriente comienza a disminuir hasta llegar a su corriente nominal de trabajo y comienza a trabajar con su velocidad nominal .

En la segunda gráfica se muestra que al momento de iniciarse el arranque en estrella del motor se produce un par reducido, conforme va aumentando la velocidad se presenta un aumento en ese par al cambiar a conexión delta, el par aumenta por un instante y comienza a disminuir comenzando el motor a trabajar con su velocidad nominal.

Figura 7

Graficas Intensidad y Par vs Velocidad en Una Maniobra Estrella-Delta



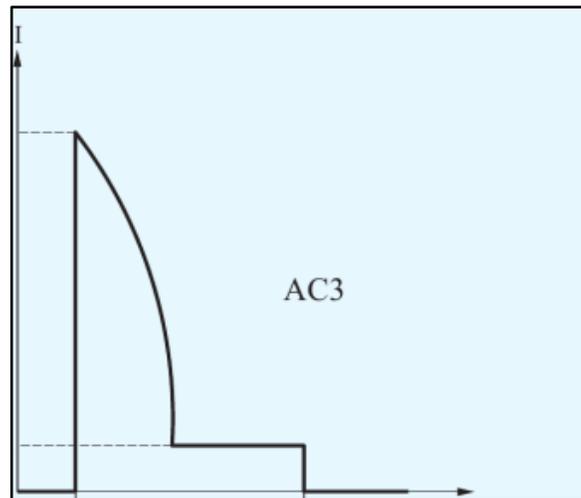
Nota. Adaptado de curvas de intensidad y de par con arranque estrella-delta, de Escaño y Nuevo,2021,https://www.google.com.co/books/edition/Sistemas_el%C3%A9ctricos_y_electr%C3%B3nicos/DnEEAAQBAJ?hl=es419&gbpv=1&dq=1,5+A+2,6+CORRIENTE+DE+ARRANQUE+ESTRELLA+TRIANGULO&pg=PA46&printsec=frontcover.

2.3.3. Categoría de Empleo de un Contactor

La categoría de empleo de un contactor para maniobrar un motor de jaula de ardilla debe ser de categoría AC3. La representación gráfica de la activación de un contacto se presenta en la Figura 8, esta demuestra cómo actúa la corriente dentro de un contactor, se puede ver que en el primer intervalo de tiempo la corriente es 0 debido a que el contacto del contactor está abierto, en el segundo intervalo se puede apreciar que al estar cerrado el contacto la corriente se eleva de una manera significativa (arranque de motor de manera directa) descendiendo y estabilizándose (estado normal de funcionamiento). En el tercer intervalo la corriente es cero ya que el contacto se abrió.

Figura 8

Actuación de Corriente en un Contactor Ac3



Nota. Adaptado de contactor con categoría de empleo AC3, de Valentín ,2018, https://www.google.com.co/books/edition/Introducci%C3%B3n_a_los_circuitos_el%C3%A9ctrico/pGWWPCE4tHsC?hl=es-419&gbpv=1&dq=la+tension+nominal+de+empleo+de+un+contactor&pg=PA28&printsec=frontcover

2.3.4. Rampa de Aceleración y Desaceleración

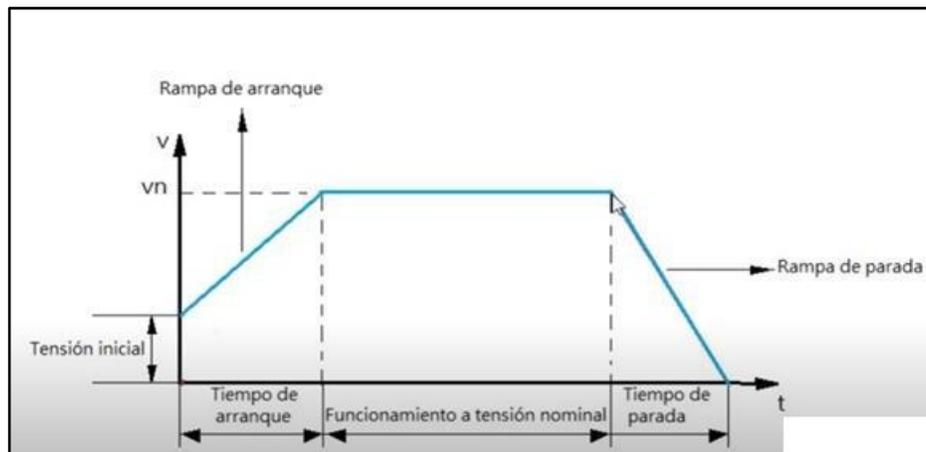
En el caso de un arrancador electrónico, la rampa de aceleración es el tiempo que tarda el motor en llegar a su velocidad nominal, por medio del aumento gradual del voltaje suministrado por la parte electrónica (circuito de control) del arrancador (ver Figura 9), en este caso por un par de tiristores posicionados en antiparalelo, lo mismo ocurre con la rampa de desaceleración, solo que en este caso se gradúa el tiempo en que tarda en detenerse el motor. Las rampas de aceleración son muy útiles para disminuir los picos de corriente durante el arranque del motor.

Las rampas en el caso de un variador de frecuencia funcionan aumentando o disminuyendo la frecuencia y voltaje de un motor de forma gradual (ver Figura 10);

la aceleración y desaceleración por rampa es mucho más suave que en un arrancador electrónico.

Figura 9

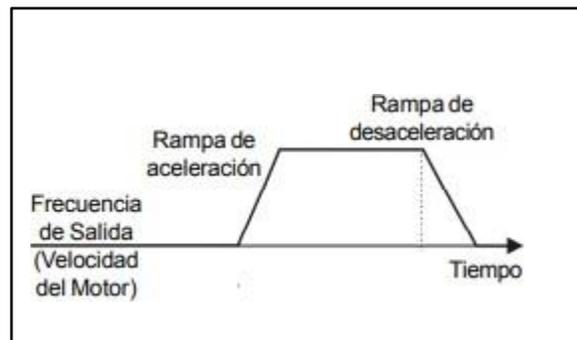
Grafica Arranque Electrónico



Nota. Tomado de Arranque electrónico gráfica, de Eléctricamente ,2022,
<https://www.youtube.com/watch?v=BZ2LOVONDhA>

Figura 10

Grafica Arranque Variador de Frecuencia



Nota. Tomado de Gira/para, de Weg, de Weg,2012,
<https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>.

2.3.5. Control de Nivel de Líquidos.

Para identificar el nivel de líquidos, las electrosondas utilizan dispositivos llamados electrodos para facilitar detectar el nivel de líquido de algún tanque, recipiente o pozo. Generalmente para la detección de nivel son utilizados 3 electrodos, uno es utilizado como común, otro es utilizado para detectar el nivel bajo y otro electrodo es utilizado para detectar el nivel alto.

2.3.6. Temporización

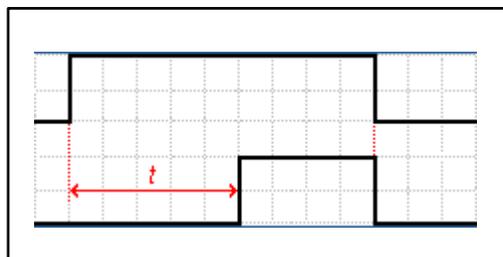
Función en la cual un dispositivo es capaz de controlar su tiempo de activación o desactivación, según el momento de ejecución de su temporización, puede ser de dos tipos: Con retardo a la conexión o con retardo a la desconexión.

2.3.6.1 Retardo a la Conexión.

La temporización se ejecuta inmediatamente en el momento en que el dispositivo se energiza. En la Figura 11 se muestra la gráfica de funcionamiento de un temporizador con retardo a la conexión.

Figura 11

Gráfica Temporización con Retardo a la Conexión



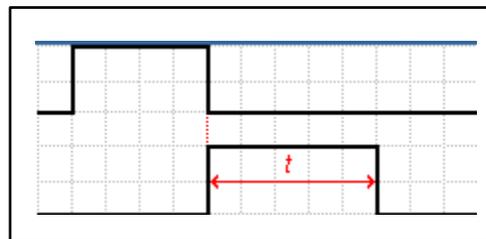
Nota. Tomado de programa Zelio Soft, de Schneider Electric ,2021,
<https://www.se.com/es/es/product-range/542-zelio-soft/#software-and-firmware>

2.3.6.2 Retardo a la Desconexión

La temporización se ejecuta inmediatamente en el momento en que el dispositivo se desenergiza. En la Figura 12 se muestra la gráfica de funcionamiento de un temporizador con retardo a la conexión.

Figura 12

Gráfica Temporización con Retardo a la Desconexión



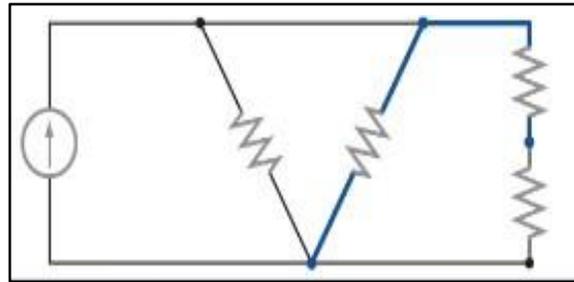
Nota. Tomado de programa Zelio Soft , de Schneider Electric ,2021,
<https://www.se.com/es/es/product-range/542-zelio-soft/#software-and-firmware>

2.3.7. Nodo

Punto en el cual dos o más elementos tienen una conexión en común (ver Figura 13), en los esquemas de accionamientos eléctricos este término es importante debido a que, con su ayuda se puede facilitar el montar los sistemas de automatización.

Figura 13

Esquema Eléctrico con Nodos



Nota. Adaptado de Esquema para identificar ramas en un circuito eléctrico, de Barrales y Rodriguez, 2014, https://www.google.com.co/books/edition/Circuitos_EI%C3%A9ctricos/vzfABgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=circuitos+electricos+nodo&printsec=frontcover

2.3.8. Corriente Continua

Flujo de electrones que circulan a través de un conductor, este tipo de corriente se caracteriza por la circulación de electrones en una misma dirección, es decir el valor de la corriente no cambia a través del tiempo, se mide en amperios [A].

2.3.9. Corriente Alterna

Flujo de electrones que circula a través en un conductor, tipo de corriente que se caracteriza por su cambio en la magnitud y dirección a través del tiempo y se comporta de forma cíclica. Este tipo de corriente es usada principalmente en las viviendas, industrias etc., se mide en amperios [A].

2.3.10. Carga Eléctrica

Componente eléctrico o fracción de circuito que consume energía eléctrica. (Energy Education , 2024).

2.3.11. Proceso

Son las actividades desarrolladas por una persona o grupo de personas, cuya finalidad es obtener unos resultados con base en unas entradas ya definidas (acciones, operaciones o métodos)

2.3.12. Circuito Eléctrico

Conjunto de elementos que conectados de forma adecuada permiten la circulación de corriente eléctrica. Dependiendo del tipo de circuito diseñado se puede obtener un proceso distinto, acorde con las necesidades requeridas por el usuario. Para el diseño de un circuito eléctrico se debe tener en cuenta las características de los elementos que se trabajaran para conseguir el resultado deseado. (Barrales, 2014)

2.3.13. Automatización Industrial

La automatización es un método comúnmente utilizado en las diferentes ramas de la industria, es útil para desarrollar procesos de una manera automática sin la necesidad de una gran interferencia humana; los procesos deseados son ejecutados por diversos dispositivos que se programan o se activan según el interés del proceso que se desee ejecutar.

Para que sistema de automatización cumpla su propósito es necesario tener claro el tipo de procesos que se quiere llegar a controlar, y los dispositivos con lo que se tiene acceso, esto con el fin de que el sistema diseñado cumpla con fin deseado.

2.3.14. PWM

Los Pwm son pulsos rectangulares con un ancho que es posible ajustar junto con una altura fija, la sumatoria de las áreas de estos pulsos es igual al voltaje efectivo de una onda senoidal de corriente alterna real. Los pulsos son generados por los

transistores IGBTs utilizados en la última etapa de funcionamiento del variador de frecuencia.

2.3.15. Variador de Velocidad

El variador de velocidad es un dispositivo cuya función fundamental consiste en controlar la frecuencia del voltaje con el que es energizado el motor, permitiendo el control de la velocidad de dicho motor, esto se puede comprender con la Ecuación 1.

$$n = 120f/p \quad (1)$$

n = Velocidad del motor

f = Frecuencia

P = Numero de polos del motor

2.3.16. Sensor de Proximidad

Dispositivos cuya activación es provocada por el acercamiento de un cierto tipo de elemento, ubicado a determinada distancia de detección. Existen diversas clases de sensores de proximidad, pueden ser inductivos, capacitivos o fotoeléctricos.

2.3.17. Vigilante de Tensión

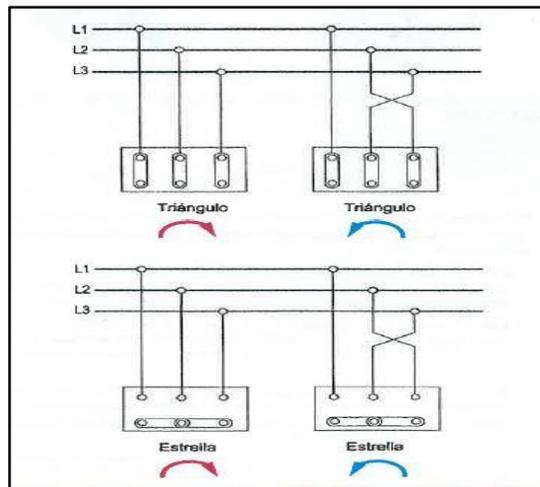
Son dispositivos capaces de monitorear diferentes características que pueden llegar a presentarse en un sistema eléctrico tales como: Mínima tensión AC, falta o fallo de secuencia de fase, asimetría, máxima tensión AC, este control es realizado por una salida a relé.

2.3.18. Inversión de Giro Motor Trifásico

Para poder realizar la inversión de giro de un motor trifásico es necesario la inversión de dos fases (ver Figura 14), cabe recalcar que se pueden invertir cualquier par de fases para conseguir una inversión de giro.

Figura 14

Graficas Inversión de Giro Conexión Estrella y Delta



Nota. Tomado de representación de la inversión de sentido de giro de motores trifásicos, de Rodríguez,2014,https://www.google.com.co/books/edition/Automatismos_industriales_2_%C2%AA_edici%C3%B3n/h9R8EAAAQBAJ?hl=es419&gbpv=1&dq=automatizacion+industrial+fernandez&printsec=frontcover

2.3.19. Contactor Electromagnético

Dispositivo conformado por una bobina por la que circula una determinada corriente, al circular la corriente a través de la bobina se genera un campo magnético que atrae la armadura del contactor, provocando la activación de sus contactos de control y de potencia, al desenergizarse la bobina la armadura vuelve a su estado inicial al igual que sus contactos.

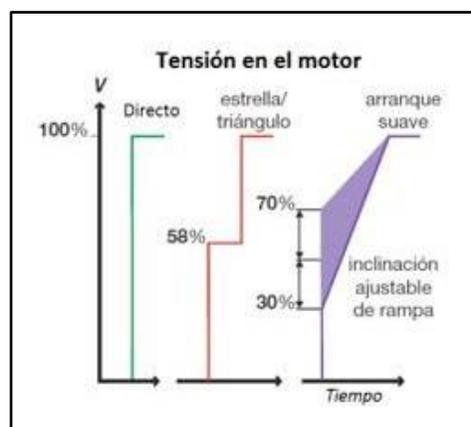
2.3.20. **Comparativa: Arranque Directo, Arranque Estrella-Delta y Arrancador Suave**

- Durante el arranque directo se suministra el voltaje pleno de alimentación.
- Durante el arranque en estrella el bobinado ve un voltaje de 127 voltios y una corriente menor al voltaje pleno, permitiendo una reducción en el pico de corriente durante el arranque.
- En el arranque electrónico se puede controlar el porcentaje de voltaje de entrada que se puede suministrar al motor, reduciendo la corriente de arranque elevada del motor.

En la Figura 15 se presenta de manera grafica lo anteriormente mencionado.

Figura 15

Graficas Comparación Arranque Directo, Conexión Estrella -Delta y Arranque Suave



Nota. Tomado de Comparación esquemática entre el arranque directo, el arranque (Y-Δ), y el arranque suave, de ABB ,2002, <https://www.revistaespacios.com/a17v38n51/a17v38n51p22.pdf>.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para la elaboración de las fichas técnicas y el manual de prácticas de los dispositivos eléctricos, electromecánicos y electrónicos del banco de pruebas, fué necesario realizar un estudio cualitativo de carácter descriptivo, con el fin de especificar la información técnica de los diferentes dispositivos. En el desarrollo de las actividades de automatización se aplicó el método inductivo que consiste en establecer medios para que el estudiante pueda desarrollar sus conocimientos mediante prácticas que den lugar a la experimentación, pensamiento y aprendizaje, para esto se incluyeron ejercicios relacionados con las temáticas mencionadas en este documento, que el estudiantado debe resolver por sí mismo, siendo protagonista de su propio proceso de formación, permitiéndole analizar, comprender y profundizar los conocimientos adquiridos por medio de su propio esfuerzo, el funcionamiento de los circuitos de automatización diseñados se comprobaron experimentalmente mediante el uso del programa *Cade Simu*

Se realizo una búsqueda documental (datos técnicos, guías, catálogos y/o manuales) de las marcas correspondientes a cada dispositivo: Schneider Electric, Chint, Autonics, EWRT, ABB, Mac3, Rockwell, EBCHQ y Lenovo para obtener una información precisa de los diferentes dispositivos, Se realizo una observación directa para identificar la referencia, número de bornes de conexión y las características estructurales de cada uno de los dispositivos. A la información encontrada se le aplicó un análisis documental permitiendo realizar una síntesis de los diferentes datos recopilados, destacando los aspectos fundamentales y requeridos de cada dispositivo. Como apoyo para la base documental se tuvo en cuenta una investigación de campo, donde se asistió al laboratorio de accionamientos, lo cual ayudó a profundizar en el conocimiento sobre la aplicación de los dispositivos, a la identificación de procesos y distinguir los dispositivos

externos al banco que pueden ser utilizados en el laboratorio como temporizadores neumáticos, bloques de contactos auxiliares, contactores y enclavamiento mecánico.

Para el desarrollo de este proyecto se tuvo en cuenta la norma ISO 14224, la cual brinda una base para la estructuración de las fichas técnicas, para la búsqueda de información se tuvo en cuenta los datos de diseño y funcionamiento (voltaje, corriente, factor de potencia, grado de protección, etc) básicos proporcionados por los fabricantes de cada dispositivo. Para cumplir con los lineamientos de la norma 9000, los documentos del manual y las fichas técnicas se les aplicó el formato de la gestión documental de las UTS respecto a la forma de encabezados y pie de páginas.

Se realizó un listado de los dispositivos y su respectiva enumeración para facilitar su identificación y ubicación dentro del banco de pruebas del laboratorio de accionamientos eléctricos, los datos técnicos de cada dispositivo fueron plasmados en una tabla para organizar la información con los ítems: Categoría, codificación, marca, capacidad de contactos, valores de alimentación, potencia, referencia, ubicación etc., junto a una descripción de su función general y una imagen alusiva a cada dispositivo.

Para la codificación se contó con 6 caracteres, los primeros dos caracteres indican la clase de dispositivo, los dos caracteres siguientes dan la ubicación del dispositivo y los últimos dos dan la numeración del dispositivo respecto a otros de su misma clase.

Para el manual se incluyó para cada dispositivo las partes que lo conforman, la definición de su función, precauciones, sus parámetros de conexión y uso (este fue descrito cuando el funcionamiento del dispositivo no solo dependía de su energización), también se realizó un esquema con la conexión de cada dispositivo y se diseñó un diagrama de flujo que describiera paso a paso la dinámica a seguir dentro del laboratorio. En el manual se plantearon dos actividades dirigidas al montaje de sistema de automatización y dos al diseño, cada una enfocada a cada dispositivo y diseñadas con ayuda del programa Cade Simu, con el apoyo del programa PC Simu se hizo una representación gráfica de cada ejercicio enfocado al diseño para dar una idea más clara del sistema a elaborar. Se tuvieron en cuenta los datos establecidos en las fichas técnicas (como el consumo y la capacidad) de los diferentes dispositivos con el fin de que los ejercicios de automatización planteados no presenten problemas en el momento de realizar su ejecución; en el diseño de los circuitos de automatización se tuvo en cuenta la siguiente estructura: Alimentación, elementos de maniobra (NA y NC), realimentación, receptores y alimentación.

Las actividades mencionadas se basaron en la temática vista en la materia de accionamientos eléctricos, se presentan a continuación:

- Pulsadores
- Memoria con enclavamiento eléctrico y mecánico.
- Contactor.
- Temporizador neumáticos y electrónicos
- Sensores.
- Arranque directo de un motor.
- Vigilante de tensión.
- Final de carrera.

- Inversión de giro.
- Parada de emergencia.
- Arranque estrella-delta, arranque electrónico.
- Interruptores giratorios (manija).
- Control de nivel de líquidos.
- Variador de velocidad y PLC.

El formato utilizado para el desarrollo de las prácticas fue el siguiente:

- Nombre de la actividad.
- Objetivo.
- Funcionamiento del sistema.

3.1. Limitaciones del Trabajo

- En el caso del variador de frecuencia se tuvieron en cuenta las funciones básicas que corresponden a: Gira /para, habilita / general, inversión de giro, potenciómetro electrónico, sin función y local /remoto. ya que son funciones principales para conocer el uso básico del variador. Debido a la naturaleza de las prácticas del laboratorio no es necesario hacer uso de lo referente al control PID.
- Para la variación de velocidad en el variador se optó por el potenciómetro electrónico ya que coincide con el tipo de trabajo realizado en el laboratorio.
- Únicamente se tuvieron en cuenta las funciones de retardo a la conexión y retardo a la desconexión para el temporizador electrónico ya que es lo que compete a la temática vista en la asignatura de accionamientos eléctricos.

- Para el diseño de las actividades de automatización enfocadas al PLC, fue utilizado el lenguaje Ladder ya que es el tipo de diagrama más utilizado para diseños de lógica programada.
- Las actividades propuestas se realizaron mediante el enfoque del método de enclavamiento eléctrico debido a que permite una rápida respuesta a la conexión - desconexión.

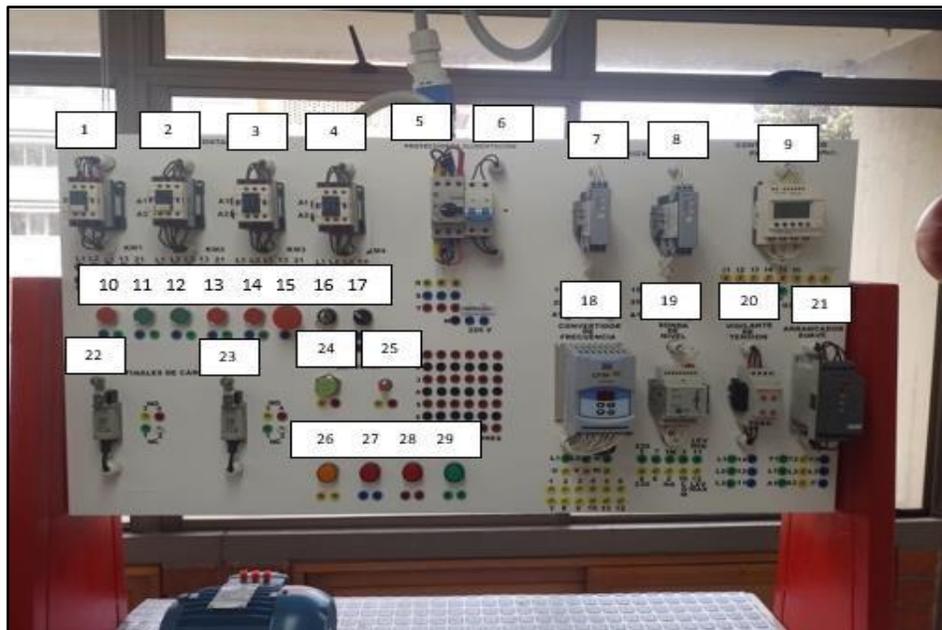
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

4.1. Inventario Dispositivos del Banco

El banco de pruebas está conformado por los siguientes elementos (ver Figura 16 y Tabla 1).

Figura 16

Inventario Banco



Nota. Elaborado por el autor.

Tabla 1

Cantidad y Numero de Identificación

Elementos que conforman al banco de pruebas	Número de identificación
Plc (autómata programable)	9
Arrancador electrónico	21
Relé control de nivel	19
Relé de monitoreo	20
Relé de temporización 1	7
Relé de temporización 2	8
Convertidor de frecuencia	18
Guarda motor	5
Interruptor magnetotérmico	6
Contactador 1	1
Contactador 2	2
Contactador 3	3
Contactador 4	4
Sensor inductivo (NA)	24
Sensor inductivo (NC)	25
Final de carrera 1	22
Final de carera 2	23
Pulsador normalmente abierto (NA) 1	11
Pulsador normalmente abierto (NA)2	12
Pulsador normalmente cerrado (NC)1	13
Pulsador normalmente cerrado (NC) 2	14
Pulsador doble (NA-NC)	10
Interruptor dos posiciones	17
Interruptor tres posiciones	16
Parada de emergencia	15
Lámpara piloto 1	26
Lámpara piloto 2	27
Lámpara piloto 3	28
Lámpara piloto 4	29

Nota. Elaborado por autor

4.2. Diseño Fichas Técnicas

A continuación, se muestran las tablas de cada dispositivo con sus respectivos datos.

4.2.1. Variador de Frecuencia

Los datos técnicos presentados por (Weg, 2015), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del convertidor (ver Tabla 2).

Tabla 2

Datos Variador de Frecuencia

Convertidor de Frecuencia	
Categoría equipo: Eléctrico	
Tipo de tensión: AC	
Codificación general: CF-LA	
Tensión de alimentación: 200 a 240 [Vac] Bifásica	
Potencia de empleo (HP): 0,5 hp	
Frecuencia : 50/60 [Hz]	
Corriente de empleo : 2.6 [A]	
Corriente máxima de salida : 3.9 [A]	
Corriente de alimentación : 5.7 [A]	
Frecuencia de conmutación: 10[kHz]	
Voltaje y corriente de empleo contacto conmutado(relé): 0,5 a /(250 V CA),1,0 a (125 V ca)	
Frecuencia de trabajo: 0-300Hz	
Corriente máxima entradas digitales: 20 mA	
Peso: 0.9 Kg	
Factor de desplazamiento : $(\cos \Theta) > 0,98$	
Altura: 132 mm	
Ancho: 95 mm	
Profundidad: 121 mm	
Temperatura de funcionamiento: 0 a 50 grados centígrados	
Numero de entradas digitales: 4	
Numero puertos de potencia: 6	
Grado protección del equipo: IP20	
Protección: Sobrecarga	
Referencia: CFW100026	
Ubicación: Edificio C, primer piso.	
Marca: Weg	
Dispositivo capaz de variar la velocidad por medio de la relación V/F	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.2. PLC (Control Lógico Programable)

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2023), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del Plc (ver Tabla 3).

Tabla 3

Datos Control Lógico Programable

PLC	
Categoría equipo: Seguridad y Control	
Codificación: UL-LA	
Tipo de tensión: AC	
Tensión de alimentación : 100-240[VAC]	
Frecuencia: 50/60 [HZ]	
Máxima corriente (Ith) relés: 8[A]	
Voltaje de aislamiento : 1780[V]	
Consumo de energía: 7[VA]	
Corriente de consumo máximo: 0.03[A] a 240 [V]	
Corriente de consumo mínimo: 0.08[A] a 100[V]	
Corriente entrada digital: 0.6 [mA]	
Voltaje entrada digital: 100-240 [V]	
Corriente de empleo (Relés): Mayor o igual a 10 [mA]	
Tiempo de respuesta relé: 5ms de estado de 1 a 0,10 ms de estado de 0 a 1	
Durabilidad mecánica salida a relé : 10000000 ciclos	
Durabilidad eléctrica salida a relé:500000 ciclos	
Peso: 0,25 kg	
Altura: 90 mm	
Ancho: 71,2 mm	
Profundidad: 59,5 mm	
Temperatura de funcionamiento: -20 -55 °C	
Numero de entradas :6	
Numero de salidas a relé: 4	
Grado de protección bornera: IP20	
Grado protección panel de control: IP40	
Referencia: SR3B101FU	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C, primer piso.	
	Dispositivo capaz de controlar los procesos por medio de la lógica interna programada.

Nota. Elaborado por el autor

4.2.3. Guardamotor

Los datos técnicos presentados por (Allen Bradley, 2024), fueron empleados para la elaboración de la ficha técnica del disyuntor (ver Tabla 4).

Tabla 4

Datos Disyuntor

Guarda Motor	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: IP-LA-01	
Aplicación: Protección específica para motores	
Tipo de tensión: AC	
Uso :motores	
Tensión de empleo: 230-575 [VAC]	
Frecuencia de operación: 50/60 [HZ]	
Conexión: Trifásica	
Corriente empleo: 20[A]	
Corriente de activación disparo magnética: 260[A]	
Rango de corriente térmica: 14,5-20 [A]	
Corriente de cortocircuito: 65 [KA]	
Potencia de empleo a 230 [v]: 5 [hp]	
Durabilidad eléctrica : 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica : 100000 ciclos	
Numero de polos: 3 polos	
Clase: 10	
Tiempo de respuesta: <10 Seg	
Peso: 0,34 kg	
Altura: 90 mm	
Ancho: 45 mm	
Profundidad : 74 mm	
Temperatura de funcionamiento : -25-60 [°C]	
Grado de protección: IP20	
Referencia: 140M-C2E-C20	
Marca:Rockwell	
Ubicación :Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de la protección del motor .	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.4. Termomagnético

Los datos técnicos presentados por (Chint, 2017), fueron empleados para la elaboración de la ficha técnica del dispositivo termomagnético (ver Tabla 5).

Tabla 5

Datos Termomagnético

Interruptor Magnetotérmico	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: IP-LA-02	
Aplicación: Protección específica para circuito de mando	
Tipo de tensión: AC	
Tensión empleo: 400 [VAC]	
Corriente máxima de ruptura: 6[KVA]	
Principio de detección: Automático	
Frecuencia: 50/60 HZ	
Numero de polos: 2 polos	
Corriente empleo: 1 [A]	
Disparo magnético: 5 y 10 In	
Durabilidad eléctrica: 4000 ciclos	
Durabilidad mecánica: 20000 ciclos	
Curva de disparo: C	
Peso: 0,25 kg	
Altura: 86 mm	
Ancho: 36 mm	
Profundidad: 78 mm	
Temperatura de funcionamiento: -25-60 [°C]	
Grado de protección: IP20	
Referencia: 09628	
Marca: CHINT	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
	Dispositivo encargado de protección del circuito de control

Nota. Elaborado por el autor

4.2.5. Vigilante de Tensión

Los datos técnicos presentados por (Lovato, 2014), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del vigilante de tensión (ver Tabla 6).

Tabla 6

Datos Relé de Monitoreo

Relé de Monitoreo(Vigilante de tensión)	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Codificación : RM-LA	
Sistema: Trifásico sin neutro	
Tipo de tensión: AC	
Frecuencia: 50/60 Hz	
Tensión de alimentación y empleo :208,220,230,240[VAC]	
Consumo de energía : 11[VA]	
Corriente de consumo máxima : 0.05[A]	
Corriente de consumo mínima : 0.045[A]	
Corriente térmica contacto conmutado: 8[A]	
Voltaje de aislamiento: 600[v]	
Máxima tensión de conmutación: 400[V]	
Voltaje de empleo contacto conmutado: 250 [VAC]	
Durabilidad eléctrico contacto conmutado: 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto conmutado : 3000000 ciclos	
Peso:0.13 kg	
Tiempo de disparo : 0.1 a 20 Seg	
Tiempo de rearme : 0,1 a 20 Seg	
Temperatura de funcionamiento: -20-60 [°C]	
Altura: 104,7 mm	
Ancho: 5,8 mm	
Profundidad: 64,9 mm	
Numero de contactos conmutados : 1	
Grado de protección contacto conmutado: IP20	
Grado de protección dispositivo: IP40	
Marca: Lovato	
Referencia: PMV30A240	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
	Dispositivo encargado de proteger el sistema a causa de subtension ,falta de fase , o inversión de fase .

Nota. Elaborado por el autor

4.2.6. Temporizador Electrónico

Los datos técnicos presentados por (Weg, 2015), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del temporizador electrónico (ver Tabla 7).

Tabla 7

Datos Temporizador Electrónico

Temporizador Electrónico	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: TP-LA-01	
Tensión de alimentación: 24-240 [VCA] /24-240 [VCC]	
Frecuencia :50/60 Hz	
Corriente de consumo máxima: 80 [mA]	
Corriente de empleo contactos conmutados: 3 [A]	
Voltaje de empleo contactos conmutados: 230 [VAC]	
Tipo de tensión: AC/CC	
Tensión de aislamiento: 300[V]	
Corriente Ith contactos conmutados: 10[A]	
Tiempo reset: 100ms	
Tiempo mínimo de encendido: 50 ms	
Durabilidad mecánico contactos conmutados : 30000x10 ³ ciclos	
Durabilidad eléctrica contactos conmutados : 1000x10 ³ ciclos	
Temporización :0,1 -10 días	
Peso: 0,095 kg	
Altura: 102,4 mm	
Ancho: 2,25 mm	
Profundidad: 106,05 mm	
Temperatura de funcionamiento : -5 - 60[°C]	
Numero de contactos conmutados : 2	
Grado de protección: IP20	
Marca: WEG	Dispositivo capaz de controlar los tiempos de encendido y apagado de un proceso .
Referencia : ERWT-MF1	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.7. Electrosonda

Los datos técnicos presentados por (Mac3, 2014), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del control de nivel de líquidos (ver Tabla 8).

Tabla 8

Datos Electrosonda

Relé Control de Nivel (Electrosonda)	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: CN-LA	
Tensión de alimentación: 24 ,117 y 230 [VAC]	
Corriente de empleo contacto conmutado: 2A	
Voltaje de empleo contacto conmutado: 250 [V]	
Corriente de consumo a 230 [V]: 0.017 [A]	
Consumo de energía: 4 [VA]	
Voltaje entre electrodos: 10[VCA]	
Voltaje de aislamiento: 2000[V]	
Resistencia de aislamiento : Superior a 10[MΩ]	
Modelo: SR	
Durabilidad eléctrico contacto conmutado : 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto conmutado : 30000x10 ³ ciclos	
Frecuencia: 50/60 HZ	
Sensibilidad electrodos: 0-100 [kΩ]	
Factor de potencia de carga(cos ϕ): 0.4	
Peso.0,43 Kg	
Tiempo de respuesta: 100 [ms]	
Altura: 95 mm	
Ancho: 53 mm	
Profundidad: 58 mm	
Temperatura de funcionamiento: -10 -50 [°C]	
Numero de contactos conmutados : 1	
Grado de protección: IP20	
Referencia : EQ220R	
Marca: Mac3	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
	Dispositivo capaz de detectar y controlar el nivel de liquido .

Nota. Elaborado por el autor

4.2.8. Arrancador Suave

Los datos técnicos presentados por (ABB, 2022), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del arrancador electrónico (ver Tabla 9).

Tabla 9

Datos Arrancador Electrónico

Arrancador Suave	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación :AS-LA	
Tensión de alimentación: 100-240 [VAC]	
Frecuencia: 50/60 HZ	
Tensión de empleo : 208-600 [VAC]	
Corriente de empleo: 6.8 [A]	
Control de fases: Dos	
Tensión circuito de control: 24 [VDC]	
Potencia de empleo a 230 [v]: 1.5 Kw	
Protección contra :sobrecargas	
Tiempo rampa aceleración máxima: 20 Segundos	
Tiempo rampa desaceleración máxima: 20 segundos	
Peso: 0,5 kg	
Altura : 140 mm	
Ancho: 114 mm	
Profundidad : 45 mm	
Temperatura de funcionamiento: -25..+60c°	
Grado de protección: IP20	
Referencia : PSR6-600-70	
Marca : ABB	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.9. Pulsadores

Los datos técnicos presentados por (Chint, 2020), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica de los diferentes pulsadores (ver Tablas 10, 11, 12, 13 y 14).

Tabla 10

Datos Pulsador NA

Pulsador Marcha	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: PS-LA-01	
Instalación : Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Voltaje de empleo contacto: 240[VAC]	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contacto: 3[A]	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica: 10[A]	
Durabilidad eléctrica contacto : 500000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto: 1000000 ciclos	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 55 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0.08 kg	
Temperatura de funcionamiento : -5-40[°C]	
Numero de contactos: Contactos1(NA)	
Grado de protección: IP40	
Referencia: NP2-BA31	
Marca: CHINT	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de poner en marcha del proceso	

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 11

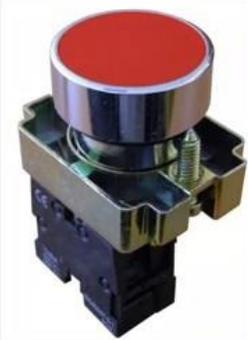
Datos Pulsadores NA 2

Pulsador Mecha 2	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: PS-LA-02	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Voltaje de empleo contacto: 240[VAC]	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contacto: 3 [A]	
Durabilidad eléctrica contacto : 500000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto : 1000000 ciclos	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica: 10 [A]	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 55 mm	
Diámetro : 30 mm	
Peso: 0.08 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 – 40[°C]	
Numero de contactos :1(NA)	
Grado de protección : IP40	
Referencia : ZB2-BE101C	
Marca : Imelco	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de poner en marcha del proceso	

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 12

Datos Pulsador NC

Pulsador Parada	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: PS-LA-03	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Voltaje de empleo contacto: 240[VAC]	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contacto: 3[A]	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica : 10[A]	
Durabilidad eléctrica contacto : 500000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto : 1000000 ciclos	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 55 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0.08 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 – 40 [°C]	
Numero de contactos: 1(NC)	
Grado de protección: IP40	
Referencia: NP2-BA42	
Marca: CHINT	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de detener un proceso.	

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 13

Datos Pulsador NC-NA

Pulsador Doble Contacto	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: PS-LA-04	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Voltaje de empleo contactos: 240[VAC]	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contactos: 3[A]	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica :10[A]	
Durabilidad eléctrica contactos :500000 ciclos	
Durabilidad mecánica contactos :1000000 ciclos	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 55 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0.08 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 – 40 [°C]	
Numero de contactos: 1(NC), 1(NA)	
Grado de protección : IP40	
Referencia: NP2-BA45	
Marca : CHINT	
Ubicación: Edificio C. Piso 1	Dispositivo encargado de la parada o arranque de proceso.

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 14

Datos Pulsador Z

Parada de Emergencia	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: PS-LA-05	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Voltaje de empleo contacto: 240[VAC]	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contacto: 3[A]	
Durabilidad eléctrica contacto : 500000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto : 1000000 ciclos	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica : 10[A]	
Altura: 40mm	
Profundidad: 77mm	
Diámetro: 40 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0,08 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 - 40 [°C]	
Numero de contactos: 1 (NC)	
Grado de protección: IP40	
Referencia: NP2-BS542	
Marca: CHINT	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
<p>Dispositivo encargado de la parada del proceso ,detiene el proceso hasta que se decida que es adecuado su activación.</p>	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.10. Interruptores

Los datos técnicos presentados por (Cheeckman, 2024), fueron empleados para la elaboración de la ficha técnica del interruptor giratorio de tres posiciones (ver Tabla 15).

Tabla 15

Datos Interruptor 3 Posiciones

Interruptor Tres Posiciones	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: IR-LA-01	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Principio de actuación: Manual	
Corriente de empleo contactos: 3 [A]	
Voltaje de empleo contactos: 240[V]	
Durabilidad eléctrica contactos : 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica contactos : 100000 ciclos	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica: 10[A]	
Voltaje de aislamiento: 600[VAC]	
Corriente de aislamiento : 10[A]	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 63 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0,154 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 – 40[°C]	
Numero de contactos: 2(NA)	
Grado de protección: IP40	
Referencia: ZB2-BE101	
Marca: Checkman	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
<p>Dispositivo encargado de maniobrar el proceso, la maniobra puede realizarse para alimentar dos circuitos distintos , para alimentar un circuito manual otro remota.</p>	

Nota. Elaborado por el autor

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2020), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del interruptor giratorio de dos posiciones (ver Tabla 16).

Tabla 16

Datos Interruptor 2 Posiciones

Interruptor dos Posiciones	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: IR-LA-02	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Principio de actuación: Manual	
Voltaje de empleo contactos: 220 [VAC]	
Corriente de empleo contactos: 4.5 [A]	
Vida eléctrica contactos: 100000 ciclos	
Vida mecánica contactos : 100000 ciclos	
Voltaje de aislamiento: 415 [V]	
Corriente térmica: 10[A]	
Altura: 40 mm	
Profundidad: 70 mm	
Diámetro: 30 mm	
Peso: 0,154 kg	
Temperatura de funcionamiento: -5 -40 [°C]	
Numero de contactos: 1(NA), 1(NC)	
Grado de protección: IP40	
Referencia :NP2-BD45	
Marca: CHINT	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
<p>Dispositivo encargado de maniobrar el proceso, la maniobra puede realizarse para alimentar dos circuitos distintos , para alimentar un circuito manual o remota.</p>	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.11. Interruptor Final de Carrera

Los datos técnicos presentados por (Xurui, 2020), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del final de carrera (ver Tabla 17).

Tabla 17

Datos Final de Carrera

Final de Carrera	
Categoría equipo: Control y Seguridad Codificación: IR-LA-03 Instalación: Circuito de Control Aplicación: Control de Procesos Clase de actuador :Palanca con roldana Corriente de empleo contactos :5[A] Voltaje de empleo contactos : 250 VAC Durabilidad eléctrica contactos : 100000 ciclos Durabilidad mecánica contactos : 1000000 ciclos Altura: 82,9 mm Ancho: 21 mm Profundidad: 25.5 mm Peso: 0,180 kg Temperatura de funcionamiento : -20 a +60[C°] Numero de Contactos: 1(NA),1(NC) Grado de protección: IP65 Referencia : XZ-8/104 Marca : Xurui Ubicación: Edificio C ,Piso 1	 <p>Dispositivo capaz de detectar la posición de un objeto mediante un accionamiento mecánico.</p>

Nota. Elaborado por el autor

4.2.12. Sensores

Los datos técnicos presentados por (Autonics, 2015), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica de los sensores NA y NC (ver Tablas 18 y 19).

Tabla 18

Datos Sensor NC

Sensor Inductivo (Rasante)	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: SS-LA-01	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Principio de detección: Inductivo	
Tensión de alimentación: 100-240 [VAC]	
Corriente de empleo contacto: 5-200[mA]	
Voltaje de empleo contacto: 85-264 [VAC]	
Frecuencia de respuesta: 20 HZ	
Voltaje de residuo: 10[V]	
Alcance : 5 mm	
Resistencia de aislamiento: >50M ohmios	
Durabilidad eléctrico contacto : 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto : 50000x10 ³ ciclos	
Peso: 0,150kg	
Diámetro: 18 mm	
Temperatura de funcionamiento: -25-70 [°C]	
Numero de contactos: 1(NA)	
Tipo de protección: IP67	
Referencia: PRL18-5AO	
Marca: Autonics	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	Dispositivo capaz de detectar objetos metálicos sin tener un contacto directo sobre ellos.

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 19

Datos Sensor NA

Sensor Inductivo (Rasante)	
Categoría equipo: Control y Seguridad	
Codificación: SS-LA-02	
Instalación: Circuito de Control	
Aplicación: Control de Procesos	
Principio de detección: Inductivo	
Tensión de alimentación: 100-240 [VAC]	
Frecuencia de respuesta: 20 [HZ]	
Voltaje de residuo:1 0[V]	
Alcance : 1.5 mm	
Corriente de empleo contacto: 5-150[mA]	
Voltaje de empleo contacto : 85-264 [VAC]	
Durabilidad eléctrico contacto : 100000 ciclos	
Durabilidad mecánica contacto : 50000x10 ³ ciclos	
Resistencia de aislamiento: >50M ohmios	
Peso: 0,66 kg	
Diámetro: 8mm	
Temperatura de funcionamiento: -25-70[°C]	
Numero de contactos :Contactos: 1(NC)	
Tipo de protección: IP67	
Referencia: PRT08-1.5AC	
Marca: Autonics	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	Dispositivo capaz de detectar objetos metálicos sin tener un contacto directo sobre ellos.

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Nota. Elaborado por el autor

4.2.13. Contactor

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2017a), fueron empleados para la elaboración de la ficha técnica del contactor (ver Tabla 20).

Tabla 20

Datos Contactor Schneider Electric

Contactor	
Categoría equipo: Seguridad y Control	
Codificación: CT-LA-01	
Voltaje de empleo contactos de potencia: ≤ 690 [VAC]	
Corriente de empleo contactos de potencia: 9[A] < 440 V	
Voltaje de control (bobina): 220 [V]	
Frecuencia: 50/60 HZ	
Principio de actuación: Inductivo	
Corriente de conmutación mínima circuito de control: 5[mA]	
Voltaje mínimo de conmutación : 17 [V]	
Consumo de energía : 7.5 VA	
Potencia de entrada : 70 [VA]	
Corriente de consumo: 0.029 [A]	
Corriente de entrada: 0.3 [A]	
Potencia de empleo : 1.5KW (220[V])	
Facto de potencia (cos Θ): 0.3	
Corriente de empleo contactos auxiliares: 6 [A] a 120 V, 1.04 [A] a 690 V	
Voltaje de aislamiento nominal contactos de potencia y auxiliares : 690 [V]	
Corriente de corte contactos de potencia: 250[A]	
Corriente de cierre contactos de potencia: 250[A]	
Corriente de cierre contactos auxiliares : 140[A]	
Durabilidad mecánica : 15000000 ciclos	
Durabilidad eléctrica: 20000000 ciclos	
Peso: 0,32 kg	
Tiempo de respuesta a la apertura : 4-19 ms	
Tiempo de respuesta al cierre: 12-22 ms	
Altura: 77 mm	
Ancho: 45 mm	
Profundidad: 86 mm	
Temperatura de funcionamiento: -5 -60 [°C]	
Numero de contactos auxiliares : 1(NA),1(NC)	
Grado de protección: IP20	
Referencia : LC1D09	
Marca : Schneider electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
	Dispositivo capaz de maniobrar el circuito de control y de potencia de un proceso

Nota. Elaborado por el autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Los datos técnicos presentados por (Weg, 2018), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del contactor externo (ver Tabla 21).

Tabla 21

Datos Contactor Weg

Contactor Externo	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Codificación : CT-LA-02	
Voltaje de empleo contactos de potencia: 690 [V]	
Corriente de empleo contactos de potencia: 9 [A]<440 V	
Voltaje de control (bobina): 208-240 [V]	
Frecuencia: 50/60 HZ	
Principio de actuación :Inductivo	
Consumo de energía :7.5VA	
Potencia de entrada :75 [VA]	
Corriente de consumo:0.03[A]	
Corriente de entrada:0.3 [A]	
Potencia de empleo : 3 hp (230[V])	
Corriente de empleo contactos auxiliares : 10 [A] a 230[V] .1,5 [A] a 690 [V]	
Voltaje de empleo contactos auxiliares : 690 [V]	
Corriente de corte : 400 [v]	
Corriente de cierre: 690[V]	
Durabilidad mecánica : 10000000 ciclos	
Durabilidad eléctrica: 2000000 ciclos	
Voltaje de aislamiento contactos de potencia: 690[V]	
Peso: 0,37 kg	
Tiempo de respuesta al cierre : 15 -25 ms	
Tiempo de respuesta a la apertura : 8-12 ms	
Altura: 78,4 mm	
Ancho : 45 mm	
Profundidad : 89,5 mm	
Temperatura de funcionamiento: -25 -55 [C°]	
Numero de contactos:1(NC),1(NA)	
Grado de protección bobina y contactores auxiliares : IP10	
Grado de protección contactos principales : IP40	
Referencia: CWB9	
Marca :Weg	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
	Dispositivo capaz de maniobrar el circuito de control y de potencia de un proceso

Nota. Elaborado por el autor

4.2.14. Motores

En las Tablas 22, 23 y 24 se presentan los datos de los motores del laboratorio de accionamientos eléctricos.

Tabla 22

Datos Motor Lorenzo

Motor Jaula de Ardilla 1	
Categoría equipo: Giratorio	
Codificación: ME-LA-01	
Potencia: 1.1 KW	
Frecuencia: 60 HZ	
Corriente delta: 4[A]	
Corriente estrella: 2,3[A]	
Tensión de alimentación delta: 220[VAC]	
Voltaje de alimentación estrella: 380 [VAC]	
Velocidad: 3420 rpm	
Factor de potencia (cos Θ): 0,90	
Numero de Bornes : 6	
Gado de protección: IP63	
Marca: De lorenzo	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de accionar diferentes tipos de cargas .	

Nota. Elaborado Por el Autor

Tabla 23

Datos Motor Weg

Motor Jaula de Ardilla 2	
Categoría equipo: Giratorio	
Codificación: ME-LA-02	
Frecuencia: 60Hz	
Potencia: 0.75 KW	
Corriente delta: 3.02[A]	
Corriente estrella: 1.51[A]	
Tensión de alimentación delta : 220[VAC]	
Voltaje de alimentación estrella :440[VAC]	
Factor de potencia (cos Θ): 0,82	
Velocidad :1720 rpm	
Grado de protección: IP55	
Numero de bornes: 3	
Marca: Weg	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de accionar diferentes tipos de cargas .	

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 24

Datos Motor Weg

Motor Jaula de Ardilla 3		
Categoría equipo: Giratorio		
Codificación: ME-LA-03		
Frecuencia: 60Hz		
Potencia: 1 hp		
Corriente delta: 3.5[A]		
Corriente estrella: 1.75[A]		
Tensión de alimentación delta: 220[VAC]		
Voltaje de alimentación estrella :440[VAC]		
Factor de potencia (cos Θ): 0,87		
Velocidad : 1660 rpm		
Numero de bornes: 6		
Grado de protección: IP55		
Ubicación: Edificio C ,Piso 1		
Dispositivo encargado de accionar diferentes tipos de cargas .		

Nota. Elaborado por el autor

4.2.15. Lámparas Piloto

Los datos técnicos presentados por (EBCHQ, 2025), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica las lámparas piloto (ver Tabla 25)

Tabla 25

Datos Lámparas Piloto

Lámparas Piloto	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: IL-LA	
Voltaje de trabajo: 220 [VAC]	
Corriente de trabajo: 20 [mA]	
Peso: 0,020 kg	
Diámetro: 22 mm	
Temperatura de trabajo: -25 – 55[°C]	
Grado de protección: IP40	
Marca: EBCHQ	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivos indicadores de funcionamiento .	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.16. Bloque de Contactos Auxiliares

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2024 a), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del bloque de contactos auxiliares (ver Tabla 26)

Tabla 26

Datos Bloque Contactos Auxiliares

Bloque de Contactos Auxiliares	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Codificación: BC-LA	
Voltaje de empleo contactos: 690[V]	
Corriente de empleo contactos: 6 A a 120 V, 1.04 A a 690 V	
Voltaje de aislamiento nominal: 690 [V]	
Corriente térmica: 10 [A]	
Corriente de conmutación mínima: 5 [mA]	
Voltaje de conmutación mínima: 17[v]	
Durabilidad mecánica : 30000000 ciclos	
Corriente rms nominal de conexión: 140 [A]	
Peso: 0,05 kg	
Altura: 48 mm	
Ancho: 44 mm	
Profundidad: 42 mm	
Temperatura de funcionamiento: -5 – 60 [°C]	
Numero de contactos : 2(NA),2(NC)	
Grado de protección: IP20	
Referencia: LADN22	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado de accionar diferentes tipos de cargas .	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.17. Bloque de Contactos Temporizados Off Delay (Neumático)

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2024 b), fueron empleados para la elaboración de la ficha técnica temporizador off delay (ver Tabla 27)

Tabla 27

Datos Bloque Contactos Temporizados con Retardo a la Desconexión

Bloque de Contactos Temporizados Neumático	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Código clase de equipo :TP-LA-02	
Voltaje de empleo contactos:690[V]	
Corriente de empleo contactos:6 A a 120 V, 1.04 A a 690 V	
Voltaje de aislamiento nominal :690 [V]	
Corriente térmica :10 [A]	
Temporización:0.1-30 seg	
Corriente de conmutación mínima :5[mA]	
Voltaje de conmutación mínima :17[v]	
Durabilidad mecánica : 5000000 ciclos	
Corriente rms nominal de conexión :140 [A]	
Peso:0,060 kg	
Altura:48 mm	
Ancho:44 mm	
Profundidad :61 mm	
Temperatura de funcionamiento:-5 -60[C°]	
Numero de Contactos:1(NA),1(NC)	
Grado de protección :IP20	
Referencia:LADR2	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	

Nota. Elaborado por el autor

4.2.18. **Bloque de Contactos Temporizados On Delay (Neumático)**

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric, 2013), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica del temporizador on delay (ver Tabla 28)

Tabla 28

Datos Bloque Contactos Temporizados on Delay 10-180 Segundos

Bloque de Contactos Temporizados Neumático	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Codificación: TP-LA-03	
Voltaje de empleo contactos: 690[V]	
Corriente de empleo contactos : 6 A a 120 V, 1.04 A a 690 V	
Voltaje de aislamiento nominal: 690 [V]	
Corriente térmica :10 [A]	
Corriente de conmutación mínima: 5[mA]	
Voltaje de conmutación mínima: 17[v]	
Temporización: 10-180 seg	
Durabilidad mecánica: 5000000 ciclos	
Corriente rms nominal de conexión:140 [A]	
Peso: 0,06 kg	
Altura: 48 mm	
Ancho : 44 mm	
Profundidad : 61 mm	
Temperatura de funcionamiento : -5 – 60 [°C]	
Numero de contactos:1(NA),1(NC)	
Grado de protección: IP20	
Referencia: LADT4	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Dispositivo encargado retardar la conexión de una carga	

Nota. Elaborado por el autor

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric , 2019), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica temporizador on delay (ver Tabla 29)

Tabla 29

Datos Bloque Contactos Temporizados on Delay 0.1-30 Segundos

Bloque de Contactos Temporizados Neumático	
Categoría equipo: Seguridad y control	
Codificación: TP-LA-04	
Voltaje de empleo contactos :690[V]	
Corriente de empleo contactos :6 A a 120 V, 1.04 A a 690 V	
Voltaje de aislamiento nominal :690 [V]	
Corriente térmica :10 [A]	
Temporización:0.1-30seg	
Corriente de conmutación mínima :5[mA]	
Voltaje de conmutación mínima :17[v]	
Durabilidad mecánica :5000000 ciclos	
Corriente rms nominal de conexión :140 [A]	
Peso:0,06 kg	
Altura :48 mm	
Ancho:44 mm	
Profundidad; 61 mm	
Temperatura de funcionamiento: -5 - 60[°C]	
Numero de contactos:1(NA),1(NC)	
Grado de protección :IP20	
Referencia:LADT2	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	

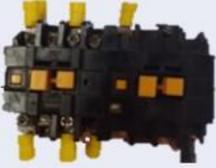
Nota. Elaborado por el autor

4.2.19. Enclavamiento Mecánico

En la Figura 30 se presentan los datos del enclavamiento mecánico.

Tabla 30

Datos Enclavamiento Mecánico

Enclavamiento Mecánico		
Categoría de equipo :Seguridad y control		
Codificación: EM-LA		
Voltaje de alimentación :220-240[V]		
Voltaje de empleo:220 [V]		
Frecuencia: 60 HZ		
Altura:78 mm		
Ancho:50 mm		
Profundidad:88 mm		
Frecuencia :60 Hz		
Numero de Contactos auxiliares :1(NC),1(NA)		Dispositivo encargado de mantener una señal eléctrica de manera mecánica
Grado de protección :IP20		
Ubicación: Edificio C ,Piso 1		

Nota. Elaborado por el autor

4.2.20. Conector Modulo Zelio con PC

Los datos técnicos presentados por (Schneider Electric , 2022), fueron utilizados para la elaboración de la ficha técnica cable USB Zelio salida a relé (ver Tabla 31)

Tabla 31

Datos Cable Zelio

Cable USB(Zelio)	
Categoría equipo: Eléctrico	
Codificación: CZ-LA	
Gama: Zelio	
Aplicación :Zelio Soft software	
Accesorio: conexión pc y modulo Zelio	
Sistemas de operación Windows Vista Windows X.	
Conector :USB	
Peso:0,1 kg	
Longitud de cable .3 metros	
Referencia:SR2USB01	
Marca: Schneider Electric	
Ubicación: Edificio C ,Piso 1	
Cable empleado para hacer la conexión entre el Plc Zelio y el PC	

Nota. Elaborado por el autor

Dado que las fichas técnicas son un elemento clave en este proyecto, esta información también se ha incluido en el Anexo B para facilitar su consulta de manera independiente.

4.2.21. Termología Fichas Técnicas

- Durabilidad eléctrica: Se refiere a los ciclos de funcionamiento en carga que los contactos pueden ejecutar sin mantenimiento. La durabilidad eléctrica

depende de la categoría de uso, la corriente nominal de operación y la tensión nominal de operación. (Schneider Electric, 2014)

- Durabilidad mecánica: Se refiere a los ciclos de funcionamiento en vacío (es decir, sin flujo de corriente) que los contactos pueden realizar sin falla mecánica. (Schneider Electric, 2014)
- Conmutación: Permite activar o desactivar secciones de un circuito(cargas). Sirve para transferir la energía(electricidad) entre los diferentes circuitos.
- Número de polos: Se refiere al número de fases a las que se pueden conectar a un dispositivo.
- Clase 10: Significa que a 6 veces la corriente térmica nominal el dispositivo de protección se dispara en menos de 10 segundos.
- Corriente máxima de ruptura: Se refiere a la corriente máxima en estado de cortocircuito que se tiene la capacidad de interrumpir con el fin de evitar daños. (FCM, 2021)
- Electrodo: Dispositivos utilizados para el control de nivel de líquidos.
- Accionamiento mecánico: dispositivo que funciona aplicando un movimiento(físico) externo sobre él.
- Principio de detección: Se refiere al componente del sensor a través del cual se desarrolla la detección.

- **Voltaje residual:** Voltaje que permanece luego del funcionamiento o apagado del dispositivo.
- **Tensión de alimentación:** Voltaje utilizado por el dispositivo para funcionar correctamente.
- **Corriente de disparo magnético:** corriente que se presenta cuando hay un corto circuito en el sistema.
- **Corriente de disparo térmico:** corriente que se presenta cuando hay una sobrecarga en el sistema.
- **Curva de disparo C:** Utilizado para disparo de corrientes de entre 5 y 10 veces la corriente nominal, son aplicados para circuitos con cargas inductivas.
- **Potencia de empleo:** Capacidad nominal con la que un dispositivo puede trabajar una carga.
- **Frecuencia de conmutación:** velocidad de conmutación de los IGBTs del variador de frecuencia.
- **Tiempo de respuesta:** Tiempo que transcurre desde que se proporciona la señal y el tiempo de ejecución.
- **Voltaje de aislamiento:** Tensión máxima que se puede soportar sin afectar el aislamiento.

- Corriente térmica: corriente máxima que pueden soportar los contactos durante 8 horas.
- Temperatura de funcionamiento: Rangos de temperatura en que un dispositivo puede trabajar de manera eficaz.
- Resisitencia de aislamiento :Proporciona una factor de seguridad contra cortocircuitos y puesta a tierra. (Croft, 1987)
- Tension de control:Voltaje con que trabaja la bobina de un contactor .
- Tension circuito de control :Tension para controlar el comando de arranque y parada del arrancador suave.
- Frecuencia de respuesta: Velocidad con la que un sensor puede detectar y responder a los cambios.
- Voltaje de empleo: Capacidad nominal de un dispositivo para trabajar con una carga.
- Corriente de empleo: Capacidad nominal de un dispositivo para trabajar con una carga.

Clasificación de protección internacional tomado de (Clarion security system , 2022)

- IP20: El dispositivo posee una protección contra partículas de hasta 1,25 cm y sin protección contra agua.

- IP40: El dispositivo posee una protección contra partículas de hasta 0,1cm y sin protección contra agua.
- IP65: El dispositivo posee una protección completa contra las partículas de polvo y con tolerancia al agua.
- IP67: El dispositivo posee una protección total contra partículas polvo y cuenta con protección contra agua.
- IP40: El dispositivo posee una protección contra objetos solidos de más de 1 mm.
- IP63: El dispositivo posee una protección completa contra polvo y está protegido contra salpicaduras de agua de 60°
- IP55: el dispositivo posee una protección contra la entrada limitada de polvo y está protegido contra chorros de agua a baja presión.
- IP10: Dispositivo protegido contra objetos solidos de más de 50 mm.

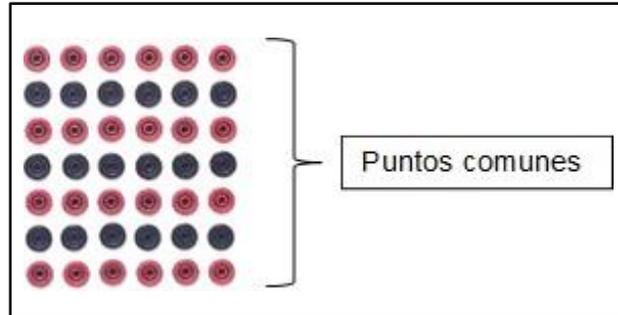
4.3. Guía Aplicación de Dispositivos

4.3.1. Puntos Comunes

Puntos en los cuales tres o más elementos tiene una conexión en común (ver Figura 17).

Figura 17

Nodos



Nota. Elaborado por el autor

4.3.1.1 Parámetros de Conexión

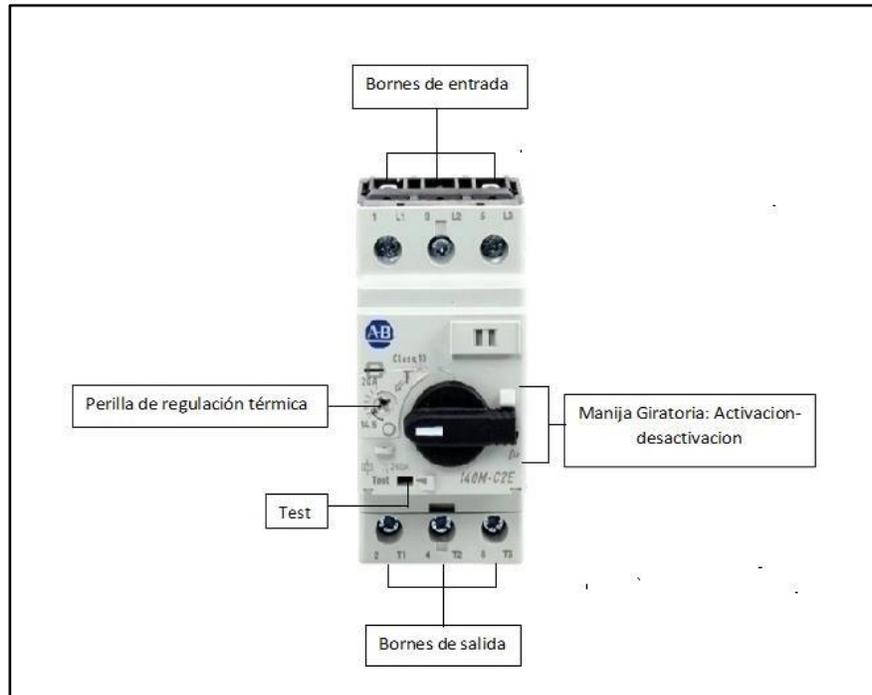
- Cada fila corresponde a un mismo nodo (punto común).
- Ubicar la alimentación (R y S) en la primer y segunda fila.
- Cada vez que se encuentren 3 o más elementos conectados a un mismo punto, usar un punto común.
- Ya que los puntos comunes están interconectados entre si (horizontalmente), no es necesario hacer puentes entre las mismas filas.
- Evitar conexiones verticales entre los puntos comunes, si en estos se encuentra conectada la alimentación.

4.3.2. Guardamotor

Dispositivo que cuenta con una protección contra sobrecarga y cortocircuito, es utilizado para la protección del circuito de potencia (ver Figura 18).

Figura 18

Partes Guardamotor



Nota. Elaborado por el autor

4.3.2.1 Precauciones

- Evitar activar el dispositivo cuando no se ha terminado el montaje del circuito de potencia.

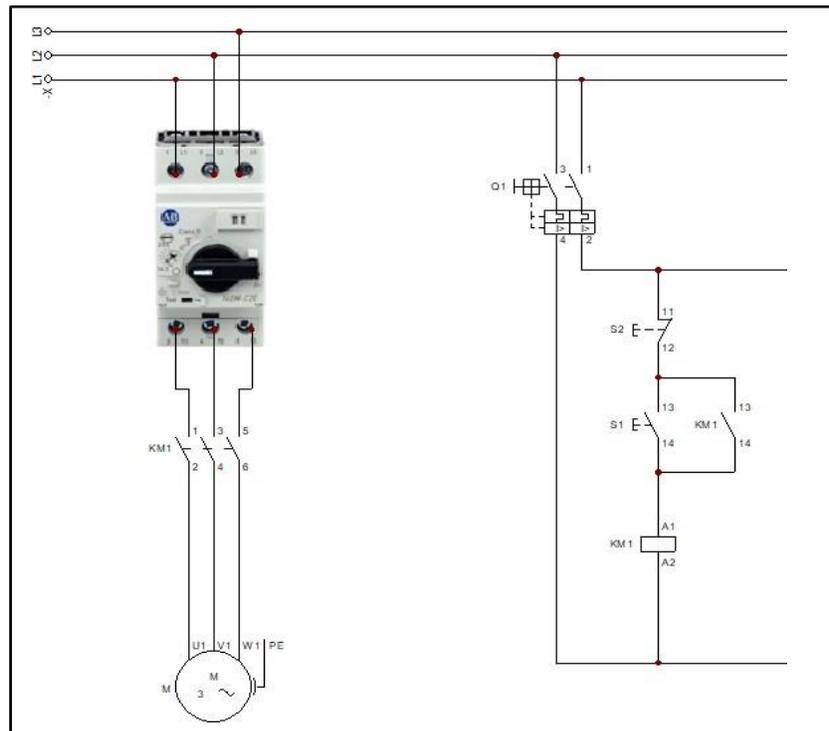
4.3.2.2 Parámetros de Conexión

- Conectar los terminales R, S y T del guardamotor a los bornes L1, L3 y L4 (1,3 y 5) de los contactores.

En la Figura 19 se puede apreciar la conexión del guardamotor.

Figura 19

Conexión Guardamotor



Nota. Elaborado por el autor.

4.3.2.3 Uso

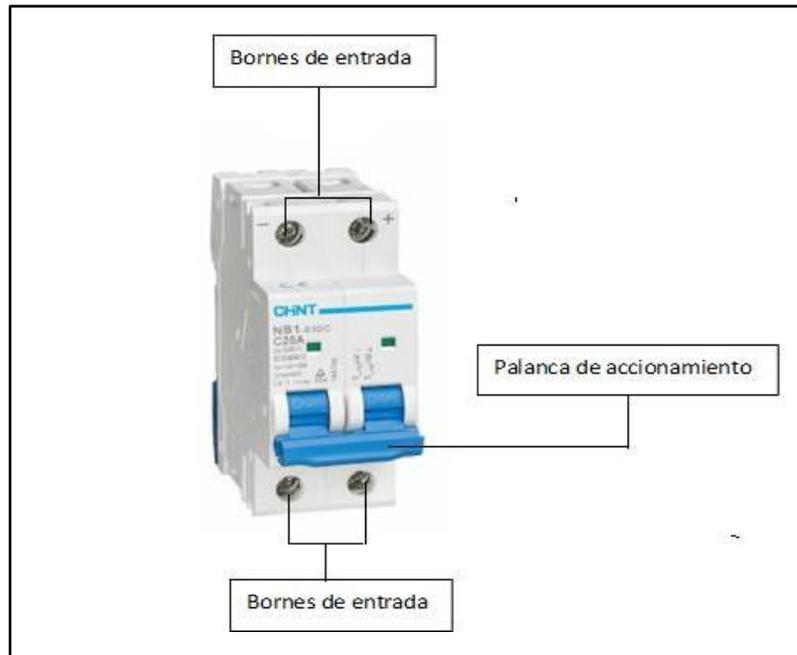
- Desplazar hacia la derecha la manija giratoria para activar el dispositivo.
- Para desenergizar el sistema desplazar la manija hacia la izquierda.

4.3.3. Termomagnético

Este dispositivo cuenta con una protección contra sobrecarga y cortocircuito, para la protección de circuito de maniobra (ver Figura 20).

Figura 20

Partes Termomagnético



Nota. Nota. Adaptado de breaker 2 polos, de MAZ, 2022, <https://mazcr.com/es/breakers-para-riel-din-o-tablero/2265-breaker-2-polos-2a-ul-serie-nb1.html>

4.3.3.1 Precauciones

- Evitar activar el dispositivo cuando no se ha terminado el montaje del circuito de control.

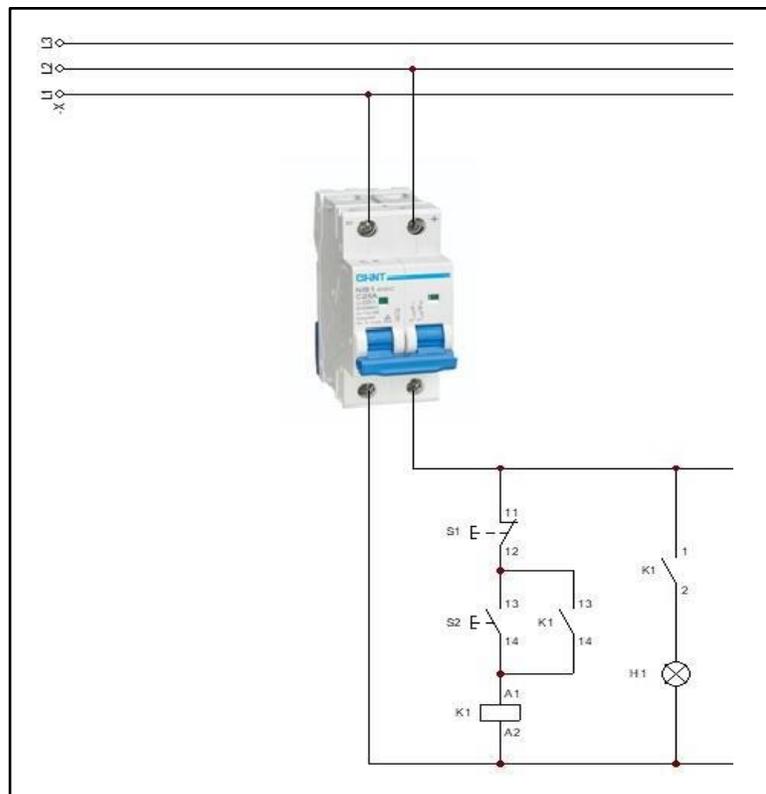
4.3.3.2 Parámetros de Conexión

- Conectar el terminal izquierdo al primer borne de la primera fila de los puntos comunes y el terminal derecho a la segunda fila de los puntos comunes.

En la Figura 21 se muestra la conexión del dispositivo termomagnético.

Figura 21

Conexión Termomagnética



Nota. Elaborado por el autor

4.3.3.3 Uso

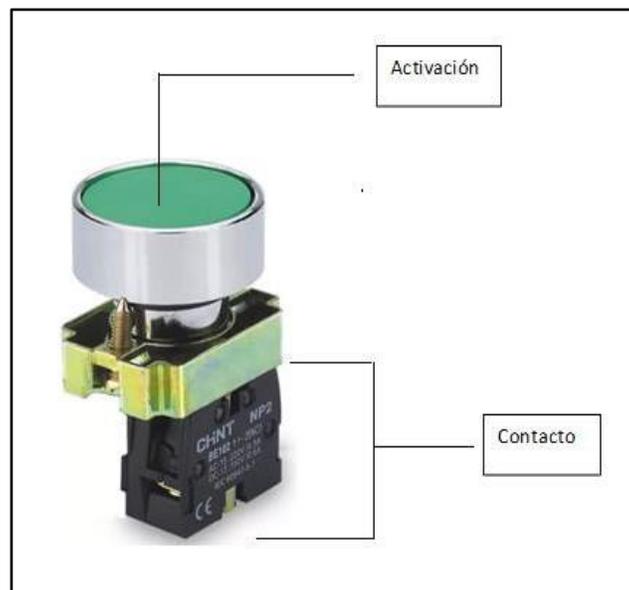
- Subir la palanca para activar el dispositivo.
- Para desenergizar el sistema bajar la palanca.

4.3.4. Pulsador de Contactos Por Impulsos

Pulsador que mantiene el estado de su contacto o contactos si se mantiene la acción sobre el (ver Figura 22). Estos dispositivos son utilizados en las industrias para poner en marcha procesos o para detenerlos.

Figura 22

Pulsador



Nota. Adaptado de pulsador eléctrico verde-CHINT, de CloudTec,2020, <https://cloudtec.pe/mando-y-senalizacion/469-pulsador-np2-verde.html>

4.3.4.1 Precauciones

- Operar el botón (pulsador) con el dedo de la mano y no con algún elemento metálico o puntiagudo que pueda llegar a deformarlo, generando un mal funcionamiento.

- Al utilizar el pulsador no generar una fuerza significativa o impactante sobre el, ya que puede deformarse o dañarse el dispositivo.
- Solo basta con oprimir el botón una sola vez, no es necesario el dejarlo presionado.

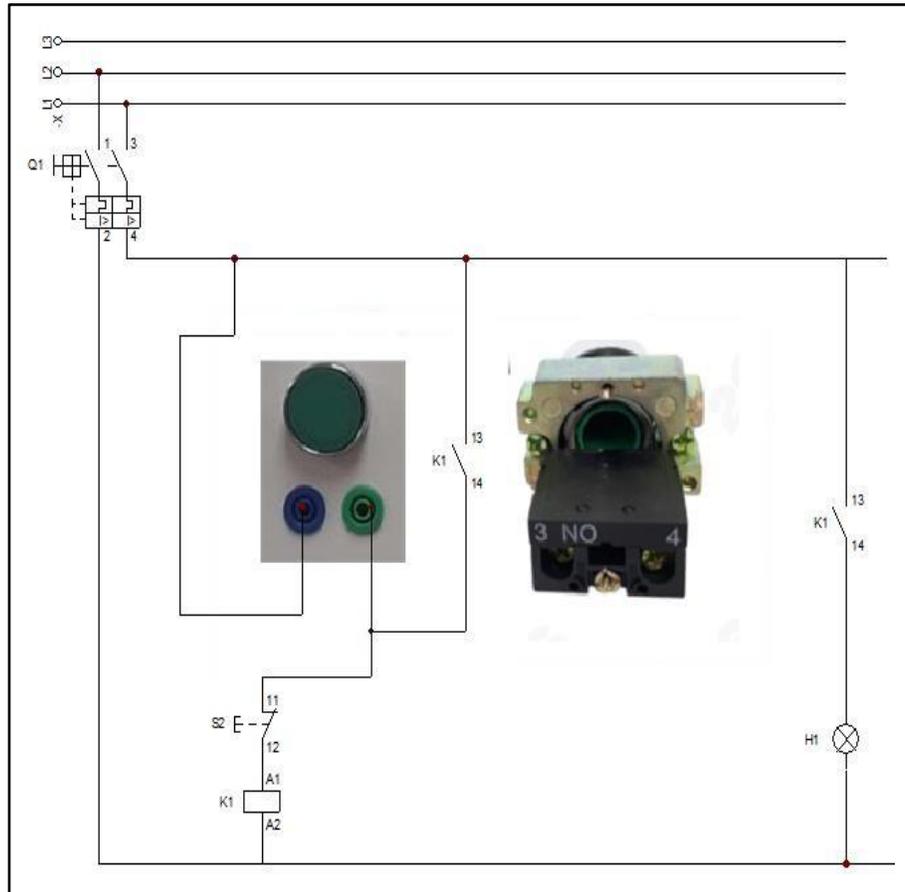
4.3.4.2 Parámetros de Conexión Pulsador Verde (Normalmente Abierto)

- Conectar en paralelo al pulsador un contacto normalmente abierto auxiliar del contactor, para mantener la energización del sistema de control y conectar el pulsador en serie a la carga a energizar.
- Verificar que el contacto del pulsador sea normalmente abierto.
- El contacto debe estar conectado a una carga, de lo contrario se puede generar un cortocircuito, es decir un terminal debe ir a la alimentación R(termomagnético) y el otro a la carga.
- Evitar conectar directamente el pulsador a la fuente de alimentación.
- Cualquier borne de conexión del contacto puede servir como entrada o salida.

En la Figuras 23 y 24 se muestra la conexión del pulsador de marcha.

Figura 23

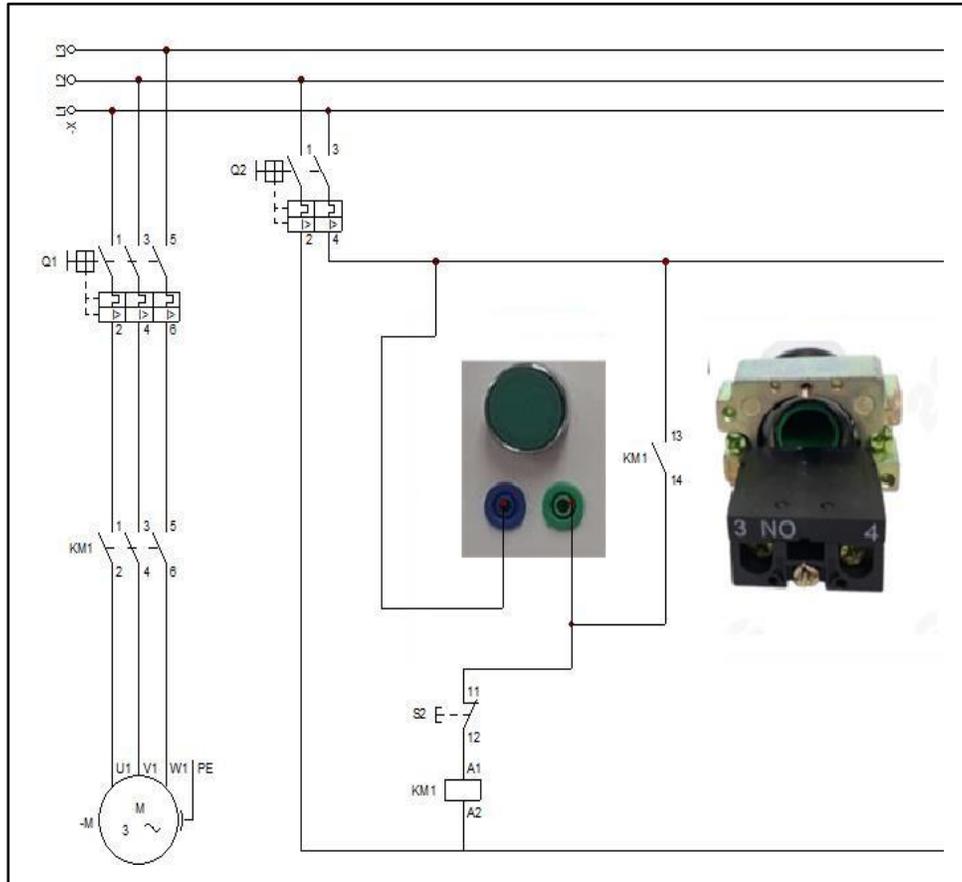
Conexión Básica Pulsador Normalmente Abierto con Lámpara Piloto



Nota. Elaborada por el autor

Figura 24

Conexión Básica Pulsador Normalmente Abierto con Motor



Nota. Elaborado por el autor

4.3.4.3 Parámetros de Conexión Pulsador Rojo (Normalmente Cerrado)

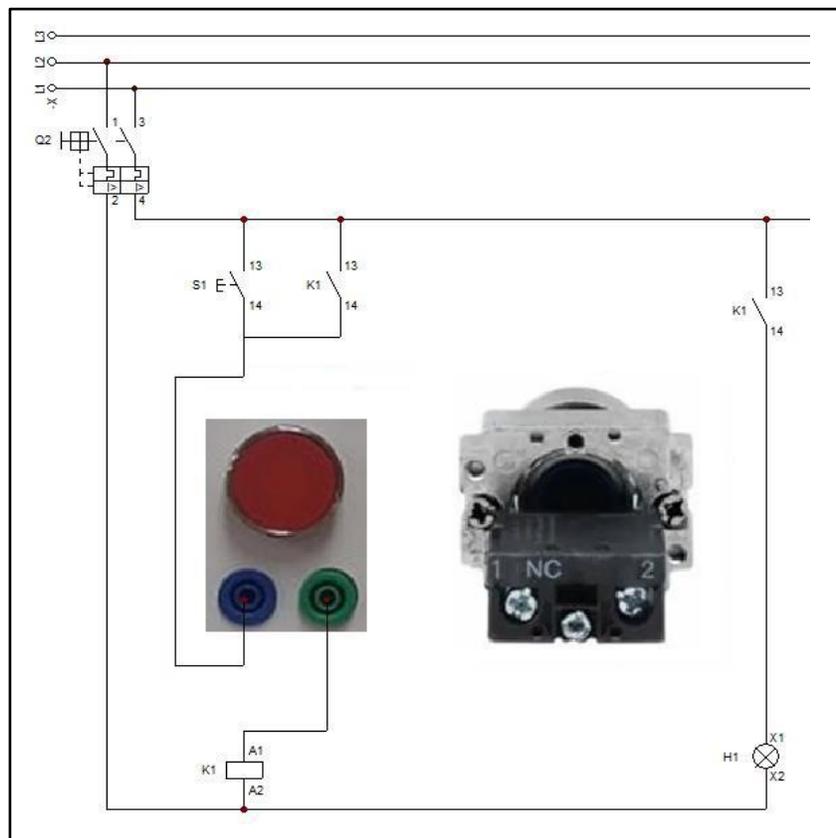
- Conectar en serie con la carga que se quiere desenergizar.
- Verificar que el contacto del pulsador sea normalmente cerrado.
- Ubicar el pulsador donde se pueda desenergizar todo el sistema.

- Debe estar conectado a una carga, de lo contrario se puede generar un corto circuito, es decir, un terminal debe ir a la alimentación R (termomagnético) y el otro a la carga.
- Cualquier borne de conexión del contacto, puede servir como entrada o salida.

En las Figuras 25 y 26 se muestra la conexión del pulsador de parada.

Figura 25

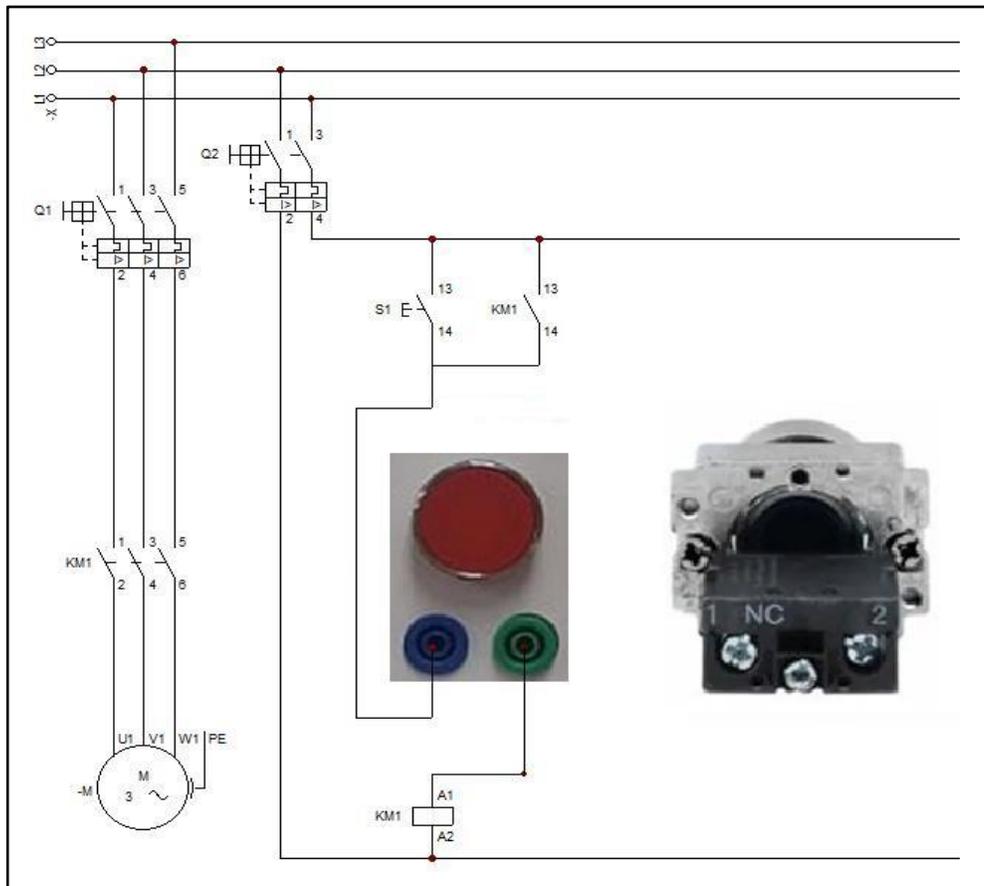
Conexión Pulsador Normalmente Cerrado con Lámpara Piloto



Nota. Elaborado por el autor

Figura 26

Conexión Pulsador Normalmente Cerrado con Motor



Nota. Elaborado por el autor

4.3.4.4 Uso

En la Tabla 32 se exponen los colores para identificación de estado del sistema.

Tabla 32

Código de Colores Pulsadores

Color	Orden	Función
Verde	Marcha, conexión	Encendido de motores u otros dispositivos que permitan una maniobra adecuada, energización del sistema.
Rojo	Desconexión, detención del sistema.	Parada del sistema automatizado, parada de motores en caso de anomalías

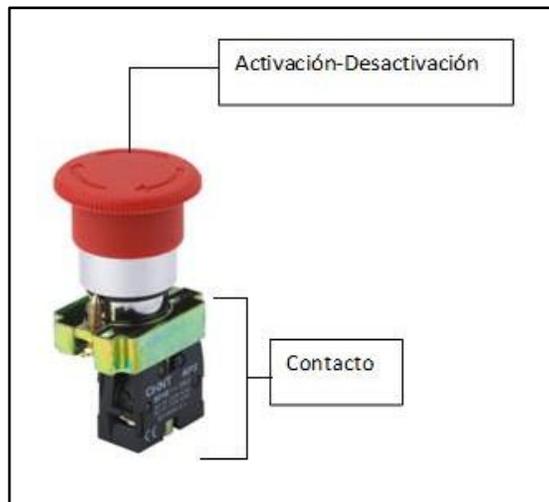
Nota. Adaptado de código de colores para botones pulsadores, de Escaño y Nuevo,2021, https://www.google.com.co/books/edition/Circuitos_El%C3%A9ctricos/vzfABgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=circuitos+electricos+nodo&printsec=frontcover

4.3.5. Pulsadores de Contactos Permanentes (Pulsador Zeta)

Esta clase de pulsador al dejar de presionarlo su contacto permanece en el estado que se generó al accionarlo, quiere decir que actúa como un interruptor y la orden de mando permanece (ver Figura 27). Es utilizado en las industrias para detener procesos de producción, ensamblaje etc.

Figura 27

Partes Pulsador z



Nota. Adaptado de serie NP2, de CHINT,2020,
https://www.chint.eu/content/download/5502/file/Ficha_Chint_Serie%20NP2.pdf

4.3.5.1 Precauciones

- Evitar presionar el pulsador con una fuerza significativa o impactante ya que se puede deformar o dañar el dispositivo.
- Desplazar en el sentido correcto el pulsador para desenclavarlo, ya que, si se desplaza en sentido contrario las flechas de indicación, puede llegar a dañarse el mecanismo o deformarse.

4.3.5.2 Parámetros de Conexión

- Debe estar conectado a una carga, de lo contrario se puede generar un cortocircuito, es decir un terminal debe estar conectado a la alimentación R(termomagnético) y el otro a la carga.
- No conectar el pulsador directamente a la fuente de alimentación.

4.3.6. Interruptores

Los interruptores son dispositivos que al momento de accionarlos, permanece su estado hasta que se decida volver a maniobrar sobre ellos (ver Figuras 29 y 30). Son utilizados en distintas aplicaciones industriales, para el control de diferentes ramas de un sistema eléctrico.

Figura 29

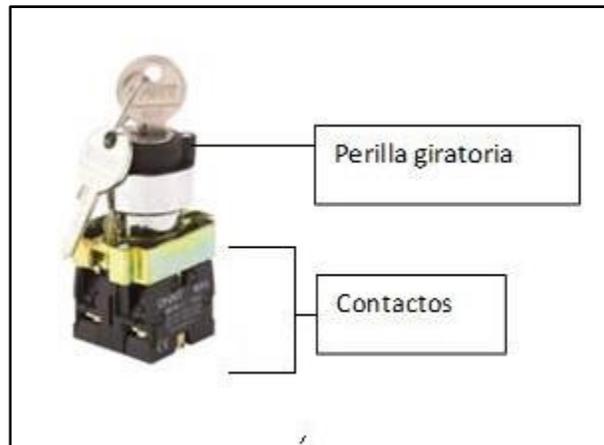
Interruptor 2 Posiciones



Nota. Adaptado de Selector 2 posiciones - Modelo NP2 - CHINT, de Cloudtec,2023,
<https://cloudtec.pe/mando-y-senalizacion/511-np2-bd21-2p.html>

Figura 30

Interruptor 2 Posiciones



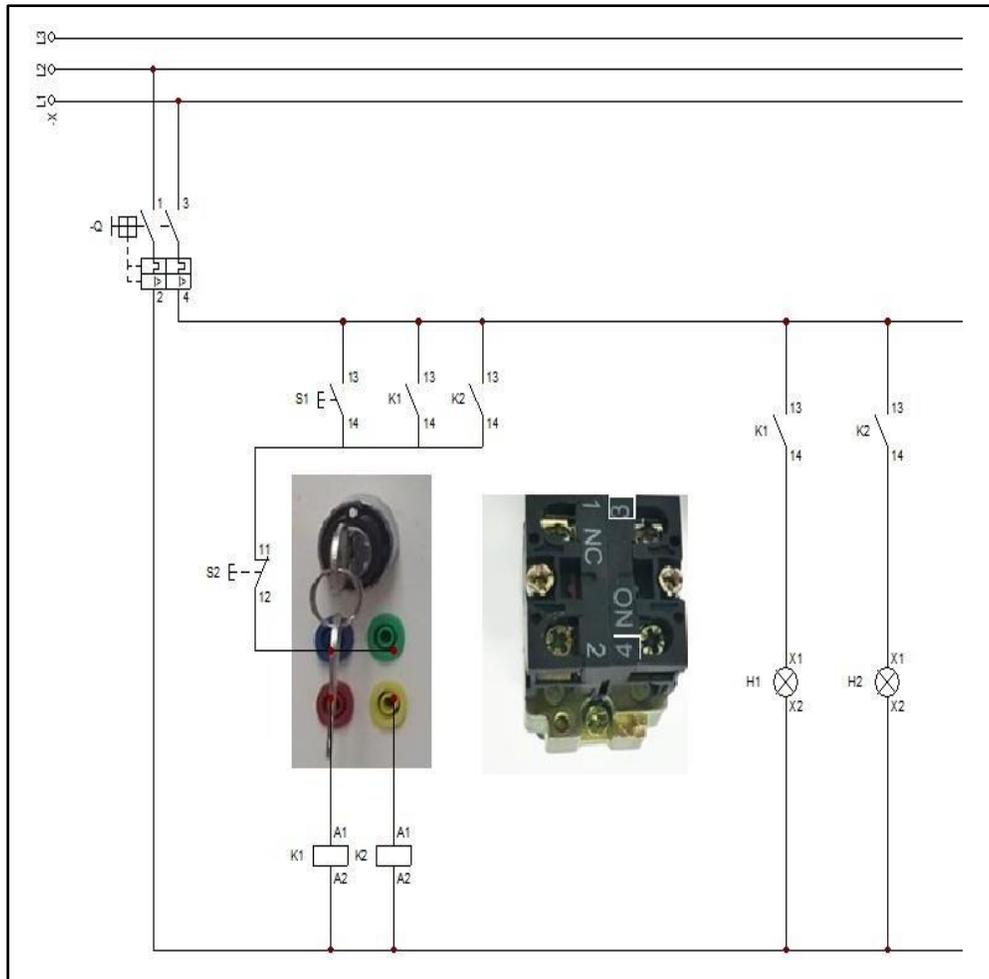
Nota. Adaptado de selector 3 posiciones con llave CHINT np-bg33 574855 ,de Debiase,2020,
<https://www.grupodebiase.com/control/13128-control-selector-3-posiciones-con-llave-chint-np-bg33-574855.html>

4.3.6.1 Precauciones

- Asegurarse que el contacto o contactos a utilizar se encuentren en la posición adecuada para realizar la maniobra de la manera indicada.
- No aplicar gran fuerza al girar la manija giratoria, ya que se puede dañar el mecanismo interno del interruptor.

4.3.6.2 Parámetros de Conexión.

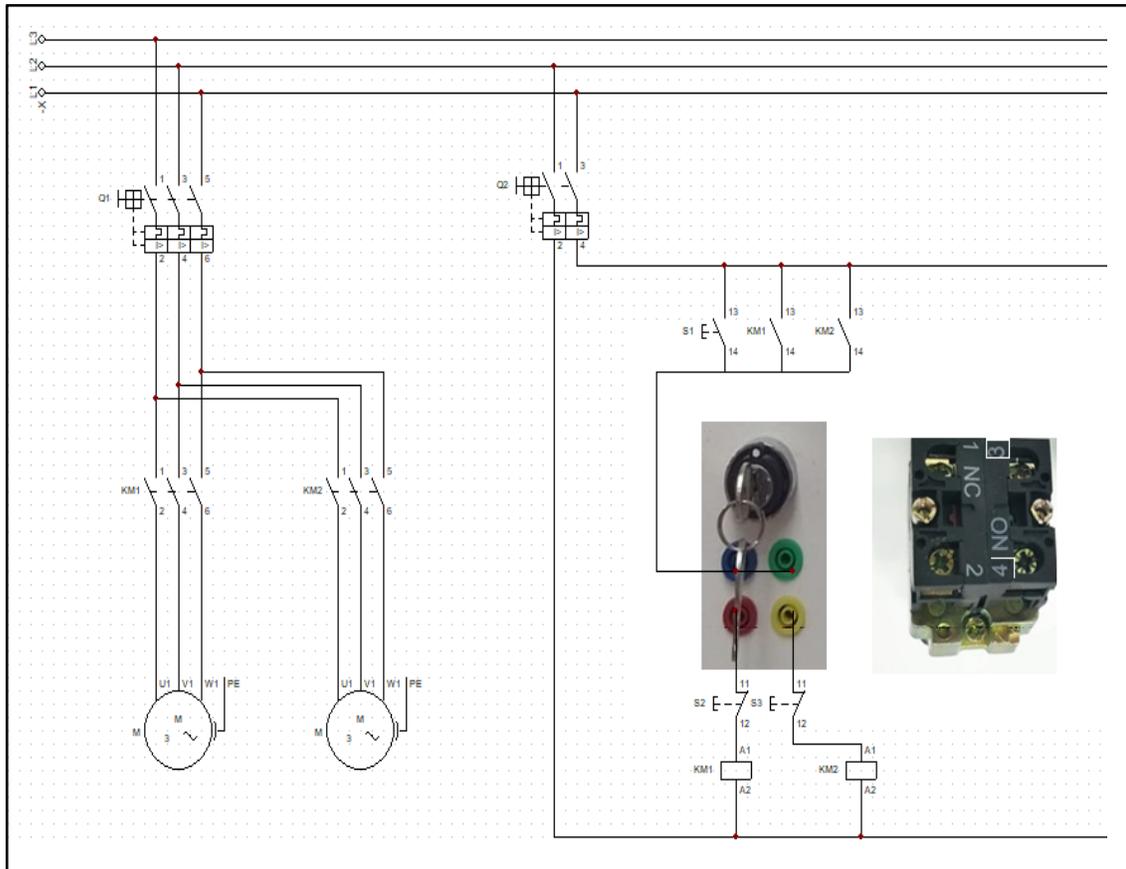
- El contacto o contactos deben estar conectados de manera que un terminal vaya a la alimentación R(termomagnético) y el otro a la carga.
- Evitar conectar directamente los contactos del interruptor a la fuente de alimentación.



Nota. Elaborado por el autor

Figura 33

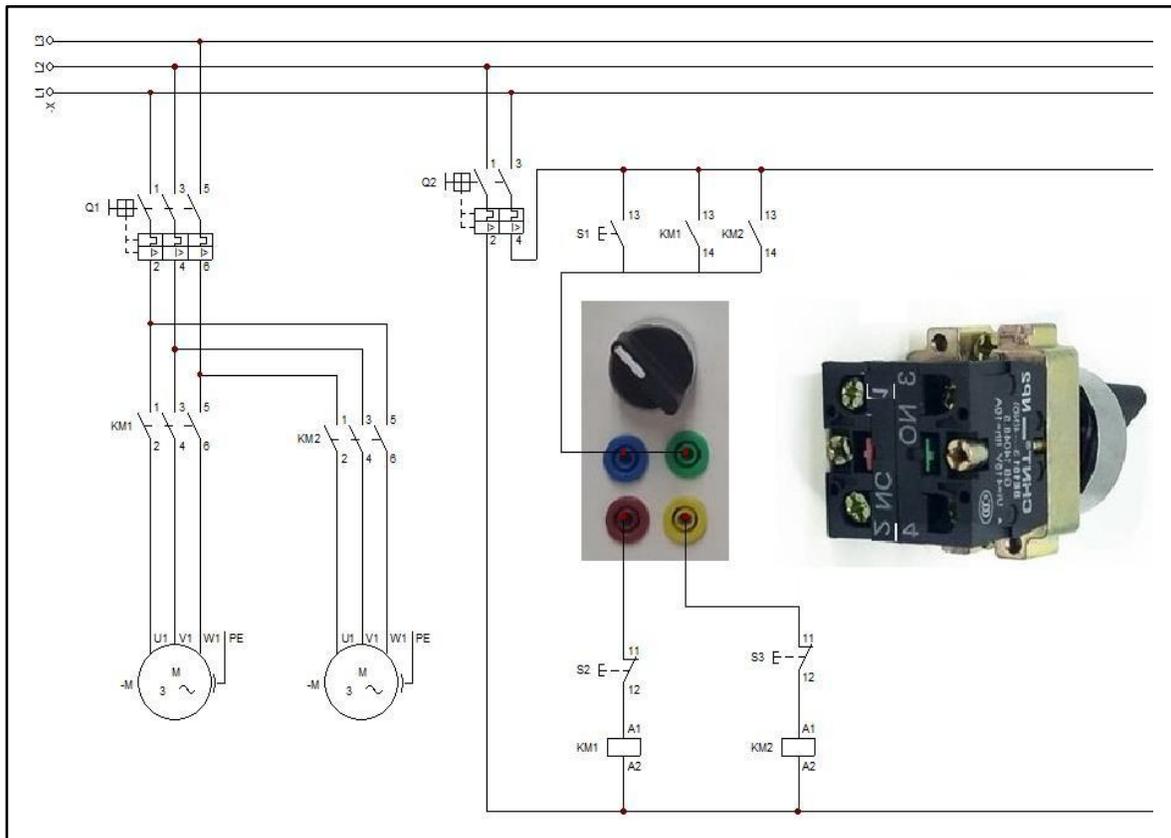
Conexión Interruptor de 3 Posiciones con Motores



Nota. Elaborado por el autor

Figura 34

Conexión Interruptor de 2 Posiciones con Motores



Nota. Elaborado por el autor

4.3.7. Lámparas Piloto.

Proporciona indicadores del comportamiento del sistema (ver Figura 35). Son utilizados en aplicaciones industriales para señalar el estado de algún proceso o equipo.

Figura 35

Lámpara Piloto



Nota. Adaptado de piloto circular powerline 22mm 220v verde EBCHQ, de Esinsa,2020, <https://electroservimos.co/proteccion-y-control/1267-piloto-circular-powerline-22mm-220v-verde-ebchq.html>

4.3.7.1 Precauciones

- Al realizar la conexión de la lámpara y esta no enciende, desenergizar el sistema y verificar el estado o conexión de la lámpara piloto.

4.3.7.2 Parámetros Conexión

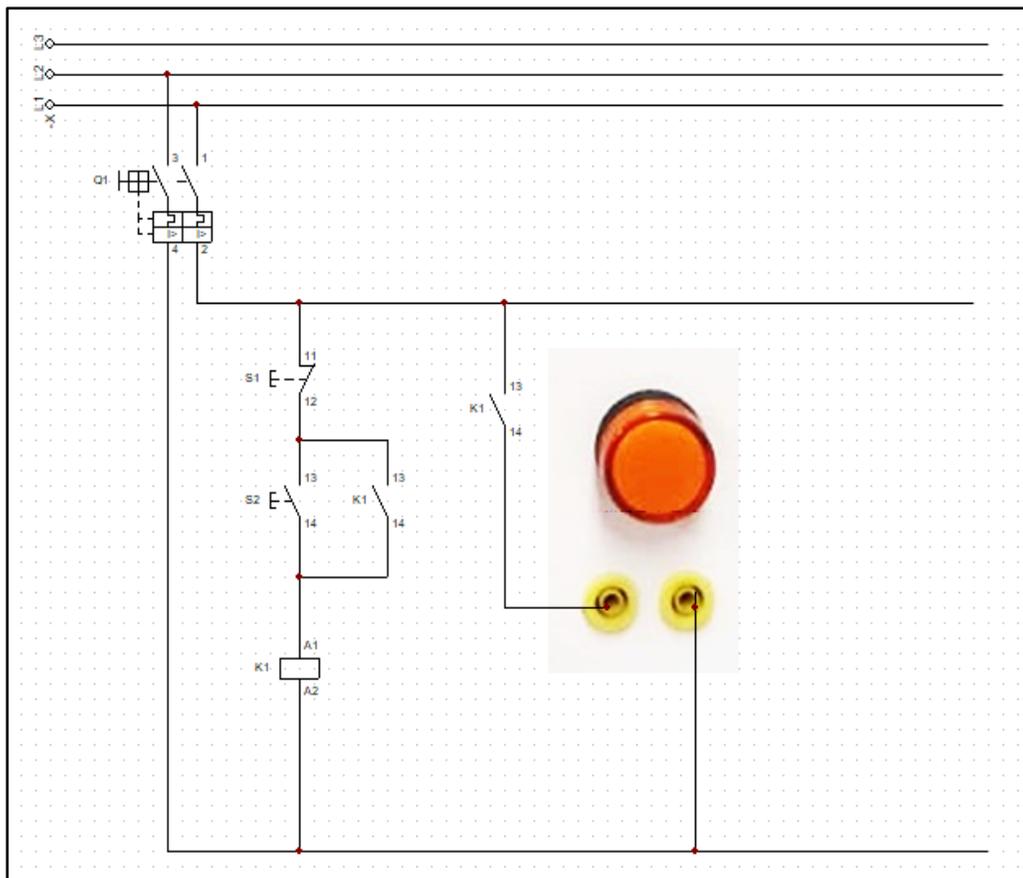
- No hacer conexión entre los dos bornes de la misma lámpara piloto, ya que esto puede generar un corto ocasionando daño en la lámpara y en el sistema.
- Cualquiera de los bornes de las lámparas piloto se puede conectar como salida o entrada.

- Se pueden conectar directamente a la fuente de alimentación.

En la Figura 36 se presenta la conexión de una lámpara piloto

Figura 36

Conexión Lámpara Piloto



Nota. Elaborado por el autor

4.3.7.3 Uso

En la Tabla 33 se presenta el significado del color de las lámparas piloto.

Tabla 33

Código de Colores Lámparas Piloto

Color indicador	Estado	Uso (condición)
Verde	Preparado para servicio	La máquina se encuentra en servicio.
Amarillo (ámbar)	Precaución	Algo está funcionando de manera anormal en algún dispositivo.
Rojo	Normal	La máquina se encuentra detenida.

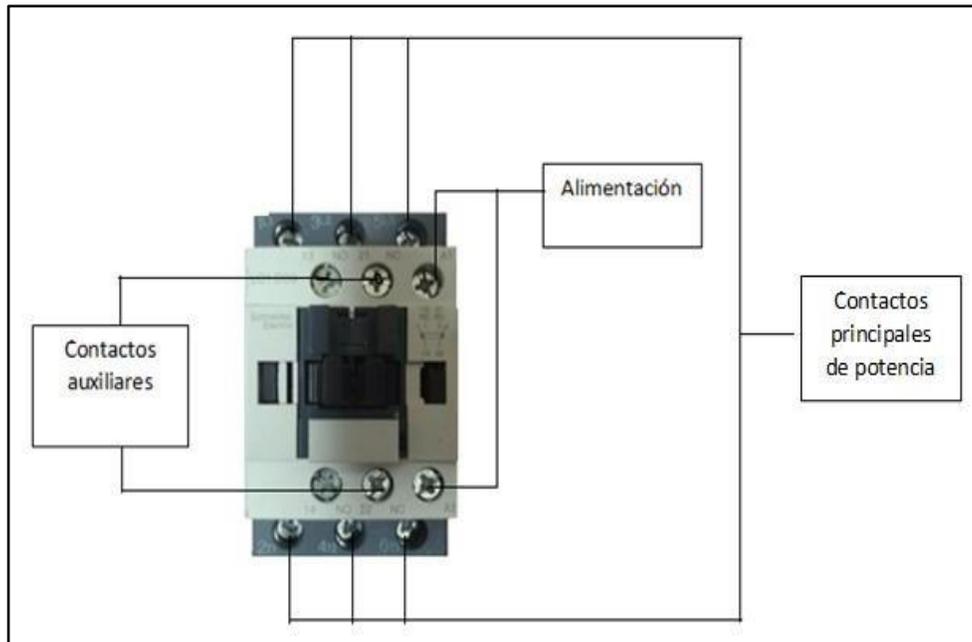
Nota. Adaptado de código de colores para lampara de señalización, de Escaño y Nuevo,2021, https://www.google.com.co/books/edition/Circuitos_EI%C3%A9ctricos/vzfABgAAQBAJ?hl=es419&gbpv=1&dq=circuitos+electricos+nodo&printsec=frontcover

4.3.8. Contactor

Dispositivo electromagnético cuya función es realizar maniobras en el circuito de control y potencia con la ayuda de una bobina y sus contactos (ver Figura 37). Los contactores se utilizan en aplicaciones industriales que abarcan equipos que trabajan a altas potencias, como es el caso de motores, aire acondicionado, calefacción máquinas pesadas y ventilación.

Figura 37

Partes Contactor



Nota. Elaborado por el autor

4.3.8.1 Precauciones

- Evitar operar manualmente el contactor.
- Revisar que los contactos del contactor se encuentren sin polvo, o cualquier otro agente externo que pueda impedir el cierre o apertura de los contactos.
- No suministrar voltaje incorrecto a la bobina del contactor, si se suministra un voltaje mayor puede quemarse la bobina y si se suministra un voltaje menor el contactor no puede funcionar adecuadamente.
- Comprobar que los contactos del contactor funcionen de manera correcta, ya que van hacer la fuente de maniobra principal.

- El contactor se utiliza para maniobrar sistemas de control y de potencia, por lo que se debe identificar que los contactos que se van a utilizar sean adecuados para cada tipo de control

4.3.8.2 Parámetros de Conexión

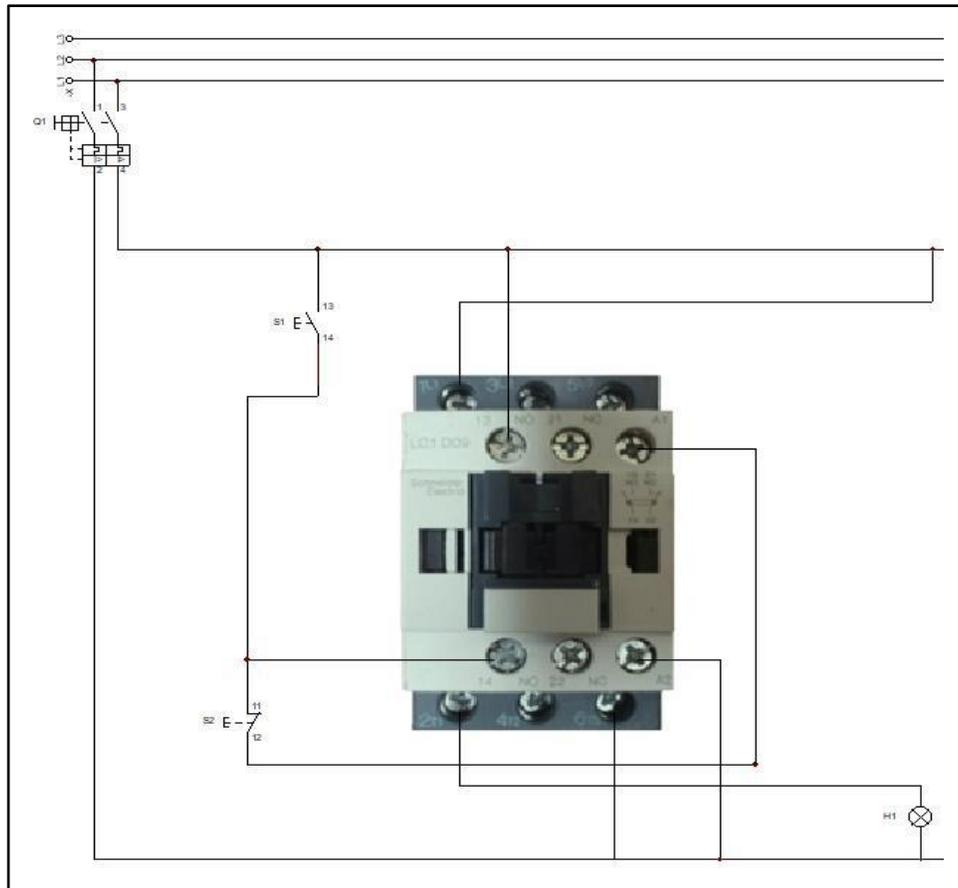
- Los extremos de cada contacto auxiliar son nombrados con dos cifras, la primera cifra indica el orden del contacto dentro del dispositivo y la segunda cifra indica el estado en que se encuentra el contacto auxiliar sin energizar.
- Los dígitos utilizados para la segunda cifra son: 3 y 4 que indican que el contacto auxiliar es normalmente abierto y los dígitos 1 y 2 hacen referencia a que el contacto auxiliar es normalmente cerrado.
- Para identificar la entrada y salida de los contactos auxiliares y los contactos principales, la entrada corresponde a la numeración más pequeña y la salida le corresponde a la numeración mayor.
- Alimentar el contactor (bobina) en los bornes nombrados como A1 y A2. siendo de preferencia tomar A1 como entrada y A2 como salida para la alimentación.
- Al usar motores los contactos principales nombrados como 1-2, 3-4 y 5 -6 van conectados a la línea del motor, cada contacto debe ir conectado a una sola línea.

- Los contactos auxiliares deben conectarse en el circuito de control y los contactos de potencia deben conectarse en el circuito de potencia, es decir para la maniobra del motor.
- Para el montaje del bloque de contactos auxiliares o bloques de contactos temporizados neumáticos, localizar las pistas del contactor, el bloque que se desee montar y deslizar hacia abajo hasta que este encaje.
- Solo es posible montar sobre un contactor un tipo de bloque de contactos.
- En caso de que se presente otro contactor en la misma rama, conectar en paralelo.

En la Figura 38 se demuestra la conexión del dispositivo de maniobra.

Figura 38

Conexión Contactor



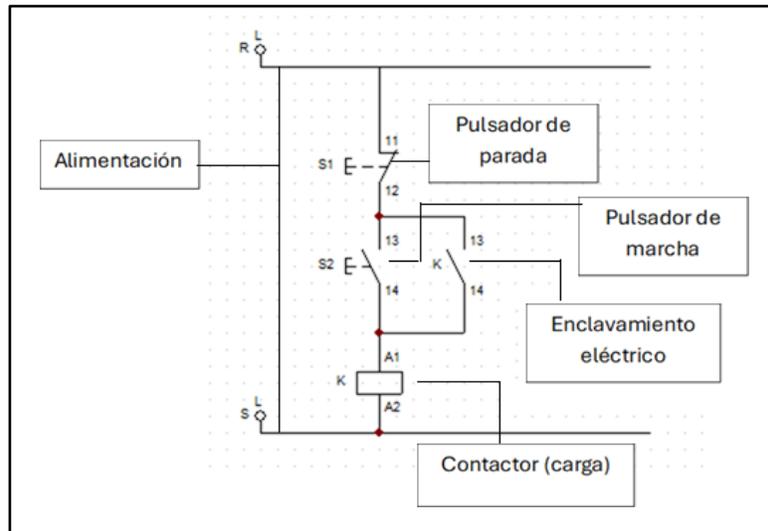
Nota. Elaborado por el autor

4.3.9. Memoria con Enclavamiento Eléctrico

Consiste en mantener una señal, en el momento que desaparece (ver Figura 39).

Figura 39

Partes Memoria con Enclavamiento Eléctrico



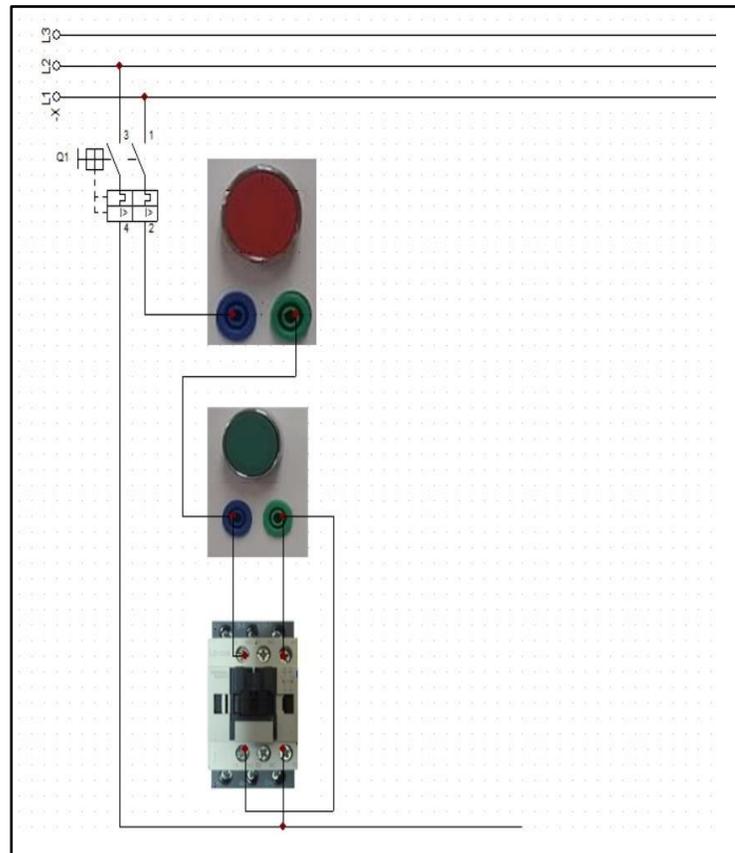
Nota. Elaborado por el autor

4.3.9.1 Parámetros de Conexión

El enclavamiento eléctrico consiste en ubicar un contacto normalmente abierto de un contactor en paralelo con un pulsador de marcha, con el fin que la señal proporcionada por el pulsador se mantenga, para desactivar el enclavamiento se debe poner en serie un pulsador NC con el contactor (ver Figura 40).

Figura 40

Partes Memoria con Enclavamiento Eléctrico



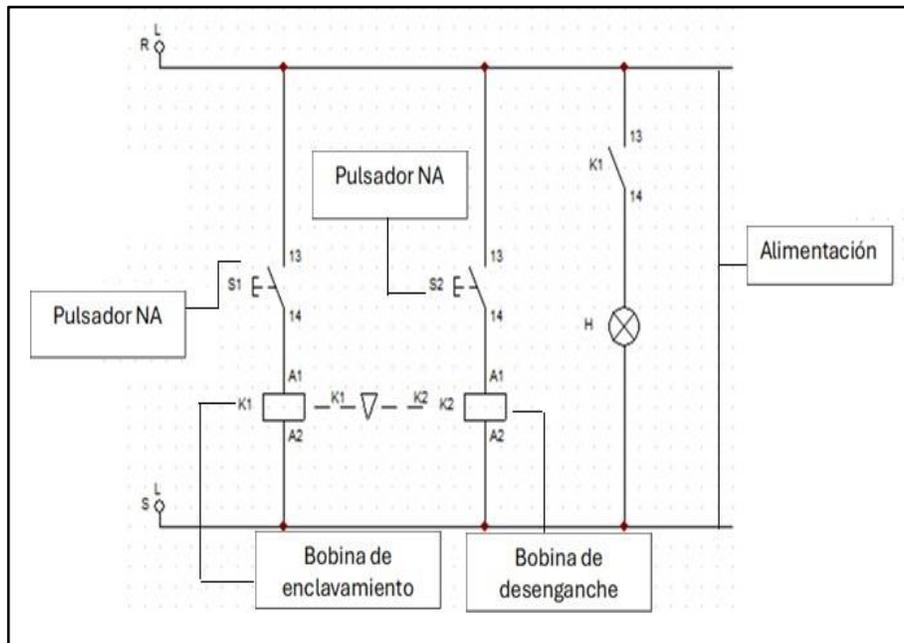
Nota. Elaborado por el autor

4.3.10. ***Memoria con Enclavamiento Mecánico***

Consiste en mantener una señal de forma mecánica, cuando la señal desaparece (ver Figura 41).

Figura 41

Partes Memoria con Enclavamiento Mecánico



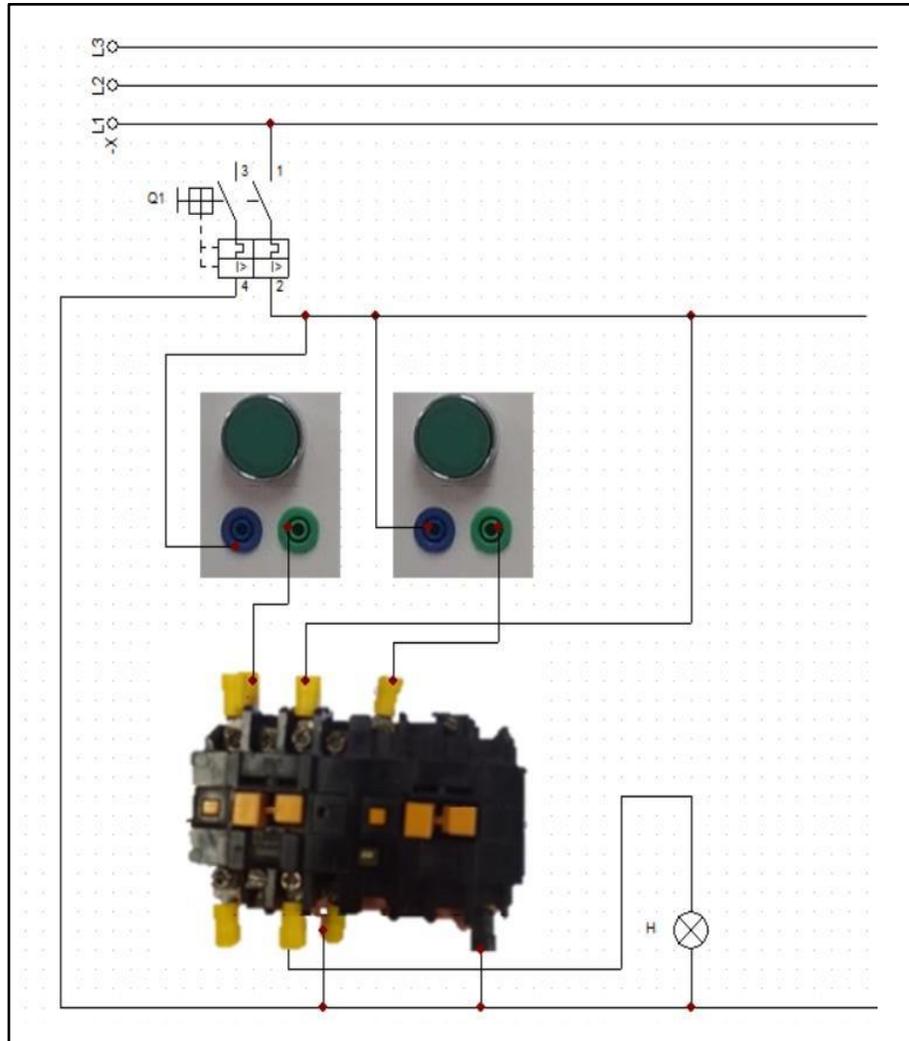
Nota. Elaborado por el autor

4.3.10.1 Parámetros de Conexión

El enclavamiento mecánico lo conforman dos contactores, uno es utilizado para proporcionar el enclavamiento y el otro como desenganche, para esto se conecta un contacto NA en serie con el primer contactor para energizarlo y generar el enclavamiento, y para el segundo contactor se conecta otro contacto NA en serie, que al activarse el enclavamiento desaparece (ver Figura 42).

Figura 42

Conexión Memoria con Enclavamiento Mecánico



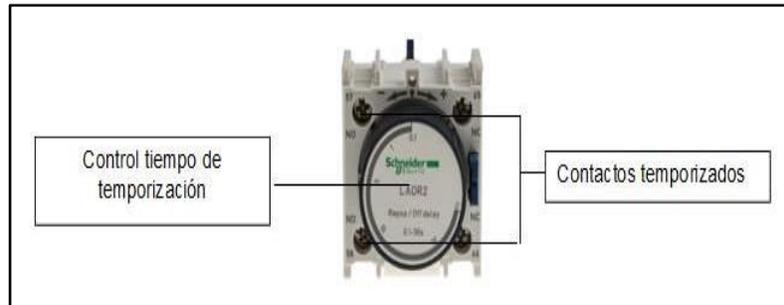
Nota. Elaborado por el autor

4.3.11. Temporizador Neumático (Bloque)

Contactos temporizados externos para la maniobra en el circuito de control (ver Figura 43).

Figura 43

Partes Bloque Contactos Temporizados Neumáticos



Nota. Adaptado de temporizador neumático Schneider Electric TeSys D, de RS,2020, <https://es.rs-online.com/web/p/accesorios-para-contactores/3949835>

4.3.11.1 Precauciones

- Verificar que las conexiones de los contactos se encuentren en buen estado.
- Conectar adecuadamente al contactor, debido a que puede provocar el daño de este mismo o del contactor.

4.3.11.2 Parámetros de Conexión

- Identificar el tipo de temporizador neumático, sea de retardo a la conexión o retardo a la desconexión.
- Cada extremo de cada contacto temporizado es nombrado con dos cifras, la primera cifra indica el orden del contacto dentro del bloque y la segunda cifra indica el estado en que se encuentra el contacto temporizado sin energizar.

- La primera cifra de los extremos del primer contacto temporizado comienza con la numeración de 5.
- Los dígitos utilizados en la segunda cifra son: 5 y 6 estos dígitos indican que el contacto temporizado es normalmente cerrado y los dígitos 7 y 8 indican que el contacto temporizado es normalmente abierto.
- Para identificar la entrada y salida de los contactos temporizados, la entrada corresponde a la numeración más pequeña y la salida a la numeración mayor.

4.3.11.3 Uso

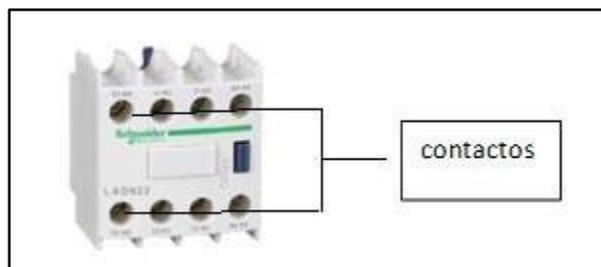
- Para configurar la temporización girar la perilla

4.3.12. **Bloque de Contactos Auxiliares**

Contactos externos al contactor como apoyo para la maniobra del circuito de control (ver Figura 44).

Figura 44

Bloque Contactos Temporizados



Nota. Adaptado de bloque de contactos auxiliares montaje frontal 2Na+2Nc, de Esinsa,2021,
<https://www.esinsa.com/product/bloque-de-contactos-auxiliares-montaje-frontal-2na2nc/>

4.3.12.1 Precauciones

- Verificar que las conexiones de los contactos se encuentren en buen estado.
- Conectar adecuadamente al contactor, debido a que puede provocar el daño del mismo o del contactor.

4.3.12.2 Parámetros de conexión

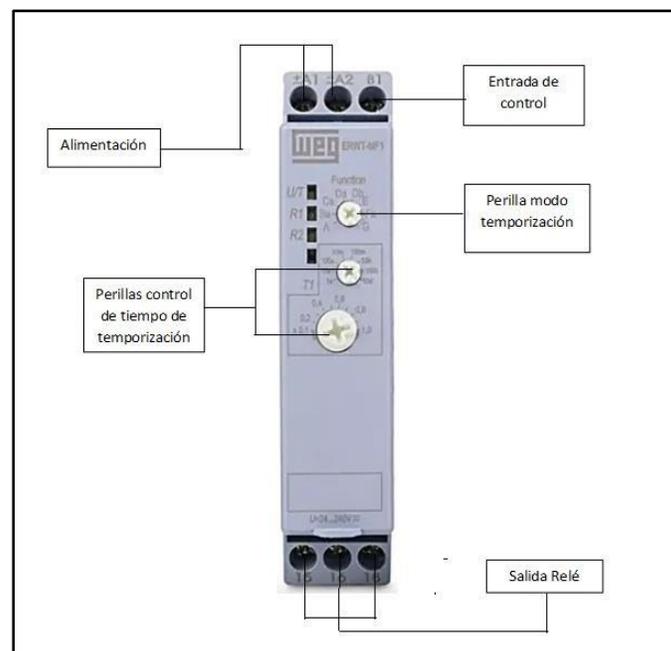
- Cada extremo de cada contacto del bloque es nombrado con dos cifras, la primera cifra indica el orden del contacto dentro del bloque y la segunda cifra indica el estado en que se encuentra el contacto auxiliar sin energizar.
- La primera cifra de los extremos del primer contacto del bloque comienza con 5.
- Los dígitos utilizados en la segunda cifra son: 3 y 4 estos dígitos indican que el contacto auxiliar es normalmente abierto y los dígitos 1 y 2 indican que el contacto auxiliar es normalmente cerrado.
- Para identificar la entrada y salida de los contactos auxiliares, la entrada corresponde a la numeración más pequeño y la salida a la numeración mayor.

4.3.13. Temporizadores Electrónicos

Dispositivos capaces de controlar el tiempo de activación o desactivación de alguna carga o cargas, y pueden ser configurados para la conexión y desconexión (ver Figura 45). Los temporizadores electrónicos tienen aplicaciones en la automatización industrial para controlar procesos y son utilizados para equipos con requisitos de sincronización.

Figura 45

Partes Temporizador Electrónico



Nota. Elaborado por el autor

4.3.13.1 Precauciones

- Al no configurar el tiempo de temporización antes de ser activado, el dispositivo no acepta cambios en su modo de operación.

- Evitar el manejo de las perillas de funciones cuando el dispositivo este activado.
- Si no se encuentra de manera intermitente el indicador U/T, al momento de iniciar la temporización, revisar las conexiones o la alimentación.
- Al no activarse el indicador R1 o R2 cuando se activan las salidas a relé, verificar su estado.
- Realizar el cableado sin que este energizado el dispositivo.

4.3.13.2 Parámetros de Conexión

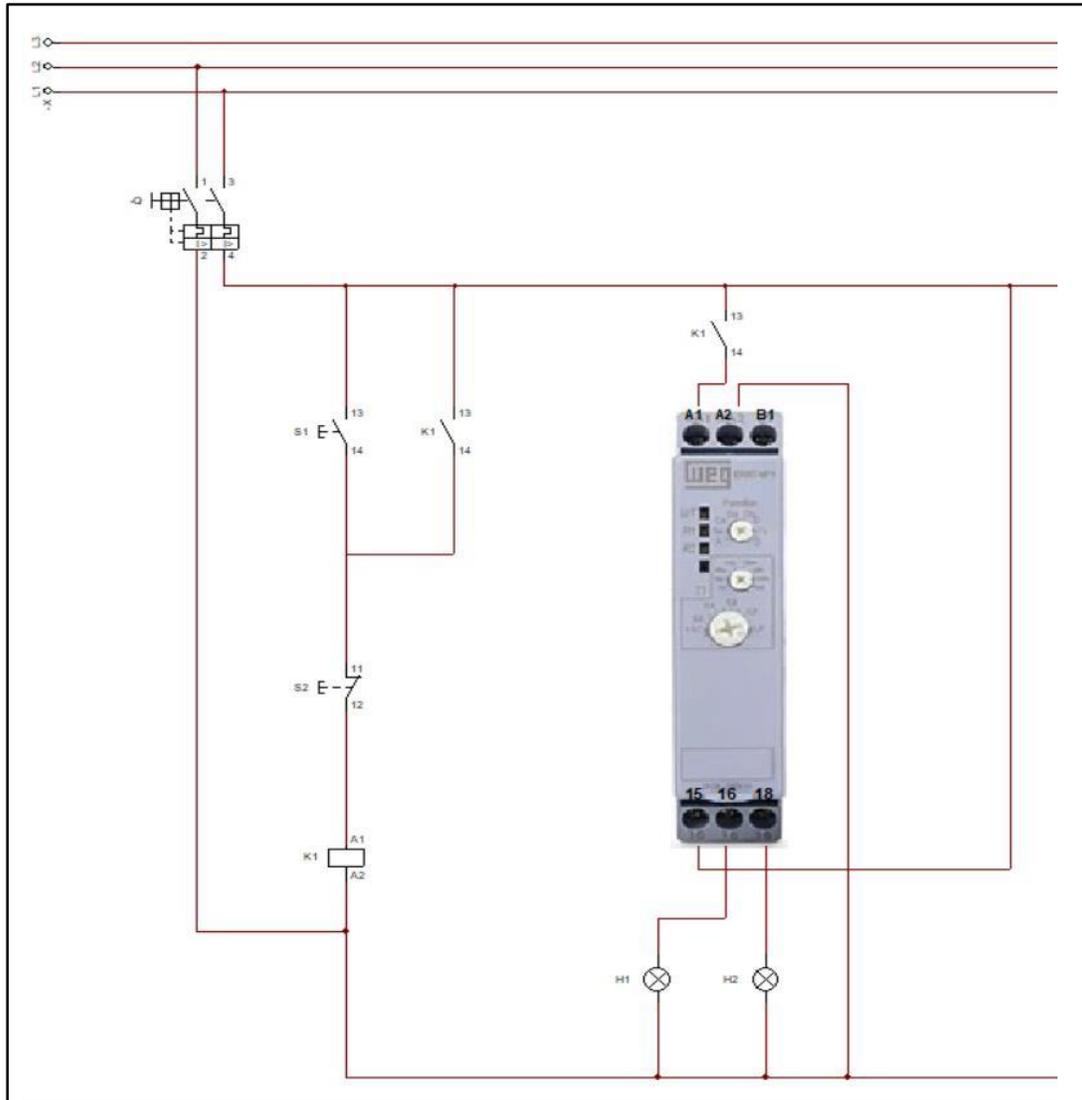
- Los tres terminales de cada contacto conmutado son nombrados con dos cifras, la primera cifra indica el orden del contacto dentro del dispositivo, la segunda cifra puede indicar el estado en que se encuentra el contacto sin energizar o el punto común.
- Cuando la segunda cifra es 6 indica que el estado del contacto conmutado es normalmente cerrado, en el caso de que el segundo dígito este marcado con 8 indica que estado del contacto conmutado es normalmente abierto; si el segundo dígito es 5 indica que es el borne común y que se debe conectar a la línea R (termomagnético).
- Conectar el temporizador en paralelo cuando haya presencia de otra carga.

- Para energizar y activar el temporizador, en el caso del temporizador en modo de retardo a la conexión debe estar alimentado por medio de los terminales A1- A2, y en caso del temporizador en modo de retardo a la desconexión, debe estar alimentado por los bornes A1- A2 y activarse por medio de una señal proporcionada por el terminal B1.
- Entre la línea de alimentación R (termomagnético) y el terminal B1 se debe conectar un contacto que facilite la activación y desactivación del terminal B1.
- Asegurarse que el terminal común del contacto conmutado se encuentre alimentado.
- Evitar hacer la conexión entre los terminales 16 -18 y entre 26 -28 entre sí del relé.
- No conectar el terminal 15 del relé con los terminales 16 o 18.
- Evitar la conexión del terminal 25 del relé con los terminales 26 o 28.
- Conectar la carga en los terminales 16, 18, 26 o 28 de los relés.

La conexión del temporizador en sus diferentes modos se muestra en las Figuras 46 y 47.

Figura 46

Conexión Temporizador Electrónico con Retardo a la Conexión



Nota. Elaborado por el autor

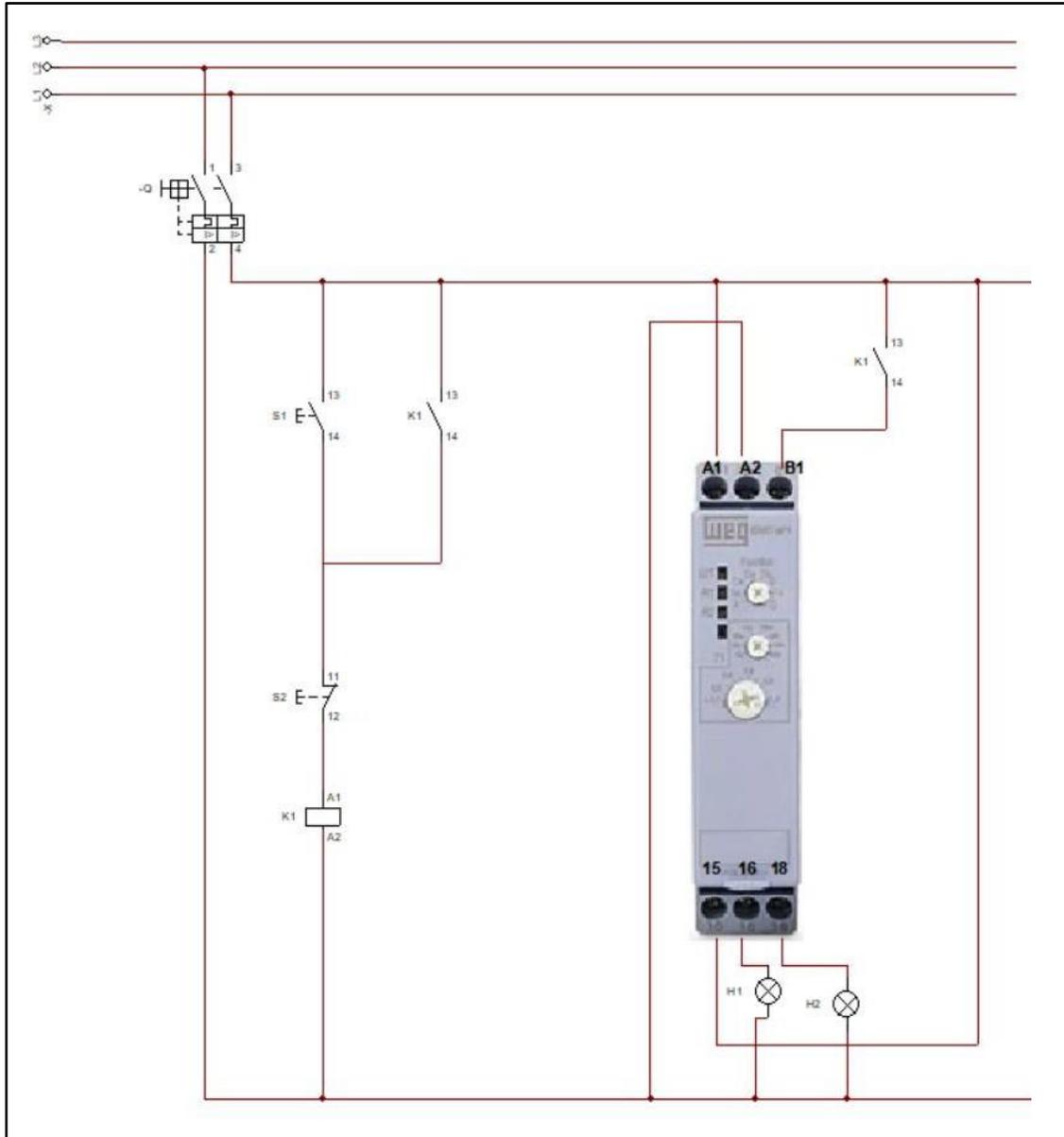
Figura 47

Conexión Básica Temporizador Electrónico con Retardo a la Desconexión

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023



Nota. Elaborado por el autor

4.3.13.3 USO

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

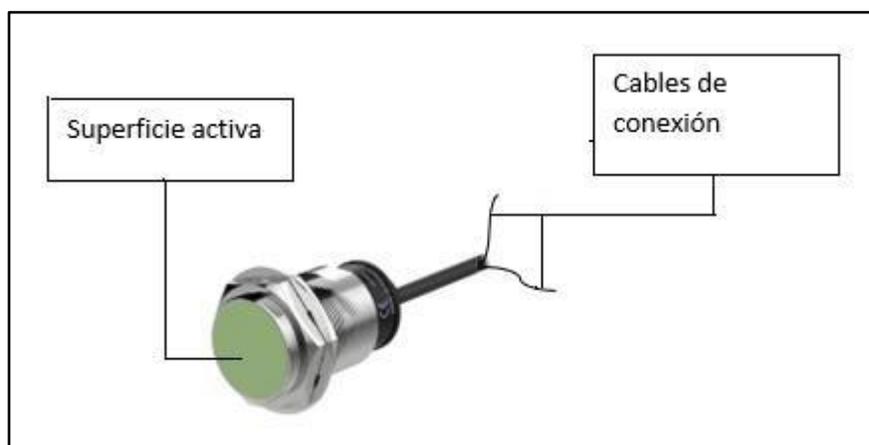
- Para trabajar el temporizador en modo retardo a la desconexión se debe configurar la primera perilla en Ba.
- Con la segunda y la tercera perilla se configura el tiempo de temporización, para obtener el tiempo multiplicar los dígitos que se hayan seleccionado.
- Para trabajar el temporizador en modo retardo a la conexión se debe configurar la primera perilla en A.

4.3.14. Sensores

Dispositivos encargados de detectar objetos metálicos a una distancia determinada, sin tener un contacto directo entre ellos (ver Figuras 48 y 49). Los sensores inductivos son utilizados en la industria debido a que proporcionan distintas aplicaciones como: La protección de la maquinaria, detección de objetos y detección de posición.

Figura 48

Partes Básicas Sensor Inductivo Normalmente Abierto



F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Nota. Adaptada de sensor inductivo, de
Automaq,2024,https://automaq.pe/producto/1971/sensor_inductivo_dia

Figura 49

Partes Básicas Sensor Inductivo Normalmente Cerrado



Nota. Adaptada de sensor de proximidad, de Cybermatics,2023,
<https://hub.cybermatics.com.mx/blog/sensores-industriales-proximidad-cybermatics>

4.3.14.1 Precauciones

- Evitar frotar con objetos metálicos la superficie de detección ya que puede generar rayones, perjudicando la detección de la pieza metálica.
- Retirar la presencia de pequeñas partículas metálicas, que puedan estar adheridas en la parte frontal del sensor que puedan impedir la detección.

4.3.14.2 Parámetros de Conexión

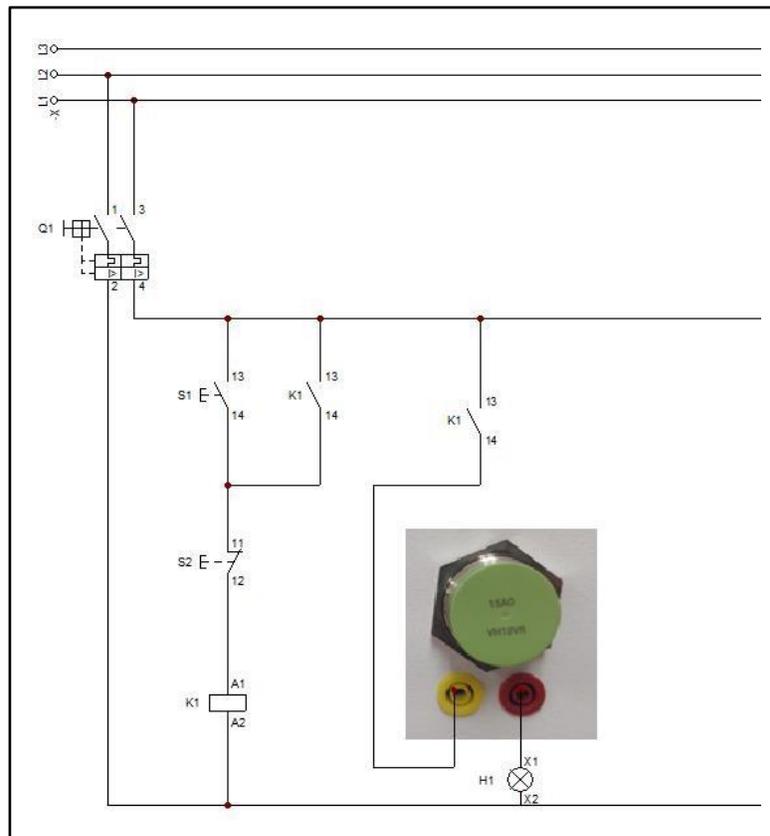
- Conectar el terminal R(termomagnético) a un borne del sensor y el otro de sus bornes directamente a la carga (conexión serie).
- No conectar directamente el sensor a la fuente de alimentación, ya que se puede generar un cortocircuito.

- Los sensores no deben conectarse en gran número cuando se encuentran conectados en serie, ya que pueden provocar una caída de tensión.
- Los sensores se pueden conectar entre sí en paralelo.
- Antes de realizar la conexión de cada sensor, identificar que tipo de sensor se va a utilizar, es decir si es normalmente cerrado o normalmente abierto.

En las Figuras 50, 51, 52 y 53 se muestran conexiones con sensores.

Figura 50

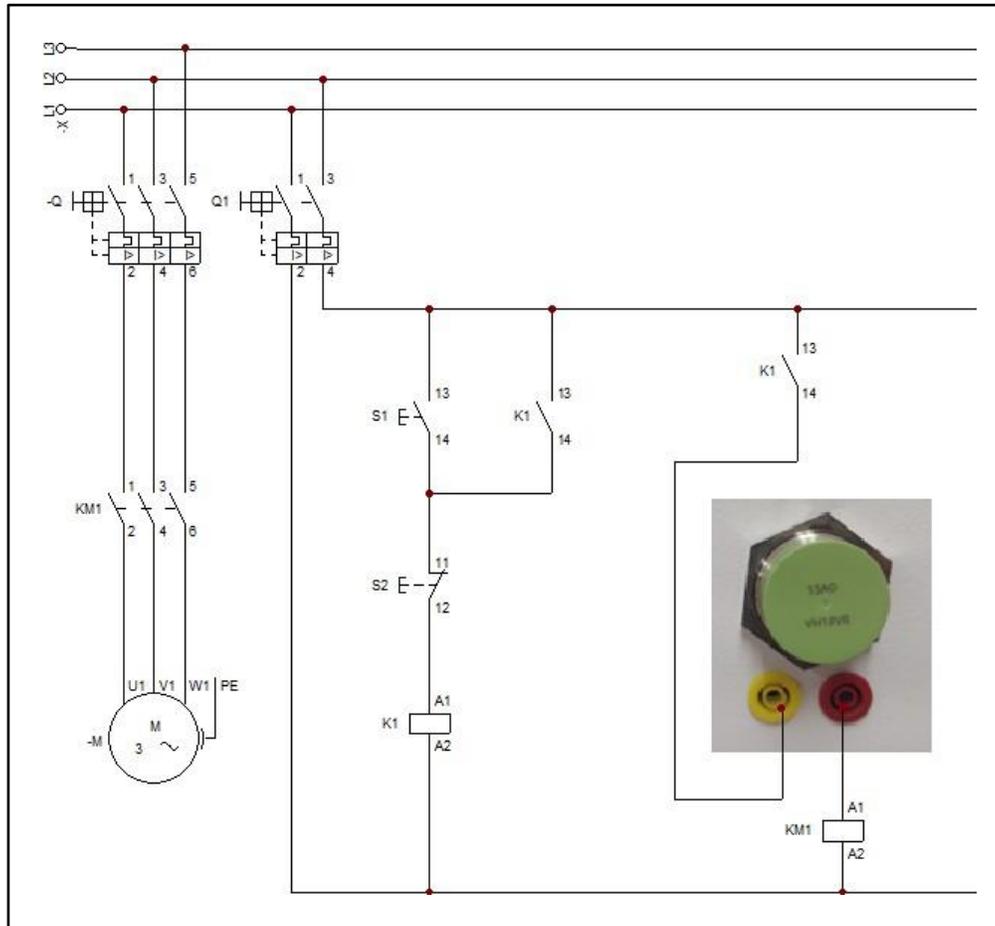
Conexión Sensor Inductivo Normalmente Abierto con Led



Nota. Elaborado por el autor

Figura 51

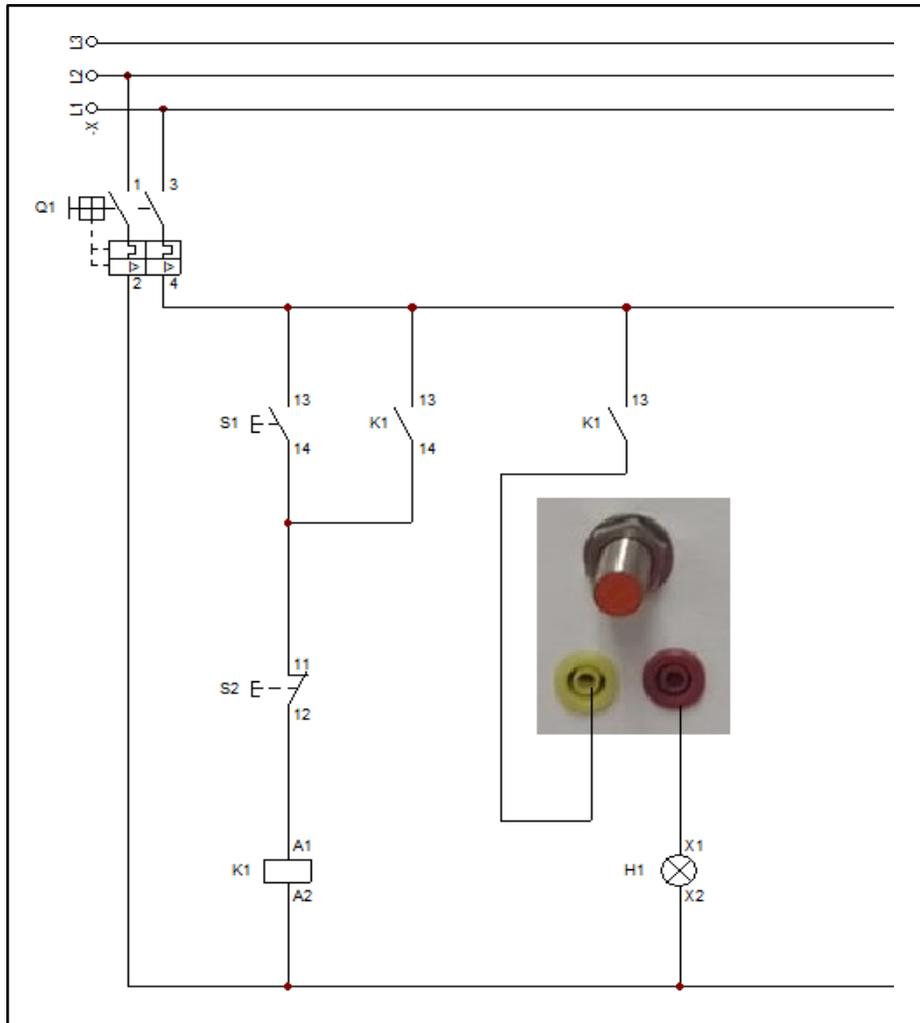
Conexión Sensor Inductivo Normalmente Abierto con Motor



Nota. Elaborado por el autor

Figura 52

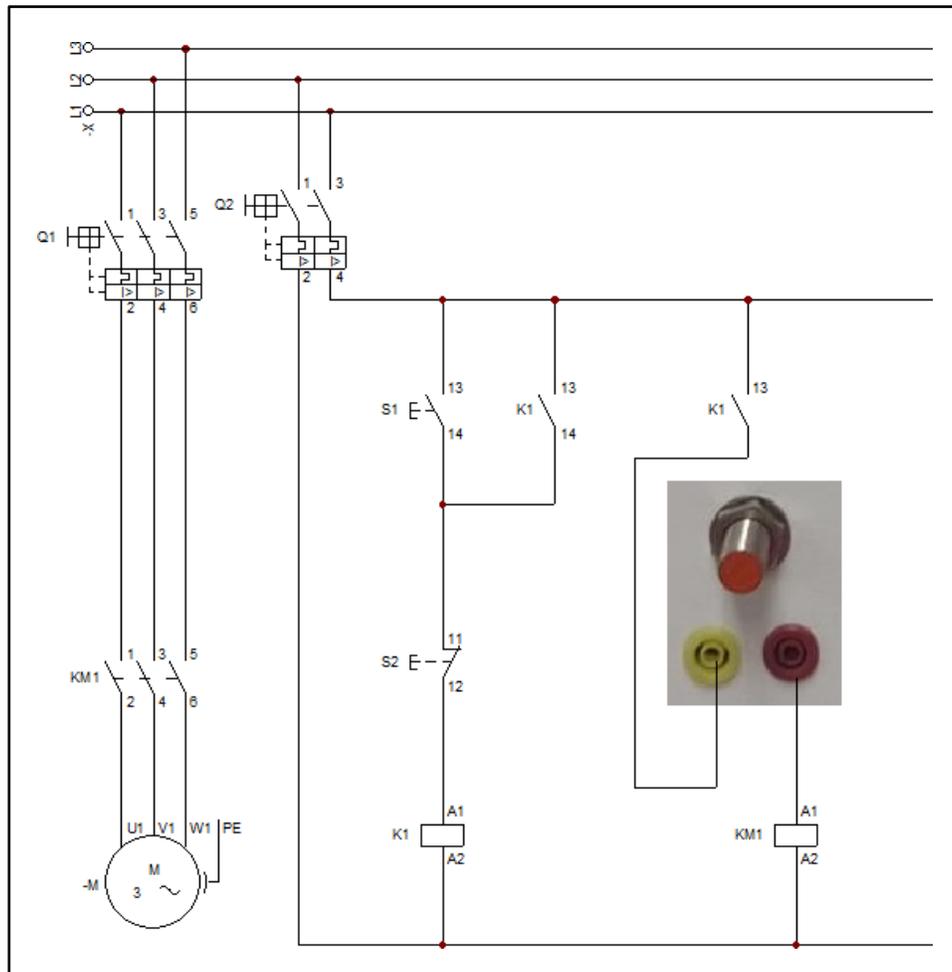
Conexión Sensor Inductivo Normalmente Cerrado con Led



Nota. Elaborado por el autor

Figura 53

Conexión Sensor Inductivo Normalmente Cerrado con Motor



Nota. Elaborado por el autor

4.3.14.3 Uso

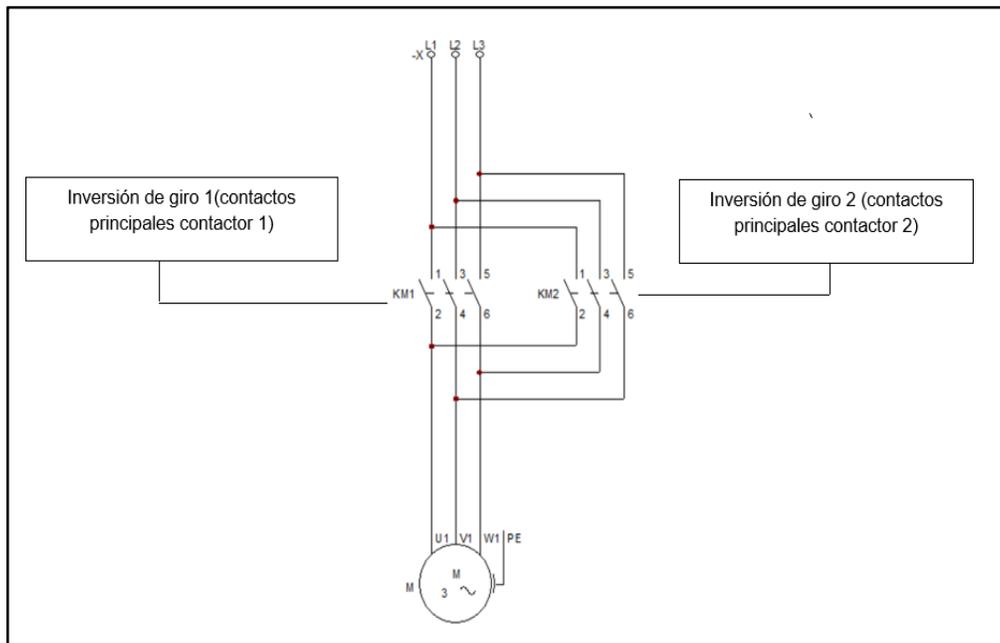
- Ubicar el objeto a detectar a una distancia considerable del sensor, al no activarse reducir la distancia entre el sensor y el objeto metálico.

4.3.15. *Inversión de Giro*

Es el cambio del sentido de giro del eje de un motor (ver Figura 54).

Figura 54

Partes Inversión de Giro



Nota. Elaborado por el autor

4.3.15.1 Precauciones

- Evitar activar al mismo tiempo los contactos utilizados para la inversión de giro, debido a que se puede generar un corto dañando el motor.

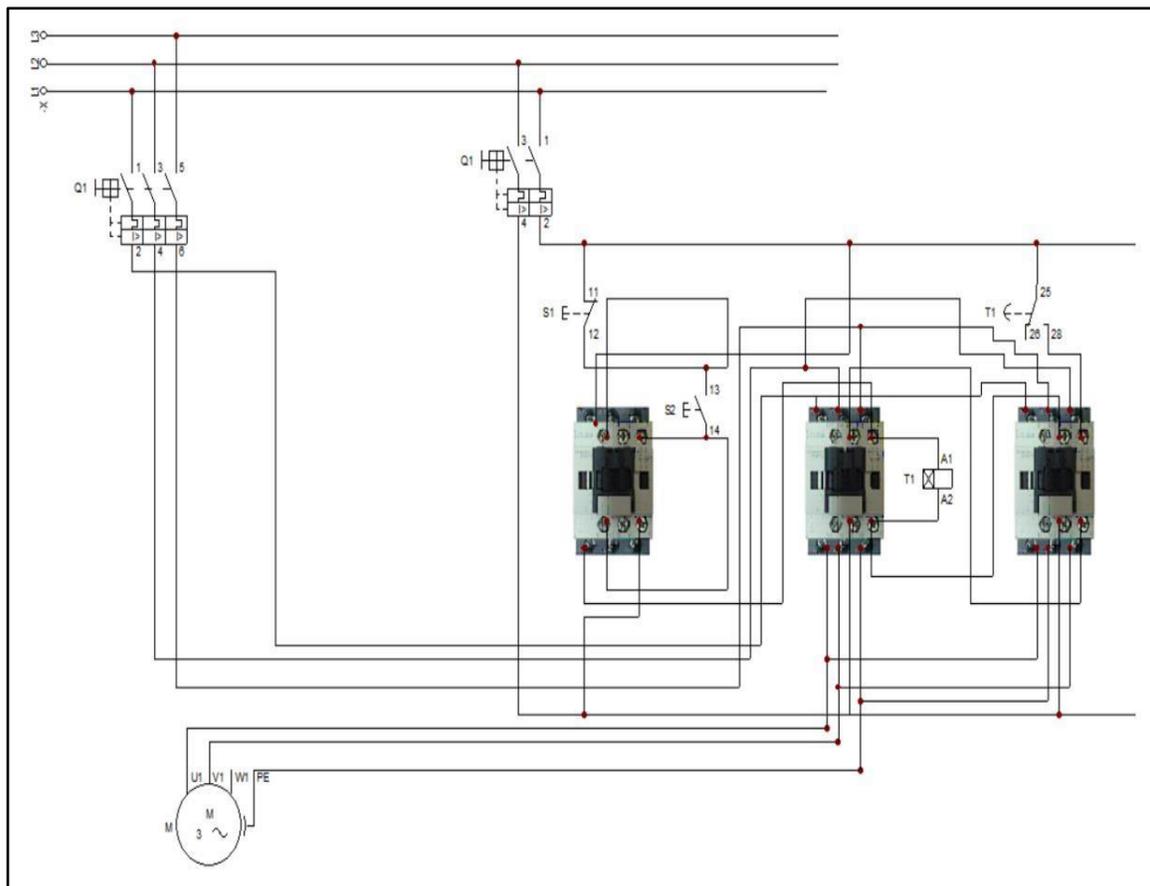
- Ubicar un contacto normalmente cerrado en la rama que controla la activación de cada sentido de giro, esto para impedir la activación simultánea de ambos sentidos.

4.3.15.2 Parámetros de Conexión

Conectar los contactos principales de un contactor en paralelo, con los contactos principales de un segundo contactor en el circuito de potencia, pero invertir dos fases en la conexión de los contactos principales del segundo contactor (ver Figura 55).

Figura 55

Conexión Inversión de Giro



Nota. Elaborado por el autor

4.3.16. ***Interruptores de Posición (Final de Carrera)***

Son dispositivos electromecánicos cuya función principal es convertir posiciones mecánicas en salidas eléctricas (ver Figura 56). Los finales de carrera pueden emplearse en la industria en distintas aplicaciones, como por ejemplo para señalar posicionamiento, monitorear la desalineación de componentes como es el caso de bandas y cintas transportadoras, etc.

Figura 56

Partes Final de Carrera



Nota. Elaborada por autor

4.3.16.1 Precauciones

- Al momento de accionar la palanca de rodillo, solo accionarla en el momento en que sea necesario, ya que un consecutivo accionamiento puede generar desgaste en el mecanismo.
- Para accionar el dispositivo, hacerlo en la sección donde se encuentra el rodillo.
- Aplicar la fuerza que sea necesaria al mecanismo de accionamiento, ya que se puede crear atrofio en el mecanismo si se excede en la fuerza de aplicación.
- Para accionar el final de carrera se debe desplazar horizontalmente la palanca desde el rodillo para que se genere el desplazamiento.
- No ejercer desplazamiento de la palanca en forma vertical, ya que puede provocar en el dispositivo.

4.3.16.2 Parámetros de Conexión

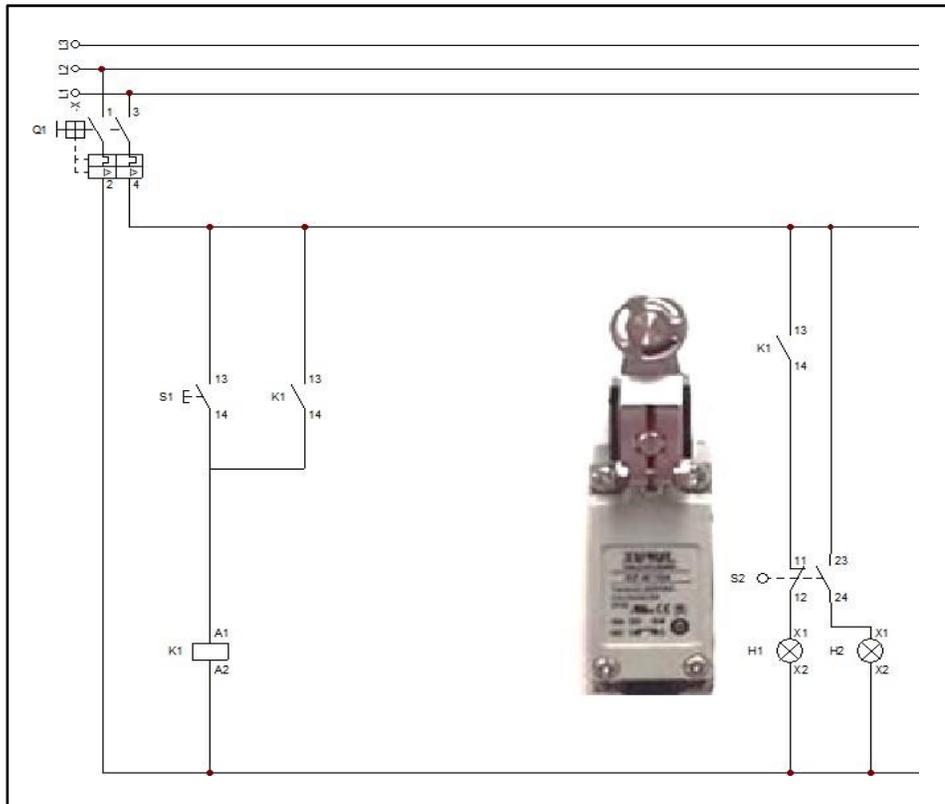
- Los extremos de cada contacto del final de carrera son nombrados por una sola cifra que lo identifica, los dígitos 3 y 4 significan que es un contacto normalmente abierto y los dígitos 1 y 2 se refiere a que el contacto es normalmente cerrado.

- Para realizar la conexión se debe identificar la entrada y salida de los contactos, la entrada corresponde al dígito más pequeño y la salida al dígito mayor.
- Los finales de carrera se deben conectar en serie con la carga, si se llega a conectar sin ninguna carga, esto genera un corto quemando los contactos del dispositivo y generando daño en el sistema.
- Evitar conectar los contactos directamente a las líneas R y S (termomagnético).
- No conectar fuentes de alimentación con distintas polaridades a los contactos del dispositivo ni fuentes de alimentación de diferente clase.

En la Figura 57 se encuentra la conexión del final de carrera.

Figura 57

Conexión Final de Carrera



Nota. Elaborado por el autor

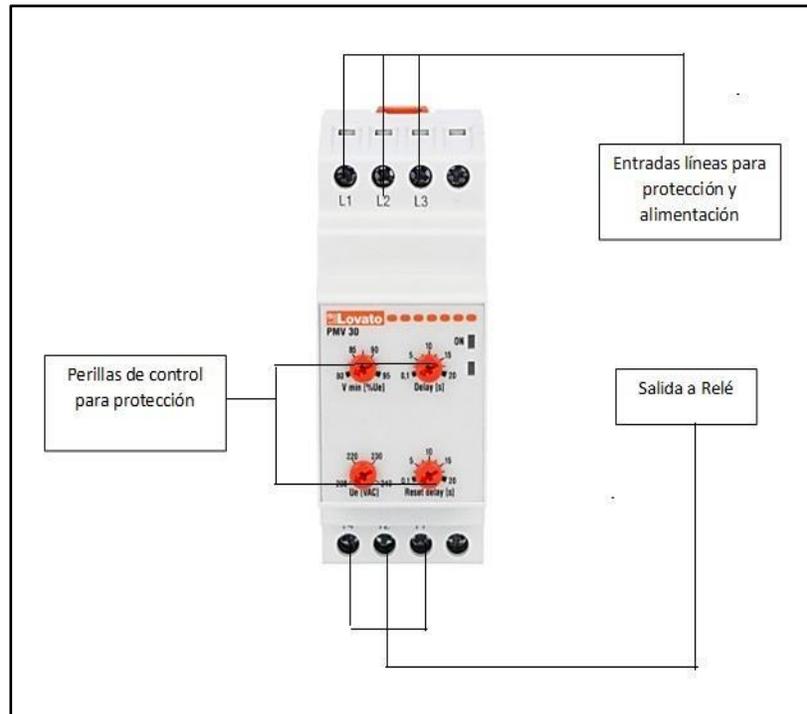
4.3.17. ***Vigilante de Tensión***

Es un dispositivo cuya función principal es proteger sistemas trifásicos, principalmente que contengan motores eléctricos (ver Figura 58). El vigilante de tensión tiene aplicaciones en el monitoreo de sistemas eléctricos trifásicos.

La documentación presentada por (Lovato, 2012) sirvió como apoyo para determinar las características del Vigilante de tensión.

Figura 58

Partes Vigilante de Tensión.



Nota. Elaborada por el autor

4.3.17.1 Precauciones

- Antes de que se haga cualquier intervención, se debe desenergizar todo el sistema.
- Si se encuentran las fases respectivas conectadas, la secuencia es la adecuada, y las tensiones se encuentran en los valores parametrizados, el led verde (ON) se enciende y debe activarse el sistema, si no es así verificar la alimentación y los parámetros para ver que está fallando.

- Si se encuentra el led rojo encendido significa que hay un parámetro que no concuerda, por lo que se debe hacer la revisión respectiva.
- El led verde parpadea alternativamente junto con el led rojo si la secuencia de fases no es la indicada, hacer los cambios respectivos.
- El led verde comienza a parpadear si el voltaje U_e de alguna de las fases desciende por debajo de un 30 % o 70%, verificar el estado de las fases.
- Cuando una de las tensiones de las fases reduce su valor por debajo del V_{min} establecido, comienza a parpadear el led rojo, comprobar el estado de las fases.
- Cuando los valores de tensión vuelven a sus valores establecidos, el led verde debe encenderse y permanecer encendido sino es así revisar las tensiones de las fases del motor.

4.3.17.2 Parámetros de Conexión

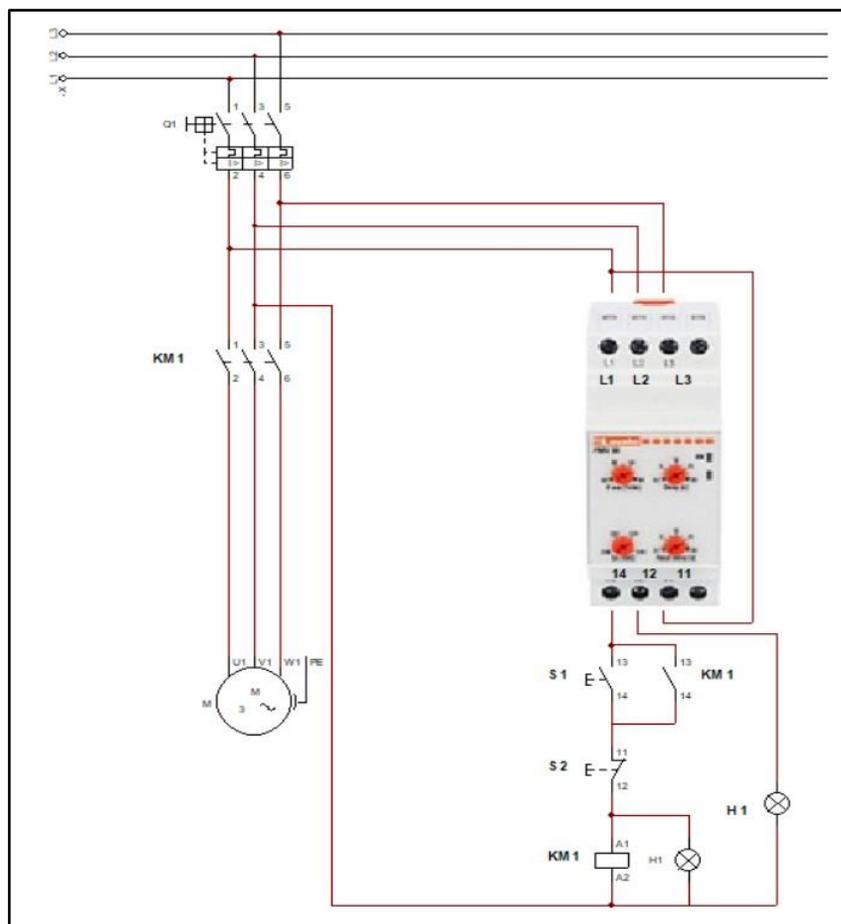
- Los tres terminales del contacto conmutado son nombrados con única cifra, el terminal marcado con 14 indica que el estado del contacto conmutado es normalmente abierto; el terminal marcado con 12 indica el estado del contacto conmutado es normalmente cerrado y el terminal marcado con 11 es el común, en este se debe conectar a la línea R (guardamotor).
- El circuito de control se debe conectar en el terminal 14.
- Se puede conectar una lámpara piloto al terminal 12, para identificar si se disparó el contacto conmutado debido a una inconsistencia en el sistema.

- Este dispositivo de protección es autoalimentado por las líneas L1, L2 y L3, por lo que no es necesario que tenga una alimentación independiente, ya que se alimenta de la misma línea que está protegiendo.
- Los terminales L1, L2 y L3 deben ir conectados a las líneas R, S y T del motor.

En la Figura 59 se encuentra la conexión de este tipo de relé de monitoreo.

Figura 59

Conexión Vigilante de Tensión



Nota. Elaborada por el autor

4.3.17.3 Uso

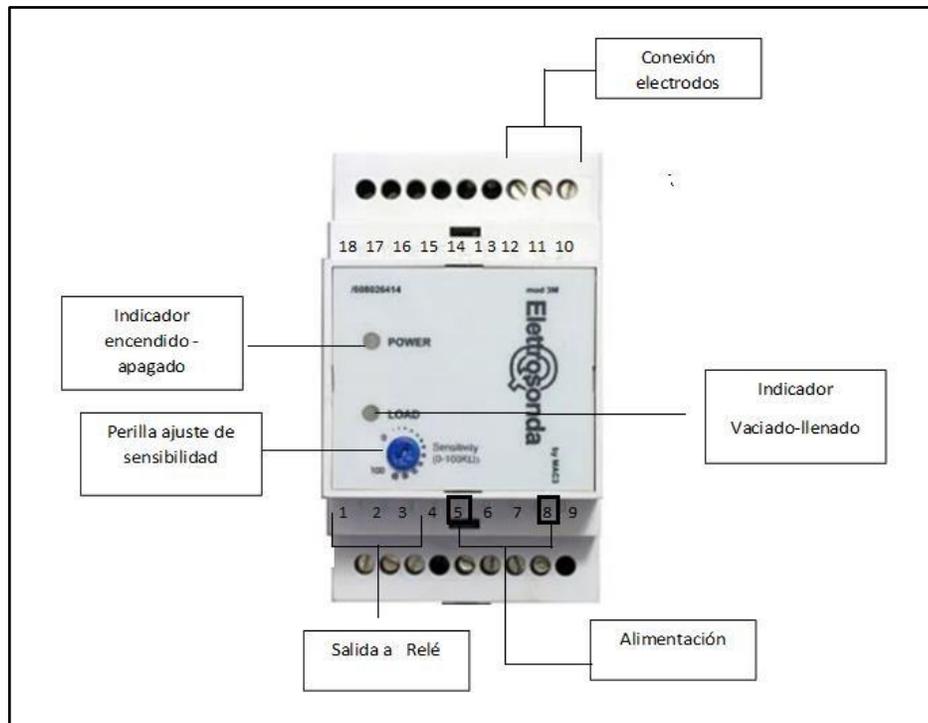
- En la perilla nombrada como U_e es utilizada para configurar la alimentación del dispositivo y el voltaje del sistema que se desea proteger.
- En la perilla nombrada como $V_{min}[\%U_e]$ se configura un porcentaje del voltaje U_e , que al momento de llegar a ese valor ocurre el disparo del relé.
- En la perilla nombrada como Delay se configura el tiempo en que el relé se dispara, en el momento que ocurra alguna anomalía vista por el dispositivo.
- En la perilla nombrada como Reset delay se configura el tiempo para la reactivación del relé.

4.3.18. *Electrosonda*

Dispositivo encargado del control de nivel de líquidos por medio de electrodos (ver Figura 60). La electrosonda es usada en aplicaciones donde es necesario el monitoreo del nivel de líquidos, que puede ser en pozos o depósitos, es adecuado para espacios profundos y estrechos.

Figura 60

Partes Electrosonda



Nota. Elaborada por el autor

4.3.18.1 Precauciones

- Al energizarse la electrosonda debe encenderse el indicador Power, que indica que la electrosonda está energizada, si no se encuentra encendido hacer la revisión en la alimentación del dispositivo.
- Al ser el electrodo común el único electrodo en contacto con el líquido, indica que el nivel de líquido es bajo, en ese momento se debe encender el indicador load y activarse la carga (para activar el llenado o vaciado), luego de su activación se debe apagar el indicador, si no sucede esto comprobar la conexión de los electrodos.

- Mientras se esté realizando el cableado del sistema verificar que el dispositivo se encuentra desenergizado.

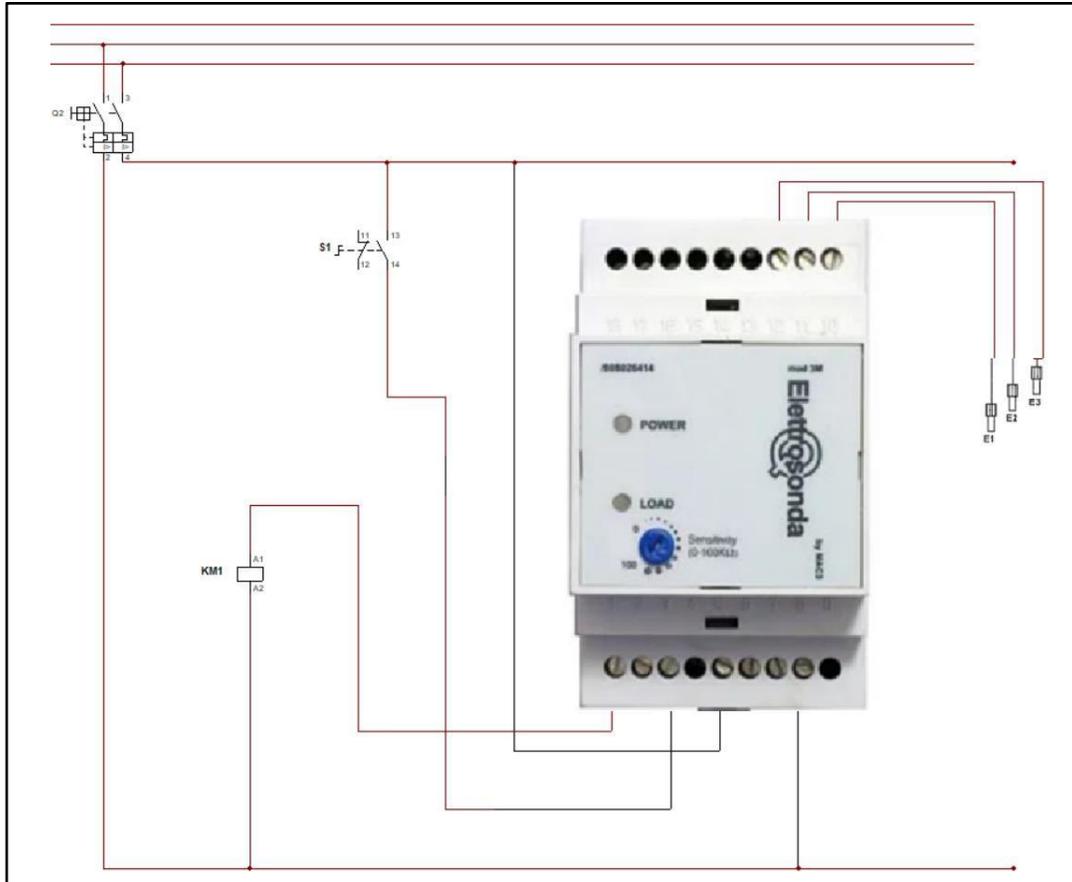
4.3.18.2 Parámetros de Conexión

- Los tres terminales del contacto conmutado son nombrados con única cifra, el terminal marcado con 2 indica que el estado del contacto conmutado es normalmente abierto; el terminal marcado con 1 indica el estado del contacto conmutado es normalmente cerrado y el terminal marcado con 3 es el común, este debe estar conectar a la línea R(termomagnético).
- Alimentar la electrosonda en los terminales nombrados como 5 y 8, R(termomagnético) con el terminal 5 y S (termomagnético) con el terminal 8.
- Para trabajar la electrosonda en modo de llenado, se debe conectar el terminal 1 con el dispositivo de maniobra (contactor).
- Para trabajar la electrosonda en modo de vaciado, conectar el terminal 2 al dispositivo de maniobra (contactor).
- Conectar los electrodos a los terminales 10,11 y 12.

En las Figuras 61 y 62 se muestra el conexionado del dispositivo relé de control de nivel.

Figura 61

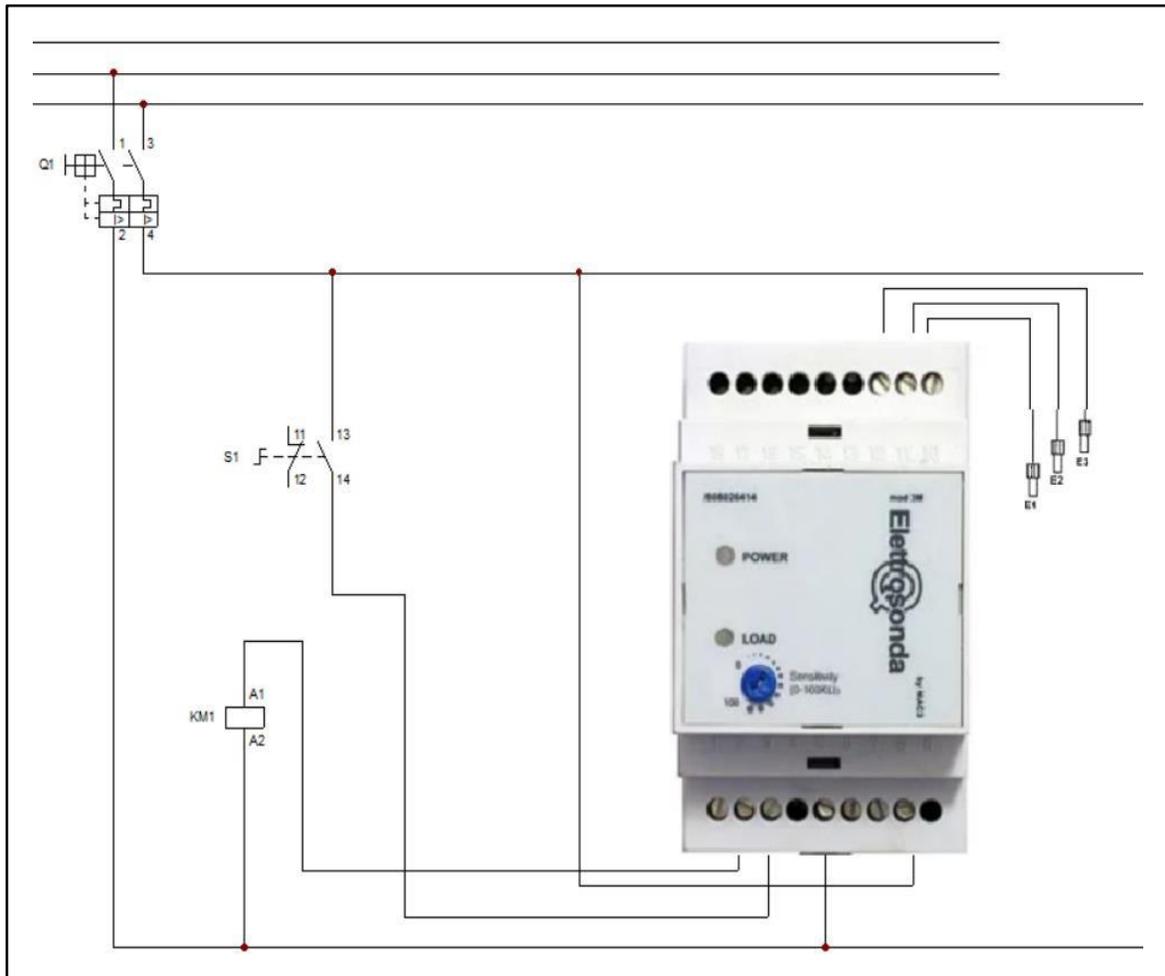
Conexión Básica Electrosonda (Llenado)



Nota. Elaborado por el autor

Figura 62

Conexión Básica Electrosonda (Vaciado)



Nota. Elaborado por el autor

4.3.18.3 Uso

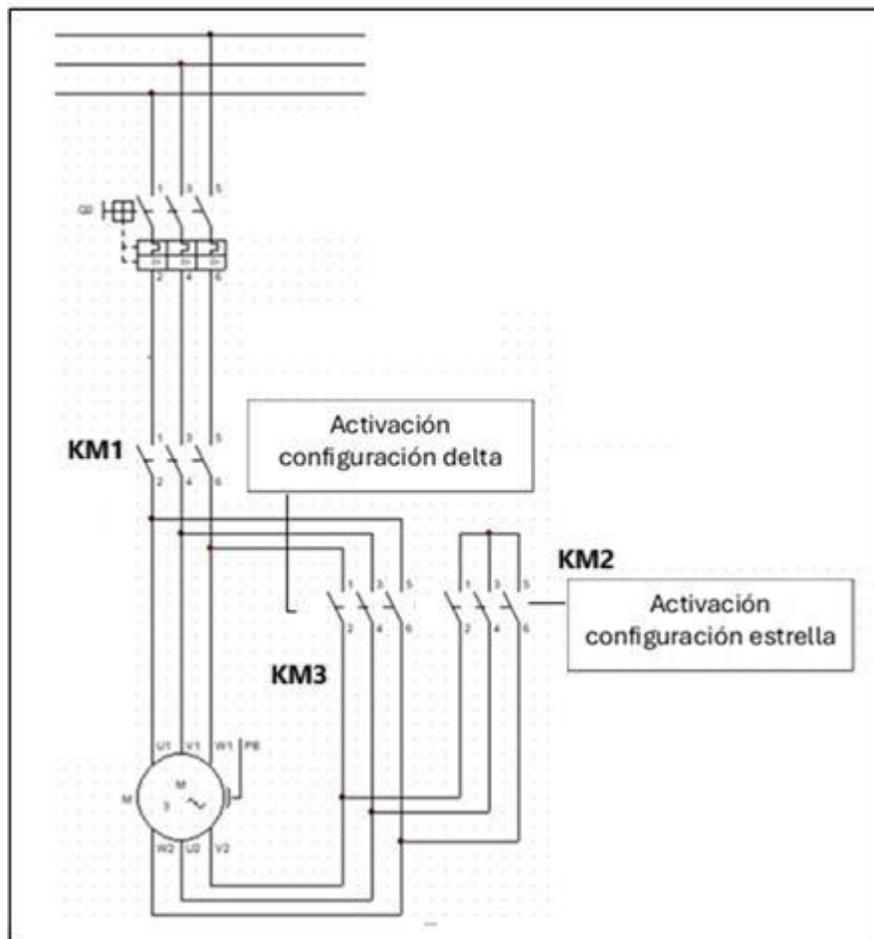
Graduar la perilla de sensibilidad según el tipo de líquido con el que se va a trabajar.

4.3.19. Arranque Estrella-Delta

Tipo de arranque en el cual por medio de una configuración estrella – delta, se puede reducir la corriente en el momento del arranque de un motor (ver Figura 63).

Figura 63

Partes Arranque Estrella -Delta



Nota. Elaborado por el autor

4.3.19.1 Precauciones

- No activar al mismo tiempo las configuraciones estrella y delta, debido a que se puede generar un corto dañando el motor.

- Ubicar un contacto normalmente cerrado en la rama de activación de cada configuración, para evitar la activación simultánea.
- Para el cambio de la configuración de estrella a delta no establecer una temporización con un tiempo muy corto, porque se puede generarse un golpe del eje del motor luego del cambio de configuración.
- Configurar una temporización que le permita al motor alcanzar una velocidad de 70% a 80 % de su velocidad nominal en su configuración estrella para hacer el cambio a la configuración en delta.
- Una temporización prolongada para el cambio de configuración, puede provocar sobreesfuerzo y calentamiento en el motor.

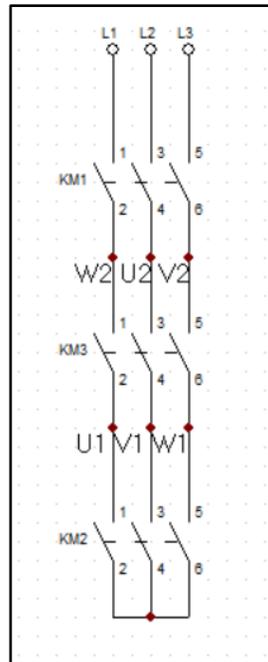
4.3.19.2 Parámetros de Conexión

- Utilizar un contactor para activar el motor, emplear un segundo contactor para la configuración estrella y otro para la configuración delta.
- Ubicar un contacto normalmente cerrado en la rama de activación de cada configuración (estrella y delta) para que no se activen simultáneamente, evitando un corto.

En la Figura 64 se presenta una conexión simplificada para ejecutar la conexión en el arranque estrella -delta en el circuito de potencia

Figura 64

Conexión Arranque Estrella- Triangulo Sección de Potencia



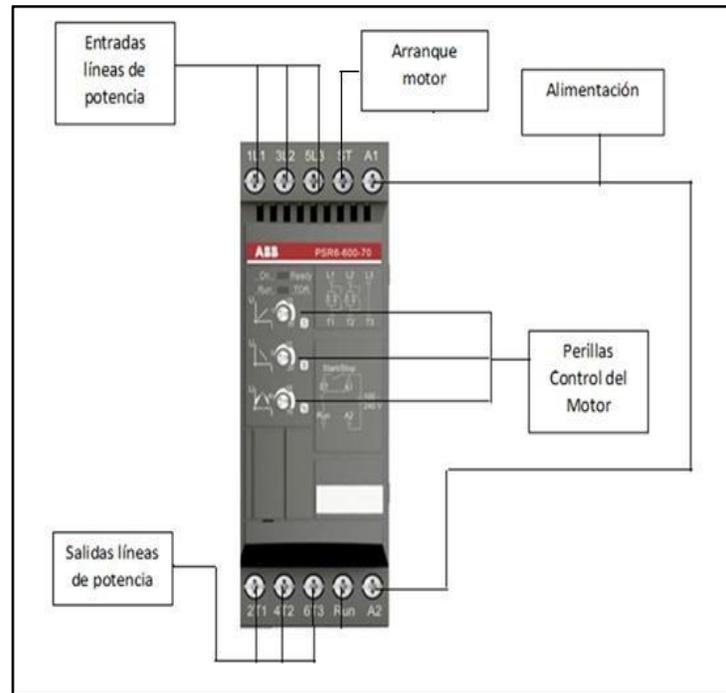
Nota. Elaborado por el autor

4.3.20. Arrancador Suave

Dispositivo que permite que el motor pueda arrancar de una manera poco brusca y desacelerar de la misma manera (ver Figura 65). Los arrancadores electrónicos son utilizados en aplicaciones industriales, pueden ser usados para controlar equipos tales como: Compresores, bombas, bandas transportadoras.

Figura 65

Partes Arrancador Electrónico



Nota. Elaborado por el autor

4.3.20.1 Precauciones

- Alimentar el dispositivo con la tensión adecuada para que funcione de la manera correcta.
- Realizar el cableado sin que este energizado el dispositivo.
- Configurar las perillas antes de la puesta en marcha del motor, ya que, si se realiza después del arranque, no se puede hacer el cambio de los parámetros anteriormente seleccionados.
- Verificar que durante las rampas se encuentre encendido el indicador RUN, si no es así revisar la conexión o el estado del arrancador.

- Al encontrarse trabajando el motor luego de la rampa de aceleración, verificar que el indicador ON se encuentre encendido, al no encontrarse encendido, verificar la conexión y la alimentación.

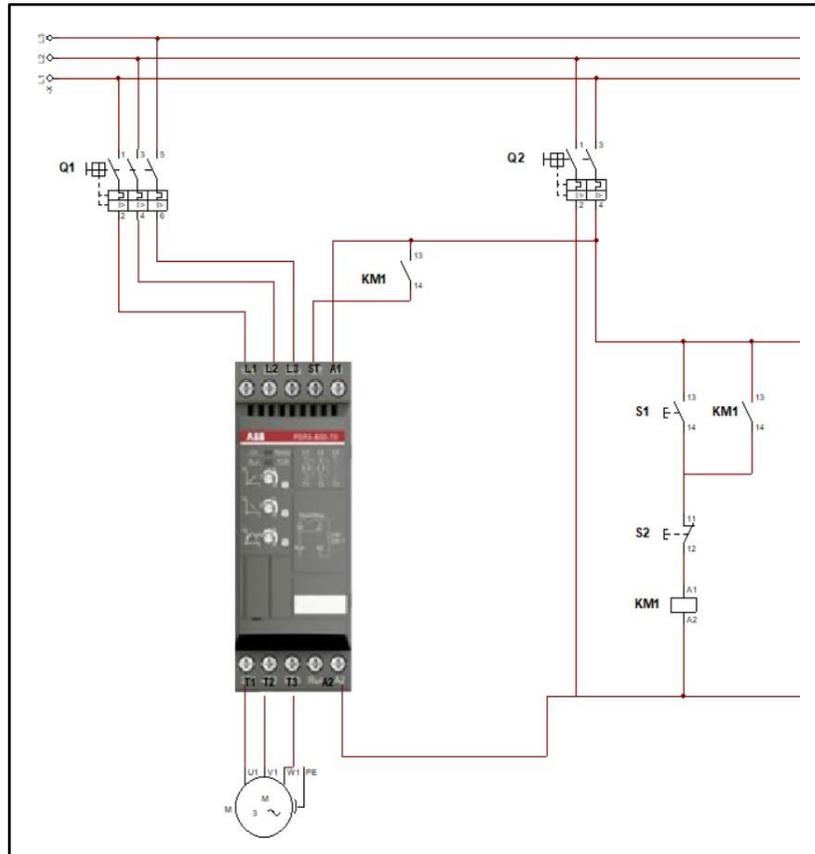
4.3.20.2 Parámetros de Conexión

- Ubicar un contacto normalmente abierto entre los terminales A1 y ST para activar un arranque y parada suave para el motor.
- La alimentación del dispositivo se realiza por los terminales A1 y A2, conectando como entrada A1 y conectando como salida a A2.
- Los terminales L1, L2 y L3 se deben conectar directamente a las líneas de alimentación R, S y T (guardamotor).
- En caso de que sea necesario invertir el sentido de giro del motor se debe conectar entre las líneas de alimentación (R, S y T) y el dispositivo un par de contactos principales.
- Conectar los terminales T1, T2 y T3 directamente a los terminales (U, V, W) del motor.

En la Figura 66 se muestra la conexión básica del arrancador.

Figura 66

Conexión Arrancador Electrónico



Nota. Elaborado por el autor

4.3.20.3 Uso

- La primera perilla permite regular el tiempo con el que motor tarda en llegar a su voltaje nominal, la perilla tiene un rango de 1 a 20 segundos.
- La segunda perilla permite regular el tiempo con el que el motor tarda en detenerse, la perilla permite un rango de tiempo de 0 a 20 segundos.
- La tercera perilla permite regular el porcentaje de voltaje nominal con el que arranca el motor, esta permite seleccionar entre los valores de 40% a 70 %, permitiendo controlar el par de arranque del motor.

- Antes del arranque del motor configurar cada perilla de control según lo requerido.
- Debido a la ausencia de cargas para trabajar los motores del laboratorio, puede ocurrir que las rampas sean más cortas a sus valores establecidos en las perillas de configuración.
- Configurar rampas de aceleración y desaceleración que no sean tan extensas puesto que el motor trabaja sin carga.
- Evitar programar una rampa de aceleración muy larga ya que puede generar sobrecalentamiento.
- Evitar programar una rampa muy corta debido a que puede generar sobrecorriente.

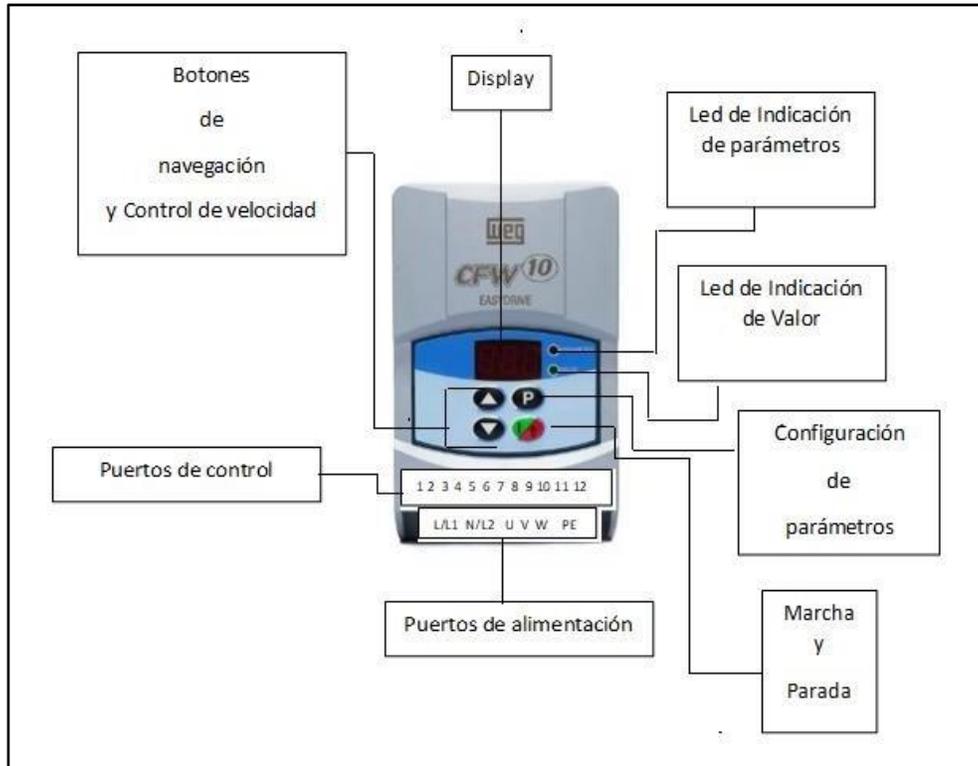
4.3.21. Convertidor de Frecuencia

Dispositivo utilizado para variar la velocidad de un motor a través del control de la frecuencia (Ver Figuras 67 y 68). El convertidor de frecuencia es utilizado en aplicaciones industriales, para el control de: Bombas, agitadores, ventiladores, bandas transportadoras, máquinas de corte y soldadura.

El documento presentado por (Weg, 2012), sirvió como apoyo para determinar las características del variador de frecuencia para su correcta utilización.

Figura 67

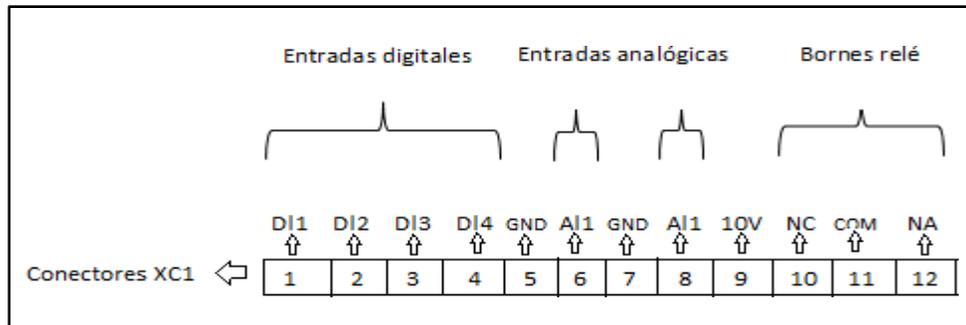
Partes Variador de Frecuencia



Nota. Elaborado por el autor

Figura 68

Conectores XC1(Puertos Control)



Nota. Elaborado por el autor

4.3.21.1 Precauciones.

Realizar el cableado sin que este energizado el dispositivo.

Si se presenta algún error en la pantalla del convertidor hacer su respectiva revisión, los diferentes errores que se pueden presentar se ven a continuación:

4.3.21.1.1 Error 00

- Presencia de un corto entre cualquiera de las fases del motor.
- Tiempo de aceleración, ya que pudo ser muy corto.
- Corriente máxima de salida, ya que se pudo haber configurado con un valor muy alto.
- Transistores IGBT en corto.

4.3.21.1.2 Error 01

- El convertidor se ha alimentado con un voltaje demasiado alto generando en el circuito intermediario un voltaje mayor al admitido. (Voltaje circuito intermediario adecuado < 410 V).
- El tiempo de desaceleración muy corto.
- El parámetro de nivel de actuación del circuito intermediario fue configurado con un valor muy alto.

4.3.21.1.3 Error 02

- Se aplicó un voltaje de alimentación demasiado bajo a su valor de funcionamiento, generando en el circuito intermediario un voltaje menor al permitido. (Voltaje circuito intermediario adecuado >220 V)

4.3.21.1.4 Error 04

- El convertidor no se está refrigerando, su ventilador puede estar obstruido o dañado, cuando la temperatura del disipador alcanza 103° se activa la protección contra sobre temperatura.

4.3.21.1.5 Error 05

- La corriente de sobrecarga del motor escogida es muy baja.

4.3.21.1.6 Error 06

- Las entradas digitales (DI'S) no se encuentran conectadas a tierra (terminal 5).

4.3.21.1.7 Error 08

- Presencia de ruidos de origen eléctrico.

4.3.21.1.8 Error 24

- Parámetros incompatibles.

4.3.21.1.9 Error 31

- La parte de control del convertidor puede estar funcionando de forma inadecuada.

4.3.21.1.10 Error 41

- El circuito de potencia del convertidor puede estar funcionando de forma errónea.

4.3.21.2 Parámetros de Conexión

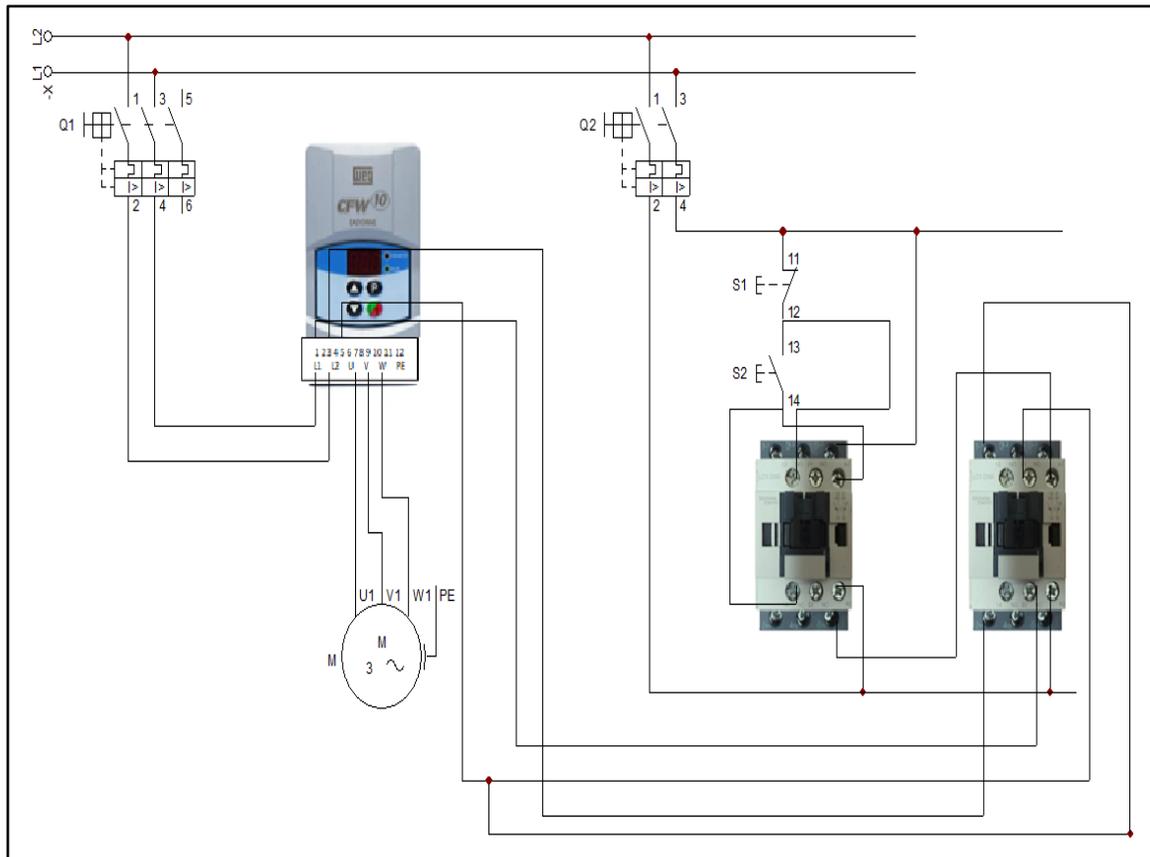
- Conectar la alimentación R (guardamotor) al terminal L1 del variador y la línea S (guardamotor) al terminal L2 del variador.
- Conectar un contacto en cada una de las entradas digitales (1, 2, 3, 4) que se deseen activar, para habilitar la función programada, un extremo del contacto debe ir conectado a la entrada digital y el otro extremo al borne 5 (GND) del variador.
- En caso de que se desee tener un indicador para conocer el estado del variador, conectar la alimentación R (termomagnético) al punto común 11 que corresponde a un relé que tiene integrado el variador y conectar una lámpara piloto a su terminal 12.

- Conectar los terminales U, V y W del convertidor a los terminales U, V y W del motor.

En las Figuras 69 y 70 se muestra la conexión básica del convertidor de frecuencia

Figura 69

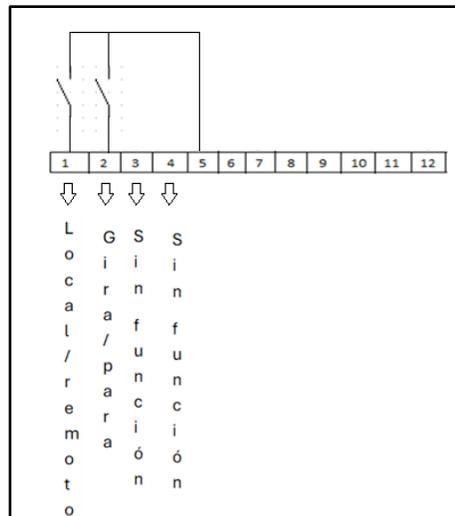
Conexión Básica Variador de Frecuencia



Nota. Elaborada por el autor

Figura 70

Conexión Básica Variador de Frecuencia (Control)



Nota. Elaborado por el autor

4.3.21.3 Uso

El variador utilizado trabaja con una corriente nominal de 2.6 Amperios, en las Tablas 34 ,35 y 36 se presentan los parámetros del variador con sus unidades y valores.

Tabla 34

Parámetros (Primera Parte)

Parámetro	Unidad	Valores
P002	-	0-999
P003	A	0-3,9
P004	V	0-524
P005	Hz	0-300
P007	0-240	0-240

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

P008	°C	25-110
P100	Seg	0-999
P101	Seg	0-999
P102	Seg	0-999
P103	Seg	0-999
P121	Hz	0-300Hz
P133	Hz	0-300 Hz
P134	Hz	0-300Hz
P136	%	0-100
P137	%	0-100
P138	%	0-10
P142	%	0-100
P145	Hz	P133-P1344
P151	V	325 a 410
P156	A	0,3x295 a 1,3x295
P169	A	0.2x295 a 2x295
P206	Seg	0-255
P208	-	0-100
P219	Hz	0-15
P295	A	2.6
P297	kHz	2.5 a 15
P300	Seg	0-15
P301	Hz	0-15
P302	%	0-100

Nota. Adaptado de Parámetros, de Weg, 2012, <https://vfds.com/content/manuals/weg-cfw10-manual.pdf>

Tabla 35

Parámetros (Segunda Parte)

Parámetro	Unidad	Valores
P000	-	5,0-999
P104	%	0,1,2
P120	-	0,1
P202	-	0,1
P203	-	0,1
P204	-	5,0-999
P221	-	0
P222	-	0,2
P229	-	0
P230	-	1

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

P231	-	0,1,2
P277	-	4,5,6,7

Nota. Adaptado de Parámetros, de Weg, 2012, <https://vfds.com/content/manuals/weg-cfw10-manual.pdf>

Tabla 36

Parámetros Fabrica

Parámetro	Valores (fabrica)
P000	0
P100	5
P101	10
P102	5
P103	10
P104	0
P120	1
P121	3.0
P133	3.0
P134	66
P136	20
P137	0
P138	0
P142	100
P145	60
P151	380
P156	1,2xP295
P169	1,5xP295
P202	0
P203	0
P204	0
P206	0
P208	1
P219	15
P221	0
P222	1
P229	0
P230	1
P231	2
P263	1

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

P264	5
P265	6
P266	4
P277	7
P297	5
P300	0
P301	1
P302	50

Nota. Adaptado de Parámetros, de Weg, 2012, <https://vfds.com/content/manuals/weg-cfw10-manual.pdf>

4.3.21.3.1 Configuración de Parámetros

- Para comenzar con la configuración de parámetros, oprimir el botón P del HMI e ir al parámetro 000 y seleccionar el valor de 5, luego oprimir de nuevo el botón P para seguir con la configuración.
- Una vez terminado de configurar, ir al parámetro 000 y seleccionar el valor de 0 para finalizar la configuración.
- Finalizada la configuración ir a alguno de los parámetros 003 - 007 de lectura (ver Tabla 37), para supervisar el funcionamiento del variador en el momento de su activación.
- En caso que se desee hacer el cambio de algún parámetro que no sea de lectura, primero detener el convertidor.

Tabla 37

Parámetros de Lectura

P002	Valor Proporcional a la Frecuencia (P208xP005)
P003	Corriente de Salida (Motor)
P004	Tensión del Circuito Intermediario
P005	Frecuencia de Salida (Motor)
P007	Tensión de Salida (Motor)
P008	Temperatura del Disipador
P014	Último Error Ocurrido
P015	Segundo Error Ocurrido
P016	Tercero Error Ocurrido
P023	Versión de Software

Nota. Tomado de parámetros, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

4.3.21.3.2 Uso Convertidor en Modo Local

- Configurar el parámetro 229 con el valor de 0, esto indica que el variador en modo local es controlado por el HMI.
- Configurar el parámetro 221 con el valor de 0, esto indica que el control de velocidad del motor es ejecutado por medio de las teclas arriba y abajo del panel HMI del convertidor, está es la única manera de variar la velocidad en modo local.
- Cuando se está usando el convertidor en forma local se utiliza el botón I/O para activar y desactivar el motor.
- Si desea invertir el sentido de giro del motor en este modo, se debe desenergizar el sistema y esperar 10 minutos a que se desenergizen los capacitores del convertidor, luego de este tiempo invertir 2 fases en la salida

del convertidor de manera manual, luego de este cambio se puede arrancar de nuevo el motor.

4.3.21.3.3 Uso Convertidor en Modo Remoto

- Configurar el parámetro 230 con el valor de 1, esto indica que el variador en modo remoto es controlado por los terminales.
- Configurar el parámetro 222 con el valor 0, si se desea tener un control de la velocidad del motor por las teclas arriba y abajo del HMI.
- Configurar el parámetro 222 con el valor 2, si se desea tener un control de la velocidad del motor por medio del potenciómetro electrónico.
- Utilizar los terminales 1, 2, 3, 4, 5, 10, 11 y 12.

4.3.21.3.4 Configuración Entradas Digitales

Funciones utilizadas para programar las entradas digitales: Local / remoto, Sin función, Habilita general, Gira / para, Inversión de giro, Acelera E.P, Desacelera E.P. La Tabla 38 muestra el valor correspondiente para configurar cada función.

Tabla 38

Valores Funciones

Función	Valor
Sin función	0
Habilita general	2
Gira/para	4
Sentido de giro	5

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Local /remoto	6
Acelera E. P	16
Desacelera E. P	17

Nota. Adaptado de programación de funciones de las DI's, de Weg ,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-delusuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

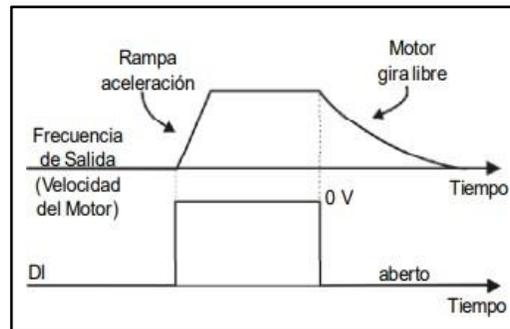
Para configurar las entradas digitales se tiene en cuenta lo siguiente:

- Configurar una entrada digital con la función local / remoto, esta función deshabilita el botón I/O del variador y activa los terminales.
- Configurar una entrada digital con una función de arranque, puede ser habilita general o gira / para.
- Para utilizar el potenciómetro electrónico, configurar una entrada digital con la función 16 (acelera E.p) y otra entrada digital con la función 17 (desacelera E.p).
- Para invertir el sentido de giro, configurar una entrada digital con la función inversión de giro.
- Si no se requiere utilizar más entradas digitales, configurar la función sin función en estas.
- Los parámetros relacionados a las entradas digitales son los: 263, 264, 265 y 266.

En las Figuras 71, 72, 73 y 74 se presenta la forma gráfica de las funciones anteriormente mencionadas

Figura 71

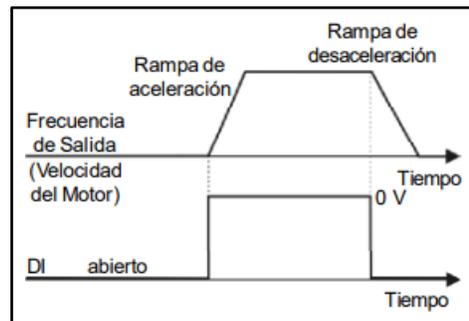
Función Habilita General



Nota. Tomado de Habilita general, de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdfmanual.pdf>

Figura 72

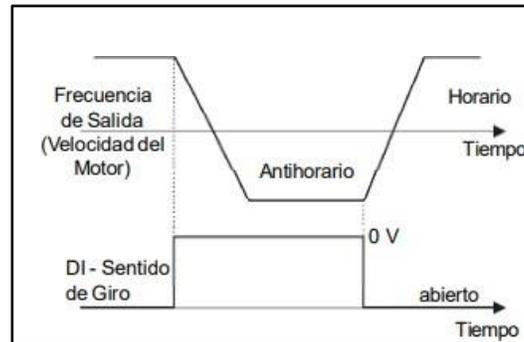
Función Gira/Para



Nota. Tomado de Gira/para, de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

Figura 73

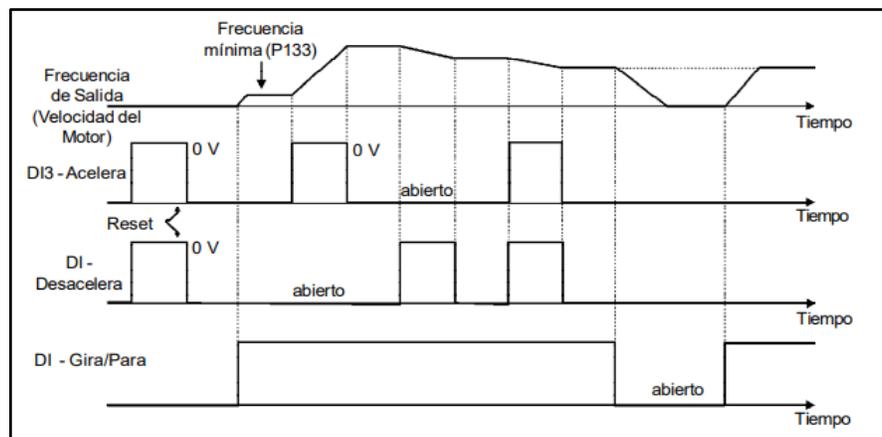
Función Inversión de Giro



Nota. Tomado de Sentido de giro, de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

Figura 74

Función Acelera E.P-Desacelera E.P



Nota. Tomado de Potenciómetro electrónico (E.P), de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

A continuación, se muestra la incompatibilidad entre funciones que se pueden presentar al momento de hacer la programación.

- Evitar programar dos entradas digitales con la misma función.
- Programar una entrada digital con la función acelera E.P, pero no tener programada en otra entrada digital con la función desacelera E.P.
- Haber seleccionado el modo remoto y no tener ninguna entrada digital programada con gira /para o habilita general.
- Configurar el control de velocidad con E.P y no tener ninguna entrada digital configurada con acelera / desacelera E.P.

4.3.21.3.5 Parámetros

4.3.21.3.5.1 Rampas

Las rampas de aceleración son ejecutas de 0 hasta la frecuencia nominal configurada, la frecuencia nominal es establecida en el parámetro 145. Debido a la ausencia de cargas para trabajar los motores del laboratorio, puede ocurrir que las rampas sean más cortas a sus valores establecidos en las perillas de configuración.

Configurar rampas de aceleración y desaceleración que no sean tan extensas puesto que el motor trabaja sin carga.

4.3.21.3.5.1.1 Parámetro 100

Se configura la rampa de aceleración, tiempos de aceleración demasiado cortos pueden generar sobrecorriente en el convertidor.

4.3.21.3.5.1.2 Parámetro 101

Se determina la rampa de desaceleración, tiempos de desaceleración demasiado cortos pueden generar sobretensión.

4.3.21.3.5.1.3 Parámetro 102

Se configura una segunda rampa de aceleración, esta se activa configurando una entrada digital con esta función.

4.3.21.3.5.1.4 Parámetro 103

Se configura una segunda rampa de desaceleración, esta es activada configurando una entrada digital con esta función.

4.3.21.3.5.1.5 Parámetro104

Rampa S, este tipo rampa es utilizada cuando se requiere un arranque y parada más suave y progresiva. Debido a que no hay presencia de carga en el motor no es necesario su uso, configurar este parámetro en 0 para deshabilitarla.

En el caso de que sea necesario habilitarse configurar con un valor de 1 (50%) o 2 (100%).

4.3.21.3.5.2 Frecuencia

4.3.21.3.5.2.1 Parámetro 120

El convertidor memoriza los últimos valores trabajados de frecuencia.

- Al configurar el valor de 0, el variador guarda el ultimo valor de frecuencia trabajado con las teclas arriba y abajo.
- Al configurar el valor de 1, el variador guarda el ultimo valor de frecuencia trabajada, sea con las teclas arriba y abajo o el potenciómetro electrónico

4.3.21.3.5.2.2 Parámetro 121

Se establece y visualiza el valor de la frecuencia por medio de las teclas arriba y abajo del HMI, los valores de frecuencia trabajados en el motor son vistos en este parámetro.

4.3.21.3.5.2.3 Parámetro 133

Se configura la frecuencia mínima con la que puede trabajar el motor. Establecer una frecuencia de 30 Hz, ya que con una frecuencia menor pueden presentarse problemas de ventilación, generar sobrecalentamiento en el motor e incrementar su ruido.

4.3.21.3.5.2.4 Parámetro 134

Se establece la frecuencia máxima con la que puede trabajar el motor. Seleccionar una frecuencia de 60 Hz, ya que este es el valor nominal máximo con el que puede trabajar cada motor del laboratorio.

4.3.21.3.5.3 Control Voltaje- Frecuencia

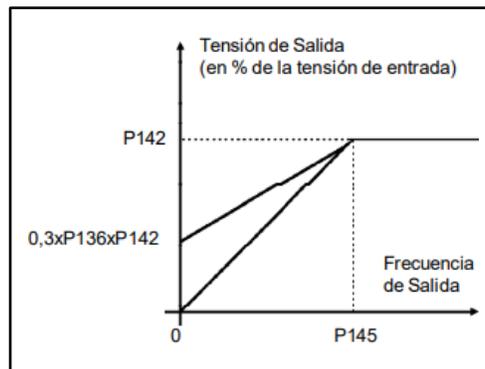
4.3.21.3.5.3.1 Parámetro 136

Se realiza una compensación de voltaje, esto para aumentar el par del motor debido a una frecuencia reducida, establecer este parámetro en un 20 % (valor de fabrica), el porcentaje máximo escogido en esta sección corresponde al 30 % del parámetro 142 (tensión de salida). En la Figura 75 se encuentra la gráfica representativa de la compensación.

No utilizar un valor demasiado elevado, ya que puede poner en estado de sobrecorriente el variador. Es ideal para trabajar cuando el eje del motor se encuentra con carga constante.

Figura 75

Curva V/F y Aplicación del Parámetro



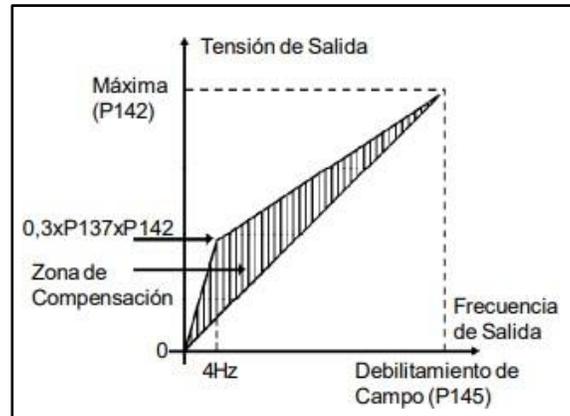
Nota. Tomado de Curva V/F y detalle del boost de torque (par) manual (compensación I_xR), de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

4.3.21.3.5.3.2 Parámetro 137

Se realiza una compensación de voltaje automático, esto para aumentar el par del motor generado por una frecuencia reducida, establecer un valor de 0, debido a que es parámetro es utilizado para casos en que el motor se encuentre bajo carga variable en su eje, no aplica para el uso dentro del laboratorio debido a la ausencia de carga en el eje durante las prácticas. En la Figura 76 se encuentra una gráfica representativa.

Figura 76

Curva V/F y Aplicación del Parámetro Automático



Nota. Tomado de Curva V/F con boost de par automático (IxR automático), de Weg, 2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

4.3.21.3.5.3.3 Parámetro 138

Se establece una compensación de rotación para el caso en que se aplique una carga. Debido a que no son aplicadas cargas a los motores, mantener un valor de 0 para que quede inhabilitado.

4.3.21.3.5.3.4 Parámetro 142

Se configura la tensión máxima de salida del convertidor, es decir la tensión que se le suministra al motor, para calcular la tensión con la que se va alimentar el motor, primero se debe establecer con que valor de alimentación se conecta el convertidor y luego de esto se debe conocer con que valor de voltaje funciona el motor que controla el convertidor.

Alimentación del convertidor: 220 VAC

Voltaje de trabajo motor: 220 VAC conexión delta

Voltaje de alimentación convertidor x valor %parámetro 142 =tensión máxima de salida convertidor

Según lo descrito anteriormente el parámetro 142 debe configurarse en un valor de 100%.

4.3.21.3.5.3.5 Parámetro 145

Se configura la frecuencia nominal con la que va a trabajar el motor, configurar este parámetro en 60 HZ, ya que es el valor nominal de trabajo del motor.

4.3.21.3.5.4 Regulación CC

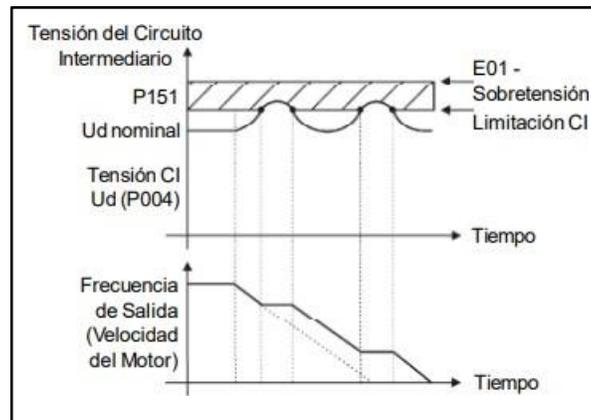
4.3.21.3.5.4.1 Parámetro 151

Se establece la tensión de trabajo del circuito intermediario, cuando el voltaje del circuito intermediario supera el valor de este parámetro, el convertidor limita este voltaje y el motor comienza a desacelerar (ver Figura 77). Establecer un valor de 380.

En caso de que siga apareciendo bloqueo por sobretensión durante la desaceleración del motor, se debe optar por reducir el parámetro 151, si el problema persiste aumentar el tiempo de desaceleración, si no funcionan ninguna de las alternativas nombradas y sigue el bloqueo por sobretensión incrementar el valor del parámetro 136.

Figura 77

Regulación de la Tensión del Circuito Intermediario



Nota. Tomado de Desaceleración con limitación (regulación) de la tensión del circuito intermedio, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

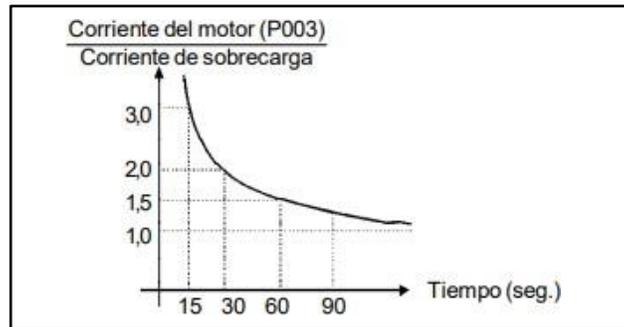
4.3.21.3.5.5 Corriente de Sobrecarga

4.3.21.3.5.5.1 Parámetro 156

Se selecciona la corriente de sobrecarga del motor, la corriente de sobrecarga es la corriente nominal del motor aumentada en un cierto porcentaje para su protección. Configurarla con un valor de 20 %, es decir $1.2 \times I_{\text{nominal}} \text{ variador} = 3.1$ Amperios. En la Figura 78 se puede apreciar la detección de la sobrecarga.

Figura 78

Curva Detección de Sobrecarga



Nota. Tomado de Función Ixt-detección de sobrecarga, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

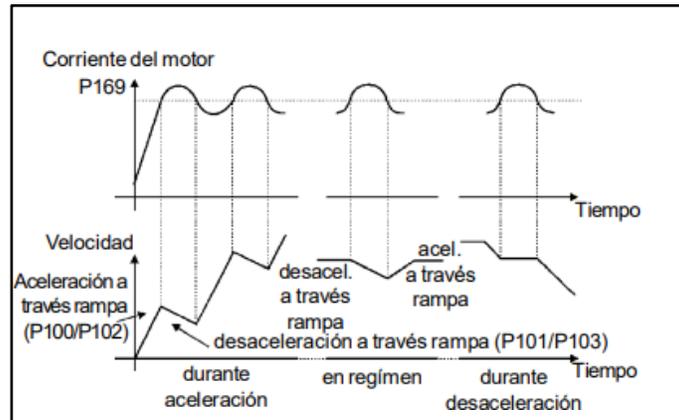
4.3.21.3.5.6 Corriente de Salida Máxima

4.3.21.3.5.6.1 Parámetro 169

Se escoge la corriente máxima de salida del variador, configurar este el parámetro en $1.4 \times I_{nominal\ variador} = 3.6$ Amperios, con el fin de asegurar el buen funcionamiento del variador. Si la corriente intenta sobrepasar el valor configurado, El motor comienza a reducir su velocidad por medio de una rampa de desaceleración hasta que la corriente se encuentre abajo del valor establecido en P169. Al desaparecer la sobrecarga la velocidad del motor se restablece (ver Figura 79)

Figura 79

Limitación de Corriente



Nota. Tomado de Actuación de la limitación de corriente, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

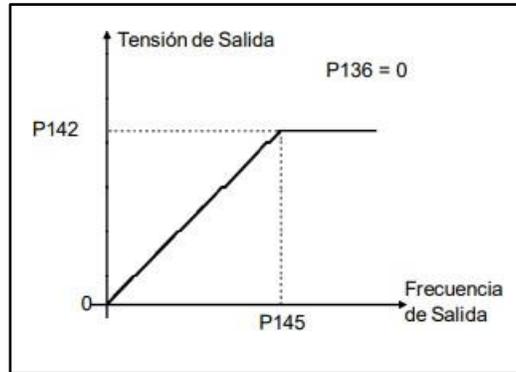
4.3.21.3.5.7 Parámetros Generales

4.3.21.3.5.7.1 Parámetro 202.

Se establece el tipo de control V/F, el control puede ser lineal escogiendo el valor de 0, o cuadrático con el valor de 1. El control recomendado es el lineal, debido a que no hay carga acoplada en el eje motor, debido a esto no es necesaria optar por un control cuadrático. En las Figuras 80 y 81 se muestra la representación gráfica de cada tipo de control.

Figura 80

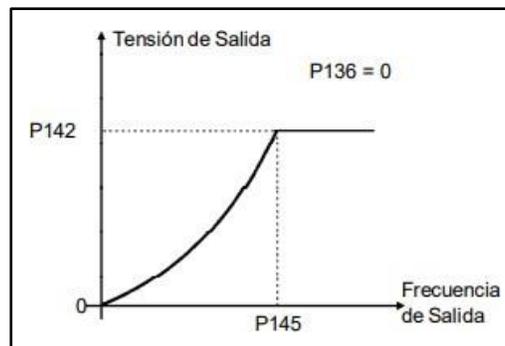
Control V/F Lineal



Nota. Tomado de Modos de control V/F (escalar), de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

Figura 81

Control V/F Cuadrático



Nota. Tomado de Modos de control V/F (escalar), de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

4.3.21.3.5.7.2 Parámetro 203

En este parámetro se activa la función PID, esta función es un mecanismo de control que por medio de la retroalimentación permite la regulación de velocidad. Debido a que no es necesario este tipo de control en el laboratorio, configurar 0 para desactivar esta función. En caso de desear activarse configurar un valor de 1.

4.3.21.3.5.7.3 Parámetro 204

Restablece los valores de fábrica del convertidor, configurar el valor de 5. En el caso de que no se desee volver a los valores originales, este parámetro debe permanecer con un valor diferente de 5.

4.3.21.3.5.7.4 Parámetro 206.

Se configura el autoreset del variador en caso de que ocurra algún error, para configurar este parámetro se tiene en cuenta lo siguiente:

- Para habilitar el autoreset se debe configurar un valor mayor a 2 segundos. El convertidor no se resetea si se presentan los errores 0, 9, 24, 31 y 41.
- Si ocurre el autoreset y vuelve ocurrir el error por tres veces consecutivas, se desactiva el autoreset y aparece el error en la pantalla permanentemente.

Configurar este parámetro en 5.

Cuando se genere cualquier tipo de error en el variador se recomienda hacer Reset, sea si está trabajando de manera manual o remota, para el caso del Reset

en modo remoto se recomienda el autoreset y en el caso del modo local oprimir el botón I/O de HMI.

4.3.21.3.5.7.5 Parámetro 208

Se establece el factor de escala de referencia, configurar este parámetro con el valor de 1. En el parámetro P002 muestra el valor de la frecuencia de salida multiplicado por el valor de P208.

4.3.21.3.5.7.6 Parámetro 219

En este parámetro se configura la frecuencia a partir de la cual se comienza a reducir la frecuencia de conmutación de los IGBTs. En caso de que se desee reducir la presencia de ruido en el motor debido a una baja frecuencia de conmutación (IGBT'S) configurar un valor de 0.

4.3.21.3.5.8 Inversión de Giro

4.3.21.3.5.8.1 Parámetro 231

- Si es configurado con 0 el motor siempre gira en sentido horario.
- Al configurar con 1 el motor siempre gira en sentido antihorario.
- Si se configurado con 2 depende del tipo de modo elegido.

4.3.21.3.5.9 Salida Relé

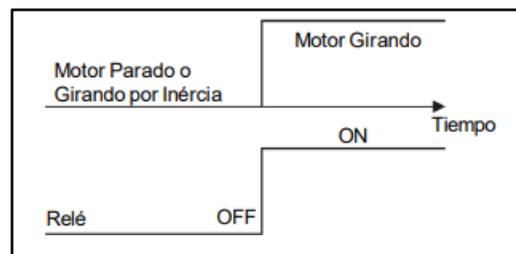
4.3.21.3.5.9.1 Parámetro 277

El convertidor de frecuencia está conformado por un relé que se activa según la configuración siguiente:

- Al configurar el parámetro con el valor de 4 o 6, el relé del variador queda deshabilitado.
- Al configurarse con el valor de 5 se activa el relé en el momento en el que el motor se encuentra en funcionamiento y se desactiva cuando se desenergiza el motor. (ver Figura 82)

Figura 82

Función Run Salida Relé

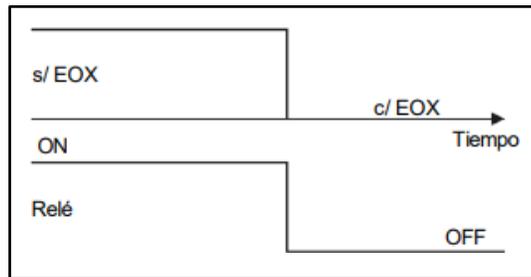


Nota. Tomado de Detalles de funcionamiento de las funciones de las salidas, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

- Al configurar el valor de 7 se activa el relé cuando variador se encuentra sin ningún error y se desactiva cuando se encuentra algún error en el convertidor. (ver Figura 83)

Figura 83

Función Sin Error



Nota. Tomado de Detalles de funcionamiento de las funciones de las salidas, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

- A la salida relé se pueden conectar lámparas piloto como indicadores.

4.3.21.3.5.10 Corriente de Trabajo

4.3.21.3.5.10.1 Parámetro 295

Se puede ver la corriente de trabajo nominal del variador.

4.3.21.3.5.11 Frecuencia de Conmutación

4.3.21.3.5.11.1 Parámetro 297

En este parámetro se establece la rapidez con la cual se conmuta la salida PWM, la conmutación es realizada por medio de transistores IGBTs.

Al configurar una frecuencia de conmutación con un valor alto se puede reducir los ruidos del motor durante su funcionamiento, pero generando un aumento de temperatura en sus IGBTs aumentando las pérdidas en el motor; una frecuencia de conmutación pequeña reduce los problemas de resonancia e inestabilidad.

Las frecuencias utilizadas en el variador de 2.6 amperios se muestran en la Tabla 39.

Tabla 39

Frecuencias de Conmutación

Frecuencia de conmutación	2.5 KHz	2.5 KHz a 5.0 KHz	5.1KHz a 10 KHz	10.1 KHz a 15 KHz
Corriente [A]	2.6	2.6	2.6	2.1

Nota. Adaptado de Valores de las corrientes para los valores de P297, de Weg,2012, <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>

Escoger una frecuencia de conmutación de 5 KHz.

4.3.21.3.5.12 Frenado CC

4.3.21.3.5.12.1 Parámetro 300

Duración de Frenado CC, este parámetro permite proporcionar una parada CC al motor, cuando hay presencia de una carga con alta inercia, trabajar con un valor de 0 ya que no se trabaja con carga en el eje del motor.

4.3.21.3.5.12.2 Parámetro 301

Frecuencia de inicio de frenado, se establece la frecuencia en la cual comienza a aplicarse el frenado CC.

4.3.21.3.5.12.3 Parámetro 302

Torque de Frenado, se establece un porcentaje de la corriente nominal del convertidor para ejecutar el frenado CC

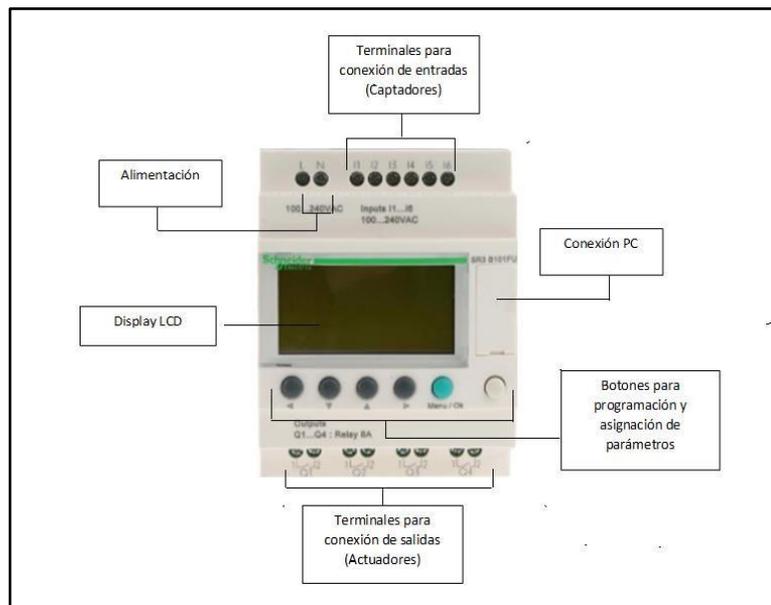
4.3.22. PLC (Control Lógico Programable)

Dispositivo que detecta las señales de entrada y toma decisiones con base en un diseño realizado para controlar el estado de los dispositivos de salida (ver Figura 84). El PLC es usado en aplicaciones de operación de maquinaria, sea en plantas energéticas, monitorización de herramientas, control de procesos y unidades de fabricación.

El documento presentado por (Schneider Electric, 2017b), sirvió como apoyo para determinar las características del módulo lógico, para su correcta utilización.

Figura 84

Conexión PLC



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.1 Precauciones

Realizar el cableado sin que se encuentre energizado el dispositivo.

Los errores que se pueden llegar a presentar en la pantalla del PLC se presentan a continuación:

4.3.22.1.1 Error 02

El reloj del módulo (PLC) está presentando problemas.

4.3.22.1.2 Error 50

El firmware está presentando fallas, volver a cargar el firmware en el módulo lógico.

4.3.22.1.3 Error 51

El tiempo del ciclo del programa es muy corto comparado con el tiempo de ejecución del programa.

4.3.22.1.4 Error 52

Se ha ejecutado una función incorrecta, para esto poner a cargar el firmware en el módulo lógico y en el programa Zelio Soft2.

4.3.22.1.5 Error 58

Se ha presentado un error en el firmware o en el hardware del módulo, debido a esto volver a cargar el firmware en el módulo lógico y en el programa Zelio Soft 2.

4.3.22.1.6 Error 59

Incompatibilidad entre el módulo lógico y el programa Zelio Soft2.

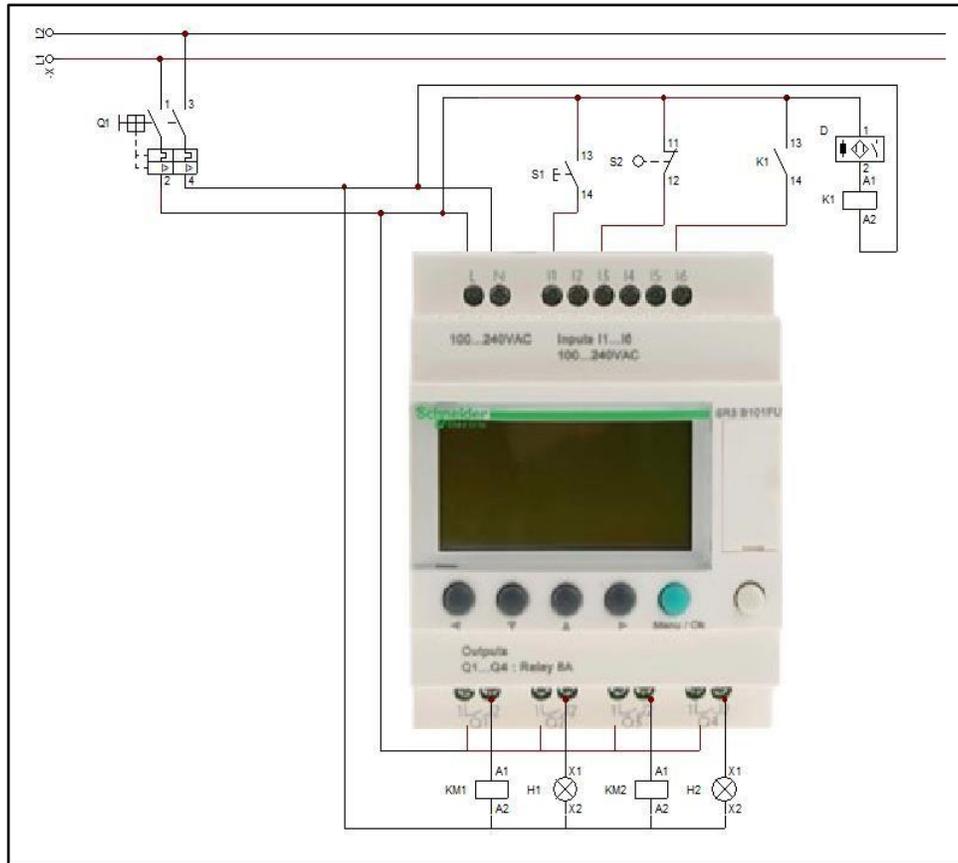
4.3.22.2 Parámetros de Conexión

- Conectar los terminales L y N del módulo a la alimentación 220 Vac (termomagnético).
- Realizar la conexión de sensores, finales de carrera, pulsadores e interruptores en los terminales I1 a I6, en caso que se requiera utilizar un sensor inductivo, conectar en serie con un contactor y utilizar un contacto (Na o Nc) de este para proporcionar la señal a la entrada digital.
- Conectar las cargas en los terminales de las salidas a relé Q, marcados con el número 2 y la salida de cada carga conectada a la alimentación S (termomagnético)
- Conectar la alimentación R (termomagnético) al terminal 1 de cada salida a relé Q.

En las Figuras 85, 86 y 87 se presentan las diferentes conexiones que se pueden hacer en el PLC.

Figura 85

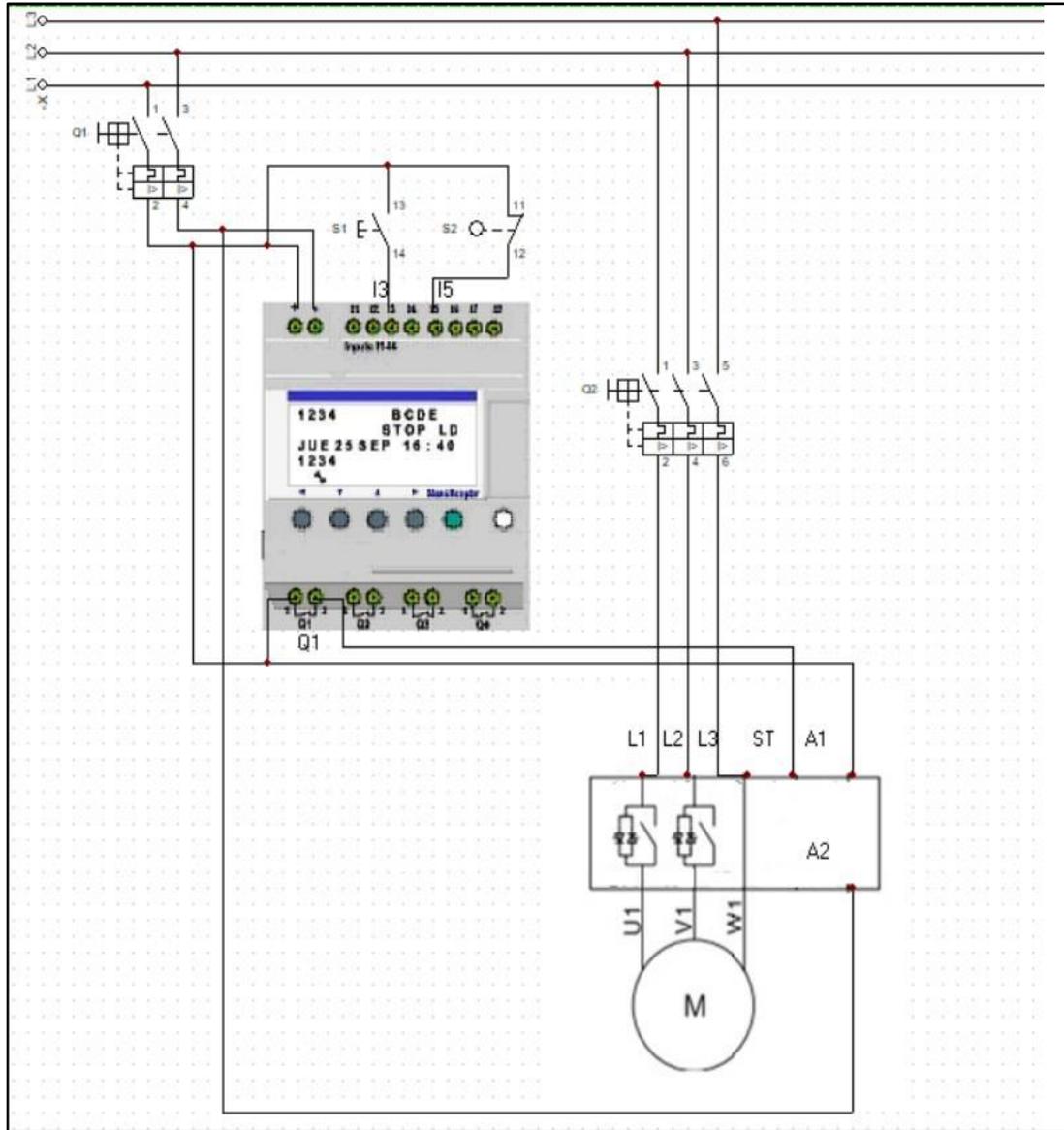
Conexión PLC



Nota. Elaborado por el autor

Figura 86

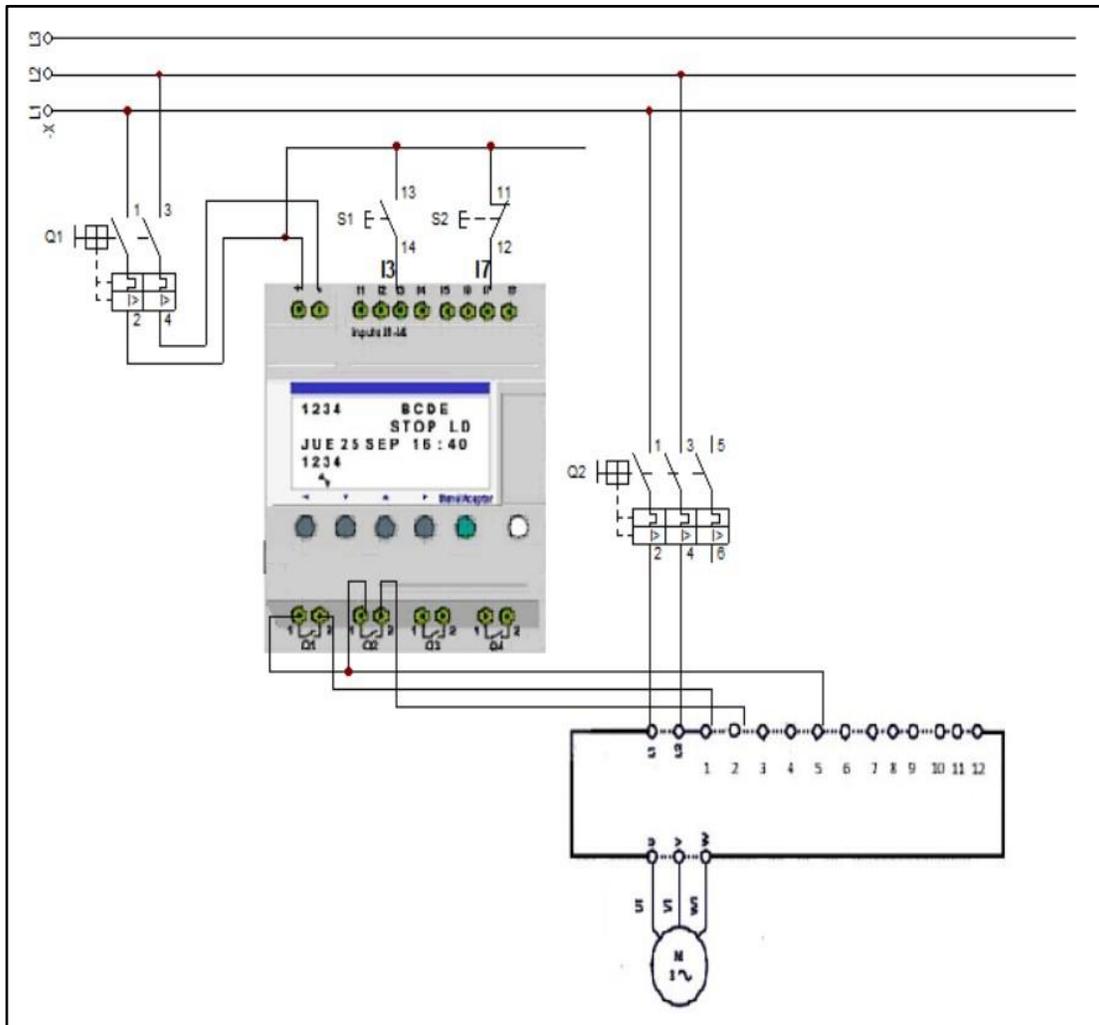
Conexión PLC con Arrancador Electrónico



Nota. Elaborado por el autor

Figura 87

Conexión PLC con Variador de Frecuencia



Nota. Elaborado por el autor

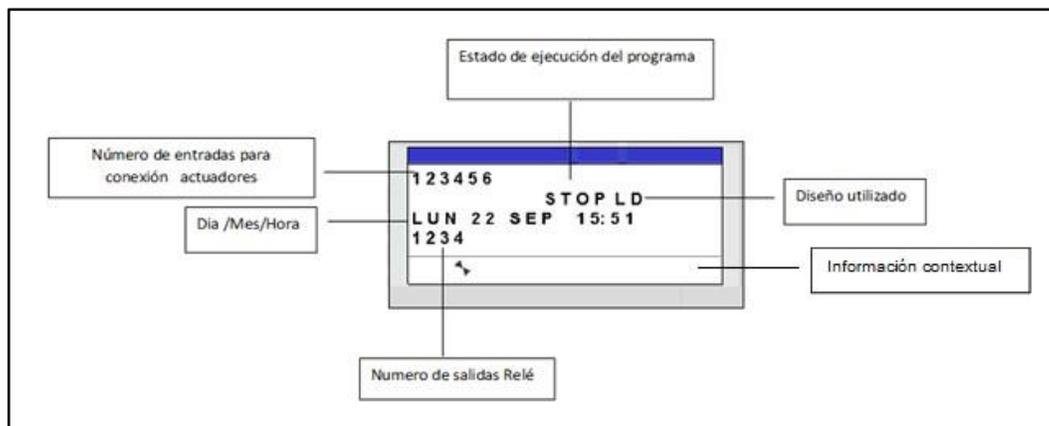
4.3.22.3 Uso

4.3.22.3.1 Modulo Lógico

Al energizar PLC Zelio se muestra la pantalla de entradas y salidas (ver Figura 88).

Figura 88

Partes Pantalla de Entradas y Salidas



Nota. Elaborado por el autor

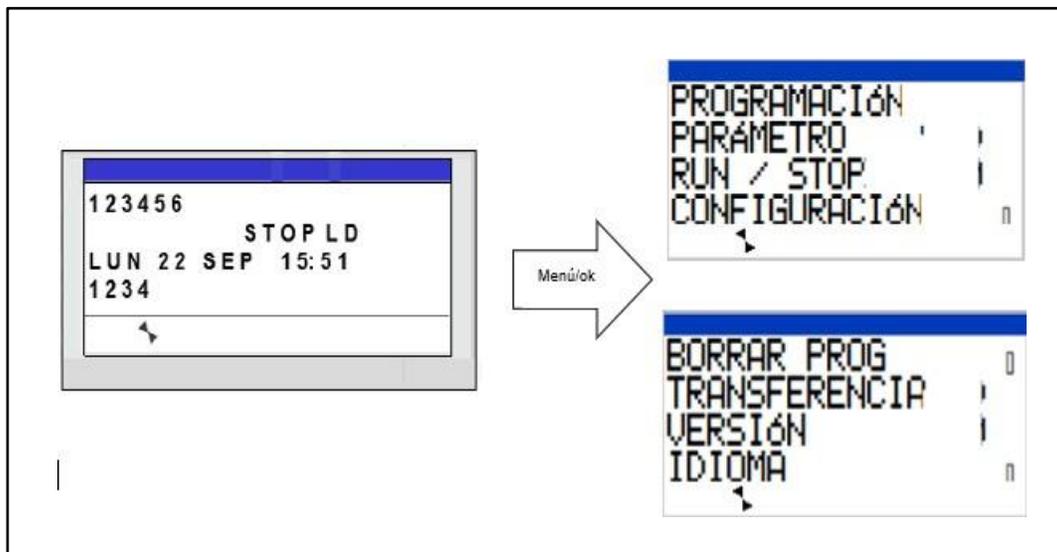
Para acceder al menú del PLC oprimir el botón menú / ok (ver Figura 89), se despliegan las siguientes Opciones:

- Programación
- Parámetros
- Run / stop
- Configuración
- Eliminar programa

- Transferencia
- Versión
- Idioma
- Fallo
- Cambiar d / h
- Cambiar ver / inv.

Figura 89

Lista de Opciones Menú Principal

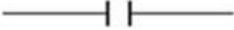
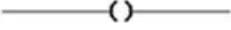
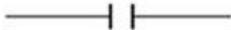
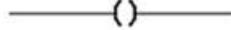
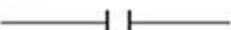


Nota. Elaborado por el autor

En la Tabla 40 se muestra la simbología utilizada dentro del módulo Zelio respecto al lenguaje Ladder.

Tabla 40

Simbología Ladder (Zelio)

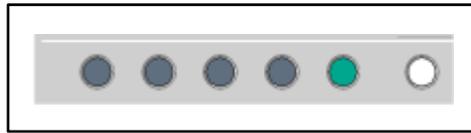
Simbología	Nombre
I1 	Entradas
TT1 	Temporizador
T1 	Contacto temporizador
[Q1 	Bobina contactor
Q1 	Contacto bobina
[M1 	Bobina marca (contactos auxiliares)
M1 	Contacto bobina(marca)

Nota. Elaborado por el autor

En la Figura 90 se muestran las teclas utilizadas para navegar dentro del módulo Zelio.

Figura 90

Botones de Navegación



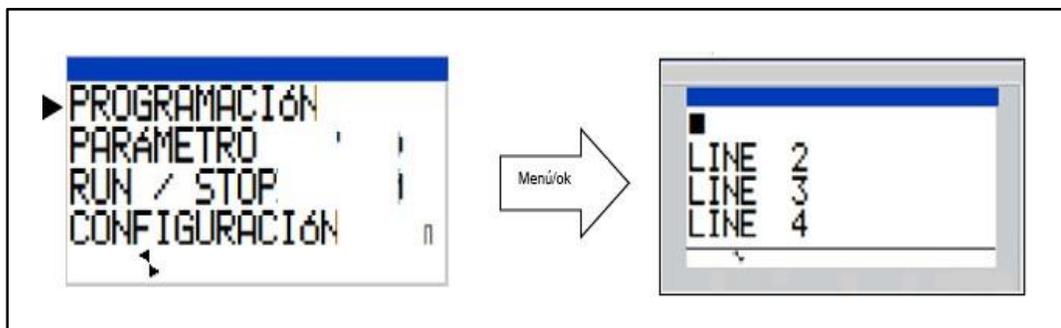
Nota. Adaptado de Imagen, de Schneider Electric,2017, https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=EIO0000002693&p_enDocType=User+guide&p_File_Name=EIO0000002693.01.pdf

4.3.22.3.1.1 Programación

Para comenzar con la programación Ladder en el PLC, ubicar el cursor en la opción de programación y oprimir el botón menú / ok (ver Figura 91), al hacer esto aparece una serie de líneas para poder comenzar con el diseño.

Figura 91

Proceso Diseño (Ladder) en el PLC

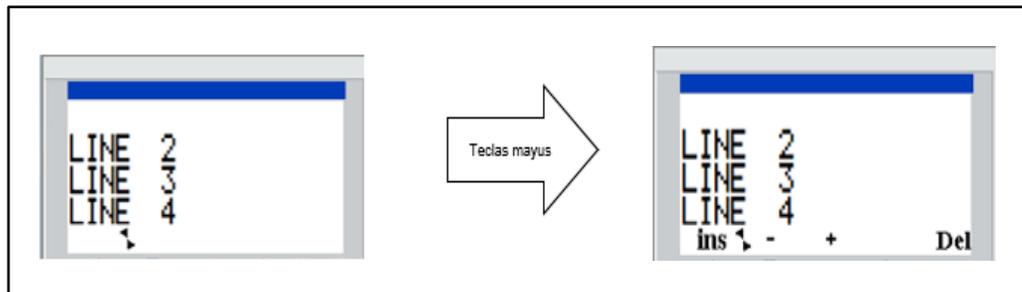


Nota. Elaborado por el autor

- Al estar dentro de la opción programación, para dar inicio al diseño Ladder es necesario el uso del botón blanco (tecla mayús), al presionar este botón aparece el menú contextual (+, -, →, ←) que permite la elección de los componentes del diagrama Ladder y el trazo de las conexiones entre los componentes (ver Figura 92).

Figura 92

Proceso Inserción de Componentes y Trazos (Conexiones)

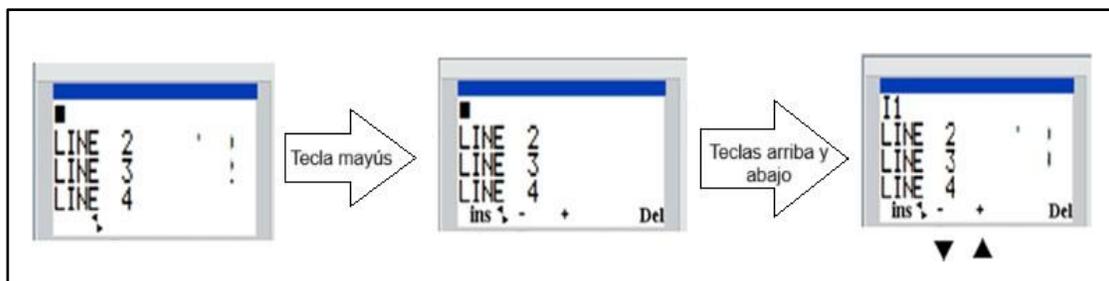


Nota. Elaborado por el autor

- Si aparece el cursor en forma de un cuadrado son espacios para seleccionar contactos, salidas digitales (Q) o temporizadores, estos componentes se añaden teniendo pulsado el botón blanco (tecla mayus) y oprimiendo al mismo tiempo los botones arriba - abajo que corresponden al menú contextual + y - (ver Figura 93).

Figura 93

Proceso Ubicación Componentes

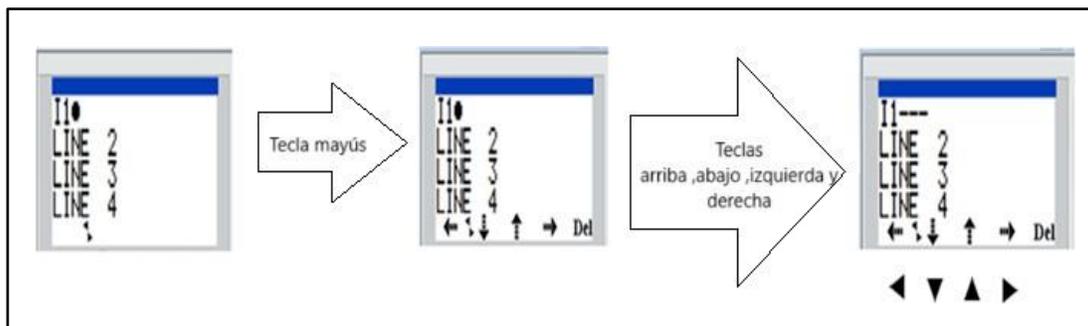


Nota. Elaborado por el autor

- El símbolo + es utilizado para adelantar las opciones y el símbolo – para regresar las opciones, de esta manera se puede seleccionar el contacto, bobina o función requerido para el diseño.
- Si aparece el cursor en forma de un círculo en esa sección se pueden trazar las conexiones entre contactos y bobinas (ver Figura 94), las conexiones se trazan teniendo pulsado el botón blanco (tecla mayús) y oprimiendo al mismo tiempo los botones de izquierda, derecha, arriba y abajo que corresponden al menú contextual →, ←, ↑, ↓.

Figura 94

Proceso Ubicación de Enlaces

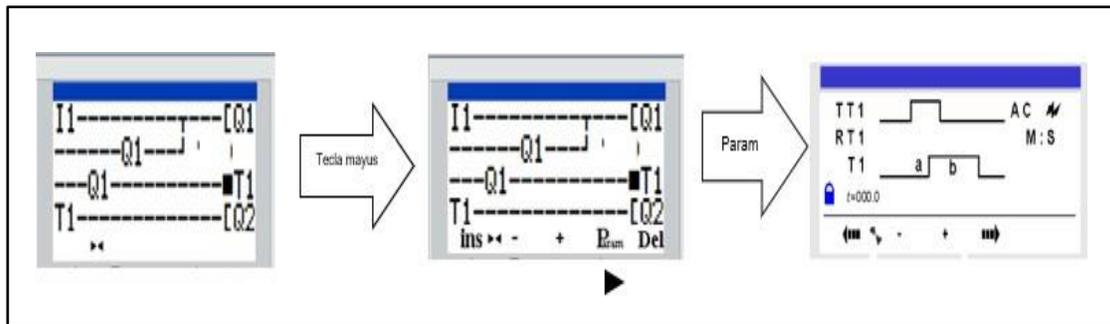


Nota. Elaborado por el autor

- La función de temporización cuenta con una serie de parámetros que deben ser configurados para su correcto funcionamiento, para ingresar a estos se debe ubicar el cursor sobre el temporizador, puede ser sobre la bobina (TT) o sobre el contacto (T) y oprimir el botón blanco (tecla mayús), al hacer esto oprimir el botón que corresponde a la opción de parám del menú contextual (ver Figura 95).

Figura 95

Proceso Configuración de Parámetros

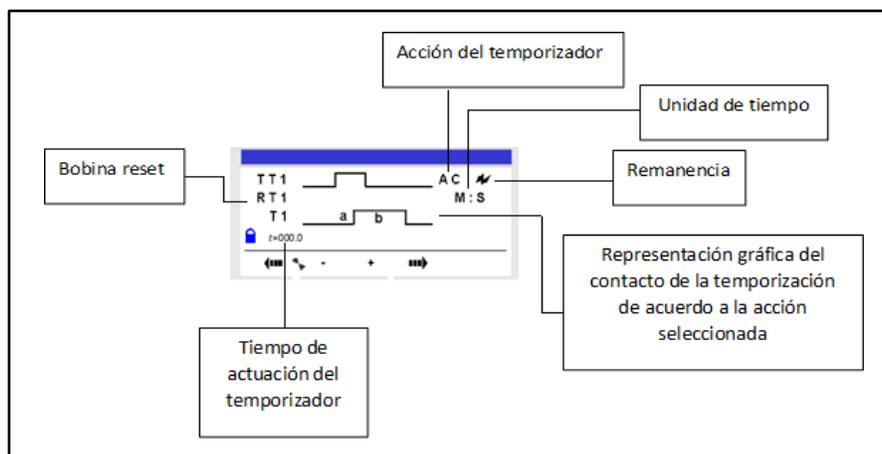


Nota. Elaborado por el autor

- Las partes del ítem parámetro se presentan en la Figura 96, la configuración se realiza de acuerdo a la necesidad requerida.

Figura 96

Partes Ítems Parámetros

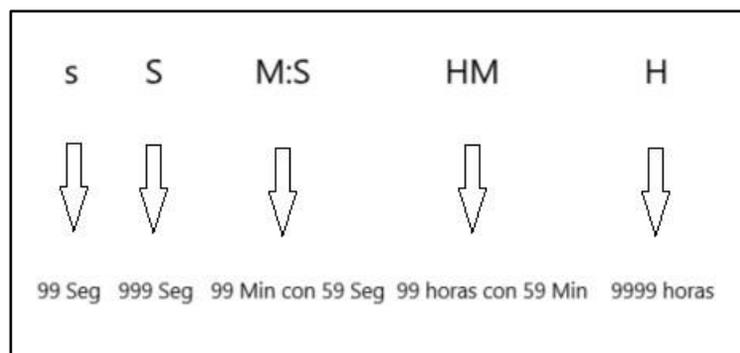


Nota. Elaborado por el autor

En la Figura 97 se muestran los diferentes tiempos configurables para la temporización.

Figura 97

Tiempos de Trabajo Temporizador

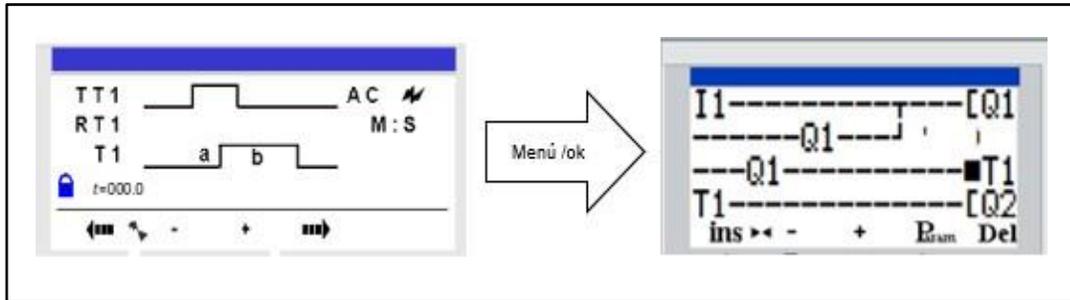


Nota. Elaborado por el autor

- Para regresar a la pantalla de diseño una vez se hayan configurado los parámetros de temporización, oprimir el botón menú / ok u oprimir el botón ◀ (ver Figura 98).

Figura 98

Proceso Regreso a la Pantalla de Diseño

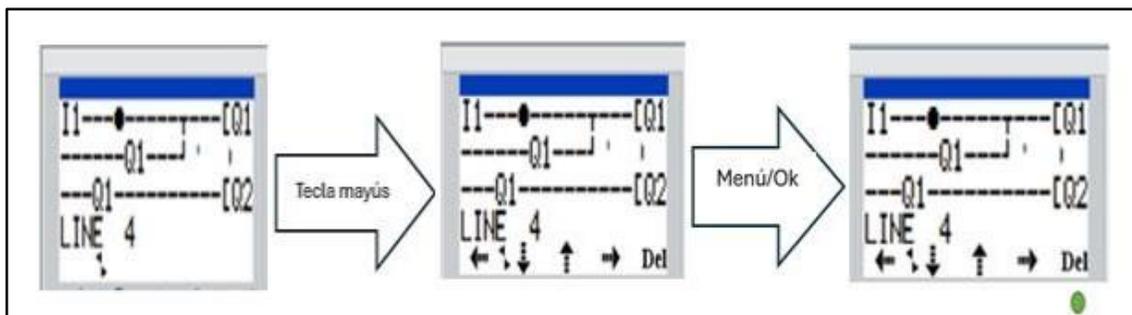


Nota. Elaborado por el autor

- Para realizar cualquier corrección o cambio de un elemento, solo se debe ubicar el cursor en el elemento que se desea modificar y oprimir el botón blanco (tecla mayús) junto con las teclas que corresponden al menú contextual (+ y -).
- Ubicar el cursor en la conexión(enlace) que se quiere eliminar, se debe oprimir el botón blanco (tecla mayús) y oprimir la tecla que corresponda al menú contextual supr (ver Figura 99).

Figura 99

Proceso Eliminación de Enlace

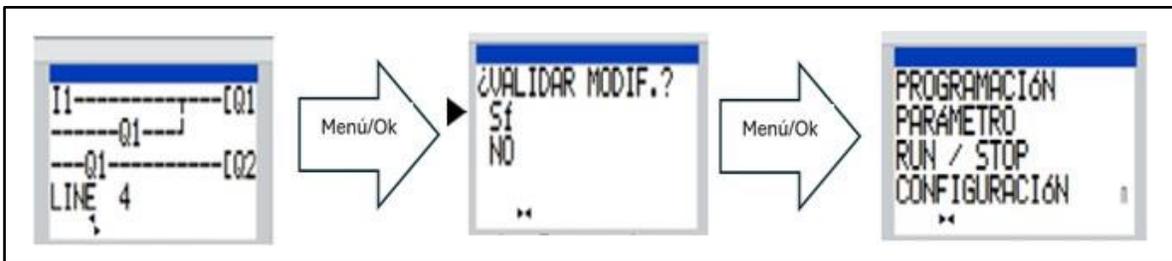


Nota. Elaborado por el autor

- En el momento en que se haya terminado de realizar el diseño y se este seguro del diagrama, oprimir el botón menú / ok y validar el diseño, al hacer esto aparece el menú principal, los pasos se presentan en la Figura 100, al seleccionar la opción **No** en la validación se regresa a la ventana de diseño nuevamente.

Figura 100

Proceso de Validación de Diseño



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.1.2 Correr Programa

Para comenzar a correr el programa (diseño Ladder), ir al menú principal y seleccionar la opción de Run / Stop, al hacer esto aparecen las alternativas CON INI NO VOLAT, SIN INI NO VOLAT y NO (ver Figura 101), al seleccionar alguna de las primeras dos opciones comienza a correr el programa, pero al seleccionarse la opción NO se regresa al menú principal.

En caso de que ocurra algún corte de alimentación:

- EL programa que se está ejecutado se detiene.
- Si se tiene un PC conectado al módulo lógico el enlace entre estos deja de funcionar.
- La pantalla y todos sus componentes se deshabilitan, la hora y fecha del PLC se mantiene debido a que esta función utiliza baterías.

Al restablecerse la energía en el PLC:

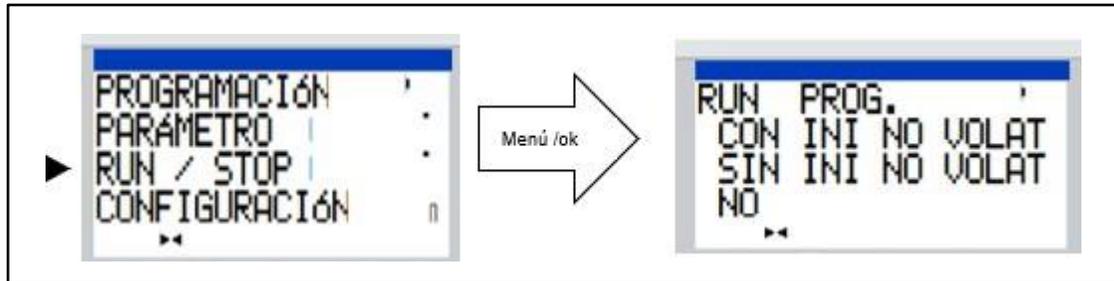
- Las configuraciones establecidas son borradas.
- Se reinicia el programa diseñado.
- Se recuperan y se guardan los datos de las funciones después del corte de alimentación, esto ocurre con las funciones que se les ha configurado remanencia.

CON INI NO VOLAT: Al configurar esta opción los contactores, temporizadores etc, se restablecen a sus estados iniciales.

SIN INI NO VOLAT: Al configurar esta opción se restablecen los estados de los contactores, temporizadores etc, que se tengan activada la función de remanencia.

Figura 101

Proceso Ejecución de Programa



Nota. Elaborado por el autor

En el momento de poner en funcionamiento el programa en el módulo, en el menú principal aparece la opción de monitorización, que permite ver el estado de funcionamiento del diagrama Ladder diseñado.

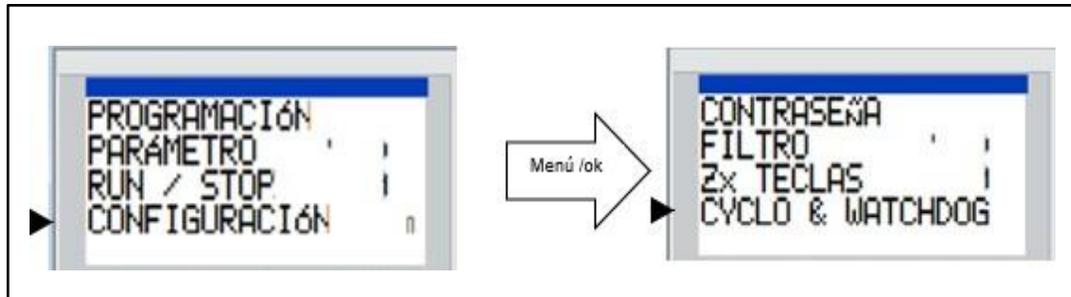
4.3.22.3.1.3 Configuración

4.3.22.3.1.3.1 Ciclo Watchdog

En caso de que sea necesario configurar el tiempo del ciclo del programa, ir al menú principal, seleccionar la opción configuración e ir a: Ciclo y Watchdog, los pasos mencionados se muestran en las Figuras 102 y 103, esto es necesario para que el programa pueda ejecutarse completamente, esta opción funciona cuando el programa está en modo RUN. El periodo del ciclo tiene que ser mayor al tiempo que tarda en ejecutarse el programa y este ciclo Watchdog esta deshabilitado durante el modo monitorización.

Figura 102

Proceso Ciclo Watchdog

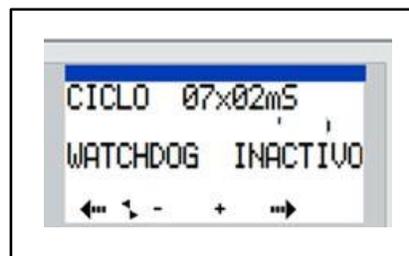


Nota. Elaborado por el autor

Para configurar el ciclo, el primer dígito es modificable, se puede trabajar con los valores de 6 milisegundos hasta 90 milisegundos.

Figura 103

Pantalla Ciclo Watchdog



Nota. Elaborado por el autor

La función Watchdog se puede configurar de tres maneras:

- Inactivo: El Watchdog queda inhabilitado.

- Error: Cuando se genera una condición de error, por presentarse alguna falla se detiene el programa.
- Alarma: En este modo al generarse algún error se produce una alarma, indicando que hay que hacer algún ajuste.

Para navegar y configurar estos estados se utilizan las teclas arriba, bajo, izquierda y derecha que concuerdan con el menú contextual ←, →, + y -.

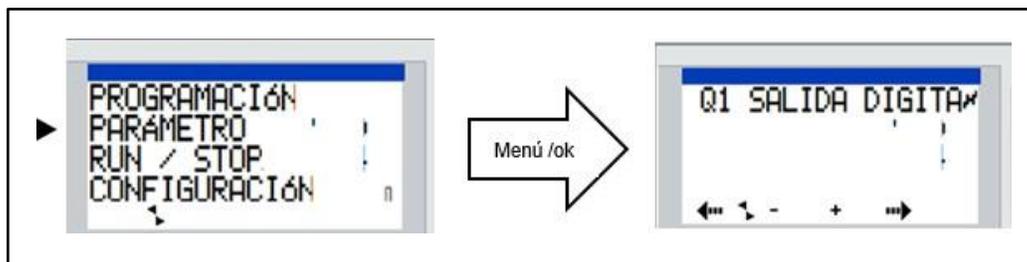
4.3.22.3.1.4 Remanencia

Para configurar la remanencia del componente realizar lo siguiente:

Ir al menú principal y seleccionar la opción de parámetro e ir al símbolo de remanencia y oprimir el botón Menú / ok, para desplazarse por los diferentes componentes ubicar el cursor en el número del componente y usar los botones que concuerdan con el menú contextual + y -, para navegar usar las teclas que concuerdan con el menú contextual ← y → (Ver Figura 104).

Figura 104

Configurar Remanencia



Nota. Elaborado por el autor

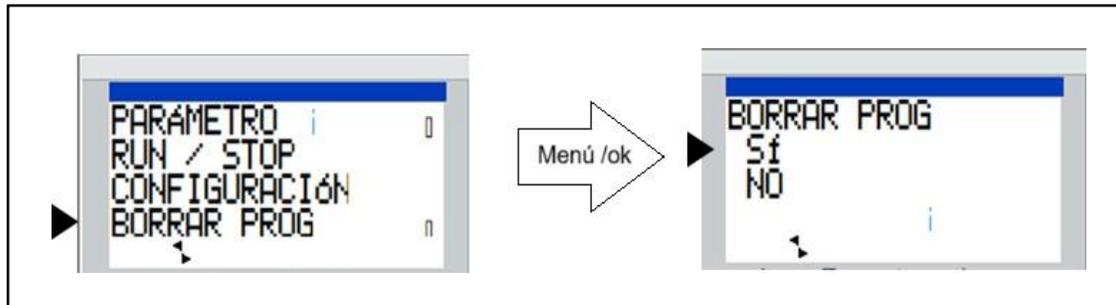
Símbolo de remanencia 

4.3.22.3.1.5 Borrar Diseño

Para borrar el diseño desarrollado, ir a la opción de borrar programa en el menú principal y confirmar la opción con Si (ver Figura 105).

Figura 105

Eliminación de Diseño Ladder



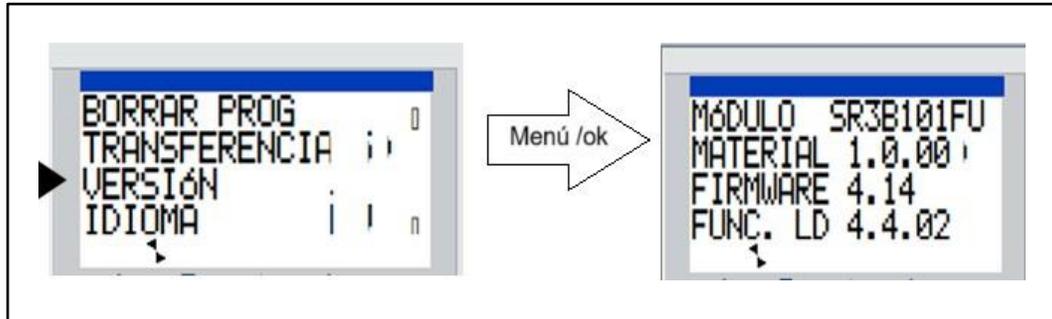
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.1.6 Versión

Para conocer la versión del módulo ir a la opción de versión en el menú principal. (ver Figura 106)

Figura 106

Versión PLC



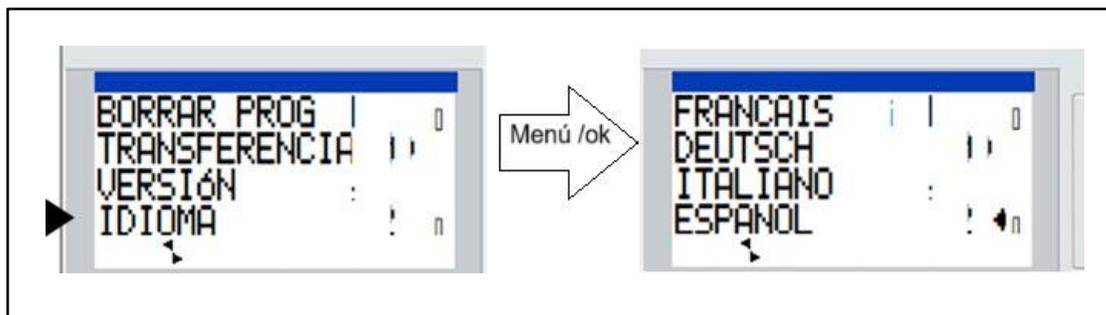
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.1.7 Idioma

Para configurar el idioma ir a la opción de idioma en el menú principal. (ver Figura 107)

Figura 107

Configuración de Idioma PLC



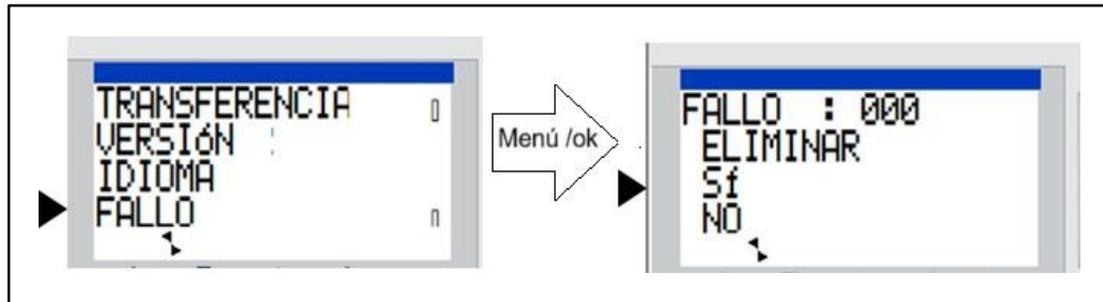
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.1.8 Fallo

En caso de que se presente algún error ir a la opción de fallo en el menú principal, en esta opción se muestra el número del error presentado en el módulo, para eliminar el error seleccionar la opción Si, una vez realizada esta acción el módulo entra en modo Stop (ver Figura 108).

Figura 108

Revisión de Fallo PLC



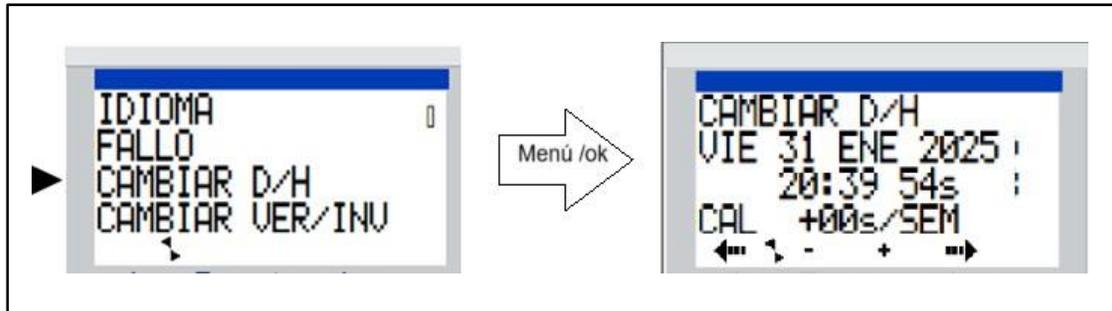
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.1.9 Fecha y Hora

Para configurar la hora y fecha dentro del módulo ir a la opción cambiar D/H (ver Figura 109).

Figura 109

Establecer Fecha y Hora PLC



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2 Programa Zelio Soft 2

El diseño Ladder se puede realizar a través del programa Zelio Soft2, este facilita el diseño y la simulación del proceso desarrollado, ya que no se está trabajando directamente en el módulo lógico, de esta manera se puede hacer una comprobación del diseño antes de ser ejecutado en el PLC.

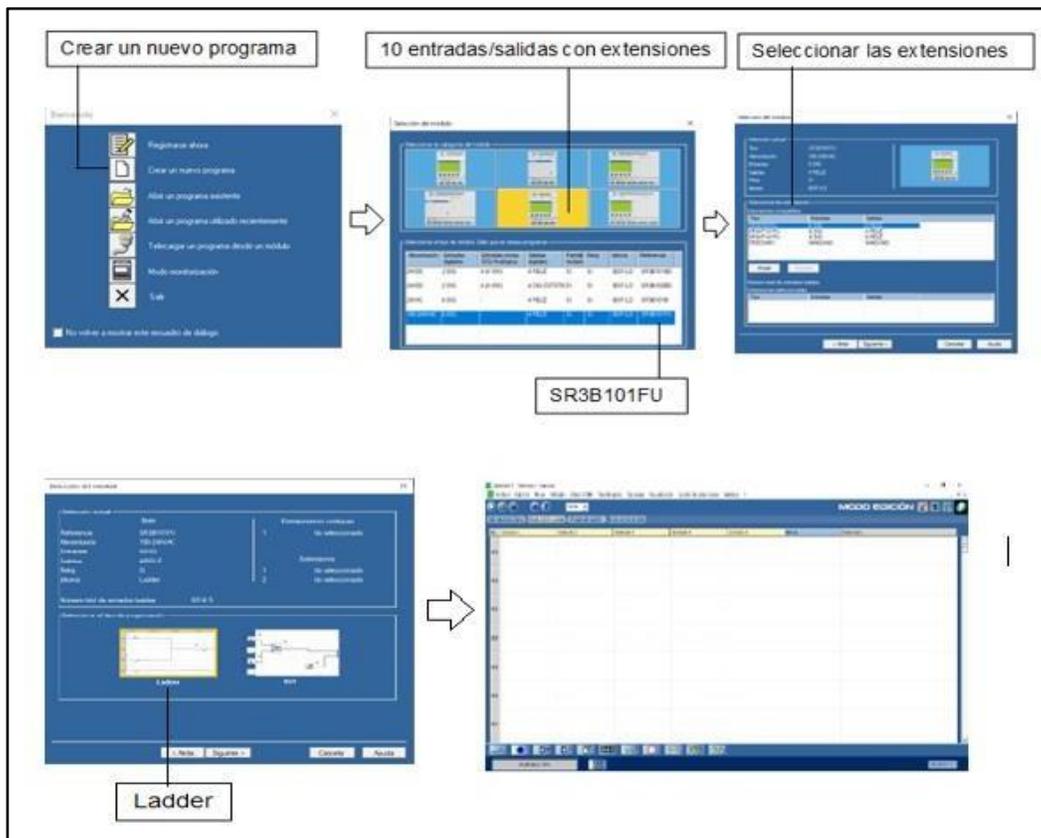
Pasos para ejecutar el programa Zelio Soft2 en PC (ver Figura 110):

- Abrir el programa Zelio Soft2 en el PC (anteriormente se debe tener descargado el programa Zelio Soft2).
- Dar clic en la opción crear un nuevo programa.
- Seleccionar la opción: 10 entradas / salidas con extensiones y en la parte inferior elegir la referencia SR3B101FU, una vez hecho esto dar clic en siguiente.
- Debido a que no se utilizan extensiones seleccionar la opción siguiente.

- Seleccionar el diagrama Ladder y dar clic en siguiente.

Figura 110

Pasos Inicio Zelio Soft2



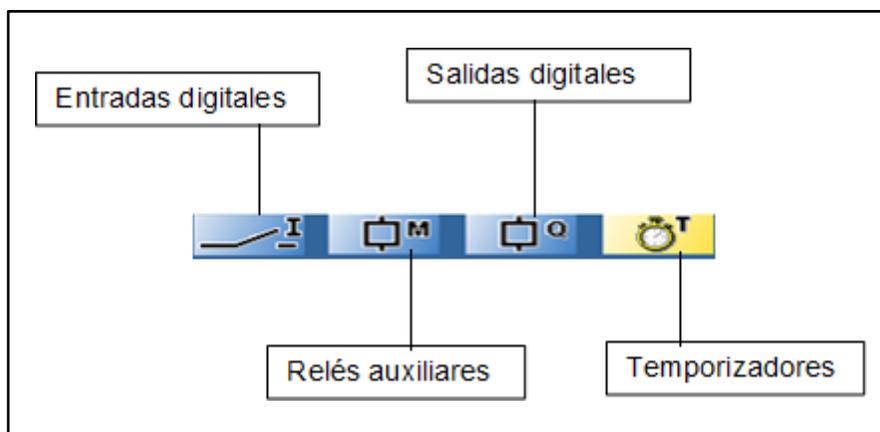
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.1 Diseño

Para realizar el diseño en el programa Zelio soft2 se utiliza la barra de herramientas (ver Figura 111), estas herramientas son las empleadas para realizar los diseños de automatización.

Figura 111

Herramientas Zelio Soft2



Nota. Elaborado por el autor

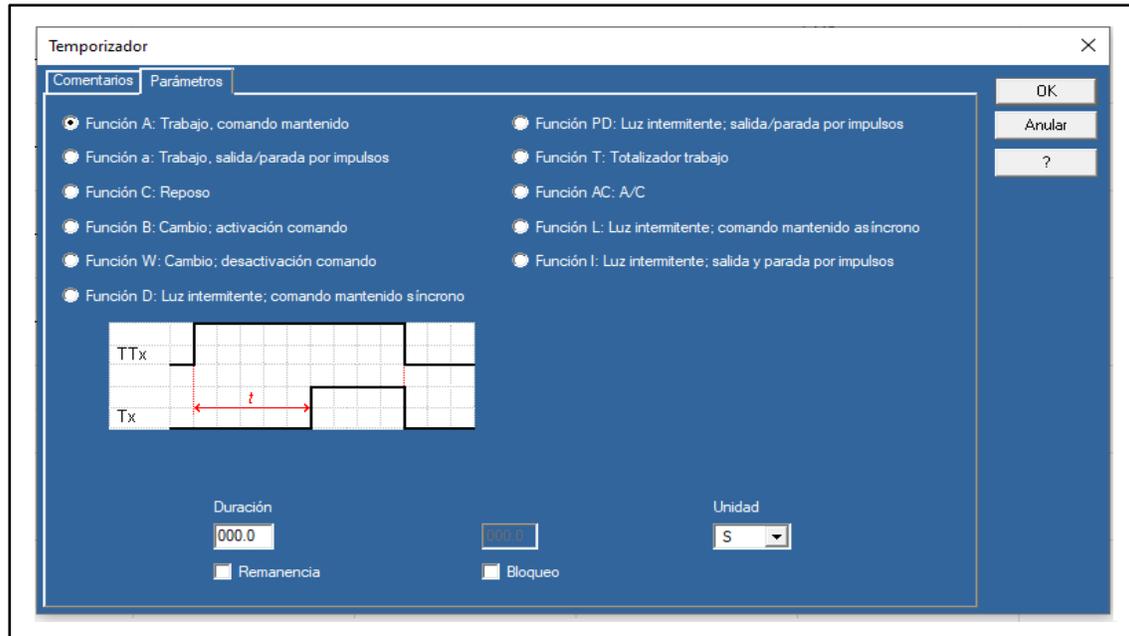
4.3.22.3.2.2 Parámetros

4.3.22.3.2.2.1 Temporizador

Para configurar los parámetros del temporizador, hacer doble clic en el componente **T** o **TT**, al hacer esto aparece una ventana donde se encuentran las diferentes funciones junto con su representación gráfica y el tiempo a establecer, la imagen de esta ventana se muestra en la Figura 112, al establecerse la función y el tiempo requeridos dar clic en ok.

Figura 112

Parámetros Temporizador



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.3 Coherencia del Programa

Para verificar que el diseño se encuentre bien ejecutado, verificar la coherencia del programa en el símbolo 

El símbolo de coherencia del programa puede tomar dos colores:

- El color azul indica que el diseño se encuentra bien ejecutado.
- El color rojo indica que el diseño presenta algún error como: La ausencia de líneas de conexión, falta de especificación de parámetros o ausencia de componentes en el diseño.

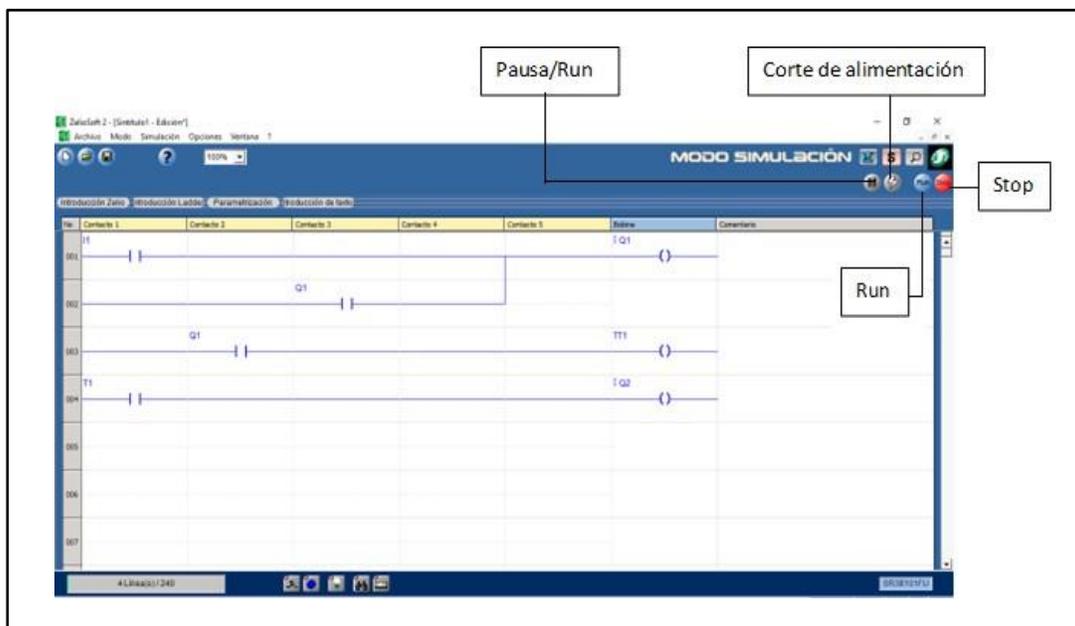
4.3.22.3.2.4 Simulación

Una vez realizado el diseño ejecutar su simulación para comprobar su funcionamiento, para esto ir al icono 

Al dar clic en el icono simulación aparece una pestaña con el diseño elaborado junto con las opciones Run, Stop, Pausa y Corte de alimentación (ver Figura 113).

Figura 113

Partes Sección Simulación Programa Zelio Soft 2



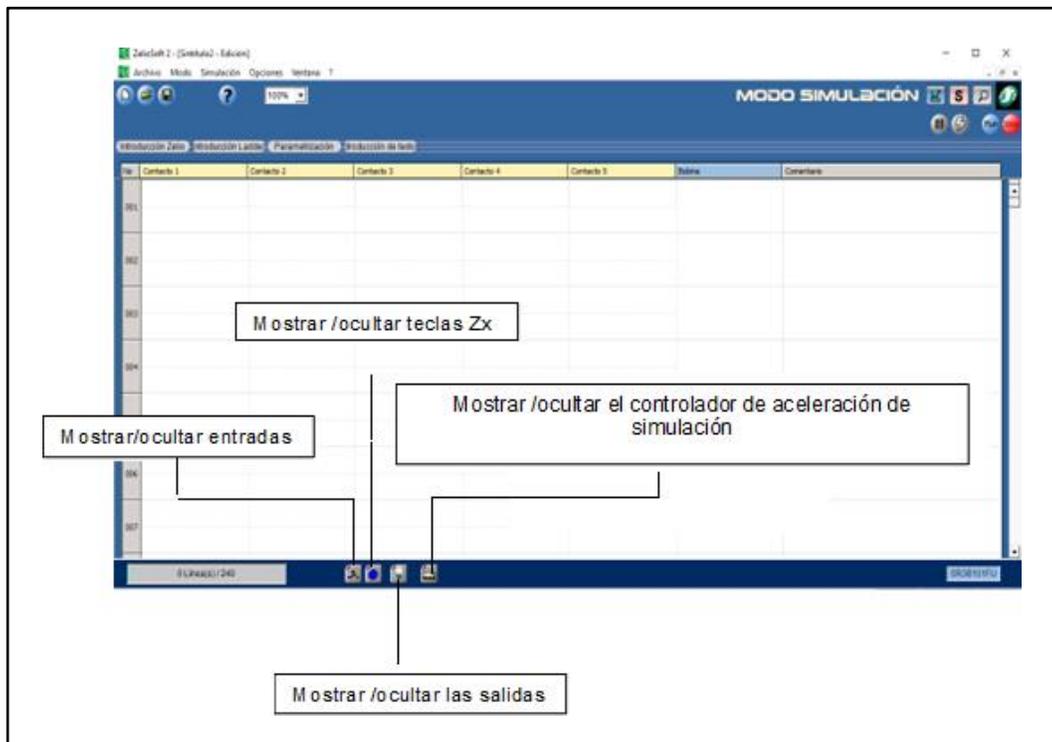
Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.5 Herramientas Simulación

Como apoyo a la simulación, se pueden utilizar las herramientas que se encuentran en la parte inferior (ver Figura 114).

Figura 114

Herramientas Apoyo Simulación



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.6 Edición

Si se requiere realizar algún cambio en el diseño estando en el modo simulación dar clic en el icono

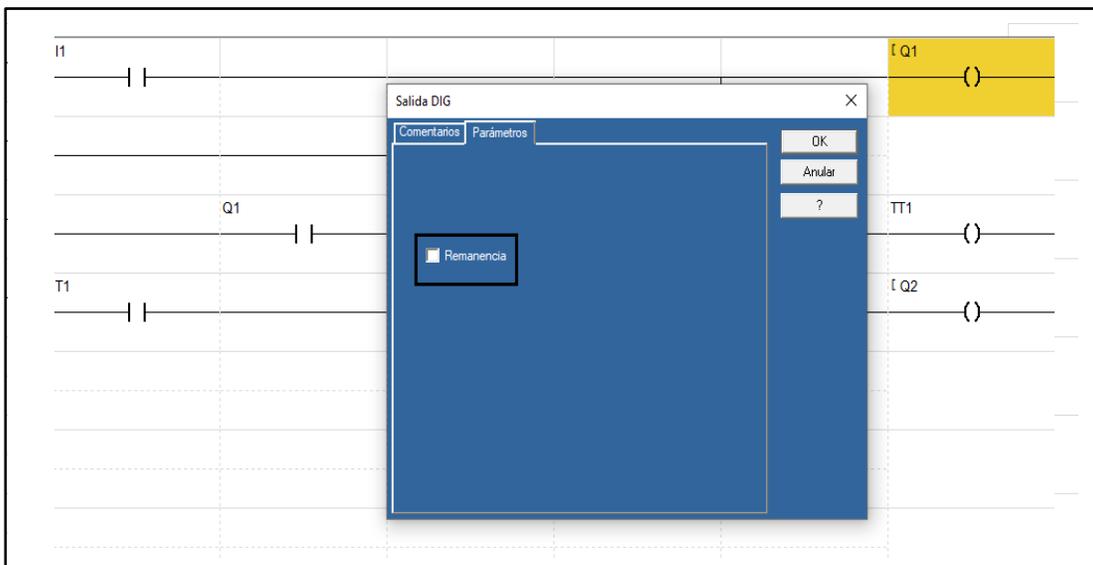


4.3.22.3.2.7 Remanencia

En las Figuras 115 y 116 se muestra como habilitar la remanencia de las salidas digitales y temporizadores. Dar doble clic sobre el componente y habilitar la opción.

Figura 115

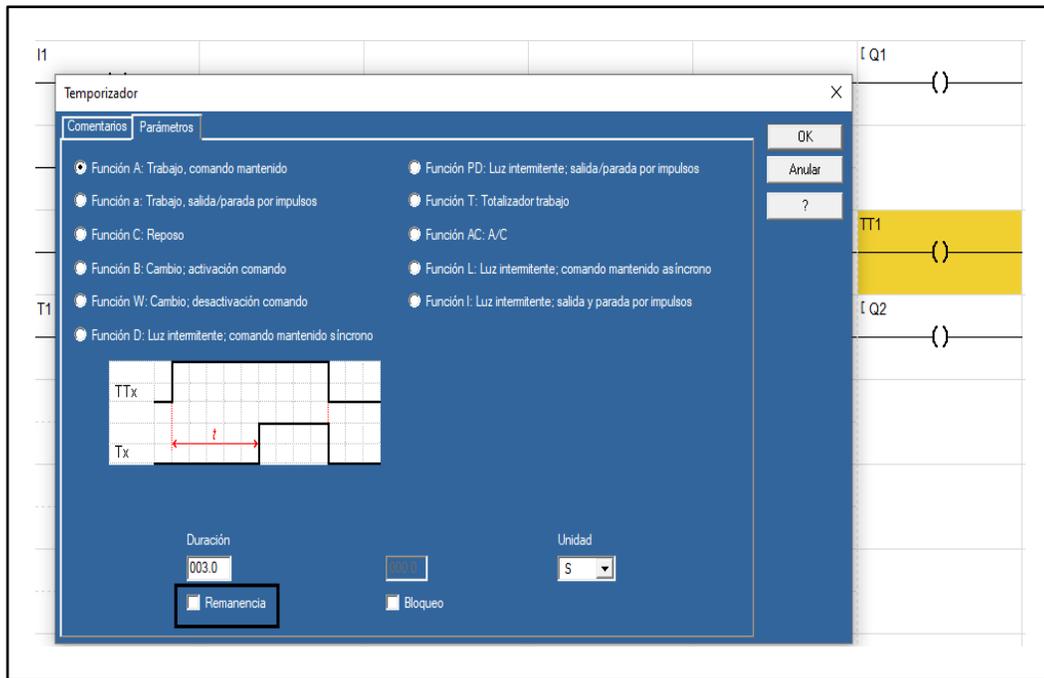
Habilitación Remanencia Salida Digital



Nota. Elaborado por el autor

Figura 116

Habilitación Remanencia Temporizador



Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.8 Transferencia de Diseño

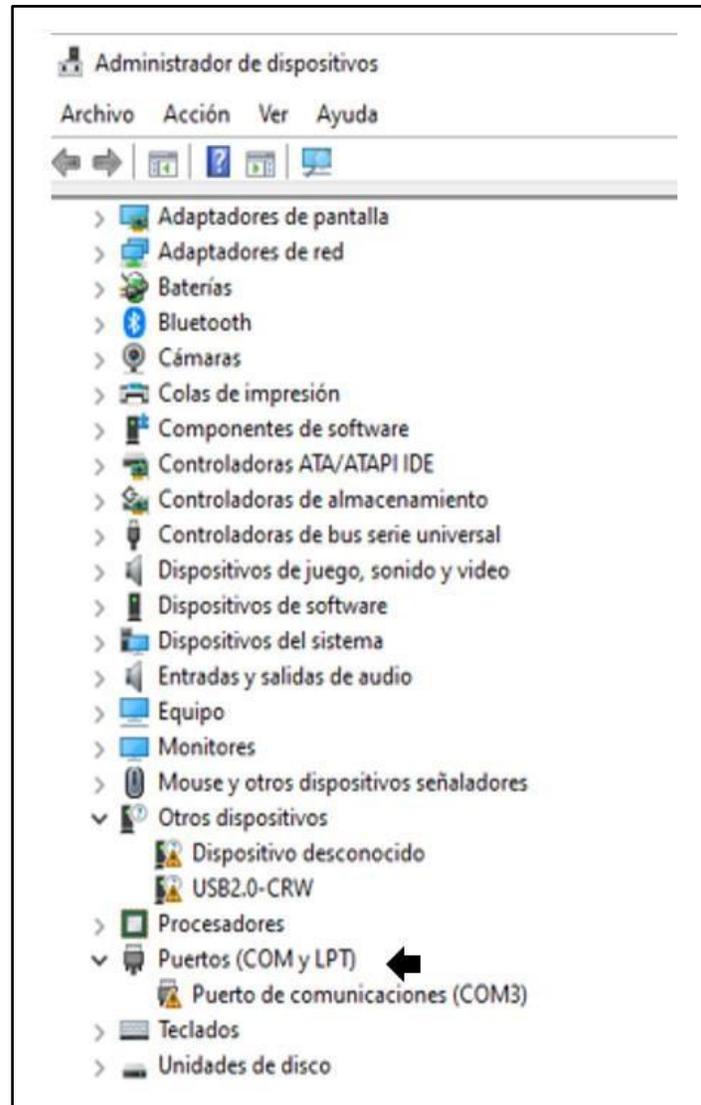
Para transferir un diseño Ladder del PC al PLC, primero realizar el diseño en el programa Zelio Soft2 (PC) y usar el cable SR2USB01 para comunicar ambos equipos.

Una vez realizada la conexión entre el PC y el PLC, verificar el puerto COM utilizado por el PLC Zelio en el PC, para esto ir al administrador de dispositivos y seleccionar la opción puertos COM y LPT para confirmar el puerto en que está conectado el módulo Zelio (ver Figura 117), luego de hacer la identificación ir al programa Zelio Soft2 y seleccionar la opción de transferencia, una vez ahí seleccionar la opción de configuración de comunicación, y elegir el puerto COM que se encuentra conectado el módulo (ver Figura 118). Después de haber elegido

el puerto adecuado, dirigirse a la sección de transferencia y seleccionar transferir programa en la opción Pc > módulo (ver Figura 119).

Figura 117

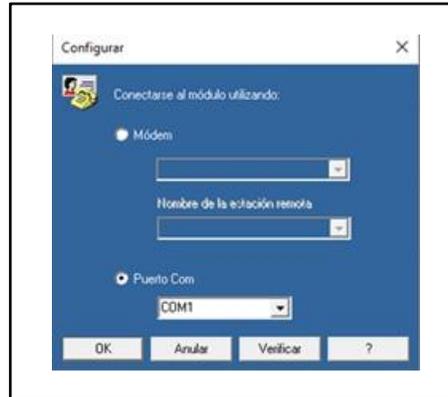
Administración de Dispositivos PC



Nota. Elaborado por el autor

Figura 118

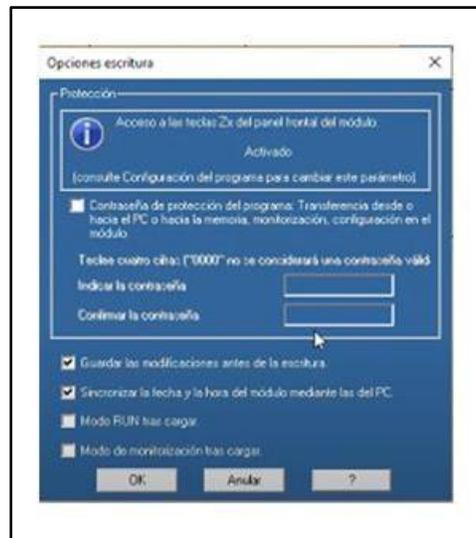
Configuración Comunicación



Nota. Elaborado por el autor

Figura 119

Transferencia PC a Módulo



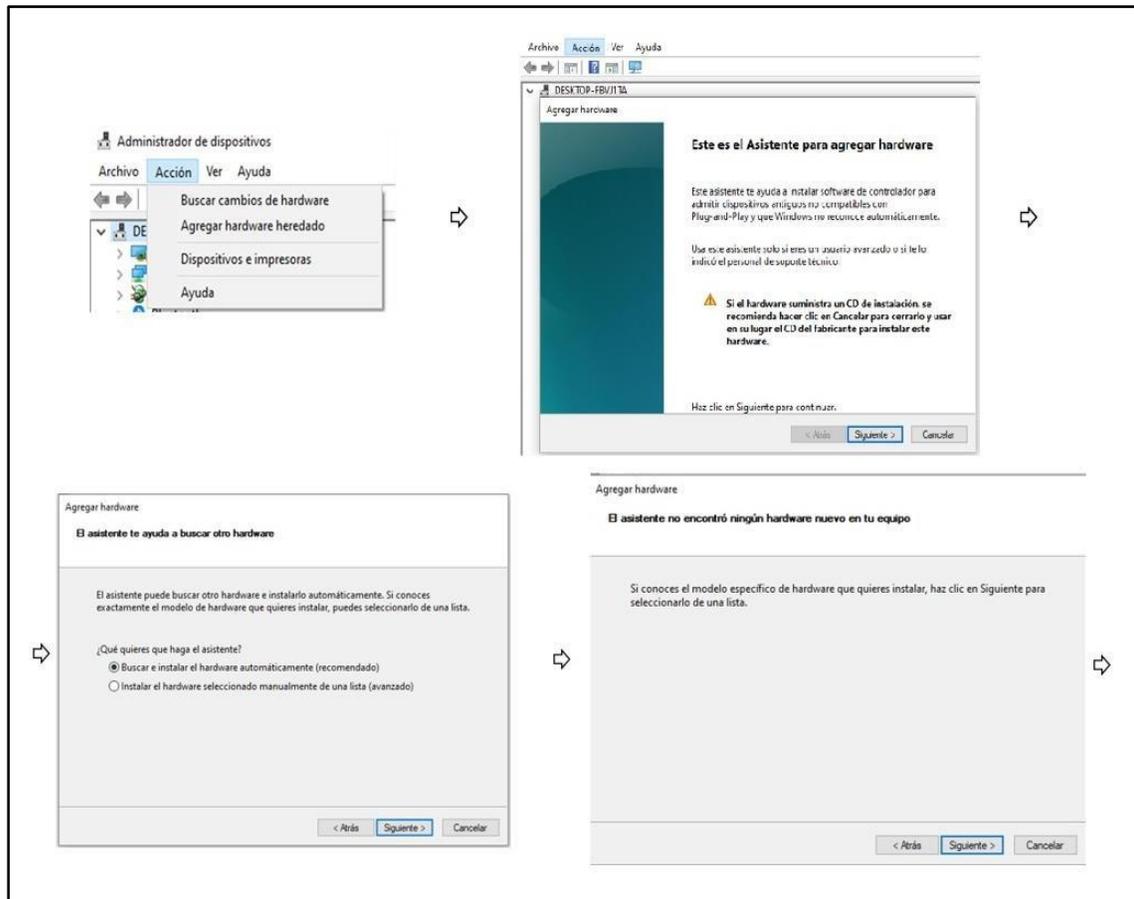
Nota. Elaborado por el autor

Para activar el puerto COM (ver Figuras 120 y 121) se tiene en cuenta la siguiente:

- Ir a la parte de administrador de dispositivos en el PC.
- Seleccionar la opción Acción.
- Dar clic en agregar hardware heredado, al hacer esto aparece el asistente para agregarlo y oprimir la opción de siguiente.
- Elegir la opción de buscar e instalar el hardware automáticamente y dar clic en siguiente, una vez hecho esto aparece otro cuadro de diálogo para seleccionar el hardware que se requiere instalar, dar nuevamente clic en siguiente.
- Seleccionar el tipo de hardware que se quiere instalar, en este caso son los puertos COM y LPT.
- Elegir el controlador de dispositivo: Puertos de comunicación.
- Dar clic en siguiente para instalar el hardware.
- Oprimir en la opción de finalizar.

Figura 120

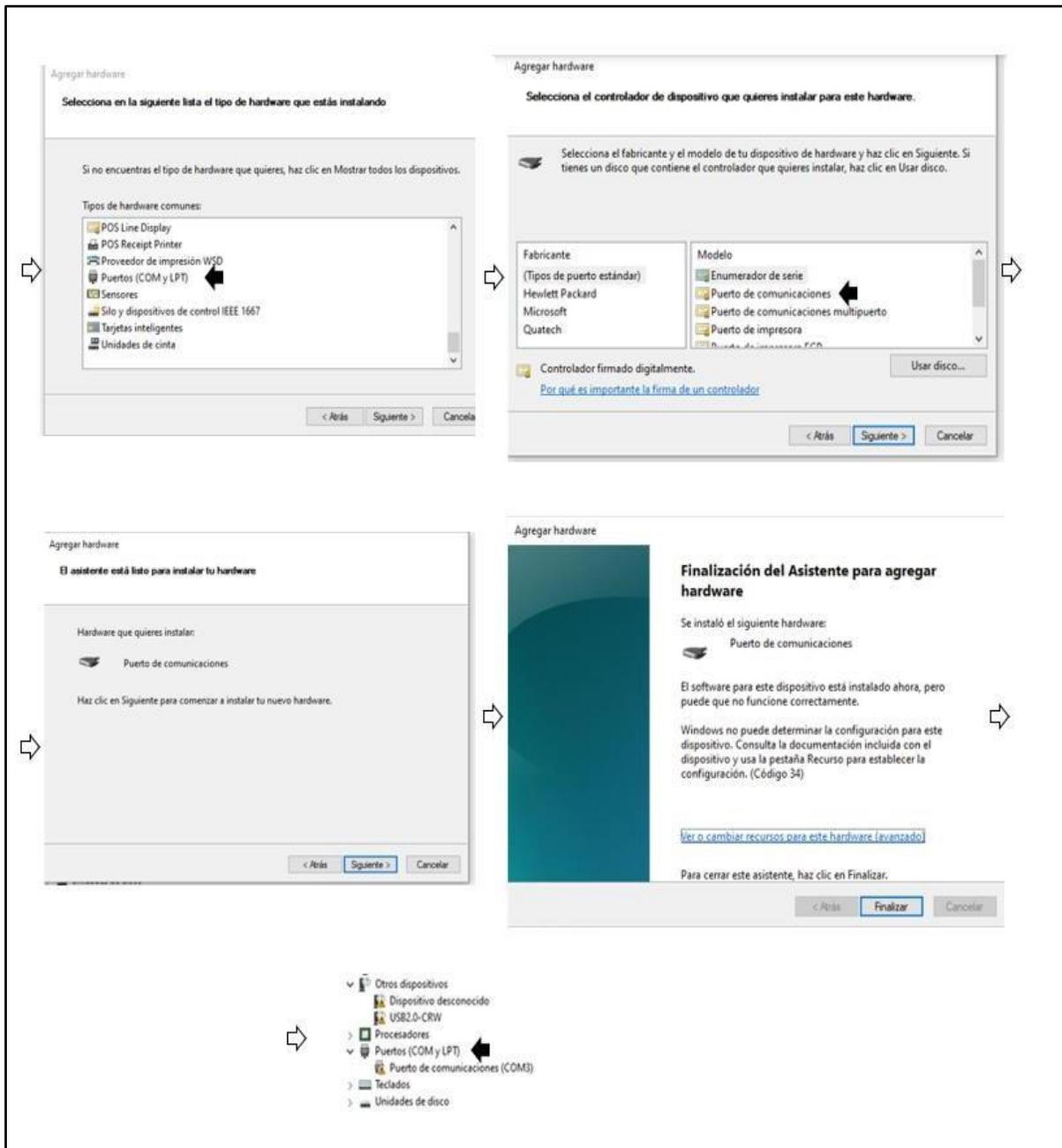
Pasos Activación Puerto COM PC (Primera Parte)



Nota. Elaborado por el autor

Figura 121

Pasos Activación Puerto COM PC (Segunda Parte)



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Nota. Elaborado por el autor

4.3.22.3.2.9 Driver Zelio Soft

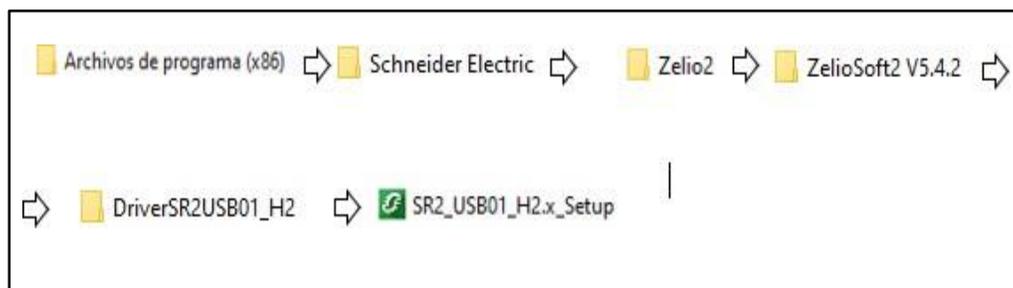
Para la conexión del módulo Zelio (PLC) con el PC, se recomienda descargar en el PC la versión Zelio Soft2 5.4.2 o superiores, debido a que esta versión cuenta con el driver para habilitar la visibilidad del puerto COM en el PC, permitiendo que se pueda reconocer el puerto que está utilizando el módulo al ser conectado.

Para encontrar la ubicación del driver seguir los siguientes pasos (ver Figura 122):

- Archivo de programa (x86)
- Schneider Electric
- Zelio2
- Zelio Soft2 V > = 5.4.2
- DriverSR2USB01_H2
- SR2_USB01_H2.x_Setup

Figura 122

Ubicación Driver



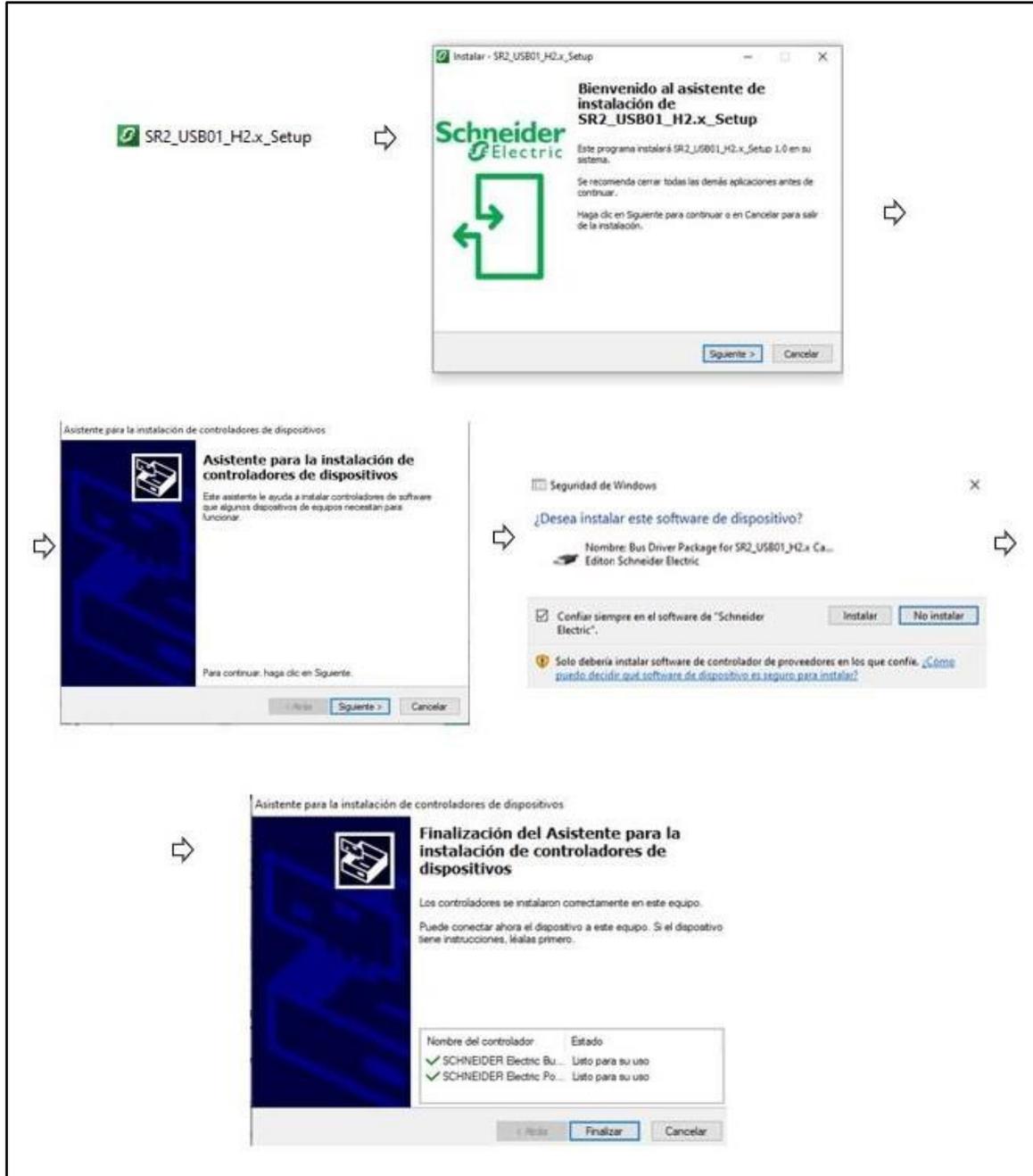
Nota. Elaborado por el autor

Para la instalación del driver seguir los siguientes pasos (ver Figura 123):

- Dar siguiente al cuadro de diálogo: Bienvenido a la asistencia de instalación de SR2_USB01, _x_setup.
- Dar clic en siguiente en el asistente para la instalación de controladores de dispositivos.
- Instalar el software del dispositivo.
- Seleccionar la opción de finalizar para concluir la asistencia para instalación de controladores de dispositivos.

Figura 123

Proceso Instalación de Driver



Nota. Elaborado por el autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

4.3.22.3.2.10 Compatibilidad

Utilizar una versión de Zelio Soft2 no menor a la versión 4.4 debido a que puede presentarse incompatibilidad entre la versión del PLC.

La incompatibilidad genera que en la pantalla aparezcan las primeras dos filas como activas y las otras dos sin funcionar, también aparecen todos los iconos contextuales activos, debido a lo mencionado no se pueden transferir los archivos del PC al módulo (ver Figura 124).

Figura 124

Error Pantalla PLC



Nota. Tomado de pantalla LCD no funciona correctamente, de Schneider Electric,2012,
http://mimelektrik.com/images/katalog/schneider_zelio_logic.pdf

Al transferir un diseño del PC al módulo lógico se genera una actualización del firmware del módulo de manera implícita.

En caso de que sea necesaria la actualización del firmware del módulo Zelio, ir al programa Zelio Soft 2 y seleccionar la opción actualización de firmware del módulo (debe estar conectado el PC con el módulo), una vez hecho esto seleccionar el tipo de funcionamiento sea Ladder o Bloques y elegir la versión acorde a la

compatibilidad (ver Tabla 41) y seleccionar ok, una vez hecho esto comienza a actualizarse el firmware del módulo lógico.

Tabla 41

Compatibilidad Firmware Módulo y Programa Zelio Soft2

		Zelio soft SR2SFT01 version	
		Version ≤ 4.3	Version ≥ 4.4
Zelio smart relay Firmware version (*)	Version ≤ 4.03	COMPATIBLE	COMPATIBLE
	Version ≥ 4.04	NOT COMPATIBLE	COMPATIBLE

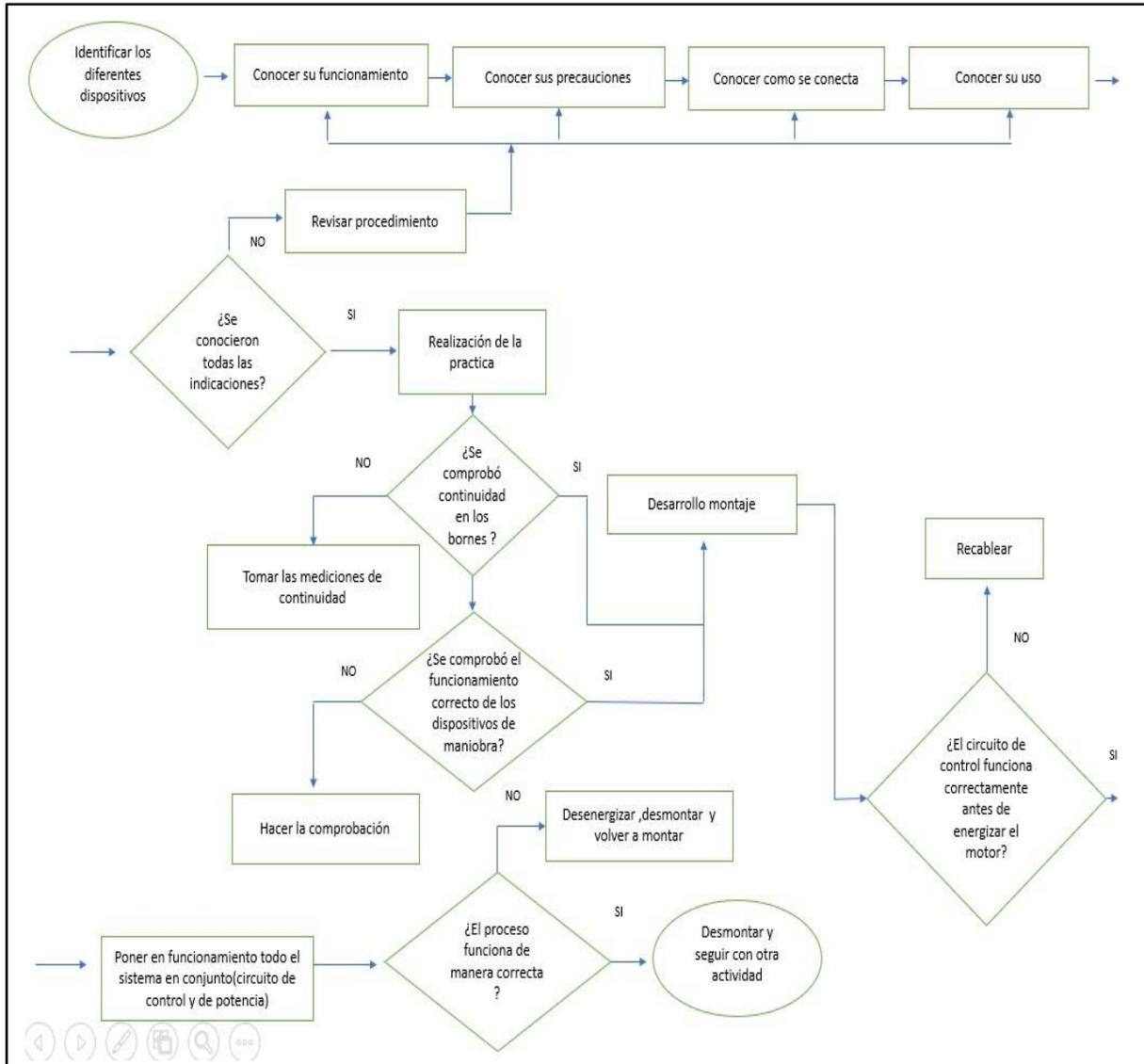
Nota. Tomado de Tabla de compatibilidad, de Schneider Electric, 2012, http://mimelektrik.com/images/katalog/schneider_zelio_logic.pdf

4.4. Actividades

Para desarrollar las prácticas tener en cuenta el procedimiento visto en la Figura 125.

Figura 125

Pasos Ejecución Prácticas



Nota. Elaborado por el autor

A continuación, se presentan situaciones para la interpretación de planos y realización de montajes junto con situaciones para el diseño de circuitos automáticos, las demás actividades se presentan en el Anexo A.

4.4.1. Circuitos con Temporizadores Neumáticos

4.4.1.1 Actividad de Montaje

4.4.1.1.1 Ejercicio 1

4.4.1.1.1.1 Objetivo

Realizar el montaje del circuito de automatización conformado por temporizadores neumáticos que se presenta en la Figura 126, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

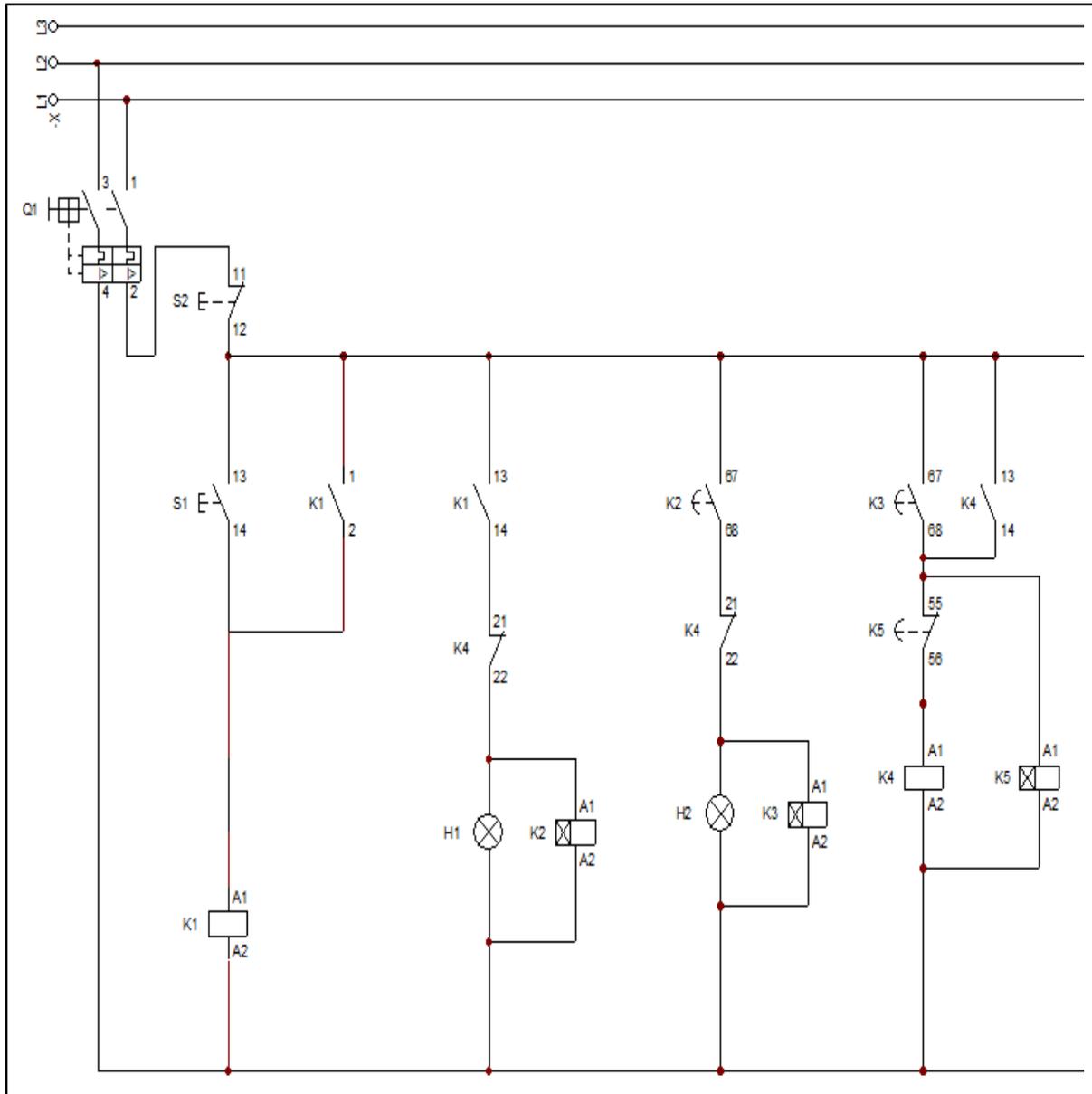
4.4.1.1.1.2 Funcionamiento

Al pulsar S1 se activa una lámpara piloto H1, luego de pasados 10 segundos se enciende otra lámpara piloto H2, transcurridos 9 segundos se desactivan ambas lámparas que permanecen apagadas por 7 segundos, después de este tiempo vuelven a encenderse y vuelve a repetirse el mismo proceso automáticamente

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

Figura 126

Ejercicio 1 Montaje Temporizadores Neumáticos



Nota. Elaborado por el autor

4.4.2. Circuitos Temporizadores Neumáticos y Electrónicos

4.4.2.1 Actividad de Diseño

4.4.2.1.1 Ejercicio 1

4.4.2.1.1.1 Objetivo

Realizar el diseño del problema planteado.

4.4.2.1.1.2 Funcionamiento

Al activar la protección termomagnética se encienden las lámparas H1 y H3, al pulsarse S1 se desenergiza H1 y se activa una lámpara H2, 2 segundos después de activarse H2 se desactiva H3 y se activa una lámpara H4. Después de 6 segundos de haberse energizado H2 se desactiva H4 y se activa H3, 9 segundos después de encendida H2 se apaga H3. Al pulsar S2 las lámparas H2 y H4 se desactivan y al pasar 3 segundos se vuelven a activar las lámparas H1 y H3.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

4.4.3. Circuitos Arranque Directo de un Motor

4.4.3.1 Actividad de Montaje

4.4.3.1.1 Ejercicio 1

4.4.3.1.1.1 Objetivo

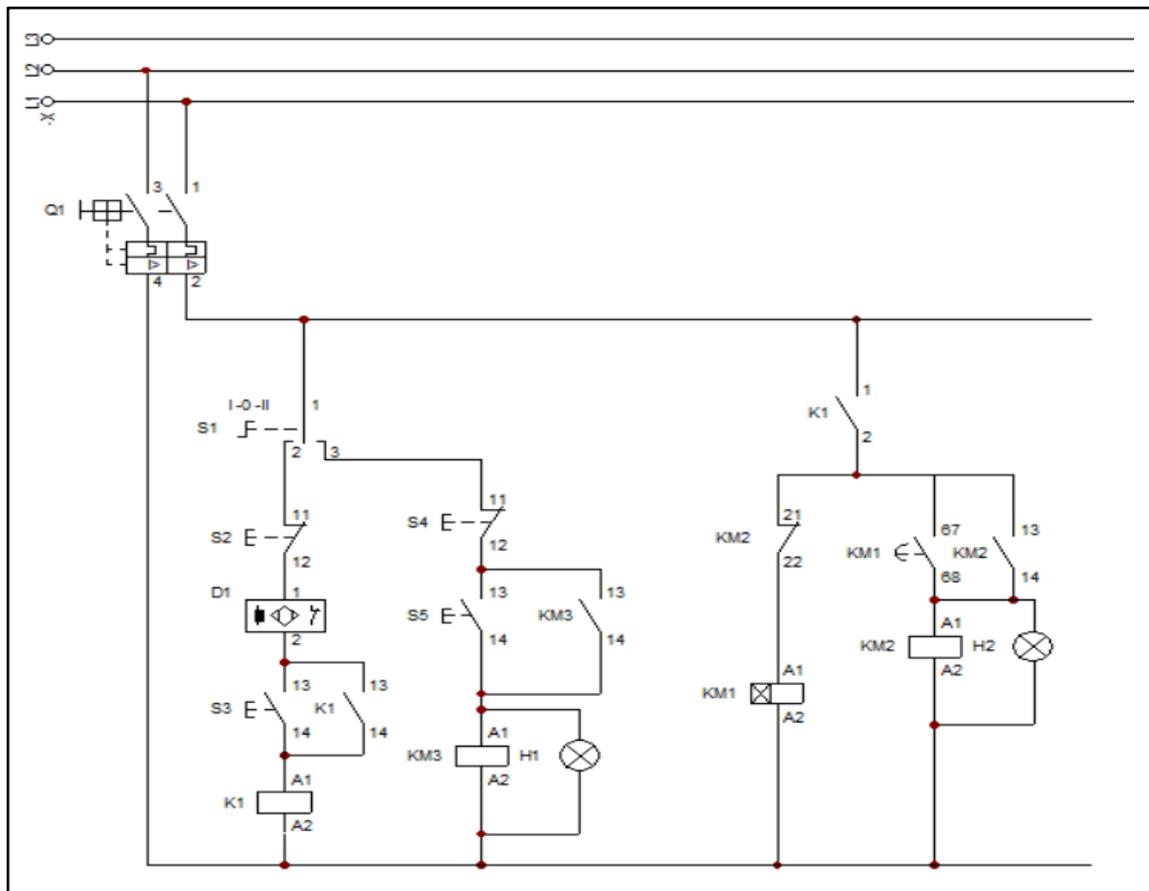
Realizar el montaje del circuito de automatización conformado por motores que se presenta en las Figuras 127 y 128, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

4.4.3.1.1.2 Funcionamiento

Al oprimir S3 y al encontrarse el interruptor S2 conmutable de tres posiciones en la posición de automático, se activa una bomba 1 que comienza a llenar un recipiente 1 ,luego de 10 segundos se desenergiza y se activa una bomba 2 que termina de llenarlo , cuando el líquido llega a un sensor inductivo(NC) se desenergiza la bomba 2 deteniendo todo el sistema .Al ubicar el interruptor conmutable en la posición de manual y al activar un pulsador S5 se enciende una bomba 3 que comienza el llenado de un recipiente 2, para que no se derrame se debe pulsar S4 que detiene la bomba 3 y para detener el sistema automático de forma manual pulsar S2 .

Figura 127

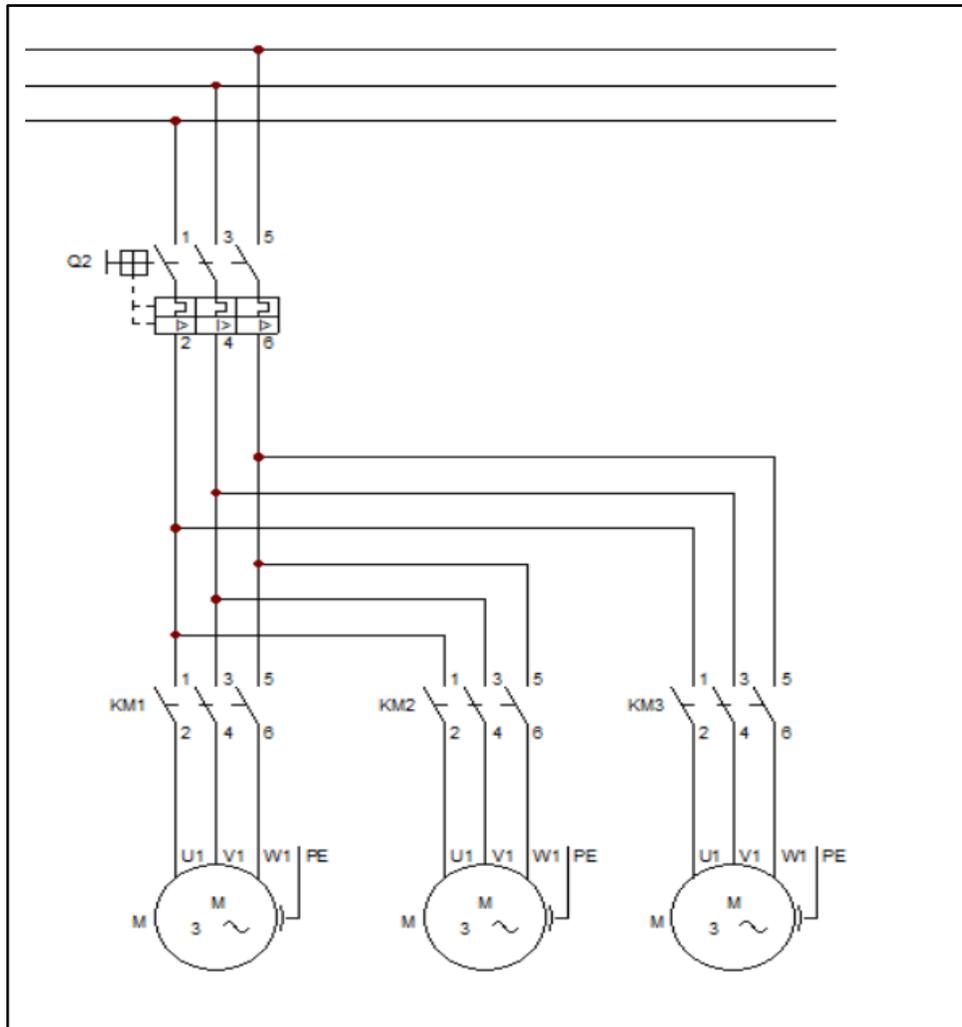
Ejercicio 1 Montaje Arranque Directo Circuito de Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura 128

Ejercicio 1 Montaje Arranque Directo Circuito de Potencia



Nota. Elaborado por el autor

4.4.4. Circuitos Inversión de Giro

4.4.4.1 Actividad de Diseño

4.4.4.1.1 Ejercicio 1

4.4.4.1.1.1 Objetivo

Realizar el diseño del problema planteado. En la Figura 129 se encuentra un esquema para facilitar el entendimiento del problema a resolver.

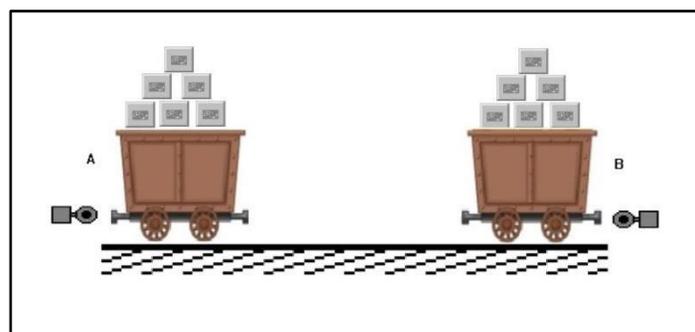
4.4.4.1.1.2 Funcionamiento

Un cargador transporta material de un punto A hacia un punto B, 9 segundos después de haber pulsado S2, comienza el desplazamiento de la carga del punto A hacia el punto B donde se retira la carga. Cuando la carga está siendo transportada hacia el punto B y entra en contacto con un final de carrera 2, el cargador comienza a regresar al punto A luego de transcurridos 10 segundos, donde al entrar en contacto con un final de carrera 1 se comienza a llevar la nueva carga al punto B; pero, luego de pasados 9 segundos.

Al pulsar S1 se detiene todo el sistema.

Figura 129

Esquema Ejercicio 1 Diseño Inversión de Giro



Nota. Elaborado por el autor

4.4.5. Circuitos Finales de Carrera

4.4.5.1 Actividad de Diseño

4.4.5.1.1 Ejercicio 1

4.4.5.1.1.1 Objetivo

Realizar el diseño del problema planteado. En la Figura 130 se encuentra un esquema para facilitar el entendimiento del problema a resolver.

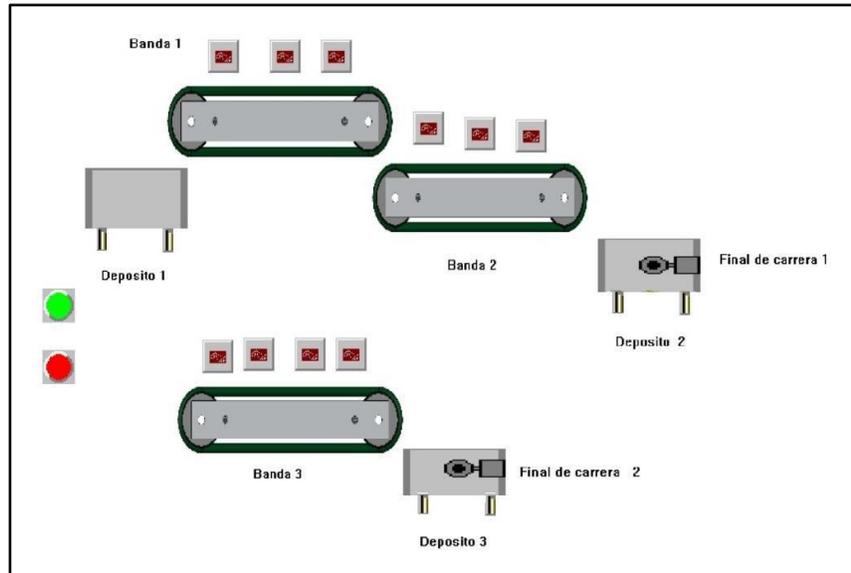
4.4.5.1.1.2 Funcionamiento

Al pulsar S1 se activan una banda 1 y una banda 2, ambas bandas se desplazan en el mismo sentido, estas transportan un material hacia un depósito 2 donde se encuentra un final de carrera 1, que al momento de haber suficiente material dentro del depósito se activa generando que se detengan ambas bandas y activando una banda 3 que transporta material a un depósito 3, en este depósito también se encuentra un final de carrera que al encontrarse lleno se activa desenergizando la banda 3 y activando de nuevo las bandas 1 y 2. Si al energizar el sistema no se enciende la banda 1 en 5 segundos, esta se activa invirtiendo su sentido de giro llevando el material a un depósito 1, luego de pasados 10 segundos se desenergiza todo el sistema. La inversión de giro solo es activada cuando las banda 1 y 3 se encuentran inactivas. Una vez estén llenos los depósitos son desocupados.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

Figura 130

Esquema Ejercicio 1 Diseño Final de Carrera



Nota. Elaborado por el autor

4.4.6. Circuitos Vigilante de tensión

4.4.6.1 Actividades de montaje

4.4.6.1.1 Ejercicio 1

4.4.6.1.1.1 Objetivo

Realizar el montaje del circuito de automatización conformado por un vigilante de tensión que se presenta en la Figura 131, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

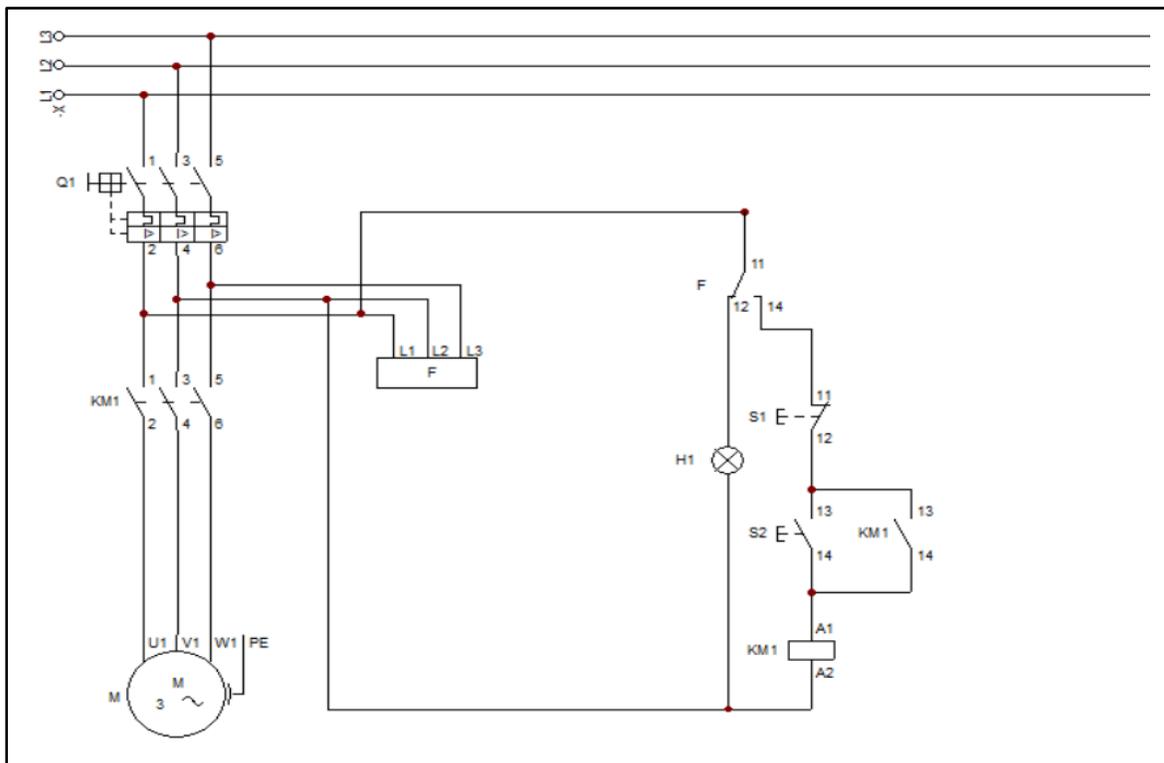
4.4.6.1.1.2 Funcionamiento

Al pulsar S2 se activa un motor 1 y al pulsar S1 se detiene, para la protección del motor usar un vigilante de tensión, que en caso que el motor sufra algún inconveniente frente a subtensión, ausencia de fase o inversión de fase, todo el

sistema se desactiva inmediatamente. Ubicar en el terminal 12 una lámpara piloto para que indique que el sistema se ha detenido debido a alguna inconsistencia.

Figura 131

Ejercicio 1 Montaje Relé de Monitoreo



Nota. Elaborado por el autor

4.4.7. Circuitos Electrosonda

4.4.7.1 Actividad de Diseño

4.4.7.1.1 Ejercicio 1

4.4.7.1.1.1 Objetivo

Realizar el diseño del problema planteado. En la Figura 132 se encuentra un esquema para facilitar el entendimiento del problema a resolver.

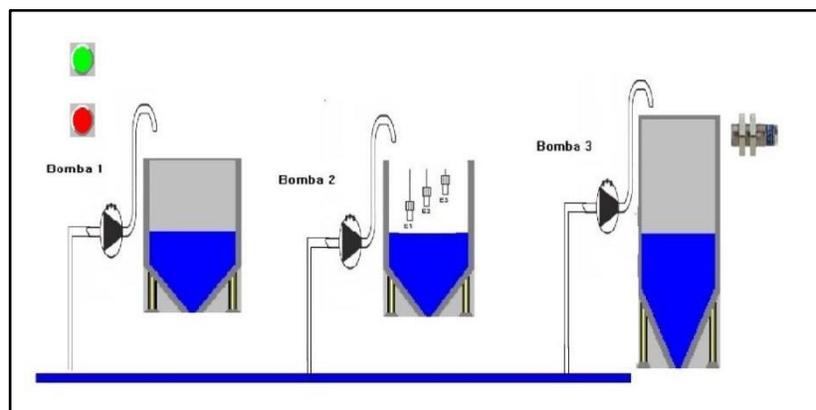
4.4.7.1.1.2 Funcionamiento

Al accionar el pulsador S3 y al estar el interruptor S2 de dos posiciones en manual se activa una bomba 1 para llenar un tanque 1; pero, cuando ya se encuentre lleno se debe oprimir S1 para detener el llenado. Al mover el interruptor de dos posiciones en automático comienza a llenarse un tanque 2 por medio de una bomba 2. Para que el líquido no se derrame se utiliza una electrosonda ubicada dentro del tanque 2, que controla el nivel de líquido dentro del tanque. Si la bomba 2 esta activada se enciende una bomba 3 que comienza el llenado de un tanque 3; pero, cuando la bomba 2 se desactiva debido al llenado del tanque 2 la bomba 3 sigue llenando el tanque correspondiente. Cuando el líquido llegue a cierto nivel en el tanque 3 donde se encuentra un sensor (NA) se detiene la bomba 3.

Al pulsar S1 se desenergiza todo el sistema.

Figura 132

Esquema Ejercicio 1 Diseño Electrosonda



Nota. Elaborado por el autor

4.4.8. Circuitos Arranque Estrella-Delta

4.4.8.1 Actividad de Montaje

4.4.8.1.1 Ejercicio 1

4.4.8.1.1.1 Objetivo

Realizar el montaje del circuito de automatización que se presenta en las Figuras 133 y 134, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

4.4.8.1.1.2 Funcionamiento

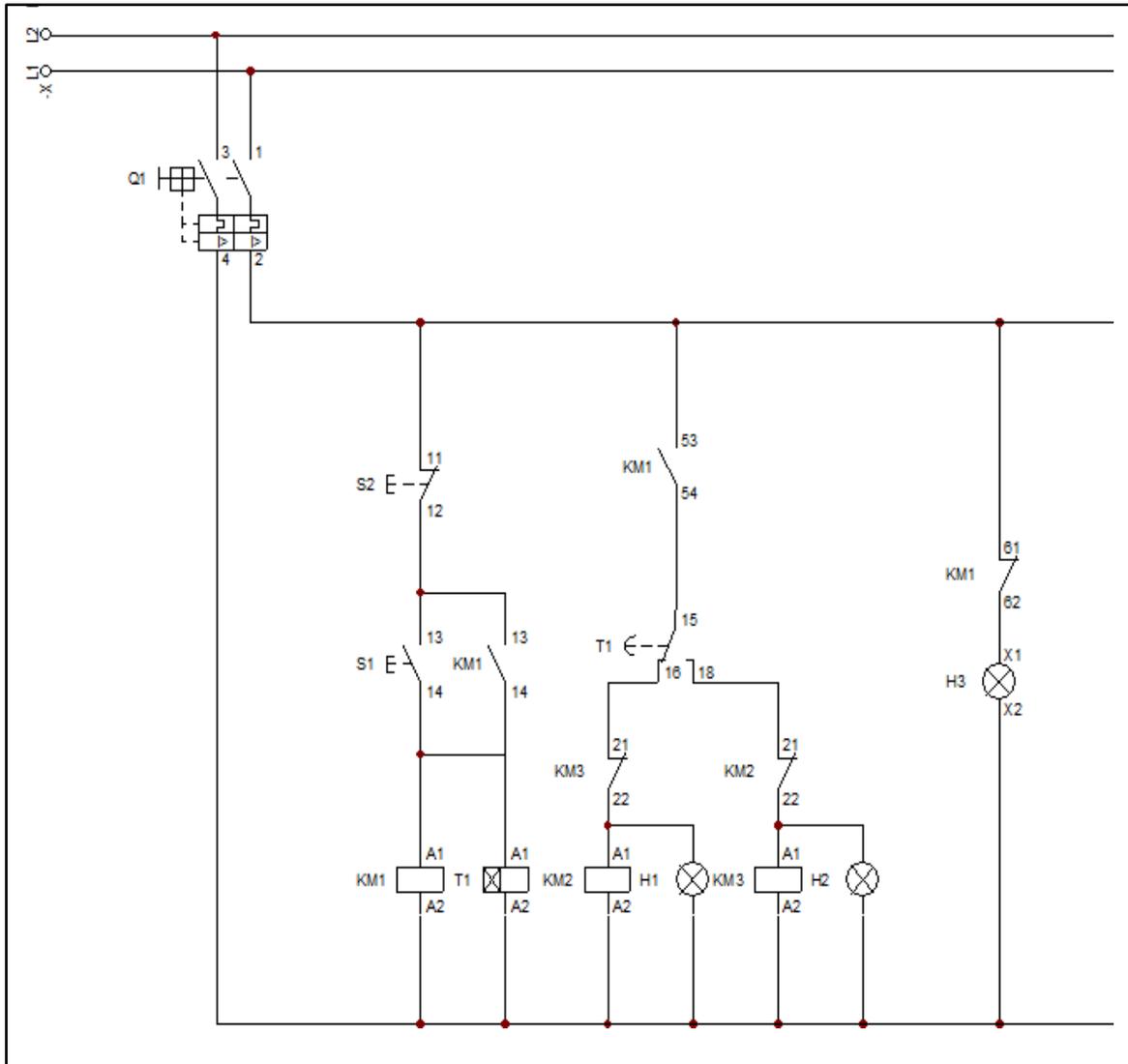
Al pulsar S1 un motor comienza con un arranque en estrella y se activa una lámpara piloto indicando su funcionamiento en esta configuración, luego de unos segundos se desactiva la conexión en estrella y se activa la conexión en delta junto a una lámpara piloto que indica su funcionamiento en este estado.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

.

Figura 133

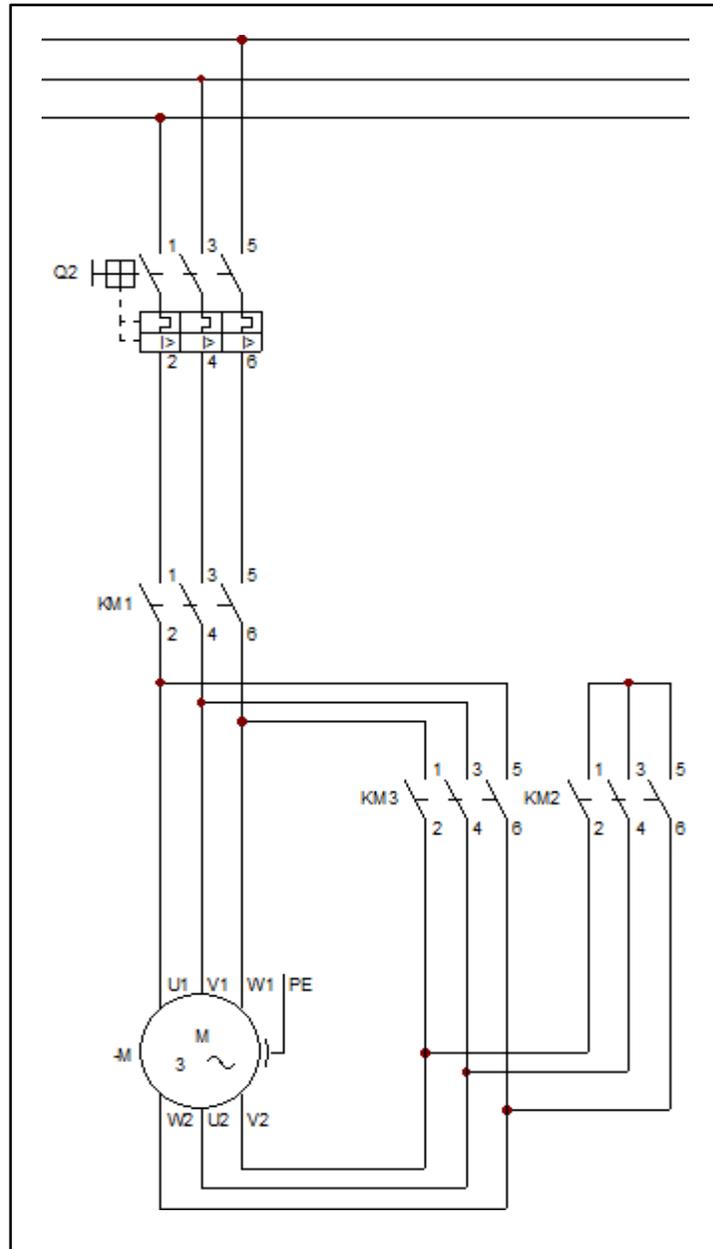
Ejercicio 1 Montaje Arranque Estrella-Delta Circuito de Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura 134

Ejercicio 1 Montaje Arranque Estrella-Delta Circuito de Potencia



Nota. Elaborado por el autor

4.4.9. Circuitos Arrancador Electrónico

4.4.9.1 Actividad de Montaje

4.4.9.1.1 Ejercicio 1

4.4.9.1.1.1 Objetivo

Realizar el montaje del circuito de automatización conformado por un arrancador suave que se presenta en la Figuras 135 y 136, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

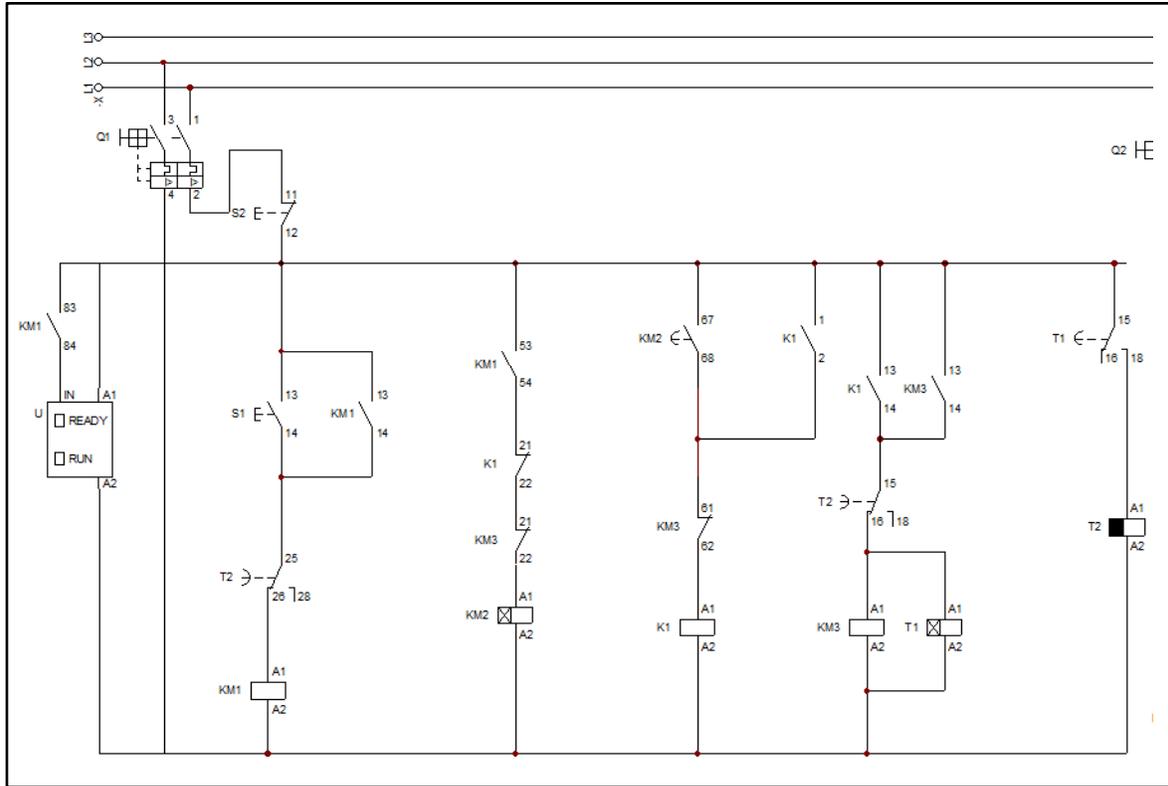
4.4.9.1.1.2 Funcionamiento

Al pulsar S1 se activa una banda 1 (controlada por un arrancador suave) junto a una trituradora 1, cuando es activado el triturador 1 funciona durante 8 segundos, luego de transcurrido este tiempo se desenergiza; pero, la banda sigue transportando el material. Cuando el triturador 1 se detiene se activa un segundo triturador, que luego de 10 segundos se desactiva junto con la banda 1 quedando todo el sistema detenido, para activar el proceso de nuevo es necesario volver a pulsar S1; sin embargo, el funcionamiento del sistema se puede reanudar luego de 5 segundos de haberse detenido.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

Figura 135

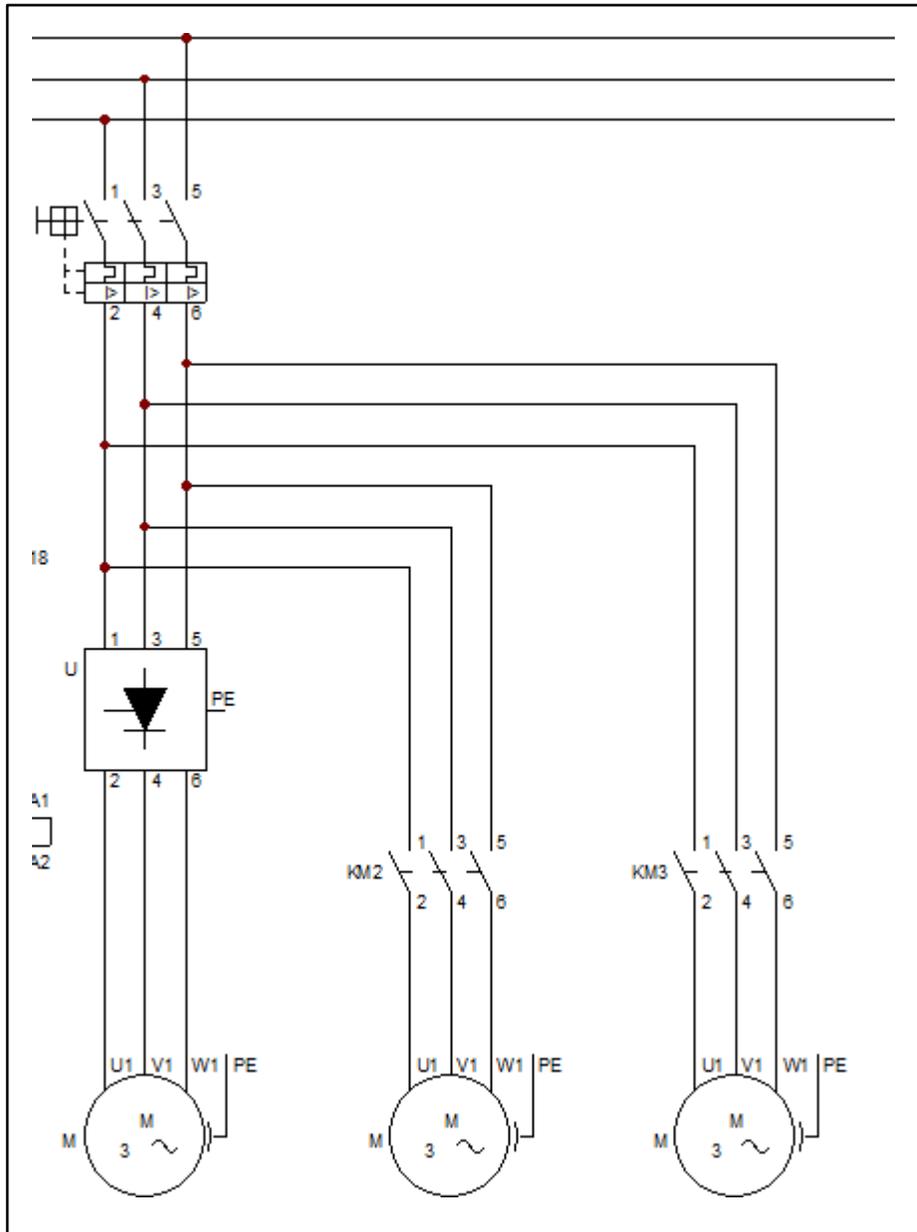
Ejercicio 1 Montaje Arranque Suave Circuito de Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura 136

Ejercicio 1 Montaje Arranque Suave Circuito de Potencia



Nota. Elaborado por el autor

4.4.10. Circuitos Convertidor de Frecuencia

4.4.10.1 Actividad de Montaje

4.4.10.1.1 Ejercicio 1

4.4.10.1.1.1 Objetivo

Realizar el montaje del circuito de automatización conformado por un convertidor de frecuencia que se presenta en las Figuras 137, 138 y 139, con el fin de conocer su funcionamiento y conexión.

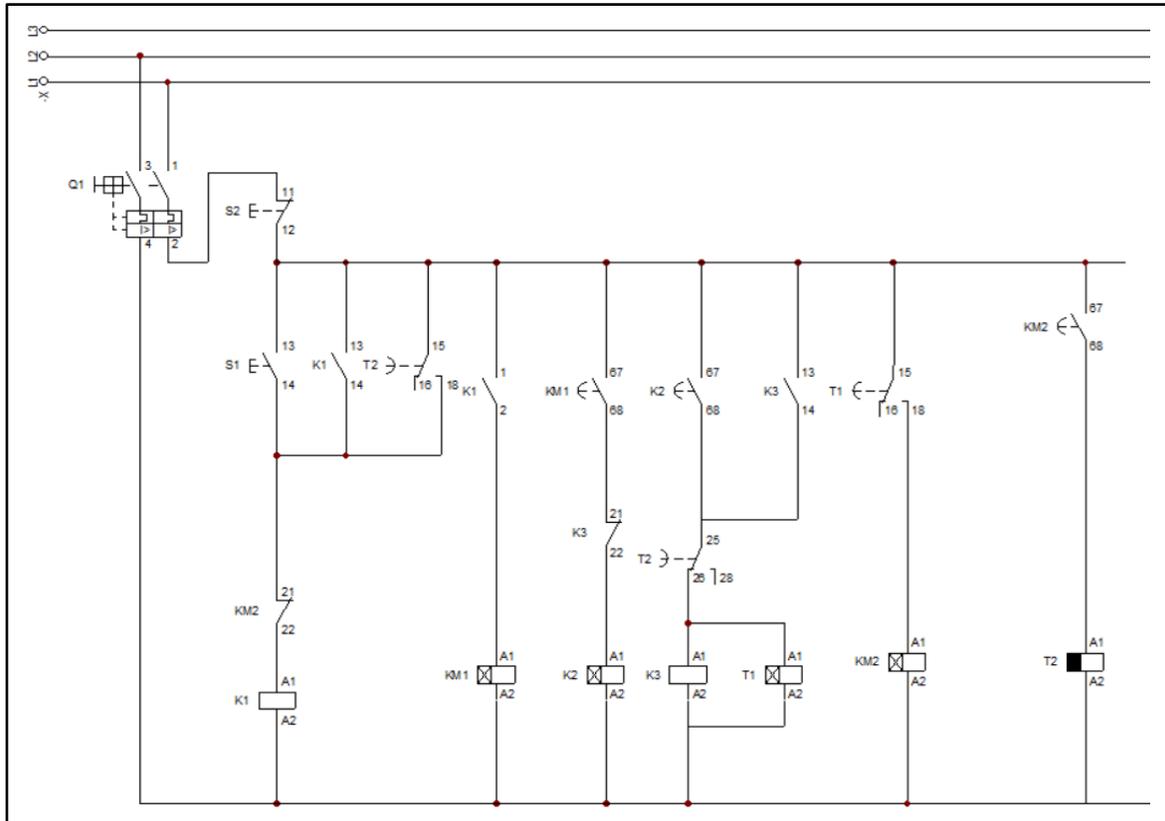
4.4.10.1.1.2 Funcionamiento

Al pulsar S1 se activa una banda que transporta materiales, estos son llevados hacia una trituradora (controlada por un variador de frecuencia) que comienza a trabajar con una frecuencia de 60 HZ, transcurridos 8 segundos reduce su frecuencia a 30 HZ, después de 9 segundos se desactiva la banda 1 y el triturador, y se energiza una banda 2 llevando lo triturado a un depósito, luego de pasado 11 segundos se desactiva la banda 2 y se activan de nuevo la banda 1 junto al triturador.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

Figura 137

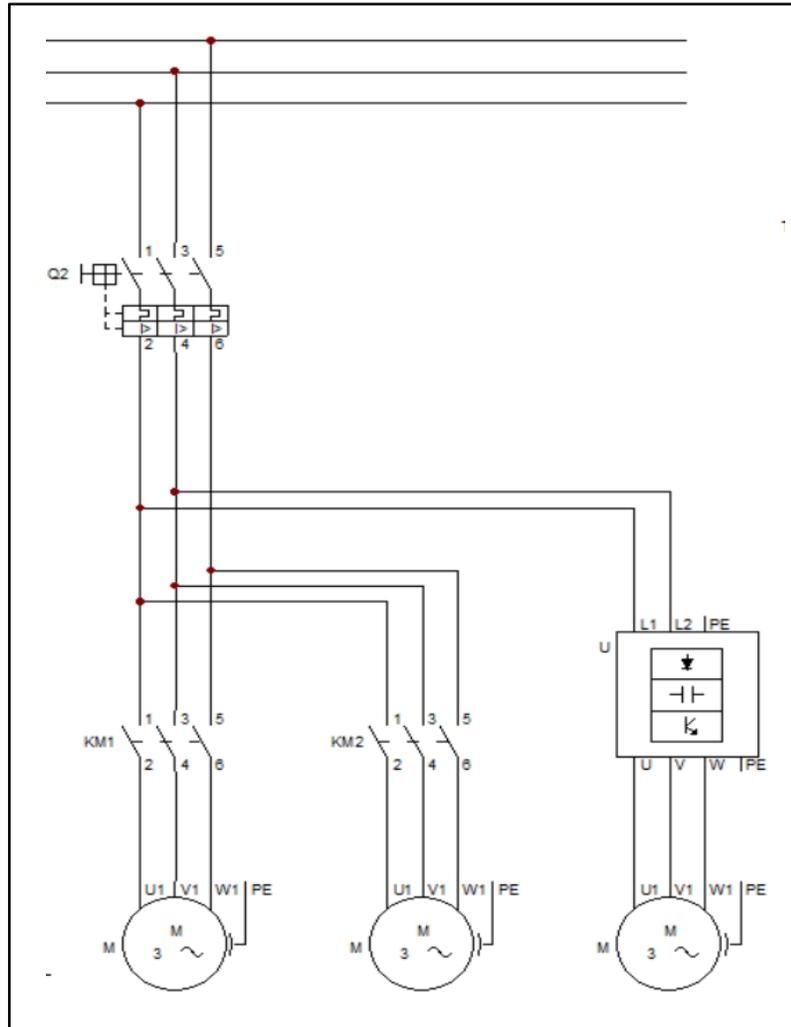
Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Circuito de Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura 138

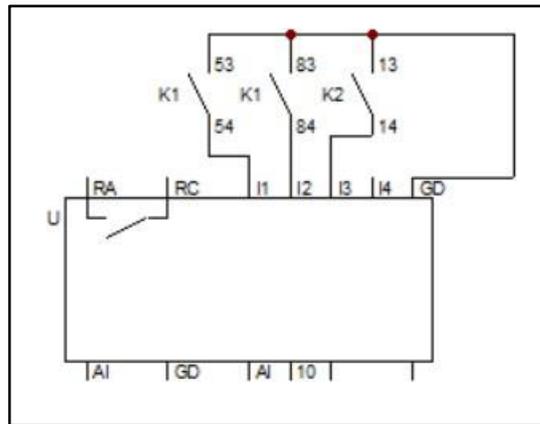
Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Circuito de Potencia



Nota. Elaborado por el autor

Figura 139

Ejercicio 1 Montaje Variador de Frecuencia Entradas Digitales



Nota. Elaborado por el autor

4.4.11. Circuitos PLC

4.4.11.1 Actividad de Diseño

4.4.11.1.1 Ejercicio 1

4.4.11.1.1.1 Objetivo

Realizar el diseño del problema planteado. En la Figura 140 se encuentra un esquema para facilitar el entendimiento del problema a resolver.

4.4.11.1.1.2 Funcionamiento

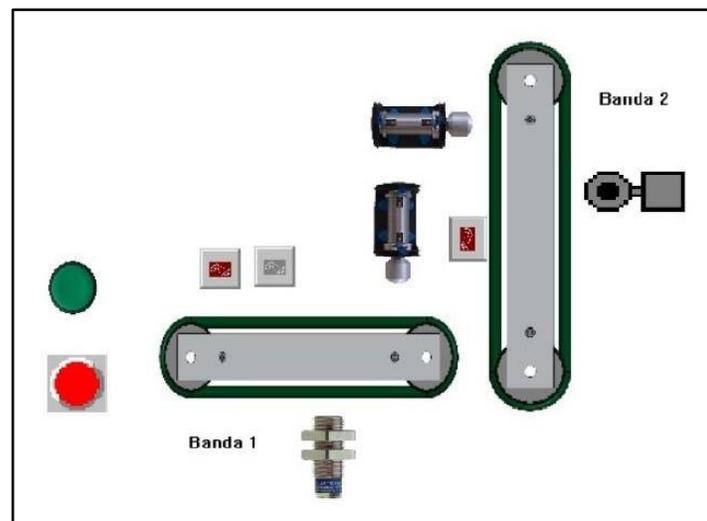
Al pulsar S1 se activan dos bandas que transportan dos tipos de material, uno metálico y otro de madera, en la primera banda son transportados ambos materiales (la banda 1 es controlada por un arrancador electrónico) y en la segunda únicamente es transportado el segundo material. A lo largo de la banda 1 se encuentra un sensor de proximidad inductivo (NA), que al momento que el material metálico se encuentre en el rango de detección, se activa el sensor deteniendo la banda 1 y activando un mecanismo que empuja el material hacia una caja para ser almacenado, este proceso tarda 6 segundos, luego del empaquetado se activa de

nuevo la banda 1. En la banda 2 solo se transporta el material que no es detectado por el sensor, en el momento en que el material 2 entre en contacto con un final de carrera (el final de carrera se encuentra a lo largo de la banda 2) se detiene la banda 2 y se energiza otro mecanismo que lleva el material 2 a una caja para ser almacenado, este proceso tarda 7 segundos, luego de este tiempo se activa de nuevo la banda 2. Una vez el sistema se pone en marcha, luego de transcurrido 20 segundos se detiene el sistema automáticamente. Se debe pulsar S1 para que comience a funcionar de nuevo el proceso.

Al pulsar S2 se desenergiza todo el sistema.

Figura 140

Esquema Ejercicio 1 Diseño PLC



Nota. Elaborado por el autor

La resolución de los ejercicios de diseño se presenta en la sección de Anexos.

5. RESULTADOS

5.1. Motores

A continuación, se presentan las mediciones tomadas a los motores del laboratorio.

5.1.1. Motor 1

El motor que se muestra en la Figura 141 consume una corriente en vacío de 2.179 Amperios.

Figura 141

Medida Tomada con Multímetro Motor 1



Nota. Elaborado por el autor

En la Tabla 42 se presentan los tiempos de arranque y desaceleración este motor.

Tabla 42

Tiempos de Aceleración y Desaceleración Motor 1

Tiempo de arranque	Tiempo de desaceleración
3.4 segundos Aprox.	5 segundos

Nota. Elaborado por el autor

5.1.2. Motor 2

El motor presentado en la Figura 142 consume una corriente en vacío de 1.387 Amperios

Figura 142

Medida Tomada con Multímetro Motor 2



Nota. Elaborada por el autor

En la Tabla 43 se pueden apreciar los tiempos de arranque y desaceleración tomados en el laboratorio.

Tabla 43

Tiempos de Aceleración y Desaceleración Motor 2

Tiempo de arranque	Tiempo de desaceleración
1,34 segundos Aprox.	2 segundos

Nota. Elaborado por el autor

Cuando un motor trabaja en vacío quiere decir que el motor no tiene alguna carga acoplada a su eje, por lo que en ese estado consume un valor de corriente menor a la presentada en su placa.

5.3. Contactores

A continuación, se presentan las mediciones tomadas a los contactores del banco de prácticas del laboratorio.

En la Tabla 45 Se muestran las mediciones tomadas de la corriente de trabajo de los contactores.

Tabla 45

Corriente Contactores

Corriente de consumo contactor Schneider Electric	Corriente de consumo Contactor externo Weg
0.028-0.029 Amperios	0.03 Amperios

Nota. Elaborado por el autor

Las mediciones tomadas en el multímetro se presentan en las Figuras 144 y 145.

Figura 144

Medida Tomada con Multímetro-Contactor Schneider Electric



Nota. Elaborado por el autor

Figura 145

Medida Tomada con Multímetro-Contactor Weg



Nota. Elaborado por el autor

5.4. Consumo de Corriente y Voltaje Motor Weg Dependiendo de la Frecuencia de Trabajo del Variador.

En la Tabla 46 se muestra el consumo de voltaje del motor trabajando a su frecuencia máxima y mínima programada en el convertidor, se puede ver que la

relación entre voltaje y frecuencia es directamente proporcional, por lo que cada cambio de frecuencia esta ligado a un cambio en el voltaje.

Tabla 46

Voltaje de Trabajo

Frecuencia 30 Hz	Frecuencia 60 Hz
109 voltios	207 voltios

Nota. Elaborado por el autor

En la Tabla 47 se muestran los valores de consumo de corriente del motor cuando trabaja a diferentes frecuencias. Se puede identificar que a menor frecuencia el motor requiere mayor corriente para su funcionamiento.

Tabla 47

Corriente de Trabajo

Frecuencia [Hz]	Corriente [A]
30	2.3
40	2.2
50	2.1
60	2.1

Nota. Elaborado por el autor

En el caso de las rampas de aceleración y desaceleración solo se cumplen si el variador trabaja con la frecuencia configurada en el parámetro 145, ya que si este trabaja con un valor de frecuencia menor la rampa es más corta a la configurada (ver Tabla 48)

Tabla 48

Resultados Actuación Rampas

Rango de frecuencia	Tiempos de rampa de aceleración configurados	Tiempos de rampa de desaceleración configurados	Tiempos de rampa de aceleración realizados por el motor	Tiempos de rampa de desaceleración realizados por el motor
0 -60 Hz	5 segundos	10 segundos	5.64 segundos	10.17 segundos
0-30 Hz	5 segundos	10 segundos	3 segundos	4 segundos

Nota. Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos contribuyeron significativamente al desarrollo del manual de prácticas y las fichas técnicas permitiendo comprobar aspectos de diseño y funcionamiento de los dispositivos mostrados en esta sección para su correcto manejo.

6. CONCLUSIONES

Se elaboraron los documentos del manual y de las fichas técnicas de los dispositivos del banco de pruebas, con los formatos adecuados (encabezados y pie de página) para que los documentos generados sean claros y consistentes para mantener y respetar los formatos establecidos por las UTS.

Se desarrolló una ficha técnica para cada dispositivo con su clasificación respectiva, junto con sus datos técnicos y una codificación con el fin de proporcionar el conocimiento necesario y adecuado, para tener un apoyo en el empleo de los dispositivos del banco de pruebas, todo esto con el soporte de la norma 14224.

Se elaboró el manual con la información de uso y conexión requerida para poder trabajar cada dispositivo del banco, facilitando el entendimiento de cada una de sus respectivas características.

Se diseñaron prácticas con el propósito que el estudiante pueda familiarizarse con los diferentes dispositivos que conforman el banco pruebas, dándoles herramientas con las cuales puedan tener la oportunidad de profundizar sus conocimientos y aplicaciones en el ámbito de la automatización industrial

Con la elaboración del manual de prácticas y las fichas técnicas para los dispositivos trabajados, los estudiantes de la clase de laboratorio de accionamientos eléctricos pueden encaminar de manera correcta su trabajo dentro del laboratorio, utilizando cada uno de los dispositivos eléctricos, electromecánicos y electrónicos

El uso del programa Cade Simu para la elaboración de circuitos de automatización, es una herramienta que facilitó el diseño y la comprobación de las actividades, apoyando el correcto funcionamiento de los sistemas automáticos.

El empleo de dispositivos del laboratorio no disponibles en el banco de pruebas son un apoyo en la ejecución de las prácticas, permitiendo completar los ejercicios dispuestos.

Para activar una entrada digital (I1-14) de un PLC Zelio con un sensor inductivo Autonics, es necesario conectar el sensor en serie con un contactor, y uno de sus contactos debe ir conectado a la entrada digital que se desee trabajar, ya que, si el sensor es conectado directamente a la entrada digital deseada, el PLC sigue detectando que el sensor se encuentra activado.

Realizar la medición de corriente del motor antes de su utilización es importante debido a que por ausencia de carga este trabaja a una corriente menor a la de su corriente nominal, permitiendo el trabajo como es el caso del variador de frecuencia, ya que solo es posible su utilización cuando no se encuentra acoplada carga al eje del motor.

La rampa de aceleración y desaceleración en el variador solo se cumplen con sus valores establecidos si el motor arranca de 0 hasta la frecuencia configurada en el parámetro 145, esto para el caso de la rampa de aceleración, y en el caso de la rampa de desaceleración esta solo se cumple si el motor se desenergiza estando trabajando con la frecuencia configurada en el parámetro 145.

7. RECOMENDACIONES

Evitar utilizar elementos metálicos como: anillos, pulseras, collares cuando se estén utilizando los equipos, para garantizar la seguridad de las prácticas.

Antes de conectar el temporizador electrónico en modo retardo a la desconexión se debe verificar el ítem del temporizador electrónico, debido a que el programa Cade Simu no presenta ese tipo de conexión para esta función.

Se sugiere trabajar el variador Cfw10 con motores proporcionados por el mismo fabricante para obtener un mejor manejo de este, reduciendo problemas por cuestiones de compatibilidad y configuración de parámetros.

En caso de alguna inquietud en el momento de la ejecución de las prácticas, pedir asesoramiento al docente encargado, para evitar algún inconveniente.

Realizar una adecuación de recipiente de almacenamiento de líquido en el banco para el uso de la electrosonda para el control de nivel por medio de electrodos sumergibles.

Se recomienda usar este trabajo como referencia para futuros proyectos relacionados al área de mantenimiento para cada uno de los diferentes dispositivos del banco del laboratorio de accionamientos eléctricos, debido a que facilita la gestión de la información técnica de los mismos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABB. (2022). Obtenido de grupobadesa.com: <https://grupobadesa.com/productos/fichas/1SFA896104R7000.pdf>
- Allen Bradley. (2024). Obtenido de literature.rockwellautomation.com: https://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/td/140m-td002_-en-p.pdf
- Autonics. (2015). Obtenido de lazada.com: <https://www.lazada.com.my/products/autonics-proximity-sensor-pr12-4ao-m12-sensing4mm-ac2-wire-no-100-240vac-pr12-4ao-i1016260580.html>
- Barrales, R. (2014). *Google libros*. Obtenido de https://www.google.com.co/books/edition/Circuitos_EI%C3%A9ctricos/vzfABgAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=circuito+electrico+que+es&printsec=frontcover
- Boylestad, r. (2004). *Google libros*. Obtenido de https://www.google.com.co/books/edition/Introducci%C3%B3n_al_an%C3%A1lisis_de_circuitos/YFA5h_c4RXMC?hl=es-419&gbpv=1&dq=ley+de+voltaje+de+kirchhoff&pg=PA133&printsec=frontcover
- Bueno, S. L., & Niño., S. A. (2022). Obtenido de repositorio.uts.edu.co: <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/9539/FDC-125%20LabProcesosIndustriales%20final.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Cheekman. (2024). Obtenido de mouser.jp: <https://www.mouser.jp/ProductDetail/Schneider-Electric/ZB2BE101?qs=R106qaAA0Lqo2k97PFQzzQ%3D%3D&srsId=AfmBOornpSY9MBxzgGhSQ1YRZ6ldbICXenIArbBUImAQB-jOAvEIXe3u>
- Chint. (2017). Obtenido de altaybajatension.com: <https://www.altaybajatension.com/catalog.pdf>
- Chint. (2020). Obtenido de chint.com: <https://chint.com.ar/storage/NP2%20-%20CAT%C3%81LOGO%20ESPA%C3%91OL.pdf>
- Chong, G. (2020). Obtenido de static.weg.net: <https://mecatronica.unam.mx/documentos/o013/MADO-23v4.pdf>
- Clarion security system . (2022). <https://clarionuk.com/>. Obtenido de <https://clarionuk.com/resources/ip-ratings/>
- Croft, T. (1987). *book.google.es*. Obtenido de https://www.google.com.co/books/edition/Manual_del_montador_electricista/B6wkkojpPoQC?hl=es-419&gbpv=0
- EBCHQ. (2025). Obtenido de <https://electricasbogota.com/es/17515?srsId=AfmBOorCX23Hq1HRbqx-wKXOxzkW6dWYKrsKAVK4sZbPgVHk44xGyRz>
- Electrotec. (2016). *es.scribd.com*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/393584365/Manual-de-Electricidad-Industrial-1>
- Energy Education* . (Febrero de 2024). Obtenido de https://energyeducation.ca/encyclopedia/Electrical_load#:~:text=An%20electrical%20load%20is%20simply,includ%20light%20bulbs%20and%20appliances.

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

- Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Diseño Industrial. (2017). *upm.es*. Obtenido de https://www.upm.es/comun_gauss/publico/guias/2017-18/1S/GA_56IE_565000276_1S_2017-18.pdf
- Fernandez, J. R., Filiu, L. M., & Sánchez, R. B. (2014). *Automatismos Industriales* (1 ed.). Ediciones Paraninfo. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/364066645/AUTOMATISMOS-INDUSTRIALES-FERNANDEZ-pdf#>
- Gerín, M., Modicon, & Telemecanique. (s.f.). *Manual Electrotécnico*. Obtenido de https://www.academia.edu/29698776/Manual_electrot%C3%A9cnico_Telesquemario_Telemecanique
- Hernandez, P. (2020). Obtenido de [es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/327717021/Fichas-Tecnicas-Basadas-Norma-ISO-14224](https://es.scribd.com/document/327717021/Fichas-Tecnicas-Basadas-Norma-ISO-14224)
- Lovato. (2012). *docs.rs-online.com*. Obtenido de <https://docs.rs-online.com/d8c3/A700000011374981.pdf>
- Lovato. (2014). Obtenido de [catalogue.lovatoelectric.com: https://catalogue.lovatoelectric.com/es_es/PMV30A240/snp#](https://catalogue.lovatoelectric.com/es_es/PMV30A240/snp#)
- Mac3. (2014). Obtenido de [mac3uk.com: https://mac3uk.com/wp-content/uploads/2018/09/Electroprobe-Z-Q-Ev-Manual.pdf](https://mac3uk.com/wp-content/uploads/2018/09/Electroprobe-Z-Q-Ev-Manual.pdf)
- Ospina, H. (2021). Obtenido de [pascualbravo.edu.co: https://pascualbravo.edu.co/wp-content/uploads/2021/08/libro-guia-automatizacion-procesos-industriales.pdf](https://pascualbravo.edu.co/wp-content/uploads/2021/08/libro-guia-automatizacion-procesos-industriales.pdf)
- Pascuas, M. D. (2017). *repository.ucc.edu.co*. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/34478515-dfbc-481f-be04-cd57c01600fe/content>
- Perez, G. D. (2021). *repositorio.usac.edu.gt*. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/16369/1/Dennis%20Gerardo%20P%C3%A9rez%20L%C3%B3pez.pdf>
- Schneider Electric. (2020). Obtenido de [laumayer.com: https://laumayer.com.ec/wp-content/uploads/2023/06/pulsadores-y-luces-piloto-chint.pdf](https://laumayer.com.ec/wp-content/uploads/2023/06/pulsadores-y-luces-piloto-chint.pdf)
- Schneider Electric. (2014). *www.se.com*. Obtenido de [www.se.com: https://www.se.com/eg/en/faqs/FA225554/#:~:text=Electrical%20durability%3A%20This%20is%20the,and%20the%20rated%20operational%20voltage.](https://www.se.com/eg/en/faqs/FA225554/#:~:text=Electrical%20durability%3A%20This%20is%20the,and%20the%20rated%20operational%20voltage.)
- Schneider Electric. (2019). Obtenido de <https://datasheet.octopart.com/LADT2-Schneider-Electric-datasheet-111094703.pdf>
- Schneider Electric. (2022). Obtenido de <https://www.se.com/co/es/product/SR2USB01/cable-usb-de-conexi%C3%B3n-a-pc-para-rele-zelio-largo-3m/>
- Schneider Electric. (2024). Obtenido de <https://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/view/1332616/SCHNEIDER/LADN22.html>
- Schneider Electric. (2024). Obtenido de <https://octopart.com/es/datasheet/ladr2-schneider+electric-11472901>
- Schneider Electric. (2013). Obtenido de <https://datasheet.octopart.com/LADT4-Telemecanique-datasheet-14411917.pdf>
- Schneider Electric. (2017a). Obtenido de [portal2.schneider-electric.com: https://portal2.schneider-electric.com/Contents/docs/SQD-LC1D09M7.PDF](https://portal2.schneider-electric.com/Contents/docs/SQD-LC1D09M7.PDF)

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

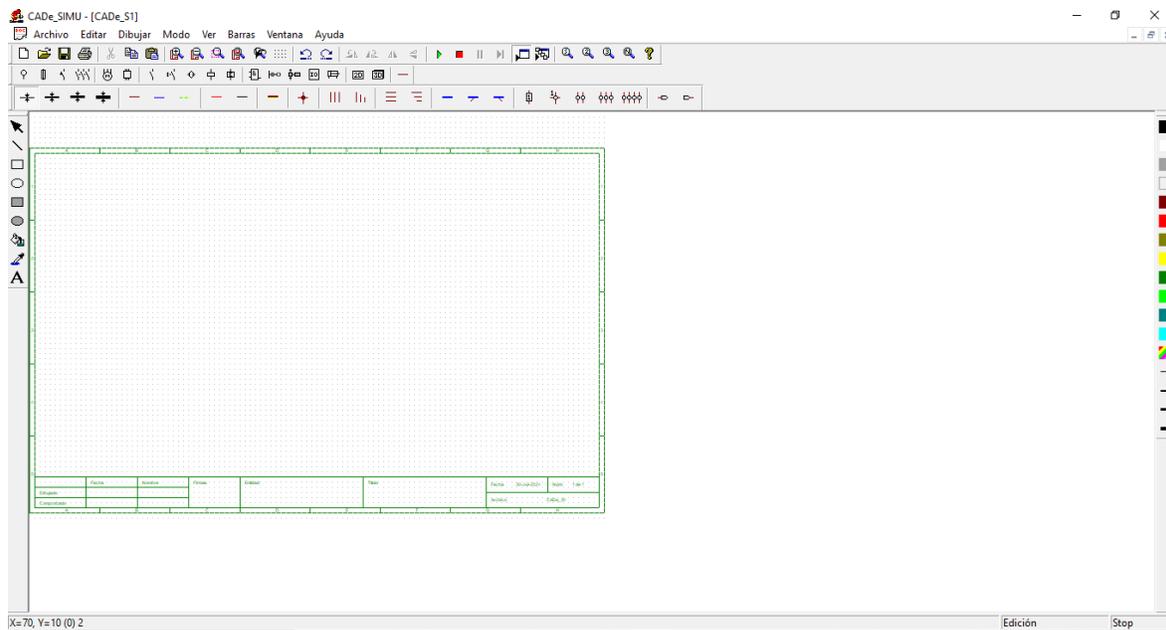
- Schneider Electric. (2017b). *Schneider Electric*. Obtenido de <https://www.se.com/co/es/download/document/EIO0000002693/>
- Schneider Electric. (2023). Obtenido de se.com: <https://www.se.com/co/es/product/SR2B121FU/rele-zelio-8-entradas-4-salidas-con-reloj-240v-ac-con-display/>
- Weg. (2012). *static.weg.net*. Obtenido de <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb6/hbe/WEG-cfw10-manual-del-usuario-0899.5206-2.xx-manual-espanol.pdf>
- Weg. (2015). Obtenido de static.weg.net: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h3d/hb4/WEG-reles-electronicos-50034664-catalogo-espanol.pdf>
- Weg. (2015). *disai.net*. Obtenido de https://www.disai.net/wp-content/uploads/catalogos_pdf/CAT_WEG-cfw10.pdf
- Weg. (2018). Obtenido de static.weg.net: <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/h4c/h6b/WEG-CWB-CWBN-contactors-catalog-en.pdf>
- Wolf, S., & Smith, R. (2008). *Guia para mediones Electronicas y Practicasde Laboratorio* (2 ed.). Prentice Hall. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/258096275/Guia-Para-Mediciones-Electronicas-y-Practicas-de-Laboratorio>
- Xurui. (2020). Obtenido de electricasbogota.com: <https://electricasbogota.com/es/finales-de-carrera-serie-xz-8>

9. APÉNDICES

Apéndice A. Programas utilizados

Figura A1

Cade Simu



Nota. Elaborado por el autor

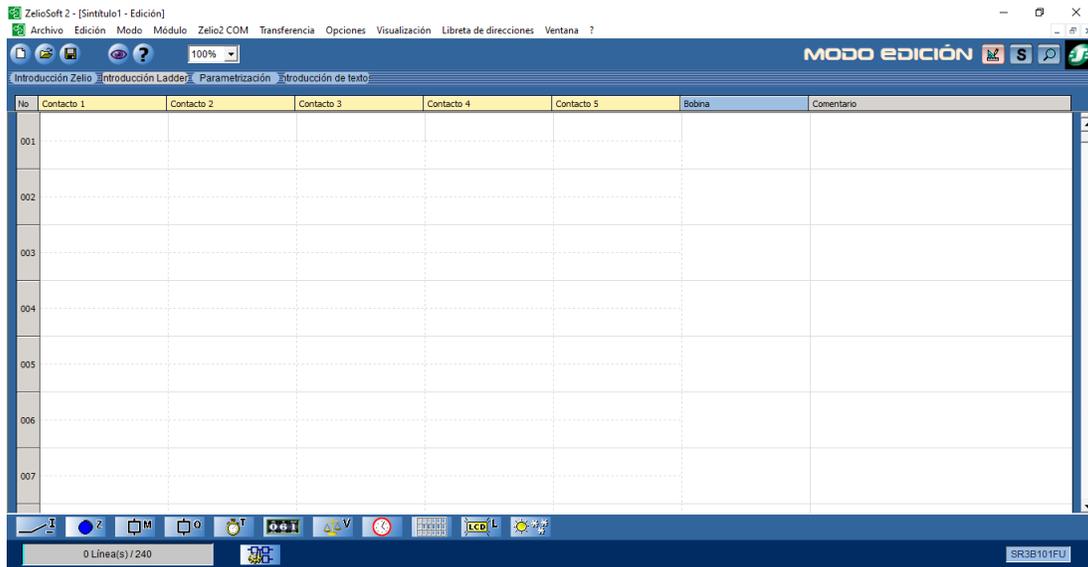
F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Figura A2

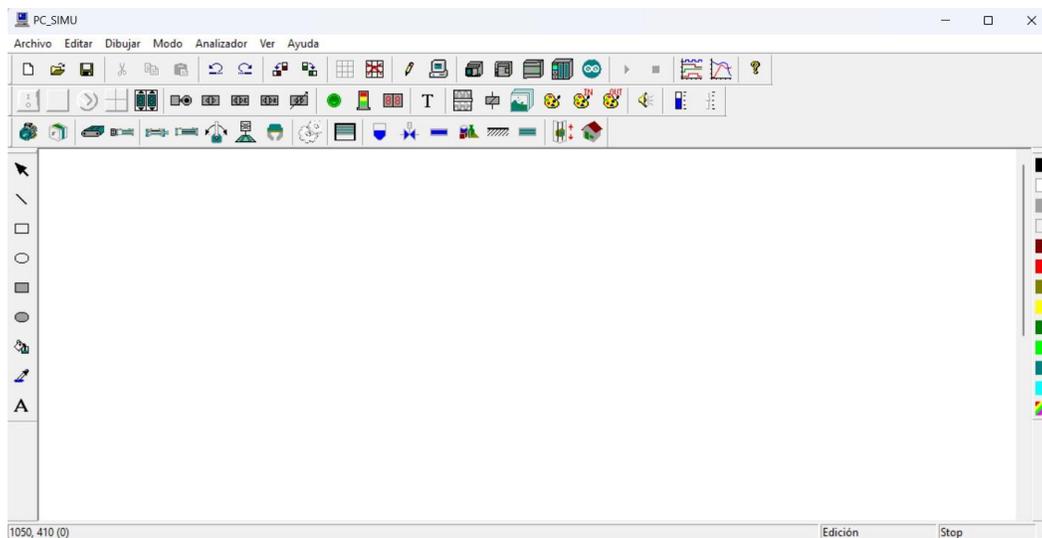
Zelio Soft2



Nota. Elaborado por el autor

Figura A3

Pc Simu



Nota. Elaborado por el autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

10. ANEXOS

Anexo A. Manual de Prácticas Laboratorio de Accionamientos Eléctricos.



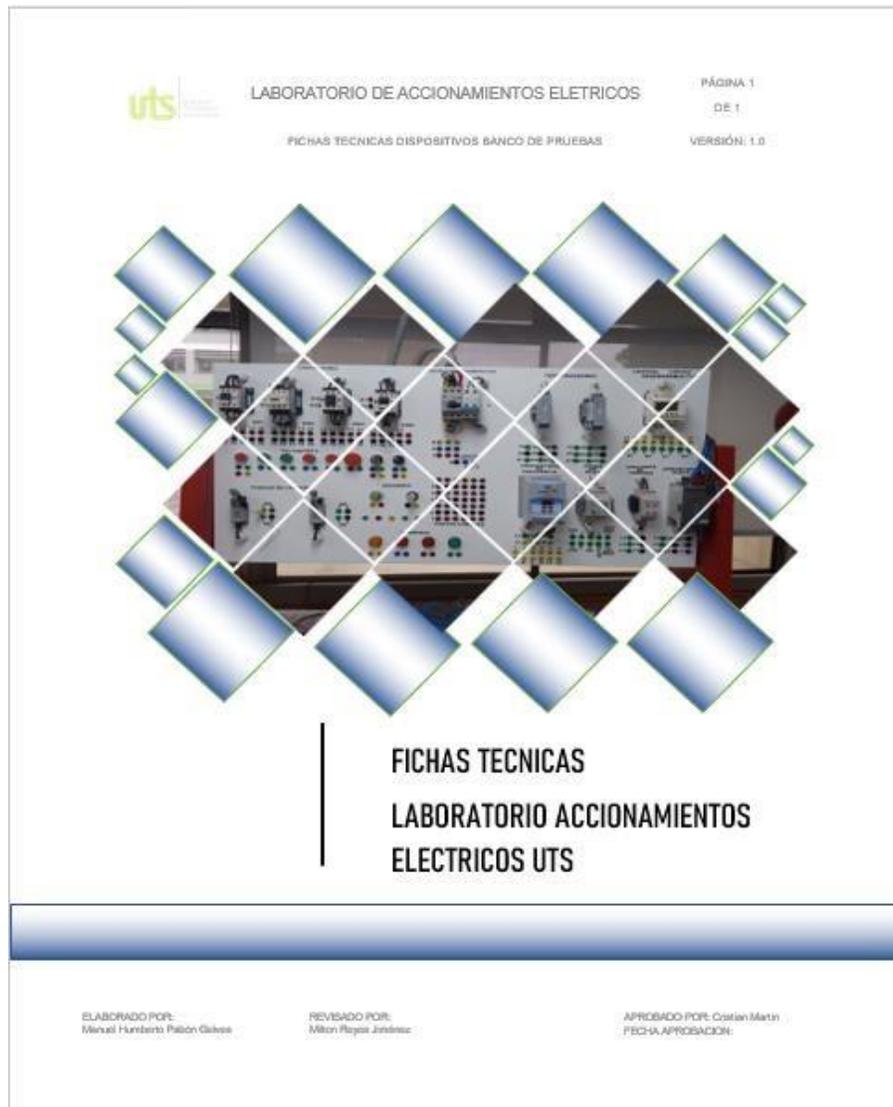
Nota. Elaborado por el autor

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Anexo B. Fichas Técnicas Dispositivos Banco de Pruebas Laboratorio de Accionamientos Eléctricos.



Nota. Elaborado por el autor

ELABORADO POR:
Docencia

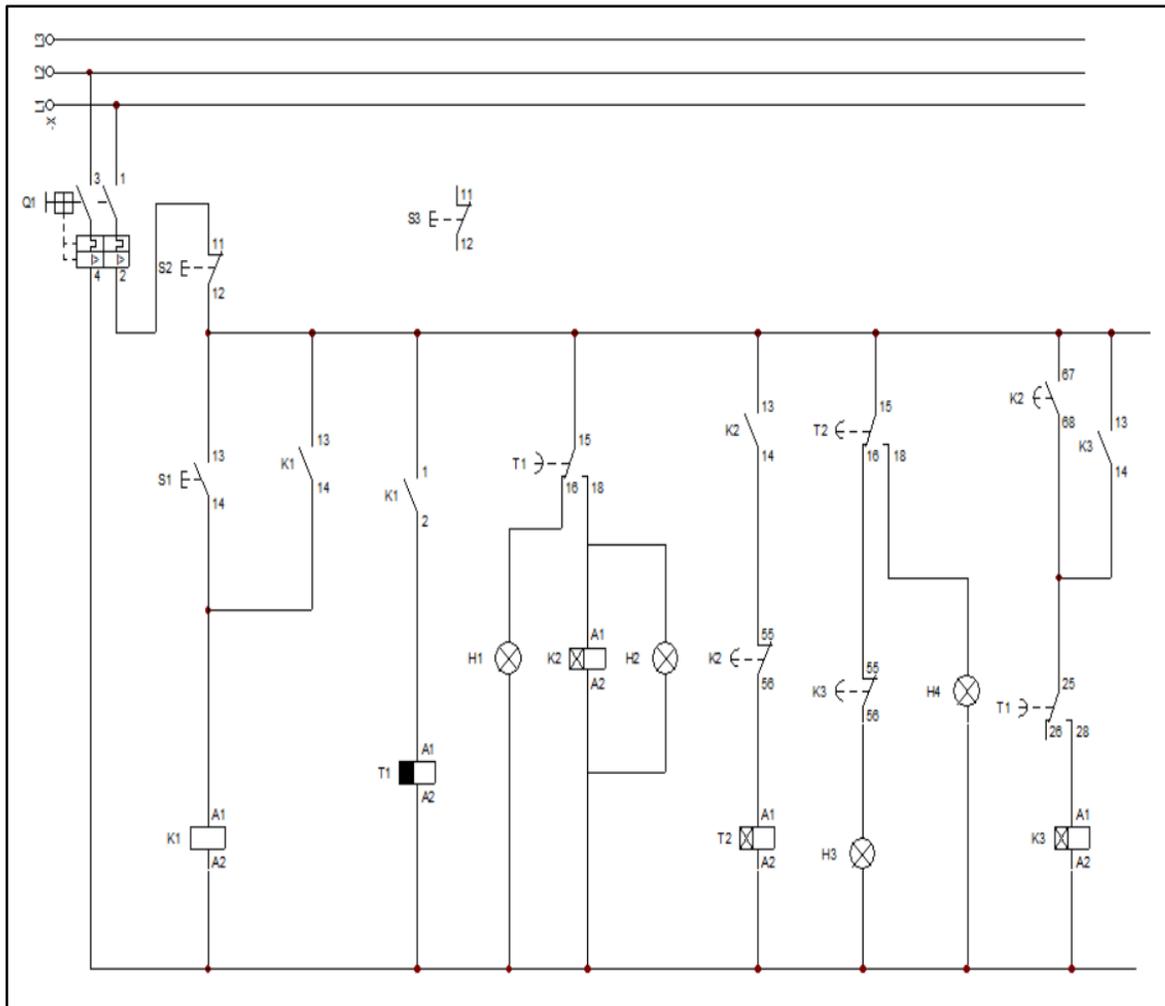
REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder proceso Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Anexo C. Resolución Ejercicios de Diseño Temporizadores Neumáticos y Electrónicos

Figura C1

Ejercicio 1 Control

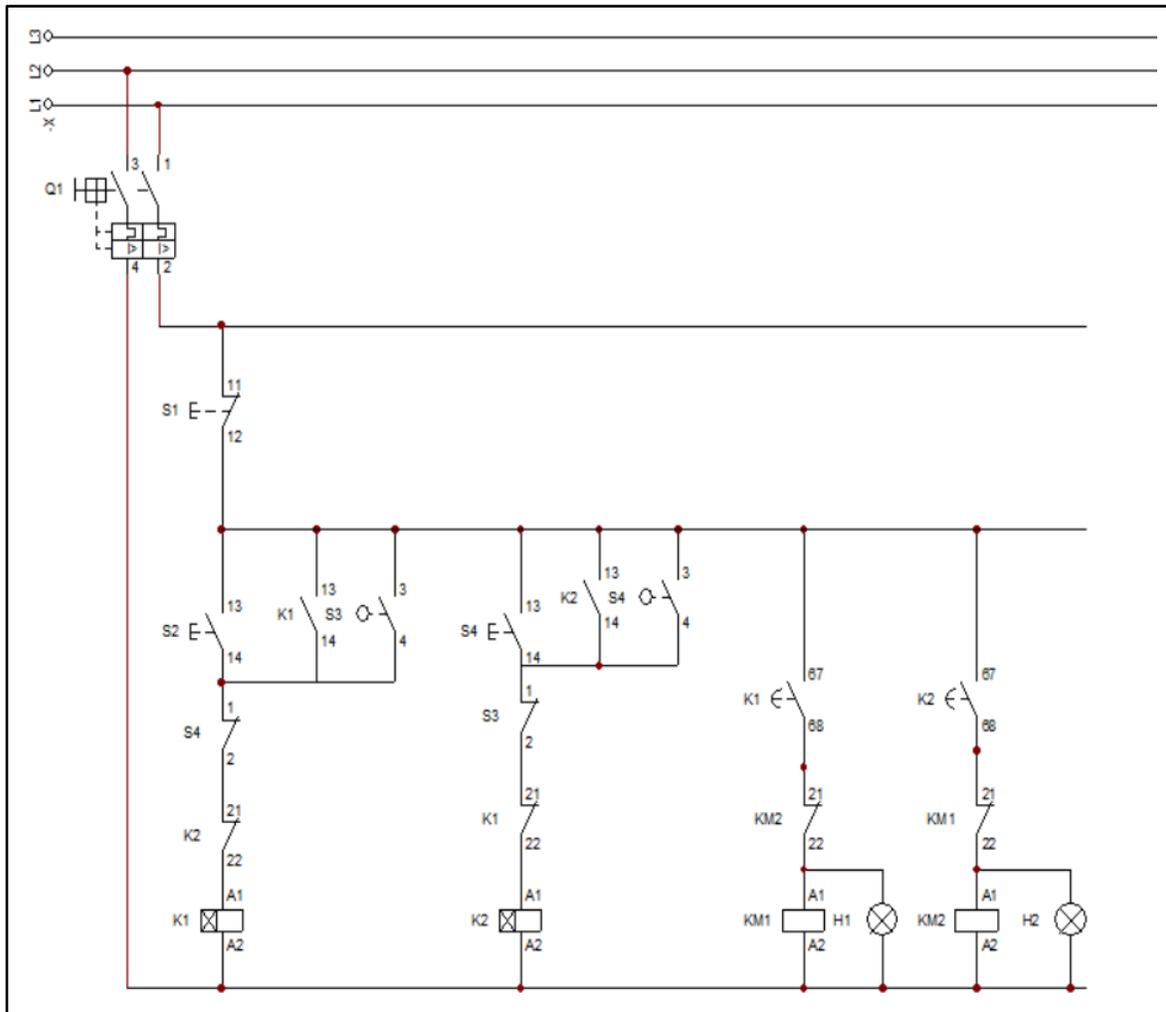


Nota. Elaborado por el autor

Anexo D. Resolución Ejercicios de Diseño Inversión de Giro

Figura D1

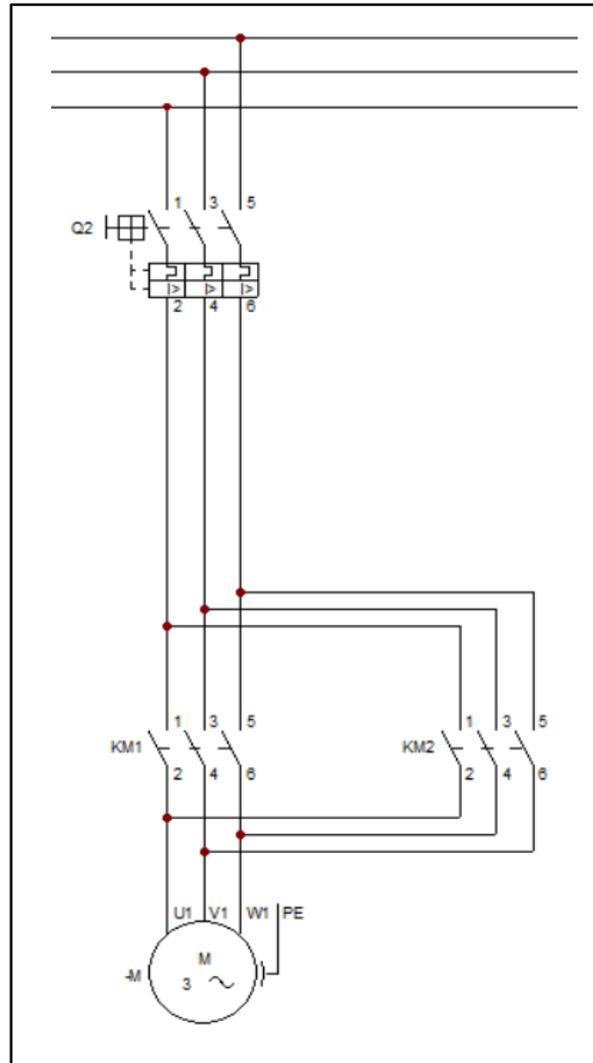
Ejercicio 1 Inversión de Giro Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura D2

Ejercicio 1 Inversión de Giro Potencia

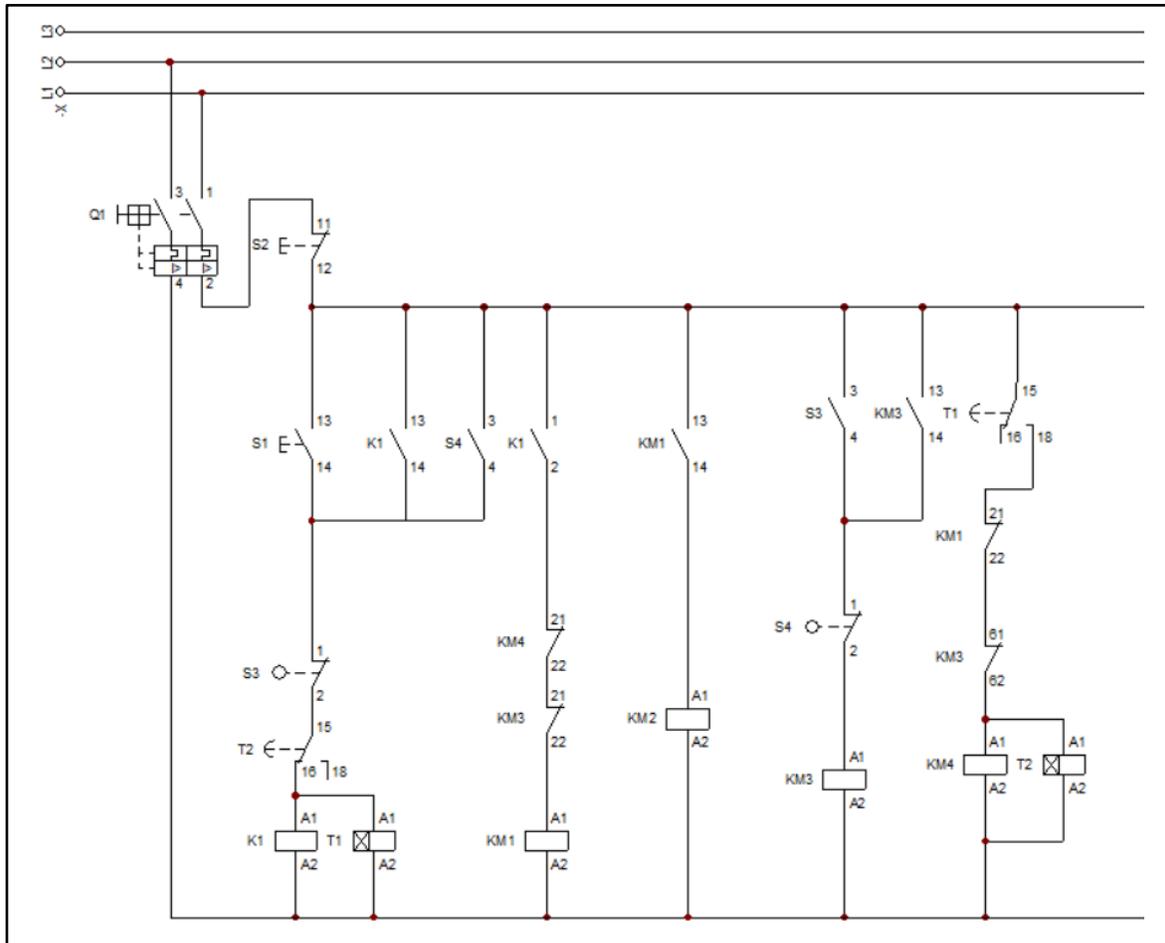


Nota. Elaborado por el autor

Anexo E. Resolución Ejercicios de Diseño Final de Carrera

Figura E1

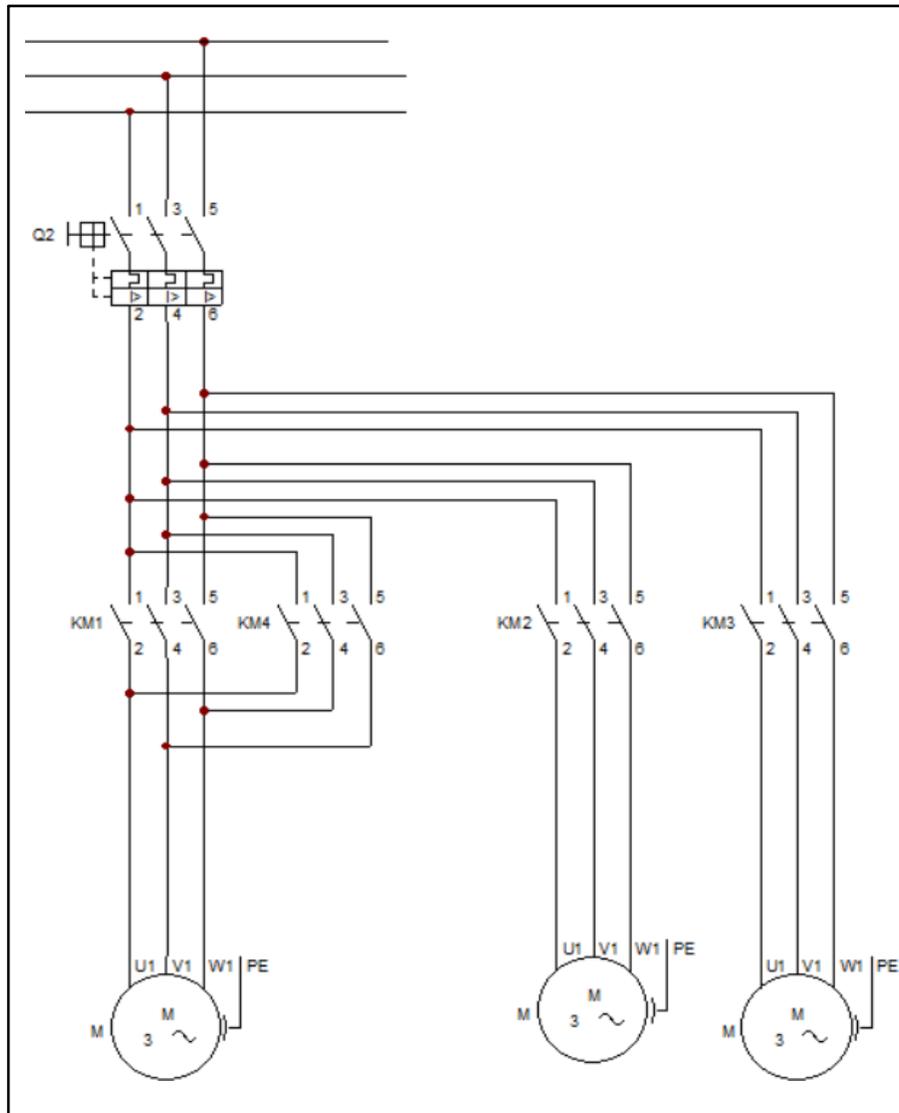
Ejercicio 1 Final de Carrera Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura E2

Ejercicio 1 Final de Carrera Potencia

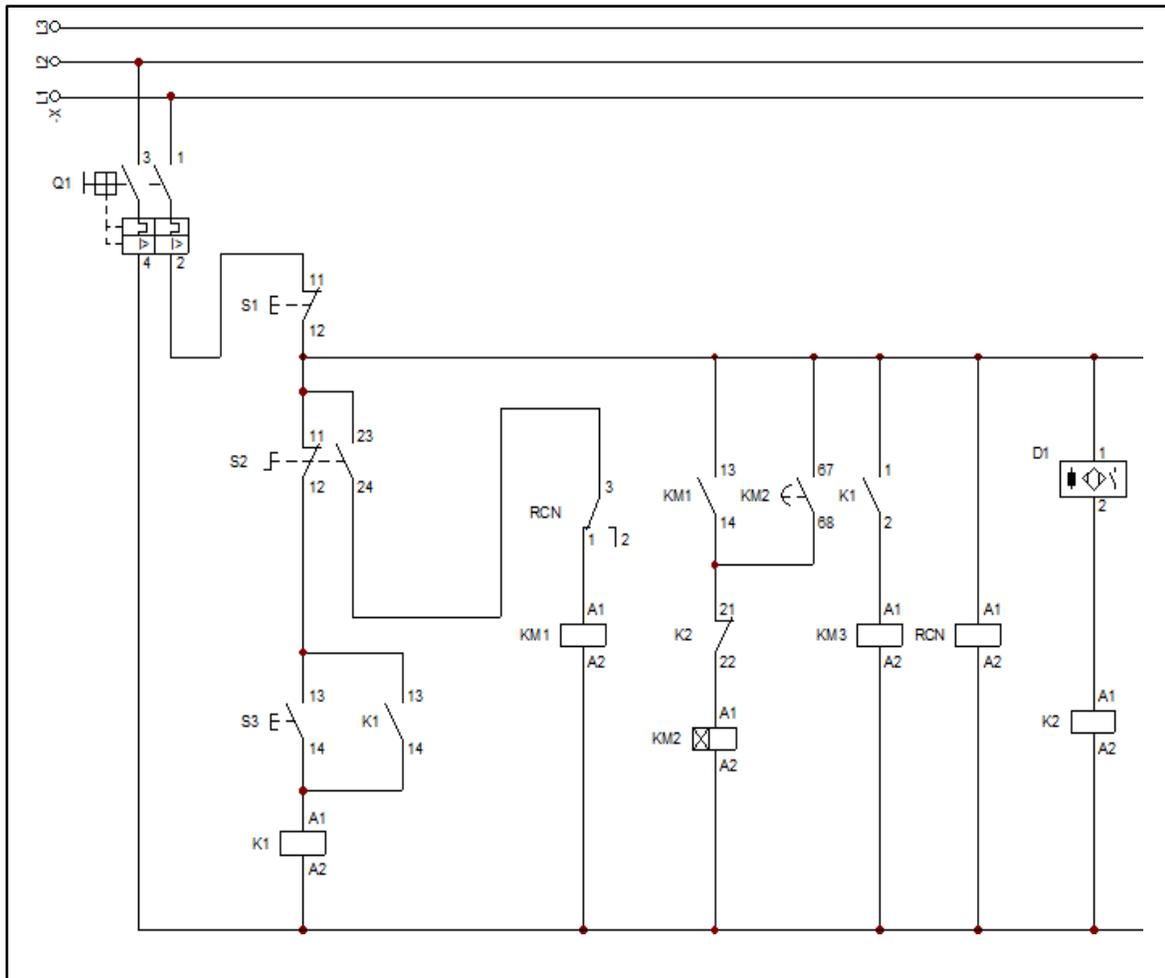


Nota. Elaborado por el autor

Anexo F. Resolución Ejercicios de Diseño Electrosonda

Figura F1

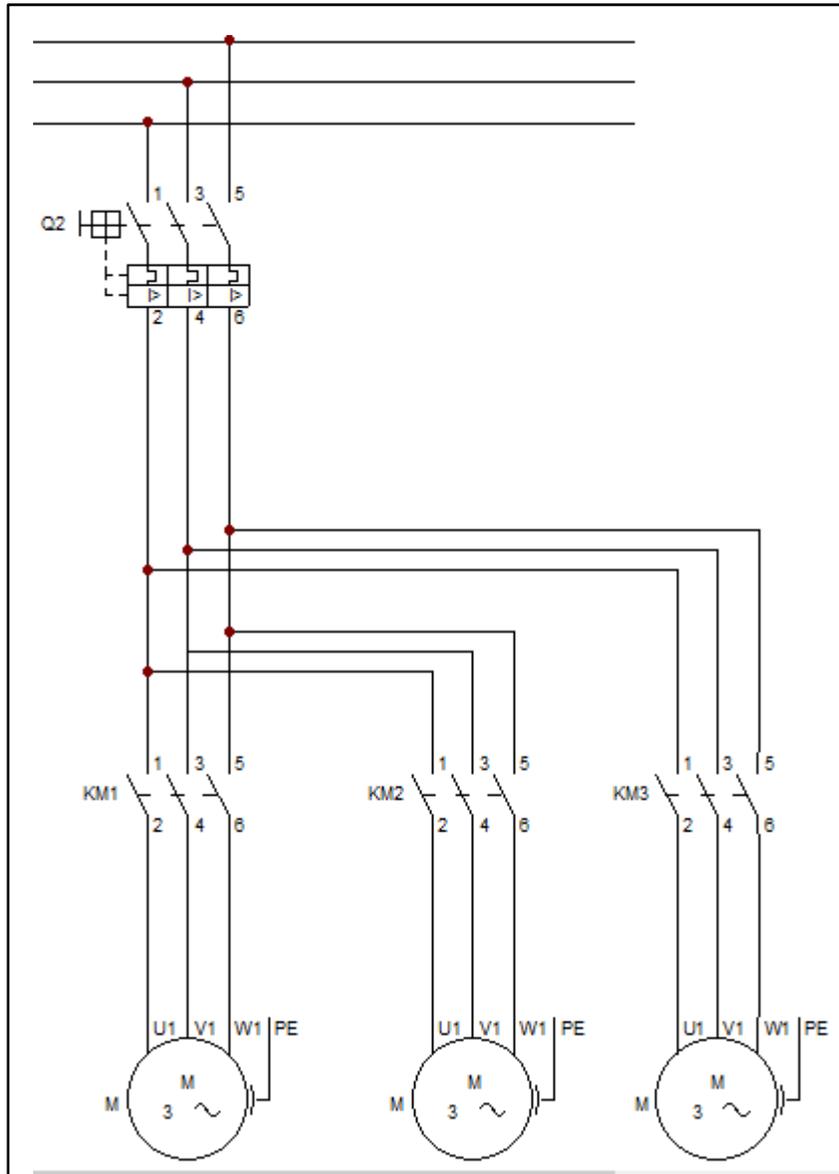
Ejercicio 1 Electrosonda Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura F2

Ejercicio 1 Electrosonda Potencia

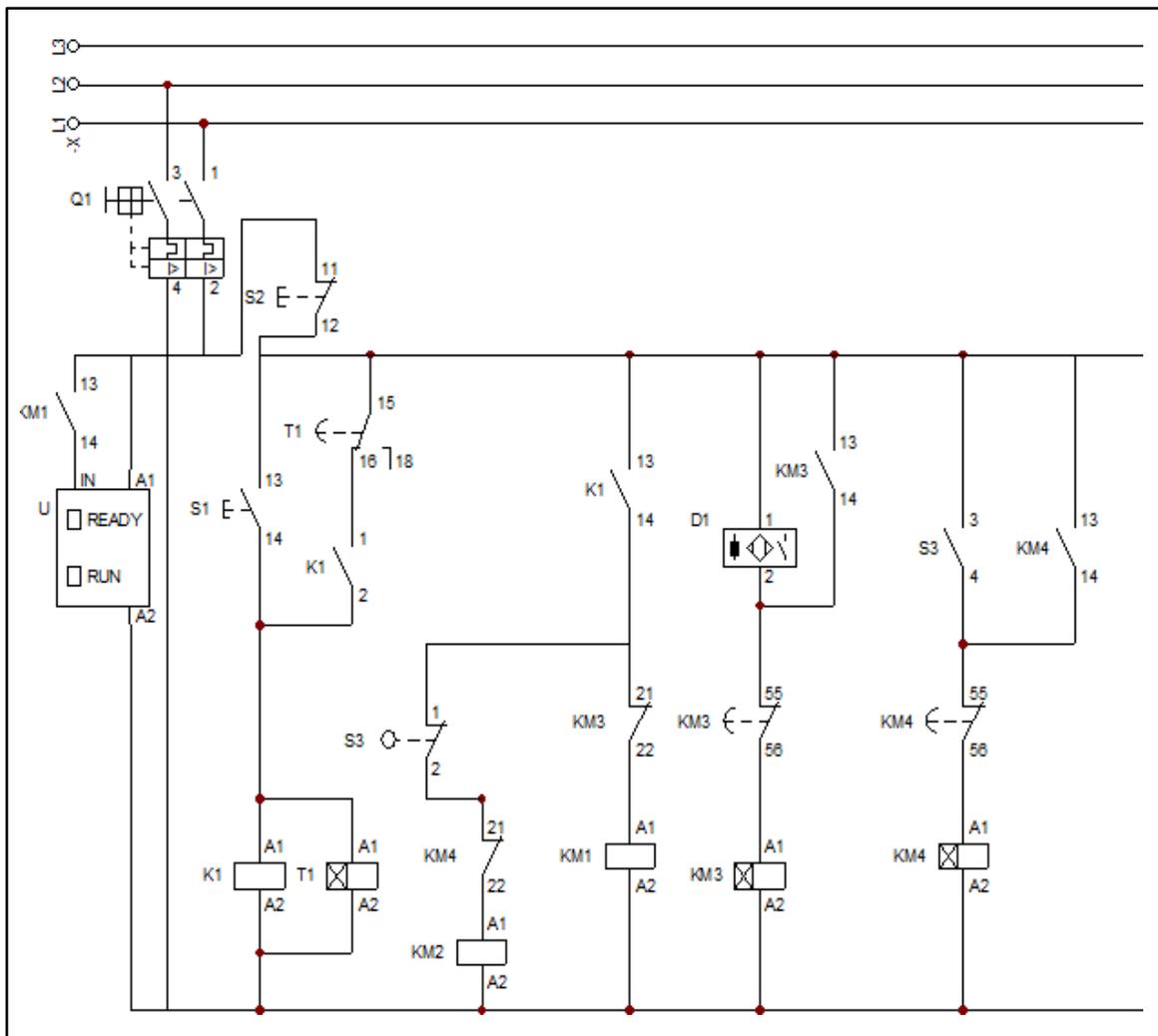


Nota. Elaborado por el autor

Anexo G. Resolución Ejercicios de Diseño PLC

Figura G1

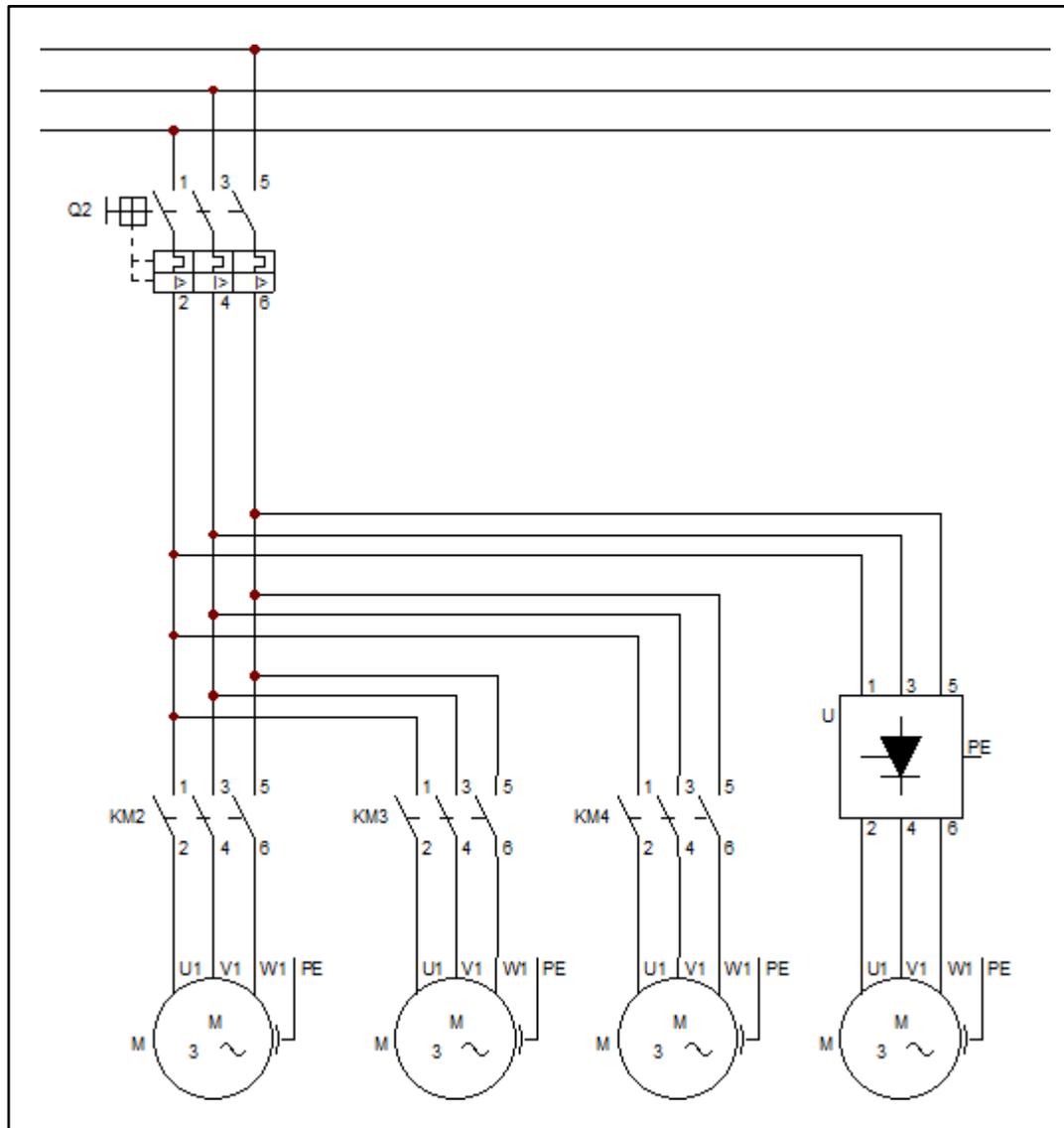
Ejercicio 1 PLC Control



Nota. Elaborado por el autor

Figura G2

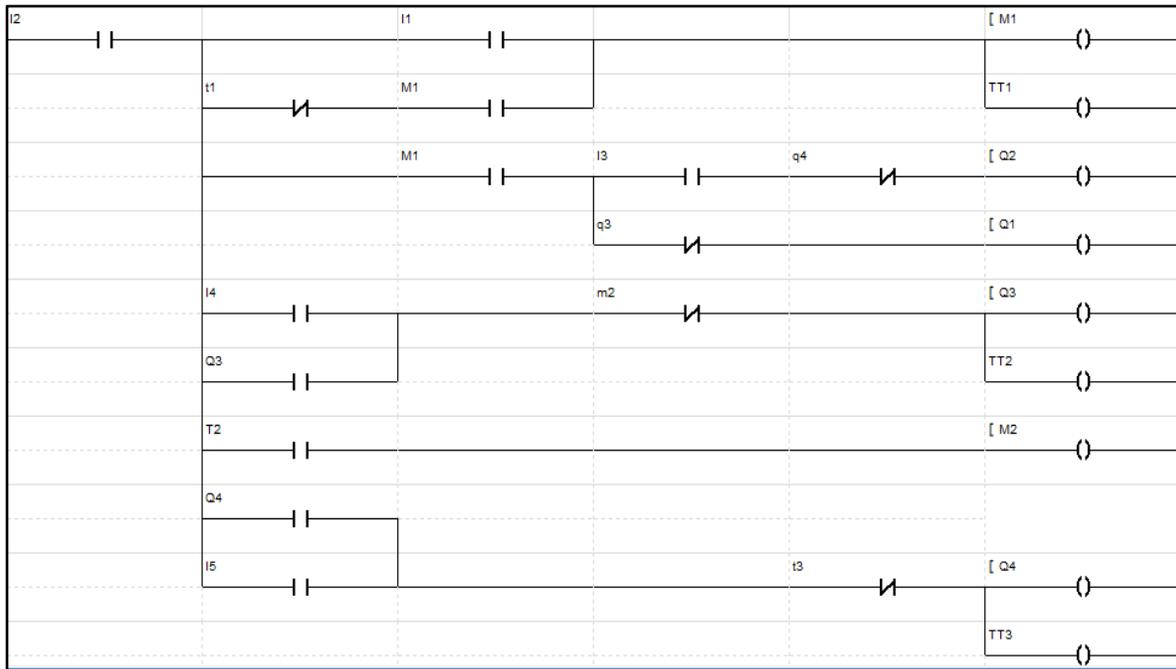
Ejercicio 1 PLC Potencia



Nota. Elaborado por el autor

Figura G3

Ejercicio 1 PLC Diagrama Ladder



Nota. Elaborado por el autor