

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

TÍTULO DEL PROYECTO

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN
EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE DESPERDICIOS
PLÁSTICOS PARA LA OBTENCIÓN DE POLIETILENO.”**

**PROYECTO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO MECATRÓNICO**

REALIZADO POR:

**GABRIEL ENRIQUE VALLEJO RODRÍGUEZ.
JOSÉ JULIÁN ZUMÁRRAGA POSSO.**

DIRECTOR: ING. LUIS ECHEVERRÍA.

CODIRECTOR: ING. JOSÉ PÉREZ R.

SANGOLQUÍ - ECUADOR

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Los suscritos, Ing. Luis Echeverría e Ing. José Pérez, Director y Codirector respectivamente, certificamos que el Proyecto de Investigación titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE DESPERDICIOS PLÁSTICOS PARA LA OBTENCIÓN DE POLIETILENO"**, fue realizado en su totalidad por Gabriel Enrique Vallejo Rodríguez y José Julián Zumárraga Posso, previo a la obtención del título de INGENIERO EN MECATRÓNICA.

Ing. Luis Echeverría.

DIRECTOR

Ing. José Pérez.

CODIRECTOR

Sangolquí, 2013-01-22

LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN
EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE DESPERDICIOS
PLÁSTICOS PARA LA OBTENCIÓN DE POLIETILENO.”**

ELABORADO POR:

Gabriel Enrique
Vallejo Rodríguez

José Julián
Zumárraga Posso

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA.

Director de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica.

Ing. Hernán Lara P.

Sangolquí, 2013-01-21

CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

AUTORIZACIÓN

Nosotros: Gabriel Enrique Vallejo Rodríguez y José Julián Zumárraga Posso

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la institución del proyecto de grado titulado: **‘DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN EL PROCESO DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE DE DESPERDICIOS PLÁSTICOS PARA LA OBTENCIÓN DE POLIETILENO.’**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Gabriel Enrique
Vallejo Rodríguez

José Julián
Zumárraga Posso

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto primero a Dios por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mi padre que está en el cielo, a mi madre y hermanos quienes con su amor, apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre a lo largo de mi vida estudiantil, a ellos que siempre tuvieron una palabra de aliento en los momentos difíciles y que han sido incentivos en mi vida. A mis tíos, tías primos y primas que siempre han estado apoyándome. A Silvi por su amor, respeto, apoyo y comprensión.

Gabriel Enrique Vallejo Rodríguez

DEDICATORIA

A Dios quien es el guía y protector de mi camino.

A mis queridos padres Simón y Consuelo quienes me han enseñado, educado y apoyado y que han sido un ejemplo de lucha en la vida para alcanzar las metas.

A mis hermanos Diego, Sara y Daniela y mi entera familia que siempre han estado ahí para apoyarme en momentos que los necesité.

A Estéfany por su amor, respeto y ánimo para siempre seguir adelante.

A mis amigos más allegados que han sido un ejemplo de superación.

José Julián Zumárraga Posso

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por su infinita bondad, y por haber estado conmigo en los momentos que más lo necesitaba, por darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría, por haberme permitido culminar un peldaño más de mis metas, y porque tengo la certeza y el gozo de que siempre va a estar conmigo.

A mi Madre, por haber estado conmigo apoyándome en los buenos momentos y especialmente en los más difíciles, convirtiéndose en padre, amiga, doctora, mecánica, eléctrica, etc., todo con tal de ayudarme y poder ser un hombre de bien. A mis hermanos Lore, Pato, Carlos y Anddy, quienes han sido mis amigos fieles y sinceros, en los que he podido confiar y apoyarme para seguir adelante.

A mis profesores Ing. Luis Echeverría e Ing. José Pérez quienes con sus conocimientos y apoyo nos han sabido guiar en el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación, al Ing. Hernán Lara por su interés y dedicación para que nosotros y todos sus estudiantes nos convirtamos en excelentes profesionales y a todos mis profesores porque de cada uno he tratado de recoger lo bueno y lo malo para ser una mejor persona y un excelente profesional.

De todo corazón a Silvi, a quien amo mucho, que con su apoyo y entrega ha sido una persona incondicional en mi vida, ha sido mi soporte, mi consejera, mi todo para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles, sobre todo por su innegable dedicación, amor y paciencia.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.

Gabriel Enrique Vallejo Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Mi eterno agradecimiento:

A Dios quien es el guía y protector de mi camino y ha sido el gestor de todos mis triunfos y mis alegrías.

A mi padres Simón y Consuelo quienes han sido mi ejemplo y son la pauta que marca mi camino.

A mi hermano Diego por el ánimo y las ganas de seguir que siempre me da, a mi hermana Sary por su consejos cuando los necesito, a mi hermana Daniela quien ha sido mi compañera durante toda mi vida, por ser los mejores hermanos.

A Estéfany por su cariño, apoyo, comprensión y ánimo durante esta etapa tan importante en mi vida.

A mis profesores Ing. Luis Echeverría e Ing. José Pérez que nos han guiado para el desarrollo del presente proyecto, brindándonos su amistad y conocimientos y guía, a la empresa PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR S.A. por confiar en este equipo de trabajo para el desarrollo del sistema.

José Julián Zumárraga Posso

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN DE LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO.....	i
LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
INDICE DE CONTENIDOS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	xv
INDICE DE TABLAS.....	xxviii
INDICE DE CUADROS.....	xxix
INDICE DE ANEXOS.....	xxx
RESUMEN.....	xxxiii
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.	1
1.3 ALCANCE.	2
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	5
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	6
2.1 POLIETILENO.....	6
2.1.1. Tipos de Polietileno que se obtienen en la empresa.	6
2.1.2. Forma de procesamiento.	8
2.1.3. Propiedades del polietileno.....	8
2.1.4. Usos y aplicaciones del Polietileno en PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	9
2.1.5. Impacto Ambiental del Polietileno.....	9

2.2	RECICLAJE DE PLÁSTICOS.	10
2.2.1	Reciclaje del polietileno de baja densidad.	10
2.2.2	Recuperación de Plásticos.	10
2.2.3	Reutilización del Plástico.	11
2.2.4	Reciclado Conjunto.	11
2.2.5	Planta de Recuperación PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	11
2.3	EQUIPO PARA RECICLAJE DE PLÁSTICOS.	12
2.3.1	Banda Transportadora.	12
2.3.2	Molino Granulador.	12
2.3.3	Cóclea 1 (Sistema de transporte del plástico).	13
2.3.4	Sistema de Lavado 1, Barco 1.	14
2.3.5	Cóclea 2 (sistema de transporte de plástico).	14
2.3.6	Centrifugadora 1.	15
2.3.7	Sistema de Lavado 2, Barco 2.	15
2.3.8	Cóclea 3 (sistema de transporte de plástico).	16
2.3.9	Centrifugadora 2.	16
2.4	SENSORES.	17
2.4.2	Control de nivel (altronic) por electrodos.	18
2.4.3	Elementos Auxiliares de Control.	24
2.4.3.1	Interruptores de Seguridad con actuador separado / AZ 15.	25
2.4.3.2	Pulsadores.	27
2.4.3.3	Paros de Emergencia.	27
2.4.3.3.1	Tipo “Z” (Armario de control, Banda Transportadora, Molino y Barco 2).	27
2.4.3.3.2	Paro de Emergencia de Cuerda (Barco 1).	29
2.5	ACTUADORES.	30
2.5.1	Actuadores Eléctricos.	31

2.5.2 Contactor.	31
2.5.3 Relé.	39
2.5.4 Relés temporizadores ó temporizadores.	42
2.5.4.1 Los temporizadores según su forma de accionamiento pueden ser:.....	42
2.5.4.1.1 Temporizador ON DELAY o con retardo a la conexión.....	43
2.5.4.1.2 Temporizador OFF DELAY o con retardo a la desconexión.	43
2.5.4.4 Dispositivos de señalización.	45
2.5.5 Guardamotor.....	46
2.5.6 Relé Térmico.	49
2.5.6.1 Funcionamiento.	49
2.6 PLC	50
2.6.1 Generalidades de los PLC.	50
2.6.2. PLC OMRON CPM2A.....	50
2.6.3 Algunas ventajas brindadas por el PLC OMRON CPM2A.....	57
2.6.4 Inconvenientes.....	58
2.7 SOFTWARE CX-PROGRAMMER	59
2.7.1 CX-PROGAMMER.....	59
2.7.2 Características de CX-PROGAMMER:	59
2.7.3 Lenguaje de programación ladder (escalera).	60
2.7.5 Tipos de dispositivos disponibles para CX Programmer.....	61
2.7.6 Según el manual de programación del software CX-Programmer de Omron Sysmac los tipos de variables del software.	62
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL PROCESO	63
3.1 MAQUINARIA	63
3.1.1 Ubicación de componentes en las máquinas que conforman la etapa inicial del proceso.....	63
3.1.1.1 Banda Transportadora.....	64

3.1.1.2 Molino.....	64
3.1.1.3 Bomba Hidráulica del Molino.....	65
3.1.1.4 Cóclea Interna del Molino.....	65
3.1.1.5 Cóclea 1.....	66
3.1.1.6 Barco 1.....	66
3.1.1.7 Cóclea 2.....	67
3.1.1.8 Centrifugadora 1.....	67
3.1.1.9 Barco 2.....	68
3.1.1.10 Cóclea 3.....	69
3.1.1.11 Centrifugadora 2.....	69
3.2 LEVANTAMIENTO TÉCNICO.....	70
3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO.....	72
3.3.1 Ahorro de electricidad.....	72
3.3.2 Tratamiento y Transporte de Plástico.....	73
3.3.3 Producción.....	73
3.4 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DEL PROCESO.....	73
CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN.....	77
4.1 DISEÑO MECÁNICO DE ACCESORIOS.....	77
4.1.1 Partes que conforman el armario de eléctrico.....	77
4.1.2 Determinación del material y su espesor.....	78
4.1.2.1 Aplicaciones acero inoxidable AISI 304.....	79
4.1.2.2 Cálculo térmico del armario eléctrico.....	80
4.1.2.3 Cálculo del espesor del envolvente del armario.....	82
4.1.3 Envolvente.....	83
4.1.4 Puertas de acceso.....	84
4.1.5 Base.....	84
4.1.6 Bancada.....	85

4.1.7 Tapa.....	85
4.2 DISEÑO ELÉCTRICO	86
4.2.1 Alimentaciones del Sistema	86
4.2.1.1 Determinación de la Fuente de Alimentación Externa del PLC.	87
4.2.1.1.1 Cálculos.....	87
4.2.1.1.1.1 Corriente necesaria para el funcionamiento de los Relés Finder.	87
4.2.1.1.1.2 Corriente necesaria para el funcionamiento de las Luces Piloto de los pulsadores (Ver ANEXO 4).	88
4.2.1.1.1.3 Corriente necesaria para el funcionamiento de las Luces Piloto tipo LED del gráfico en el Armario de Control (Ver ANEXO 4).	88
4.2.2 Protección de Motores Trifásicos.....	89
4.2.2.1 Protección del sistema de los motores trifásicos de 480 VAC.	93
4.2.2.1.1 Cálculos.....	94
4.2.2.2 Protección del sistema de los motores trifásicos de 220 VAC.	94
4.2.2.2.1 Cálculos.....	95
4.2.2.3 Cálculo de la corriente que circula por cada cable conductor en el sistema de control del armario.	95
4.2.2.3.1 Determinación de los cables de conexión de todo el sistema de control obtenido con el cálculo de la corriente en cada cable conductor, basados en la Norma Estandarizada AWG (American Wire Gauge).....	97
4.2.3 Especificaciones Técnicas de los elementos eléctricos y electrónicos del sistema de automatización implementado.	99
4.2.3 Sistema de Alarma por sobrecargas en los motores.	109
4.2.4 Arranque y Control del Motor del Molino, Configuración Estrella-Delta.	110
4.2.5 Control de Corriente CET LAM 73 del motor Molino.....	112
4.2.6 Conexión de los Controladores de Nivel.....	114

4.3 DISEÑO ELECTRÓNICO	115
4.3.1 Elementos de entrada al PLC.....	115
4.3.2. Elementos de Salida del PLC.....	122
4.3.3 Circuito de Diodos para encendido del Sistema de Alarma por sobrecarga en una o varias máquinas que intervienen en el proceso.	129
4.4 PROGRAMACIÓN PLC	134
4.4.1 Descripción del proceso y de los elementos a implementar.....	134
4.4.1.1 Recepción del plástico y activación de las máquinas.....	134
4.4.1.2 Triturado.....	135
4.4.1.3 Lavado.....	137
4.4.2 Diagrama de Flujo del Proceso de Reciclaje y Tratamiento de Plástico	139
4.4.3 Explicación del Programa.....	139
4.4.3.1 Activación de las Salidas del PLC OMRON.....	143
4.4.3.2 Secuencia de Activación del Proceso de forma Automática.....	154
4.4.3.3 Activación de las Máquinas en Mando Mantenimiento.....	164
4.4.3.4 Activación del Mando Manual del Proceso.....	171
4.4.3.5 Condiciones de desactivación del Mando Automático.....	176
4.4.3.6 Condiciones de desactivación del Mando Manual.....	190
4.4.3.7 Parpadeo de las Luces Piloto.....	203
4.4.3.8 Desactivación Mando Automático.....	232
CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA A PUNTO	243
5.1 CONSTRUCCIÓN.....	243
5.1.1 Colocación de Canaletas.....	244
5.1.2 Colocación de Barras DIN tipo C y tipo G.....	244
5.1.3 Ubicación de Elementos.....	245
5.1.4 Colocación de los dispositivos eléctricos en las puertas del armario.....	246

5.1.5 Cableado.....	249
5.2 PRUEBAS.....	250
5.2.1 Funcionamiento PLC.....	250
5.2.2 Funcionamiento de Relés.....	250
5.2.3 Funcionamiento de Contactores.....	252
5.2.4 Funcionamiento de Relés Térmicos.....	253
5.2.5 Seguimiento de Continuidad de Conexiones.....	253
5.2.6 Funcionamiento del Proceso mediante la activación de las Luces Piloto del Gráfico del armario de control.....	254
5.2.7 Funcionamiento de todo el sistema.....	256
5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	257
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO.....	258
6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	258
6.1.1 Análisis beneficio/costo.....	267
6.1.2 Ahorro en depreciación y repuestos.....	274
6.1.2.1 Depreciación de maquinaria.....	274
6.1.2.2 Ahorro en repuestos.....	275
6.2 ANÁLISIS FINANCIERO.....	277
CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	280
7.1 CONCLUSIONES.....	280
7.2 RECOMENDACIONES.....	283
BIBLIOGRAFÍA.....	285
PLANOS.....	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1: Estructura del polietileno de baja densidad (LDPE).....	6
Figura 2. 2: Simbología de identificación.....	7
Figura 2. 3: Estructura de polietileno de alta densidad (HDPE).	7
Figura 2. 4: Simbología de identificación.....	7
Figura 2. 5: Controlador de Nivel ALTRONIC.....	18
Figura 2. 6: REL / REP01 -Control del depósito inferior - Nivel 1.....	19
Figura 2. 7: REL / REP03 -Control de depósito superior -Nivel 1.....	20
Figura 2. 8: REL/REP01-Control del depósito inferior-dos niveles.	20
Figura 2. 9: REL/ REP03 -Control de depósito superior-dos niveles.....	21
Figura 2. 10: Electrodo de Nivel EPA.....	21
Figura 2. 11: Datos Técnicos.....	23
Figura 2. 12: Esquema de Conexión.	23
Figura 2. 13: Ejemplo de Utilización.	24
Figura 2. 14: Interruptor de Seguridad Schmersal AZ 15 zvk – M16.....	25
Figura 2. 15: a) Estructura del Interruptor de Seguridad, b) Forma de ubicación en la Puerta y Tolva del Molino.	26
Figura 2. 16: Pulsadores.	27
Figura 2. 17: Paro de Emergencia.....	28
Figura 2. 18: Dispositivo, Pizzato Elettrica FD, utilización de los contactos abiertos y/o cerrados.....	29
Figura 2. 19: Modo de Conexión.	30
Figura 2. 20: Accesorios de Conexión.....	30
Figura 2. 21: Contactor SIEMENS SIRIUS.....	32
Figura 2. 22: Ley de la mano derecha.....	33
Figura 2. 23: Contactos de un Contactor.....	35
Figura 2. 24: Contactos Principales.....	35
Figura 2. 25: Contactos Auxiliares.....	36
Figura 2. 26: Relé Finder 24 VDC.	39
Figura 2. 27: Temporizador ON DELAY.....	43
Figura 2. 28: Temporizador OFF DELAY.....	43
Figura 2. 29: Luces Piloto de señalización.	45

Figura 2. 30: Señalización Acústica, Sirena	45
Figura 2. 31: Guardamotor SIEMENS SIRIUS de 80 – 100 A.....	47
Figura 2. 32: Estructura interna del guardamotor.....	47
Figura 2. 33: Curva de disparo.....	48
Figura 2. 34: Tiempo de Disparo de un guardamotor.....	48
Figura 2. 35: PLC OMRON CPM2A, entradas: 36, salidas: 24	50
Figura 2. 36: PLC OMRON de 60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas, Modelo CPM2A – 60 CDR – A), además un módulo de expansión de 20 puntos de E/S (12 entradas y 8 salidas, Modelo CPM1A – 20EDT) y un módulo más de expansión de 8 salidas (Modelo CPM1A – 8ET).....	53
Figura 2. 37: Módulo de salidas a relé	54
Figura 2. 38: Conexión típica de un módulo de salidas a relés	54
Figura 2. 39: Salida a transistor.....	56
Figura 2. 40: Conexión típica de un módulo de salidas a transistores	56
Figura 2. 41: Interfaz CX Programmer.	61
Figura 3. 1: Ubicación de los componentes en las máquinas	63
Figura 3. 2: Banda Transportadora.	64
Figura 3. 3: Molino.....	64
Figura 3. 4: Bomba hidráulica del Molino.	65
Figura 3. 5: Cóclea Interna del Molino.....	65
Figura 3. 6: Cóclea 1	66
Figura 3. 7: Parte Superior del Barco 1	66
Figura 3. 8: Parte Inferior del Barco 1.	67
Figura 3. 9: Cóclea 2	67
Figura 3. 10: Centrifugadora 1.....	68
Figura 3. 11: Barco 2, vista frontal.....	68
Figura 3. 12: Barco 2, vista superior.....	68
Figura 3. 13: Cóclea 3	69
Figura 3. 14: Centrifugadora 2.....	69
Figura 3. 15: Layout de la planta de obtención de polietileno	70
Figura 4. 1: Espesor del armario de control	85
Figura 4. 2: Motor Trifásico.....	89

Figura 4. 3: Red Eléctrica	89
Figura 4. 4: Motor Trifásico alimentado a la Red Eléctrica.....	90
Figura 4. 5: Motor Trifásico controlado desde el PLC OMRON por medio de un contactor.....	90
Figura 4. 6: Motor Trifásico controlado desde el PLC OMRON por medio de un Relé a un contactor.....	91
Figura 4. 7: Símbolo del Guardamotor	92
Figura 4. 8: Sistema de protección de motores trifásicos: guardamotor, contactor, relé térmico.....	92
Figura 4. 9: Conexión de los contactos Normalmente Abiertos de los Relés Térmicos a las Luces Piloto	109
Figura 4. 10: Conexión Estrella – Delta del Molino.....	110
Figura 4. 11: Control del Arranque Estrella-Delta del Motor del Molino.....	112
Figura 4. 12: Conexión del control de corriente CET LAM 73 del molino	113
Figura 4. 13: Conexión de los Controladores de Nivel (SN1 y SN2) ALTRONIC de los Barcos	114
Figura 4. 14: Ejemplo de Conexión de diferentes entradas al PLC OMRON.....	115
Figura 4. 15: Ejemplo de Conexión de dos pulsadores a una misma entrada del PLC.....	116
Figura 4. 16: Ejemplo de conexión de diferentes salidas del PLC OMRON a relés (KA) y a las luces piloto (LP).....	122
Figura 4. 17: Diagrama del circuito de desactivación del sonido de la sirena.....	130
Figura 4. 18: Lógica del circuito conformado por los contactos abiertos de los relés térmicos, luces piloto de activación individual, diodos y relé (KA20) para la activación de la sirena.....	131
Figura 4. 19: Onda de entrada.	132
Figura 4. 20: Circuito Rectificador de Media Onda.....	132
Figura 4. 21: Rectificación de Media Onda.	133
Figura 4. 22: Circuito Rectificador de Media Onda con filtro capacitivo	133
Figura 4. 23: Rectificador de media onda con filtro capacitivo.	133
Figura 4. 24: Esquema del Proceso	140
Figura 4. 25: Energización Mando Manual.....	144

Figura 4. 26: Energización Mando Automático.....	144
Figura 4. 27: Energización Mando Mantenimiento.	144
Figura 4. 28: Activación Motor Banda Transportadora.....	145
Figura 4. 29: Activación Motor Molino	146
Figura 4. 30: Activación Motor Cóclea Interna.....	146
Figura 4. 31: Activación Motor Cóclea 1.....	147
Figura 4. 32: Activación Motor 1 Barco 1	147
Figura 4. 33: Activación Motor 2 Barco 1	148
Figura 4. 34: Activación Motor 3 Barco 1.	148
Figura 4. 35: Activación Motor 4 Barco 1	149
Figura 4. 36: Activación Motor 5 Barco 1.	149
Figura 4. 37: Activación Motor Cóclea 2.....	150
Figura 4. 38: Activación Motor Centrifugadora 1	150
Figura 4. 39: Activación Motor 1 Barco 2	151
Figura 4. 40: Activación Motor 2 Barco 2	151
Figura 4. 41: Activación Motor Cóclea 3.....	152
Figura 4. 42: Activación Motor Centrifugadora 2	152
Figura 4. 43: Activación Motor Bomba Hidráulica.....	153
Figura 4. 44: Activación Luz Piloto Puerta Molino	153
Figura 4. 45: Activación Luz Piloto Tolva Molino.	153
Figura 4. 46: Activación Luz Piloto Accionamiento Manual	153
Figura 4. 47: Activación Luz Piloto Accionamiento Automático.....	153
Figura 4. 48: Activación Luz Piloto Accionamiento Paro de Emergencia del Proceso.	154
Figura 4. 49: Activación Luz Piloto Accionamiento Mantenimiento	154
Figura 4. 50: Activación Temporizador Centrifugadora 2.	154
Figura 4. 51: Activación memoria que activa la Centrifugadora 2 Mando Automático	155
Figura 4. 52: Activación Temporizador Cóclea 3.....	155
Figura 4. 53: Activación memoria que activa la Cóclea 3 Mando Automático	155
Figura 4. 54: Señal del sensor de nivel del Barco 2.	156
Figura 4. 55: Activación Temporizador Barco 2.....	156

Figura 4. 56: Activación memoria que activa el Barco 2 Mando Automático	156
Figura 4. 57: Activación Temporizador Centrifugadora 1	157
Figura 4. 58: Activación memoria que activa la Centrifugadora 1 Mando Automático	157
Figura 4. 59: Activación Temporizador Cóclea 2.....	157
Figura 4. 60: Activación memoria que activa la Cóclea 2 Mando Automático	158
Figura 4. 61: Señal del sensor de nivel del Barco 1.	158
Figura 4. 62: Activación Temporizador Motor 5 Barco 1.	158
Figura 4. 63: Activación memoria que activa el Motor 5 Barco 1 Mando Automático.	159
Figura 4. 64: Activación Temporizador Motor 4 Barco 1.	159
Figura 4. 65: Activación memoria que activa el Motor 4 Barco 1 Mando Automático	159
Figura 4. 66: Activación Temporizador Motor 3 Barco 1.	160
Figura 4. 67: Activación memoria que activa el Motor 3 Barco 1 Mando Automático	160
Figura 4. 68: Activación Temporizador Motor 2 Barco 1.	160
Figura 4. 69: Activación memoria que activa el Motor 2 Barco 1 Mando Automático.	161
Figura 4. 70: Activación Temporizador Motor 1 Barco 1.	161
Figura 4. 71: Activación memoria que activa el Motor 1 Barco 1 Mando Automático.	161
Figura 4. 72: Activación Temporizador Cóclea 1.....	162
Figura 4. 73: Activación memoria que activa la Cóclea 1 Mando Automático	162
Figura 4. 74: Activación Temporizador Molino	162
Figura 4. 75: Activación memoria que activa el Molino Mando Automático	163
Figura 4. 76: Activación Temporizador Cóclea Interna.....	163
Figura 4. 77: Activación memoria que activa la Cóclea Interna Mando Automático	163

Figura 4. 78: Activación Banda Transportadora Fuera de Secuencia	
Mando Automático	164
Figura 4. 79: Activación Luz Piloto del Sensor de Nivel 1.	164
Figura 4. 80: Activación Luz Piloto del Sensor de Nivel 2	164
Figura 4. 81: Activación Banda Transportadora Mando Mantenimiento	165
Figura 4. 82: Activación Molino Mando Mantenimiento	165
Figura 4. 83: Activación Cóclea Interna Mando Mantenimiento.	166
Figura 4. 84: Activación Cóclea 1 Mando Mantenimiento.	166
Figura 4. 85: Activación Motor 1 Barco 1 Mando Mantenimiento.	166
Figura 4. 86: Activación Motor 2 Barco 1 Mando Mantenimiento	167
Figura 4. 87: Activación Motor 3 Barco 1 Mando Mantenimiento	167
Figura 4. 88: Activación Motor 4 Barco 1 Mando Mantenimiento.	167
Figura 4. 89: Activación Motor 5 Barco 1 Mando Mantenimiento.	168
Figura 4. 90: Activación Cóclea 2 Mando Mantenimiento	168
Figura 4. 91: Activación Centrifugadora 1 Mando Mantenimiento	169
Figura 4. 92: Activación Motor 1 Barco 2 Mando Mantenimiento	169
Figura 4. 93: Activación Motor 2 Barco 2 Mando Mantenimiento.	169
Figura 4. 94: Activación Cóclea 3 Mando Mantenimiento.	170
Figura 4. 95: Activación Centrifugadora 2 Mando Mantenimiento	170
Figura 4. 96: Activación Bomba Hidráulica Mando Mantenimiento	170
Figura 4. 97: Activación Centrifugadora 2 Mando Manual.....	171
Figura 4. 98: Activación Cóclea 3 Mando Manual	171
Figura 4. 99: Activación Barco 2 Mando Manual.....	172
Figura 4. 100: Activación Centrifugadora 1 Mando Manual.....	172
Figura 4. 101: Activación Cóclea 2 Mando Manual.	173
Figura 4. 102: Activación Motor 5 Barco 1 Mando Manual.....	173
Figura 4. 103: Activación Motor 4 Barco 1 Mando Manual.....	173
Figura 4. 104: Activación Motor 3 Barco 1 Mando Manual.....	174
Figura 4. 105: Activación Motor 2 Barco 1 Mando Manual.....	174
Figura 4. 106: Activación Motor 1 Barco 1 Mando Manual.....	174
Figura 4. 107: Activación Cóclea 1 Mando Manual.	175
Figura 4. 108: Activación Molino Mando Manual.....	175
Figura 4. 109: Activación Cóclea Interna Mando Manual.....	176

Figura 4. 110: Activación Banda Transportadora Fuera de Secuencia	
Mando Manual.....	176
Figura 4. 111: Paro Centrifugadora 2 Mando Automático.	177
Figura 4. 112: Re-activación Centrifugadora 2 Mando Automático	177
Figura 4. 113: Paro Cóclea 3 Mando Automático.....	177
Figura 4. 114: Re-activación Cóclea 3 Mando Automático	178
Figura 4. 115: Paro Barco 2 Mando Automático.....	178
Figura 4. 116: Re-activación Barco 2 Mando Automático.	178
Figura 4. 117: Paro Centrifugadora 1 Mando Automático	179
Figura 4. 118: Re-activación Centrifugadora 1 Mando Automático.	179
Figura 4. 119: Paro Cóclea 2 Mando Automático.....	180
Figura 4. 120: Re-activación Cóclea 2 Mando Automático.....	180
Figura 4. 121: Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático	181
Figura 4. 122: Re-activación Motor 5 Barco 1 Mando Automático	181
Figura 4. 123: Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático	182
Figura 4. 124: Re-activación Motor 4 Barco 1 Mando Automático	182
Figura 4. 125: Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático	183
Figura 4. 126: Re-activación Motor 3 Barco 1 Mando Automático	183
Figura 4. 127: Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático	184
Figura 4. 128: Re-activación Motor 2 Barco 1 Mando Automático	184
Figura 4. 129: Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático	185
Figura 4. 130: Re-activación Motor 1 Barco 1 Mando Automático	185
Figura 4. 131: Paro Cóclea 1 Mando Automático.....	186
Figura 4. 132: Re-activación Cóclea 1 Mando Automático.....	186
Figura 4. 133: Paro Molino Mando Automático.	187
Figura 4. 134: Re-activación Molino Mando Automático	187
Figura 4. 135: Paro Cóclea Interna Mando Automático.....	188
Figura 4. 136: Re-activación Cóclea Interna Mando Automático.....	188
Figura 4. 137: Paro Banda Transportadora Mando Automático	189
Figura 4. 138: Re-activación Banda Transportadora Mando Automático	189
Figura 4. 139: Paro Centrifugadora 2 Mando Manual.	190
Figura 4. 140: Re-activación Centrifugadora 2 Mando Manual	190
Figura 4. 141: Paro Cóclea 3 Mando Manual.....	191
Figura 4. 142: Re-activación Cóclea 3 Mando Manual.....	191

Figura 4. 143: Paro Barco 2 Mando Manual.....	191
Figura 4. 144: Re-activación Barco 2 Mando Manual.....	192
Figura 4. 145: Paro Centrifugadora 1 Mando Manual.	192
Figura 4. 146: Re-activación Centrifugadora 1 Mando Manual.	192
Figura 4. 147: Paro Cóclea 2 Mando Manual.....	193
Figura 4. 148: Re-activación Cóclea 2 Mando Manual.....	193
Figura 4. 149: Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual.....	194
Figura 4. 150: Re-activación Motor 5 Barco 1 Mando Manual.....	194
Figura 4. 151: Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual.....	195
Figura 4. 152: Re-activación Motor 4 Barco 1 Mando Manual	195
Figura 4. 153: Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual.....	196
Figura 4. 154: Re-activación Motor 3 Barco 1 Mando Manual	196
Figura 4. 155: Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual.....	197
Figura 4. 156: Re-activación Motor 2 Barco 1 Mando Manual	197
Figura 4. 157: Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual.....	198
Figura 4. 158: Re-activación Motor 1 Barco 1 Mando Manual.....	198
Figura 4. 159: Paro Cóclea 1 Mando Manual.....	199
Figura 4. 160: Re-activación Cóclea 1 Mando Manual.....	199
Figura 4. 161: Paro Molino Mando Manual.	200
Figura 4. 162: Re-activación Molino Mando Manual.	200
Figura 4. 163: Paro Cóclea Interna Mando Manual.....	200
Figura 4. 164: Re-activación Cóclea Interna Mando Manual.....	201
Figura 4. 165: Paro Banda Transportadora Mando Manual	202
Figura 4. 166: Re-activación Banda Transportadora Mando Manual	202
Figura 4. 167: Diagrama temporal generador de onda cuadrada.....	203
Figura 4. 168: Lógica del Programa de Parpadeo de las Luces Piloto.....	204
Figura 4. 169: Activación Memoria de Parpadeo 1.....	204
Figura 4. 170: Activación Timer de Parpadeo 1	205
Figura 4. 171: Activación Memoria de Parpadeo 2 de Reset de Timer 1 y 2 de Parpadeo.....	205
Figura 4. 172: Activación Timer de Parpadeo 2	205
Figura 4. 173: Activación memoria de Parpadeo FPMOL	205
Figura 4. 174: Activación Luz Piloto Molino.....	206
Figura 4. 175: Activación Memoria de Parpadeo 3.....	206

Figura 4. 176: Activación Timer de Parpadeo 3	207
Figura 4. 177: Activación Memoria de Parpadeo 4 de Reset de Timer 3 y 4 de Parpadeo.....	207
Figura 4. 178: Activación Timer de Parpadeo 4.	207
Figura 4. 179: Activación memoria de Parpadeo FPCOCINT.	207
Figura 4. 180: Activación Luz Piloto Cóclea Interna.....	208
Figura 4. 181: Activación Memoria de Parpadeo 5.....	208
Figura 4. 182: Activación Timer de Parpadeo 5.	209
Figura 4. 183: Activación Memoria de Parpadeo 6 de Reset de Timer 5 y 6 de Parpadeo.....	209
Figura 4. 184: Activación Timer de Parpadeo 6.	209
Figura 4. 185: Activación memoria de Parpadeo FPCOC1.....	209
Figura 4. 186: Activación Luz Piloto Cóclea 1	210
Figura 4. 187: Activación Memoria de Parpadeo 7.....	210
Figura 4. 188: Activación Timer de Parpadeo 7	211
Figura 4. 189: Activación Memoria de Parpadeo 8 de Reset de Timer 7 y 8 de Parpadeo.....	211
Figura 4. 190: Activación Timer de Parpadeo 8.	211
Figura 4. 191: Activación memoria de Parpadeo FPM1B1.....	211
Figura 4. 192: Activación Luz Piloto Motor 1 Barco 1.....	212
Figura 4. 193: Activación Memoria de Parpadeo 9.....	212
Figura 4. 194: Activación Timer de Parpadeo 9.	213
Figura 4. 195: Activación Memoria de Parpadeo 10 de Reset de Timer 9 y 10 de Parpadeo.....	213
Figura 4. 196: Activación Timer de Parpadeo 10	213
Figura 4. 197: Activación memoria de Parpadeo FPM2B1.....	213
Figura 4. 198: Activación Luz Piloto Motor 2 Barco 1.....	214
Figura 4. 199: Activación Memoria de Parpadeo 11.....	214
Figura 4. 200: Activación Timer de Parpadeo 11	215
Figura 4. 201: Activación Memoria de Parpadeo 12 de Reset de Timer 11 y 12 de Parpadeo.....	215
Figura 4. 202: Activación Timer de Parpadeo 12	215
Figura 4. 203: Activación memoria de Parpadeo FPM3B1.....	215
Figura 4. 204: Activación Luz Piloto Motor 3 Barco 1.....	216

Figura 4. 205: Activación Memoria de Parpadeo 13.....	216
Figura 4. 206: Activación Timer de Parpadeo 13	217
Figura 4. 207: Activación Memoria de Parpadeo 14 de Reset de Timer 13 y 14 de Parpadeo.....	217
Figura 4. 208: Activación Timer de Parpadeo 14	217
Figura 4. 209: Activación memoria de Parpadeo FPM4B1.....	217
Figura 4. 210: Activación Luz Piloto Motor 4 Barco 1.....	218
Figura 4. 211: Activación Memoria de Parpadeo 15.....	218
Figura 4. 212: Activación Timer de Parpadeo 15	219
Figura 4. 213: Activación Memoria de Parpadeo 16 de Reset de Timer 15 y 16 de Parpadeo.....	219
Figura 4. 214: Activación Timer de Parpadeo 16	219
Figura 4. 215: Activación memoria de Parpadeo FPM5B1.....	219
Figura 4. 216: Activación Luz Piloto Motor 5 Barco 1.....	220
Figura 4. 217: Activación Memoria de Parpadeo 17.....	220
Figura 4. 218: Activación Timer de Parpadeo 17	221
Figura 4. 219: Activación Memoria de Parpadeo 18 de Reset de Timer 17 y 18 de Parpadeo.....	221
Figura 4. 220: Activación Timer de Parpadeo 18	221
Figura 4. 221: Activación memoria de Parpadeo FPCOC2.....	221
Figura 4. 222: Activación Luz Piloto Cóclea 2.	222
Figura 4. 223: Activación Memoria de Parpadeo 19.....	222
Figura 4. 224: Activación Timer de Parpadeo 19.	222
Figura 4. 225: Activación Memoria de Parpadeo 20 de Reset de Timer 19 y 20 de Parpadeo.....	223
Figura 4. 226: Activación Timer de Parpadeo 20.	223
Figura 4. 227: Activación memoria de Parpadeo FPCENT1	223
Figura 4. 228: Activación Luz Piloto Centrifugadora 1.....	224
Figura 4. 229: Activación Memoria de Parpadeo 21.....	224
Figura 4. 230: Activación Timer de Parpadeo 21	224
Figura 4. 231: Activación Memoria de Parpadeo 22 de Reset de Timer 21 y 22 de Parpadeo.....	225
Figura 4. 232: Activación Timer de Parpadeo 22	225
Figura 4. 233: Activación memoria de Parpadeo FPM1_M2_B2.....	225

Figura 4. 234: Activación Luz Piloto Motor 1 Barco 2.....	226
Figura 4. 235: Activación Luz Piloto Motor 2 Barco 2.....	226
Figura 4. 236: Activación Memoria de Parpadeo 23.....	227
Figura 4. 237: Activación Timer de Parpadeo 23.	227
Figura 4. 238: Activación Memoria de Parpadeo 24 de Reset de Timer 23 y 24 de Parpadeo.....	227
Figura 4. 239: Activación Timer de Parpadeo 24	227
Figura 4. 240: Activación memoria de Parpadeo FPCOC3.....	228
Figura 4. 241: Activación Luz Piloto Cóclea 3	228
Figura 4. 242: Activación Memoria de Parpadeo 25.....	229
Figura 4. 243: Activación Timer de Parpadeo 25	229
Figura 4. 244: Activación Memoria de Parpadeo 26 de Reset de Timer 25 y 26 de Parpadeo.....	229
Figura 4. 245: Activación Timer de Parpadeo 26	229
Figura 4. 246: Activación memoria de Parpadeo FPCENT2	230
Figura 4. 247: Activación Luz Piloto Centrifugadora 2.....	230
Figura 4. 248: Activación Memoria de Parpadeo 27.....	230
Figura 4. 249: Activación Timer de Parpadeo 27	231
Figura 4. 250: Activación Memoria de Parpadeo 28 de Reset de Timer 27 y 28 de Parpadeo.....	231
Figura 4. 251: Activación Timer de Parpadeo 28	231
Figura 4. 252: Activación memoria de Parpadeo FPCBT.....	231
Figura 4. 253: Activación Luz Piloto Banda Transportadora.....	232
Figura 4. 254: Accionamiento de la Secuencia de Desactivación Automática	233
Figura 4. 255: Temporizador de Desactivación del Molino.....	233
Figura 4. 256: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Molino....	233
Figura 4. 257: Temporizador de Desactivación de la Cóclea Interna	234
Figura 4. 258: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea Interna.	234
Figura 4. 259: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 1	234
Figura 4. 260: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 1	234
Figura 4. 261: Temporizador de Desactivación del Motor 1 Barco 1.....	235

Figura 4. 262: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 1 Barco 1.....	235
Figura 4. 263: Temporizador de Desactivación del Motor 2 Barco 1.....	235
Figura 4. 264: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 2 Barco 1.....	236
Figura 4. 265: Temporizador de Desactivación del Motor 3 Barco 1.....	236
Figura 4. 266: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 3 Barco 1.....	236
Figura 4. 267: Temporizador de Desactivación del Motor 4 Barco 1.....	236
Figura 4. 268: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 4 Barco 1.....	237
Figura 4. 269: Temporizador de Desactivación del Motor 5 Barco 1.....	237
Figura 4. 270: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 5 Barco 1.....	237
Figura 4. 271: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 2.....	238
Figura 4. 272: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 2.....	238
Figura 4. 273: Temporizador de Desactivación de la Centrifugadora 1.....	238
Figura 4. 274: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Centrifugadora 1.....	238
Figura 4. 275: Temporizador de Desactivación del Barco 2.....	239
Figura 4. 276: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Barco 2.....	239
Figura 4. 277: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 3.....	239
Figura 4. 278: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 3.....	240
Figura 4. 279: Temporizador de Desactivación de la Centrifugadora 2.....	240
Figura 4. 280: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Centrifugadora 2.....	240
Figura 4. 281: Temporizador de Activación Reset.....	240
Figura 4. 282: Accionamiento de la Memoria de Reset.....	241
Figura 4. 283: Accionamiento de Parpadeo de la Luz Piloto del Accionamiento Automático.....	241
Figura 4. 284: Temporizador 1 de Parpadeo.....	241

Figura 4. 285: Activación de la Memoria de Reset de Temporizadores	242
Figura 4. 286: Temporizador 2 de Parpadeo.....	242
Figura 4. 287: Accionamiento Memoria de Parpadeo de Luz Piloto.....	242
Figura 5. 1: Armario proporcionado por la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A., que cumple con los requerimientos necesarios para la implementación	243
Figura 5. 2: Canaletas.....	244
Figura 5. 3: Barras DIN y Canaletas.....	244
Figura 5. 4: Ubicación de Elementos.....	245
Figura 5. 5: Contactores del Molino, configuración Estrella – Delta	245
Figura 5. 6: Realización de Agujeros.....	246
Figura 5. 7: Agujero para el Control de Corriente.....	246
Figura 5. 8: Lavado y secado de las puertas después de realizar los agujeros	247
Figura 5. 9: Colocación de los elementos en las puertas.....	247
Figura 5. 10: Parte exterior completa del armario de control.....	248
Figura 5. 11: Gráfico del Proceso.....	248
Figura 5. 12: Conexión del PLC OMRON a los Relés Finder 60.13	249
Figura 5. 13: Conexión Completa.....	249
Figura 5. 14: Activación y Desactivación de Luces Indicadoras del PLC	250
Figura 5. 15: Prueba de funcionamiento del Relé alimentando su bobina	251
Figura 5. 16: Conexión PLC – Relés.....	251
Figura 5. 17: Prueba de funcionamiento del contactor alimentando su bobina.....	252
Figura 5. 18: Conexión Relés – Contactores – Relés Térmicos.....	252
Figura 5. 19: Activación de la Luz Piloto por sobrecargas en el sistema.....	253
Figura 5. 20: Seguimiento de las líneas de conexión con ayuda del multímetro.....	254
Figura 5. 21: Paro de Emergencia del Proceso Activado.....	254
Figura 5. 22: Interruptores de Seguridad Activados	255
Figura 5. 23: Sensores de Nivel Activados.....	255
Figura 5. 24: Proceso activado, visualizado desde el gráfico del armario de control	256

Figura 5. 25: Armario de control activado.....	256
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades del polietileno de alta y baja densidad.....	8
Tabla 2. Características de la banda transportadora.....	12
Tabla 3. Características del molino granulador	13
Tabla 4. Características de la cóclea 1	14
Tabla 5. Características del Sistema de Lavado 1, Barco 1	14
Tabla 6. Características de la Cóclea 2.....	15
Tabla 7. Características de la Centrifugadora 1	15
Tabla 8. Características del Sistema de Lavado 2, Barco 2.....	16
Tabla 9. Características de la Cóclea 3.....	16
Tabla 10. Características de la Centrifugadora 2	17
Tabla 11. Características generales acero inoxidable AISI 304	79
Tabla 12. Elementos de protección y su potencia.....	81
Tabla 13. Especificaciones Técnicas de Motores Trifásicos de las Máquinas.....	99
Tabla 14. Especificaciones Técnicas de las Protecciones del Sistema de Alimentación y de los Motores Trifásicos de las Máquinas (Ver ANEXOS 19, 24, 25, 26 y 27).....	100
Tabla 15. Especificaciones Técnicas de Relés (Ver ANEXOS 13, 14 y 15)...	102
Tabla 16. Especificaciones técnicas de contactores (Ver ANEXOS 7, 8, 9, 10, 11 y 12).....	104
Tabla 17. Especificaciones Técnicas de Relés Térmicos (Ver ANEXOS 20, 21, 22 y 23).....	107
Tabla 18. Luces Piloto de activación de Relés Térmicos para el Armario de control (Ver ANEXO 18) (Revisar los Planos N° 8 – 9)	109
Tabla 19. Descripción de los elementos y Posicionamiento en Armario y Máquinas. Nótese que existen 1 o 2 pulsadores para una misma entrada del PLC, los cuales, cumplen la misma función ya sea activar o desactivar un Motor Trifásico pero un pulsador se encuentra	

en el armario y otro en la máquina. Revisar los Planos N° 11 – 16 (Conexión Entradas PLC), Plano N° 24 (Ubicación de elementos en Máquinas) y Planos N° 5 - 9 (Conexión Fuerza)	117
Tabla 20. Entradas delPLC OMRON – 60CDR – A.....	123
Tabla 21. Salidas delPLC OMRON – 60CDR – A	126
Tabla 22. Luces Piloto para el Armario de control y en la representación Gráfica del Proceso situada en el exterior del armario. Revisar los Planos N° 15 - 22 (Conexión Salidas PLC) y Plano N°24 (Ubicación de elementos en Máquinas)(Ver ANEXO 18).....	128
Tabla 23. Consumo Eléctrico del Armario Antiguo	259
Tabla 24. Consumo Eléctrico del Armario del Proyecto de Tesis.....	262
Tabla 25. Relación entre el Sistema Antiguo y el Proyecto de Tesis	267
Tabla 26. Costo del Proyecto de Tesis.....	268
Tabla 27. Costo de la maquinaria del Proceso de Reciclaje y Tratamiento de Plástico.....	274
Tabla 28. Costo de los elementos del Armario de Control Antiguo	276
Tabla 29. Producción de Polietileno Granulado	278
Tabla 30. Producción mensual de Polietileno Granulado.....	278
Tabla 31. Utilidad del Proyecto.....	279

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del CPU del PLC OMRON CPM2A-60CDR-A	51
Cuadro 2. Características de los Módulos de Expansión OMRON	52
Cuadro 3. Tipos de CPU disponibles para CX PROGRAMMER.....	62
Cuadro 4. Arranque y estabilización de Motores Trifásicos	74
Cuadro 5. Diagrama de Tiempos del Arranque en forma Automática del Proceso: El Arranque del proceso AUTOMÁTICO inicia con la activación del pulsador de ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (P30), parte con la activación de la Centrifugadora 2 y termina con la activación de la Banda Transportadora, esto se debe a la dirección del flujo de agua	75
Cuadro 6. Norma AWG	98

Cuadro 7. Cuadro de símbolos de entradas, salidas y memorias auxiliares	140
---	-----

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Control de Nivel ALTRONIC por Electroodos (“SN1” y “SN2”)	
ANEXO 2: Electroodos de Referencia de Nivel del Líquido (“ES y ER”)	
ANEXO 3: Interruptores de Seguridad con actuador separado / AZ 15 (“SW1” y “SW2”)	
ANEXO 4: Selectores y Pulsadores (“SW3-SW4” y “P1 al P36”)	
ANEXO 5: Paro de Emergencia Tipo Zeta (“P3.1”, “P5.1”, “P22.1” y “P31”)	
ANEXO 6: Paro de Emergencia por cuerda del Barco 1 PIZZATO ELETTRICA (“P15”)	
ANEXO 7: Contactor SIEMENS SIRIUS 3RT 2023 – 1AG20, Maniobra de los Motores (“1KM1 al 4KM1, 9KM1, 10KM1, 12KM1 al 14KM1 y 16KM1”)	
ANEXO 8: Contactor SIEMENS 3TB – 40, Maniobra de los Motores (“5KM1 y 6KM1”)	
ANEXO 9: Contactor SIEMENS 3TF – 30, Maniobra de los Motores (“7KM1 y 8KM1”)	
ANEXO 10: Contactor MOELLER DIL 2M, Maniobra de los Motores (“11KM1 y 15KM1”)	
ANEXO 11: Contactor MOELLER DIL 4-22, Maniobra del Motor (“2KM1 y 2KM2”)	
ANEXO 12: Contactor MOELLER DIL 3-22, Maniobra del Motor (“2KM3”)	
ANEXO 13: Relés Finder, Type 60.13 y Base de acoplamiento (“KA1 al KA16”)	
ANEXO 14: Relé OMRON, Type: MK3P – 5 (“KA21”)	
ANEXO 15: Relé STRUTHERS- DUNN, Type: A – 314 XCX48P (“KA20”)	

ANEXO 16: Temporizador Love Control LCT 016 – 30, cambio de configuración del Molino de Estrella – Delta (KT1)

ANEXO 17: Temporizador OMRON H3CR A, Control de Corriente

ANEXO 18: Luces Piloto (“LP21 al LP40, LT1 al LT16 y LP42”)

ANEXO 19: Guardamotores SIEMENS SIRIUS, Protección de los Motores (“G1 al G16”)

ANEXO 20: Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 1DB0, protección contra sobrecargas y cortocircuitos (“RT1 al RT4, RT9, RT10, RT12 al RT14 y RT16”)

ANEXO 21: Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4AB0, protección contra sobrecargas y cortocircuitos (“RT5 al RT8”)

ANEXO 22: Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4EB0, protección contra sobrecargas y cortocircuitos (“RT11 y RT15”)

ANEXO 23: Relé Térmico KLOCKNER MOELLER Z-4-100 CNA, protección contra sobrecargas y cortocircuitos (“RT2”)

ANEXO 24: Interruptor Termomagnético Bifásico SIEMENS 5SX12, C32 (“FU1”)

ANEXO 25: Interruptor Termomagnético Monofásico SIEMENS Legrand 02304, C10 (“FU2”)

ANEXO 26: Breaker Trifásico SIEMENS 3VT1716-2DC36-0AA0 (“QF2”)

ANEXO 27: Breaker Trifásico SENTRON – SIEMENS FXD63B250 (“QF1”)

ANEXO 28: PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A, 60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas)

ANEXO 29: Módulos de Expansión: Modelo CPM1A – 20EDT de 20 puntos de E/S y Modelo CPM1A – 8ET de 8 salidas

ANEXO 30: Borneras Tipo C, W - Compacto

ANEXO 31: Borneras Tipo V

ANEXO 32: Borneras Tipo G

ANEXO 33: Canaleta Ranurada 60x60x2000 mm

ANEXO 34: Canaleta Ranurada 40x40x2000 mm

ANEXO 35: Organizaciones de cable Tipo Espiral

ANEXO 36: Barras DIN Tipo C y G

ANEXO 37: Terminales para cables

ANEXO 38: Controlador de Corriente CET LAM

ANEXO 39: Fuente de Alimentación Externa DR-75-24

ANEXO 40: Diagrama de flujo del proceso de reciclaje y tratamiento de plástico

ANEXO 41: Realización de Placa PCB

ANEXO 42: Grados de protección proporcionados por las envolventes de los materiales eléctricos: código IP, une 20324 en 60529 y código IK, une-en 50102

RESUMEN

El proyecto de tesis se basa en la automatización del proceso para obtener polietileno granulado a partir de residuos plásticos provenientes de bananeras, este proceso se compone de varias etapas con el fin de obtener polietileno, el cual es la materia prima para obtener los diferentes derivados del plástico. Se diseñó e implementó un nuevo sistema para el control de las etapas iniciales como: entrada de los residuos plásticos, triturado, transporte, lavado y secado del mismo para su posterior extrusión.

El diseño del sistema de automatización se realizó considerando las necesidades del proceso y del personal que opera las máquinas en la planta de reciclaje de la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S. A. La automatización consta del diseño mecánico de los accesorios, diseño eléctrico, diseño electrónico y la programación del Controlador Lógico Programable (PLC), y además se realizó la implementación del armario de control para el proceso.

Los resultados obtenidos se pueden observar con la eliminación de tiempos muertos innecesarios en el proceso, ya que los sistemas de alimentación de los equipos están diseñados de la siguiente manera: la corriente de protección del sistema de 250 A para los motores de 480 VAC y de 90 A para los motores de 220 VAC de los elementos eléctricos y electrónicos, se determinaron en base a las características técnicas de los motores trifásicos que conforman cada máquina del proceso. Además, el sistema de control trabaja con 110 VAC porque las bobinas de los contactores conmutan con esta alimentación y las bobinas de los relés Finder que se encuentran a las salidas del PLC conmutan con 24 VDC ya que el PLC genera este voltaje de salida.

El proceso de tratamiento y reciclaje de plástico para la obtención de polietileno en PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR S.A. permitió aumentar la producción en un 4,35% generando un incremento en la utilidad, extender en una hora más de trabajo el proceso, el cual, se incrementó a 23 horas de trabajo diarias, disminución del gasto económico por producción de \$20.391,29 a \$16.813,61 y un considerable decremento del consumo eléctrico de 39.4670,06 kWh a 32.5424,79 kWh.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.

Productos Paraíso del Ecuador S.A nace en 1973, para satisfacer las necesidades del ecuatoriano fabricando colchones de resortes y esponja, su planta está ubicada en Tambillo a 25 minutos de ciudad de Quito (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

Productos Paraiso es una empresa líder en la transformación de espumas de poliuretano conocidas como esponjas y que sirven para la fabricación de colchones (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

Desde 1996, PARAÍSO empieza a fabricar artículos de polietileno: sistemas flexibles de empaque para uso comercial, industrial y doméstico en variados tamaños, rollos pre corte, láminas de plástico para diferentes usos (industrial, agrícola); lámina para empaque automático, películas para invernaderos, y otros muchos productos afines. Diseño e impresión en los diferentes productos, de acuerdo a los requerimientos de nuestros clientes (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

1.2 JUSTIFICACIÓN.

El proceso de reciclaje de plástico se encuentra funcionando parcialmente, en la etapa de trituración la cual comprende de una banda transportadora y un molino y la del primer lavado del plástico las cuales son una cóclea de empuje y un barco de lavado con mecanismos de impulso hacia una cóclea que llega hasta el primer centrifugador de secado pero estas máquinas son activadas manualmente una por una desde el tablero principal que se encuentra actualmente en la planta. Existen fugas de agua en las válvulas y tuberías de entrada y salida de la misma, también existe un segundo barco de lavado en el cual el mecanismo de empuje del plástico se encuentra detenido y se impulsa por simple corriente de agua para llegar a la segunda centrifugadora de secado (Fuente Propia, 2012).

El sistema de automatización a implementar será a partir de toda la maquinaria y elementos existentes, los cuales después de una inspección mecánica serán los mismos que actuarán en el proceso, se colocará todos los mandos de funcionamiento en un tablero principal como son activación, paros de emergencia y además la activación automática de todo el proceso el cual funcionará mediante tiempos adecuados de operación del proceso para que el inicio del proceso sea el adecuado, también contará con un tablero indicador en el cual se visualizará de mejor manera el comportamiento del proceso y si todos los elementos del mismo están funcionando. Como sistema de seguridad se colocará un paro de emergencia en cada máquina con el fin de asegurar el bienestar de los operadores en caso de algún fallo o situación que requiera la detención de la maquinaria o el proceso (Fuente Propia, 2012).

1.3 ALCANCE.

Este proyecto comprende la implementación del sistema de automatización mediante la utilización de los PLC's de marca OMRON para el control de todas sus líneas de trabajo y su software de programación CX-Programmer que son los dispositivos con los que la empresa cuenta para la realización de este proyecto. Debido a que en este momento el proceso se encuentra funcionando parcialmente primero se realizará un análisis minucioso de las líneas de alimentación así como de cada una de las partes de las máquinas involucradas para determinar dispositivos y elementos que se encuentren en mal estado o ya deberán ser reemplazados (Fuente Propia, 2012).

Este proyecto comprende la implementación del sistema de automatización mediante la utilización de los PLC's de marca OMRON y su software de programación CX-Programmer que son los dispositivos con los que la empresa cuenta para la realización de este proyecto. Debido a que este momento el proceso se encuentra sin funcionamiento primero se realizara un análisis minucioso de las líneas de alimentación así como de cada una de las partes de las máquinas involucradas para determinar dispositivos y elementos que se encuentren en mal estado o ya deberán ser reemplazados (Fuente Propia, 2012).

El proceso comprende distintas fases para el reciclaje de desperdicios plásticos y tratamiento de los mismos hasta la obtención de polietileno granulado, para las cuales se realizarán las siguientes implementaciones, modificaciones y se procederá con el diseño del sistema de control para los mismos, las etapas comprenden:

- Recolección, separación y Trituración del plástico.

La propuesta para estas dos etapas es ser controladas mediante un primer PLC OMRON en el cual su programación deberá cumplir con los siguientes aspectos:

El control del motorreductor de la primera banda transportadora el cual se enciende y se apaga, cambia de sentido de giro y si es factible se controlará la velocidad del motor actuando sobre los mandos del motorreductor.

Siguiente a esto tenemos el motor de la guillotina en el cual debemos así mismo controlar su activación pero en este caso también se deberá tomar en cuenta su velocidad que será mediante un control PID y temporización para la realización de cortes de manera constante cuando inicie su funcionamiento. Se colocará un fin de carrera en la parte inferior donde se realice el corte para que con la activación del mismo la cuchilla regrese hasta una altura determinada dada por otro fin de carrera y según un tiempo establecido continuará realizando los cortes (Fuente Propia, 2012).

Seguido a esto se tiene la segunda banda transportadora en la cual se realizará el control similar al de la primera pero esta tiene en su recorrido un sensor detector de metales que también influirá en caso de presencia de alguno se detendrá haciéndola mover ligeramente hacia atrás. Si no hay partes metálicas continuará el transporte del plástico a la entrada del molino. Así mismo si es factible para evitar la pausa en el proceso se podría implementar un electroimán el cual se activaría y se encargaría de la remoción de cualquier desecho metálico (Fuente Propia, 2012).

- Lavado

Para la etapa de lavado se utilizará un segundo PLC, este inicialmente enviará la señal de arranque al motor de la rosca de extracción el cual se prende al mismo instante que el motor del molino y se desactivara un tiempo determinado después de la detención del motor del molino (Fuente Propia, 2012).

Después de la activación de la rosca se esperará un determinado lapso de tiempo hasta que el producto llegue a la centrifugadora para activar el motor de la misma y un ventilador (Fuente Propia, 2012).

Después se deberá controlar el motor del grupo de transporte así como el desfogue del agua hacia la tina de almacenaje (Fuente Propia, 2012).

Se activará el motor del grupo de lavaje el materia llegue a este, y en donde el producto ingresará a la primera tina de separación, esta constará de indicadores de nivel así como de sensores para alarma (Fuente Propia, 2012).

Seguido a esto se encenderá un separador donde el producto ingresa y sale a una tina para recoger agua, y a continuación de esto se tiene nuevamente otro grupo de transporte, grupo de lavaje, una segunda tina de separación, tina de recolección y enjuague y un segundo separador por lo que se manejará de manera similar el control de dichas máquinas (Fuente Propia, 2012).

Todas la líneas y señales hasta aquí comprendidas se llevarán a un primer armario de control el cual constará con el PLC en el interior, elementos de potencia, cableado, etc. y en el exterior del mismo tendremos luces indicadoras, paros de emergencia individuales para cada máquina y un paro general así como la activación para el inicio del proceso (Fuente Propia, 2012).

Por seguridad cada máquina tendrá un paro de emergencia el cual puede ser presionado en cualquier instante y de esta manera detener la máquina en la cual se presente algún inconveniente, protegiendo al personal y a la producción.

OBJETIVO GENERAL.

Realizar el diseño e implementación de un sistema automatizado para el proceso de tratamiento y reciclaje de plástico para la obtención de polietileno en PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR S.A.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Desarrollar un Marco Teórico, en el cual, constará la información necesaria para realizar el proyecto de tesis.
- Realizar la inspección de los equipos existentes para describir el proceso, realizar un levantamiento técnico, determinar el funcionamiento de cada máquina y proceder a la reparación o sustitución de las partes que se encuentren defectuosas.
- Desarrollar el proceso de automatización realizando el diseño mecánico de los accesorios que se deberán implementar, diseño eléctrico y electrónico de las máquinas que determinan el proceso, programar el PLC.
- Implementar los sistemas de control, realizar las pruebas necesarias para determinar los tiempos y posiciones más adecuadas de los accesorios mecánicos, eléctricos y electrónicos para el mejor funcionamiento del proceso y realizar un análisis de resultados.
- Realizar un Análisis Económico-Financiero de todo el proyecto de tesis.
- Definir las Conclusiones del proyecto y realizar las Recomendaciones necesarias.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 POLIETILENO.

El polietileno (PE) es un material termoplástico blanquecino, de transparente a translúcido, y es frecuentemente fabricado en finas láminas transparentes. Las secciones gruesas son translúcidas y tienen una apariencia de cera. Mediante el uso de colorantes pueden obtenerse una gran variedad de productos coloreados (Courtinho, Mello, & Santa María, 2003).

2.1.1. Tipos de Polietileno que se obtienen en la empresa.

En general hay dos tipos de polietileno:

- De baja densidad (LDPE):

El polietileno de baja densidad es un polímero de cadena ramificada como se aprecia en la Figura 2.1 (Courtinho, Mello, & Santa María, 2003).

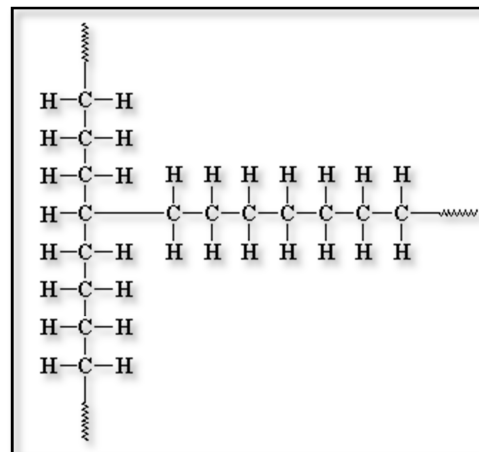


Figura 2. 1: Estructura del polietileno de baja densidad (LDPE) (Courtinho, Mello, & Santa María, 2003).

Se obtiene por polimerización del etileno a altas presiones (aproximadamente 1200 atm y 200° C) con oxígeno o catalizador de peróxido y por mecanismo de radicales libres. Es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico. Se trata de un material plástico que por sus características y bajo coste se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables y en la fabricación de tuberías. Los objetos fabricados con LDPE se

identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el símbolo en la parte inferior o posterior, como se puede observar en la Figura 2.2.



Figura 2. 2: Simbología de identificación (Courtinho, Mello, & Santa María, 2003).

- De alta densidad (HDPE).

El polietileno de alta densidad es un polímero de cadena lineal no ramificada, como se observa en la Figura 2.3 (Perdomo, 2003).

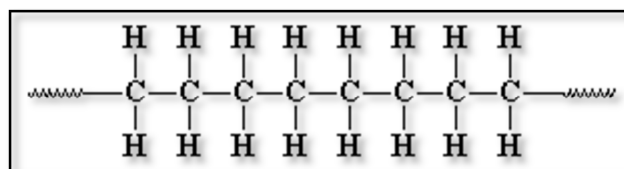


Figura 2. 3: Estructura de polietileno de alta densidad (HDPE) (Perdomo, 2003).

Se obtiene por polimerización del etileno a presiones relativamente bajas (1-200 atm), con catalizador alquilmetalico (catálisis de Ziegler) o un óxido metálico sobre sílice o alúmina (procesos Phillips y Standard Oil). Su resistencia química y térmica, así como su opacidad, impermeabilidad y dureza son superiores a las del polietileno de baja densidad. Se emplea en la construcción y también para fabricar prótesis, envases, bombonas para gases y contenedores de agua y combustible. Los objetos fabricados con HDPE se identifican, en el sistema de identificación americano SPI (Society of the Plastics Industry), con el siguiente símbolo en la parte inferior o posterior, como se observa en la Figura 2.4(Perdomo, 2003).



Figura 2. 4: Simbología de identificación (Perdomo, 2003).

2.1.2. Forma de procesamiento.

En las industrias, el proceso de polimerización se lleva a cabo en masa, en suspensión, en disolución o en dispersión. El producto obtenido puede ser directamente utilizado, sin embargo, lo más común es que sea posteriormente procesado o transformado con el fin de tener utilidad práctica (San Andrés, Chércoles, Gómez, & De la Roja, 2011).

2.1.3. Propiedades del polietileno.

El polietileno de alto peso molecular es un sólido blanco y translúcido. En secciones delgadas es casi del todo transparente. A las temperaturas ordinarias es tenaz y flexible, y tiene una superficie relativamente blanda que puede rayarse con la uña. A medida que aumenta la temperatura, el sólido va haciéndose más blando y finalmente se funde a unos 110 °C, transformándose en un líquido transparente. Si se reduce la temperatura por debajo de la normal, el sólido se hace más duro y más rígido, y se alcanza una temperatura a la cual una muestra no puede doblarse sin romperse (San Andrés, Chércoles, Gómez, & De la Roja, 2011).

Algunas propiedades de los LDPE y HDPE como se menciona en la Tabla 1.

Tabla 1. Propiedades del polietileno de alta y baja densidad (San Andrés, Chércoles, Gómez, & De la Roja, 2011)

Propiedad	LDPE	HDPE
Densidad, g/cm ³	0,92-0,93	0,95-0,96
Resistencia a la tracción x 1000 psi	0,9-2,5	2,9-5,4
Elongación, %	550-600	20-120
Cristalinidad, %	65	95
Rigidez dieléctrica, V/mill.	480	480
Máxima temperatura de uso, °C	82-100	80-120

2.1.4. Usos y aplicaciones del Polietileno en PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.

La principal aplicación es la elaboración de Bolsas Plásticas (para uso industrial, comercial y sector de tiendas por departamentos así como en supermercados). Rollos lisos transparentes y pigmentados, rollos impresos, Rollos pre-cortados, Rollos Termoencogibles, etc. Bolsas para basura, Bolsas para tienda Avícola, Bolsas para hielo, etc. Colchones (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

La obtención de las bolsas de basura, suelen ser de colores oscuros, ya que durante la clasificación únicamente se separa en función de la familia de plásticos, pero no según su color, y si partimos de una bolsa de color azul no podremos reciclarla para obtener una blanca o transparente puesto que la eliminación de la tinta es muy compleja y costosa (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

2.1.5. Impacto Ambiental del Polietileno.

El polietileno no representa un riesgo para el medio ambiente en cuanto a sus características de peligrosidad, sin embargo, son un problema ambiental de dimensiones considerables debido a que no pueden ser degradados por el entorno, ya que estos no se oxidan ni se descomponen (Cristán, Ize, & Gavilanez, 2005).

Por lo tanto un método práctico para disminuir el impacto ambiental generado es el reciclaje (Cristán, Ize, & Gavilanez, 2005).

Evaluar el impacto ambiental del polietileno implica tener en cuenta todas las etapas por las que atraviesa un producto desde la extracción de las materias primas para su elaboración hasta que se transforma en residuo juntamente con su tratamiento. Este enfoque es denominado en la industria: "Análisis del Ciclo de Vida" (Perdomo, 2003).

2.2 RECICLAJE DE PLÁSTICOS.

2.2.1 Reciclaje del polietileno de baja densidad.

El PEBD es el plástico más reciclado en algunos países tanto a nivel de Europa como en América, superando con mucha diferencia el porcentaje de reciclaje de los demás plásticos, y un ejemplo aún más cercano es Ecuador en el cual existen empresas dedicadas al reciclaje y la principal y más grande del país es PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. (FIDA, 2012).

El reciclaje de LDPE, que ha ido aumentando a lo largo de los años, hoy en día se ha estancado debido a la aparición de nuevos polietilenos lineales con los que se fabrican filmes, sacos y otros productos. El proceso de reciclaje que se utiliza normalmente es el mecánico. Es muy importante separar los distintos plásticos antes de realizar el reciclaje para obtener un producto de mayor calidad, ya que cada plástico tiene características y composición diferentes (FIDA, 2012).

Un gran inconveniente es la pérdida de elasticidad del LDPE una vez reciclado, que puede causar problemas en el rendimiento de los equipos de extrusión, por lo que hay que añadir polietileno virgen para contrarrestar dicha pérdida (FIDA, 2012).

2.2.2 Recuperación de Plásticos.

Los plásticos utilizados habitualmente en la industria e incluso en la vida cotidiana son productos con una muy limitada capacidad de autodestrucción, y en consecuencia quedan durante muchos años como residuos, con la contaminación que ello produce (Emison, 2011).

Por otra parte, la mayoría de los plásticos se obtienen a partir de derivados del petróleo, un producto cada vez más caro y escaso, y, en consecuencia, un bien a preservar (Emison, 2011).

En consecuencia, cada día es más claro que es necesaria la recuperación de los restos plásticos por dos razones principales: La contaminación que

provocan y el valor económico que representan. Son tres los métodos de reciclaje de plásticos más utilizados (Emison, 2011).

2.2.3 Reutilización del Plástico.

La reutilización del plástico es aplicable a aquellos productos que tienen un valor en su forma y estado actual, tales como cajas de poliestireno expandido, cajas de transporte de botellas o frutas, bidones, entre otros (Emison, 2011).

En estos casos, un simple lavado y almacenamiento del producto limpio es suficiente para su recuperación. Las aguas de lavado se utilizan en la planta de compostaje, papel u otra recuperación dentro del mismo complejo (Emison, 2011).

2.2.4 Reciclado Conjunto.

Consiste en realizar una mezcla de la totalidad de los plásticos recogidos y, previa limpieza y trituración, moldearlos por extrusión obteniendo perfiles para su utilización en construcción, agricultura, urbanismo etc., como sustitutos de la madera o metales (Emison, 2011).

Se puede fabricar madera plástica a partir del plástico de post-consumo. El nuevo material, la madera plástica reciclada procede de la recogida selectiva municipal, y con él se fabrican desde mobiliario urbano, industrial y residencial (bancos, papeleras o suelos) hasta elementos de decoración (pérgolas, jardineras) (Emison, 2011).

2.2.5 Planta de Recuperación PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.

Estudiamos ahora, a título de ejemplo parte del Proceso que realiza PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A en su planta de reciclaje y tratamiento de plástico. Es importante señalar que cuantas más operaciones se realicen más valor añadido tiene el producto a vender, y, en consecuencia mayor es el beneficio. Como también es mayor la inversión puede ser una buena táctica iniciarse en pocas recuperaciones de valor añadido e ir ampliando el campo de operaciones con el incremento de experiencia y patrimonio (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006).

2.3 EQUIPO PARA RECICLAJE DE PLÁSTICOS.

2.3.1 Banda Transportadora.

La banda transportadora sirve para facilitar el transporte del material hasta el molino, reduciendo el trabajo del obrero y permitiendo alcanzar producciones muy elevadas. El funcionamiento de la cinta es regulado automáticamente desde el molino en función del valor de absorción del motor prefijado. La máquina presenta las características mencionadas en la Tabla 2 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 2. Características de la banda transportadora (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Ancho de la cinta	900 mm
Largo de la cinta	10000 mm.
Potencia motor – reductor	3 Kw.
Velocidad	10 m/min.
Funcionamiento	Automático o manual
Peso	1200 Kg.
Capacidad	500 Kg/m ²

2.3.2 Molino Granulador.

La máquina esta equipada con interruptores de seguridad colocados sobre la tolva y la puerta, y es alimentada por un transportador de alimentación que permite una más sencilla y constante granulación del producto sin sobrecarga. . La máquina tiene las características mencionadas en la Tabla 3 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 3. Características del molino granulador (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Diámetro del rotor	750 mm.
Ancho de los cuchillos	1200 mm.
N. Cuchillos rotativos	6
N. Cuchillos fijos	2
Fijación	Mecánica
Regulación	Con regulación desde el banco
Rotor	En acero forjado
Reja	Extraíble
Tolva de carga	Para alimentación a cinta
Abertura de la tolva	Hidráulica
Potencia granulador	109 HP.
Diámetro polea rotor	1200 mm.
Peso	8300 Kg.

2.3.3 Cóclea 1 (Sistema de transporte del plástico).

La cóclea está constituida por un robusto bastidor de perfiles mecánicos con aberturas de inspección en la cual está a su vez instalado el grupo de transporte montado sobre soportes anti-vibraciones. El motor está instalado sobre el grupo, está conectado con el sistema de alimentación por intermedio de la tolva de mezcla en acero inoxidable. Completo de regulación de flujo, transportador de seguridad y abertura de limpieza fácilmente desmontable. Las características se mencionan en la Tabla 4(Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 4. Características de la cóclea 1 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Transmisión	Con cintas en V
Potencia	2HP
Peso	1200 Kg.

2.3.4 Sistema de Lavado 1, Barco 1.

El sistema de lavado 1 consiste en un barco de lavado de plástico, conformado por cilindros de grande espesor con elementos de agitación y lavaje interiores, fijos y rotativos. El motor-reductor está conectado con los elementos de agitación por medio de cintas. Está estructurado por 5 motores, cuyas características se presentan en la Tabla 5 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 5. Características del Sistema de Lavado 1, Barco 1 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Transmisión	Con cintas en V
Potencia motor reductor	15 HP

2.3.5 Cóclea 2 (sistema de transporte de plástico).

La cóclea 2 está constituida por un robusto bastidor de perfiles mecánicos con aberturas de inspección en la cual está a su vez instalado el grupo de transporte montado sobre soportes anti-vibraciones. El motor está instalado sobre el grupo, está conectado con el sistema de alimentación por intermedio de la tolva de mezcla en acero inoxidable. Está compuesta por un sistema de regulación de flujo, transportador de seguridad y abertura de limpieza fácilmente desmontable, cuyas características se mencionan en la Tabla 6 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 6. Características de la Cóclea 2 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Transmisión	Con cintas en V
Potencia	2HP
Peso	1200 Kg.

2.3.6 Centrifugadora 1.

La centrifugadora 1 está construida en acero, con separadores de acero inoxidable. La finalidad de esta máquina es eliminar la mayor cantidad de agua y contaminación, al transportar el material a la operación sucesiva. Sus características se presentan en la Tabla 7 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 7. Características de la Centrifugadora 1 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Potencia instalada	22 HP
Peso	800 Kg.

2.3.7 Sistema de Lavado 2, Barco 2

El sistema de lavado 2, barco 2 es un barco de lavado de plástico, el cual consiste en cilindros de gran espesor con elementos de agitación y con lavado de interiores, fijos y rotativos. El motor-reductor está conectado con los elementos de agitación por medio de cintas. Este sistema está formado por 2 motores. Las características del sistema de lavado 2 se presentan en la Tabla 8 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 8. Características del Sistema de Lavado 2, Barco 2 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Transmisión	Con cintas en V
Potencia motor reductor	2 HP

2.3.8 Cóclea 3 (sistema de transporte de plástico).

La cóclea 3 está constituida por un robusto bastidor de perfiles mecánicos con aberturas de inspección en la cual está a su vez instalado el grupo de transporte montado sobre soportes anti-vibraciones. El motor está instalado sobre el grupo, está conectado con el sistema de alimentación por intermedio de la tolva de mezcla en acero inoxidable. Esta compuesto por un sistema de regulación de flujo, transportador de seguridad y abertura de limpieza fácilmente desmontable. Sus características se mencionan en la Tabla 9 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 9. Características de la Cóclea 3 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Transmisión	Con cintas en V
Potencia	2HP
Peso	1200 Kg.

2.3.9 Centrifugadora 2.

La centrifugadora 2 está construida en acero, con separadores de acero inoxidable. La finalidad de esta máquina es de eliminar la mayor cantidad de agua y contaminación, al transportar el material a la operación sucesiva (Productos Paraíso del Ecuador, 2005).

Tabla 10. Características de la Centrifugadora 2 (Productos Paraíso del Ecuador, 2005)

Características	Dimensiones
Potencia instalada	22 HP
Peso	800 Kg.

2.4 SENSORES.

Para poder automatizar cualquier proceso industrial, es necesario contar con una amplia gama de sensores que haciendo una analógica con el cuerpo de cualquier ser viviente, representarían sus sentidos, o dicho de otra manera, los sensores son los elementos que recogen la información del mundo exterior, y la hacen llegar al sistema del control automático (Laboratorio de Instrumentación EPN, 2011).

2.4.1 Sensores de nivel.

La medición de nivel es una parte integral del control de procesos, y es usado en varias industrias. La medición de nivel puede ser dividida en dos categorías:

- Medida Discreta
- Medida Continua

Los sensores de nivel puntuales son usados para marcar una sola altura discreta o una condición de nivel prefijada. Generalmente estos sensores son usados como alarmas en alto para indicar una situación de sobrellenado o como marcador de una condición de bajo nivel, además de tomar una u otra acción con respecto al llenado o evacuación del fluido contenido (Laboratorio de Instrumentación EPN, 2011).

Con los sensores continuos de nivel se puede determinar la magnitud exacta y es son generalmente utilizados en procesos que requieren esta característica.

En la industria hay procesos que requieren poca precisión al momento de conocer el nivel del líquido a medir y solo interesa detectar cuando existe algún

problema; por ejemplo, el daño de la bomba de llenado o la obstrucción de los conductos de salida, lo cual impediría un normal desarrollo del proceso.

Es importante al momento de diseñar un sensor de nivel tomar en cuenta varios aspectos como tipo de líquido, tamaño y tipo de tanque, mantenimiento requerido, etc. lo que ayuda a un normal funcionamiento del sistema (Laboratorio de Instrumentación EPN, 2011).

2.4.2 Control de nivel (altronic) por electrodos.

2.4.2.1 Descripción: El controlador de nivel REL es un dispositivo para controlar uno o dos niveles de líquido en los reservorios, con funciones de alarma de nivel de líquido de mínimo máximo, de control para el llenado o vaciado (03:01 REL, respectivamente) y la presencia / ausencia de líquido, por lo que una automatización completa de los reservorios en general. Opera varios tipos de electrodos que detectan las conductividades diferentes y tiene ajuste frontal para adaptarse a la resistividad de los líquidos utilizados y las condiciones de los procesos. Se presenta en cajas normalizadas de 22,5 mm y carril DIN de 35 mm para la inserción como se puede observar en la Figura 2.5 (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).



Figura 2. 5: Controlador de Nivel ALTRONIC (Altronic, 2011).

2.4.2.2 Aplicación: Se utilizan para controlar el accionamiento de bombas sumergibles de control de nivel de tanques y depósitos (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

2.4.2.3 Modo de Funcionamiento: Para los niveles de monitoreo de alarmas mínimas o máximas se utilizan dos electrodos se utilizan: la línea de referencia (conectado al terminal ER) y el nivel (conectado a los terminales de la IE/ ES del dispositivo). Habiendo líquido conectando los electrodos, los contactos de salida C-11 y 14-NA son cerrados por 01 y REL-REL-03 para abrir. Los electrodos de arriba, abajo y de referencia deben ser conectados respectivamente a los terminales, IE, ER y REL. El electrodo de referencia siempre debe colocarse por debajo de la parte superior e inferior. En el control automático de llenado (REL-03), los contactos C y 11 es NA-14 permanecerá cerrada hasta que el nivel del líquido alcanza el electrodo superior (ES). En este momento, los contactos se abren, mantener este estado hasta que el líquido descubra el electrodo inferior (IE). En el control automático de la micción (REL-01), los contactos C-11 y NA-14 permanecerá cerrada hasta que el líquido descubra el electrodo inferior. En este momento, los contactos permanecen abiertos y en esta condición hasta que el líquido alcanza el electrodo superior (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

2.4.2.4 Modos de funcionamiento.

2.4.2.4.1 REL/REP01 - Control del depósito inferior – Un Nivel:

Emplear sólo dos electrodos o sensores para el control de un nivel. Cuando el líquido alcanza el nivel del electrodo, el relé se activa, sólo volviendo a su estado de reposo cuando el electrodo de nivel se vuelve a descubrir, como se puede observar en la Figura 2.6 (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

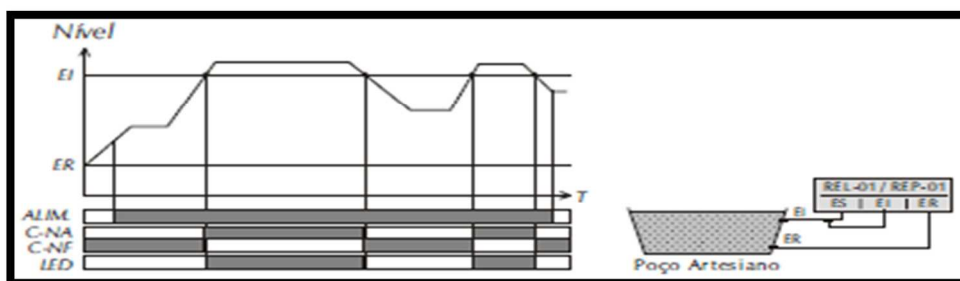


Figura 2. 6: REL / REP01 -Control del depósito inferior - Nivel 1 (Altronic, 2011).

2.4.2.4.2 REL/REP03 - Control de depósito superior - Un Nivel:

Emplear sólo dos electrodos o sensores para el control de un nivel. Mientras que el líquido mantenga el nivel del electrodo cubierto, el relé está en su estado de reposo, siendo energizado cuando se convierte de nuevo descubierto, como se puede observar en la Figura 2.7 (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

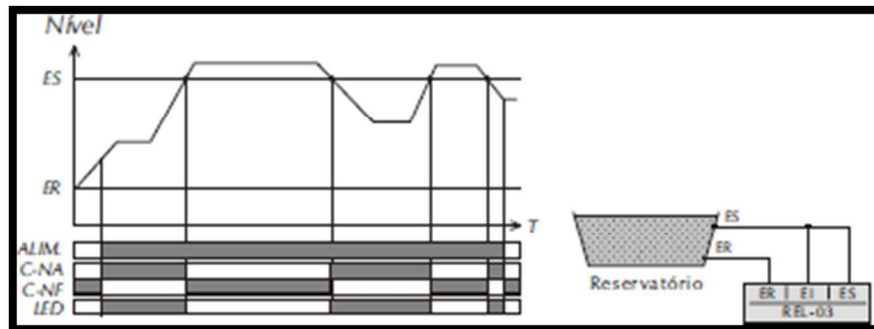


Figura 2. 7: REL / REP03 -Control de depósito superior -Nivel 1 (Altronic, 2011).

2.4.2.4.3 REL/REP01 - Control del depósito inferior - Dos Niveles:

En los dos niveles de control, se utilizan tres electrodos o sondas. El relé se mantiene en reposo, mientras que el nivel está aumentando y así el electrodo no alcanza el nivel superior. Cuando el nivel superior es alcanzado, entonces el relé está energizado, haciendo que el nivel del electrodo quede hasta debajo de eso, cuando se descubrió del líquido, hace que el relé se desactive de nuevo y así sucesivamente. Este tipo de sistema evita el funcionamiento de la bomba sin carga y daños, como se puede observar en la Figura 2.8 (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

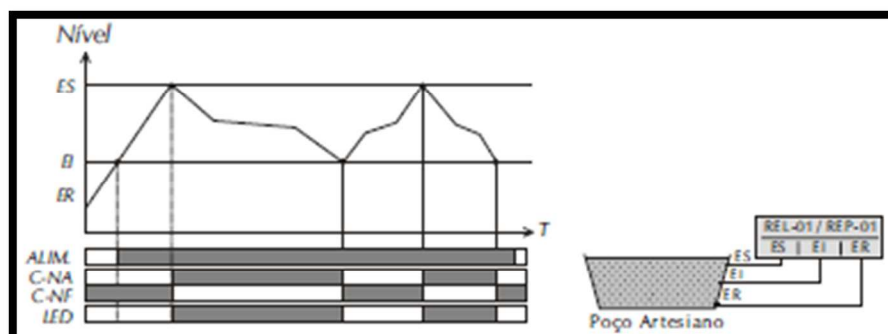


Figura 2. 8: REL/REP01-Control del depósito inferior-dos niveles (Altronic, 2011).

2.4.2.4.4 REL/ REP03 - Control de depósito superior - Dos Niveles:

En los dos niveles de control, se utilizan tres electrodos o sondas. El relé se mantiene energizado mientras el nivel del tanque está subiendo y el electrodo no alcanza el nivel superior. Cuando el nivel de la parte superior se alcanza, el relé se activa entonces, haciendo que el electrodo de la parte inferior se desactive, cuando se descubrió del líquido, hace que el relé se active de nuevo y así sucesivamente, como se puede observar en la Figura 2.9 (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

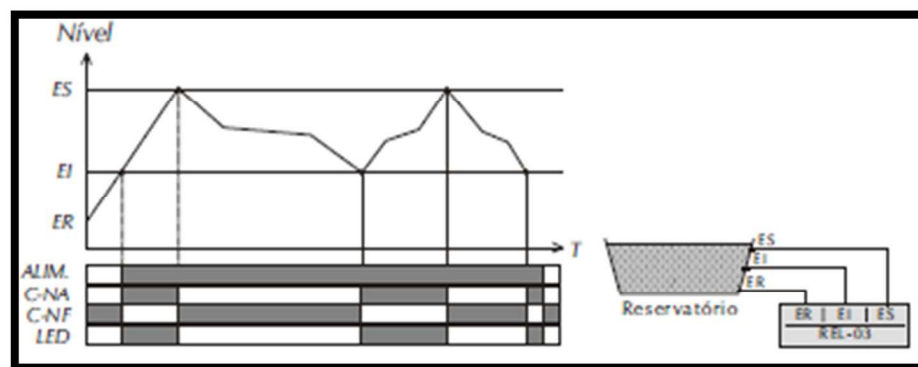


Figura 2. 9: REL/ REP03 -Control de depósito superior-dos niveles (Altronic, 2011).

2.4.2.5 Electrodo de referencia de Nivel del Líquido EPA.



Figura 2. 10: Electrodo de Nivel EPA (Altronic, 2011).

2.4.2.5.1 Descripción:

Los sensores de líneas del EP, ET, EN y EM como se observa en la Figura 10 se utilizan en combinación con los electrodos de retransmisión en líquidos conductores. Los sensores de nivel del tipo SDN se utilizan con Controladores de Nivel (REL SNC y REP) para líquidos conductores o no conductores. En los casos de electrodos con una varilla, la longitud de la varilla debe ser determinada por las especificaciones del pedido (Ver ANEXO 2) (Altronic, 2011).

2.4.2.5.2 Aplicación:

Se utiliza para la detección de líquidos no inflamables conductores de acuerdo con las características técnicas de cada electrodo, como se puede observar en la Figura 11 (Ver ANEXO 2) (Altronic, 2011).

2.4.2.5.3 Características técnicas:

- * De acero inoxidable recubierto con ABS;
- * Temperatura máxima: +65 ° C;
- * La tensión del electrodo: de 10 a 30VCA;
- * Corriente máxima: 30 mA;

Cuando se conecta el cable al sensor pendular (electrodo) sellar permanentemente la tapa impregnando la cubierta con resina epoxi. El cable a ser conectado al electrodo debe ser de 1 mm² de sección (16AWG) o 1,5 mm² de sección (14 AWG) siempre conectado eléctricamente en separado a los conductos de la parte de fuerza, evitándose la inducción electromagnética en estos conductores (Ver ANEXO 2) (Altronic, 2011).

2.4.2.6 Datos Técnicos.

Tensão Nominal: (Us)	110, 220, 380 Vca
Frequência:	50/60Hz ($\pm 5\%$)
Consumo Máximo:	3,5VA
Tensão nos Eletrodos / Sondas:	24Vca
Ajuste de Sensibilidade:	0 a 100 K Ω
Distância Máx. entre o Apar. - Sensor:	300 metros
Resistência do Cabo de Lig. Ao Sensor:	$R = \rho x l / s$
Número de Contatos:	1R (1SPDT)
Corrente Máxima nos Contatos:	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vca = 5A - 250Vca ($\cos\phi = 1$), carga indutiva (Ver gráfico Relé de Saída) ■ Vcc = Ver gráfico Relé de Saída
Vida Útil dos Contatos:	<ul style="list-style-type: none"> ■ Mecânica : 10E7 (10.000.000) operações na condição sem carga, ■ Elétrica : 10E5 (100.000) operações na condição com carga resistiva.
Tempo para Reset:	< 500ms
Tempo de Retorno dos Contatos:	< 20ms
Temperatura de Oper. e Amaz:	0 a 50°C
Umidade Relativa:	45 a 85% (sem condensação)
Material da Caixa:	ABS auto-extinguível
Resistência de Isolação:	> 50MOhms / 500Vcc
Tensão de Isolação:	1.500Vrms / 1minuto
Grau de Proteção:	Invólucro = IP-51; Terminais = IP-10, conforme IEC-144 e DIN 40.050

Figura 2. 11: Datos Técnicos (Altronic, 2011).

2.4.2.7 Esquema de Conexión y Ejemplo de Utilización.

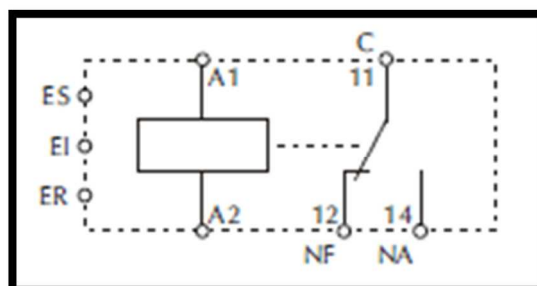


Figura 2. 12: Esquema de Conexión (Altronic, 2011).

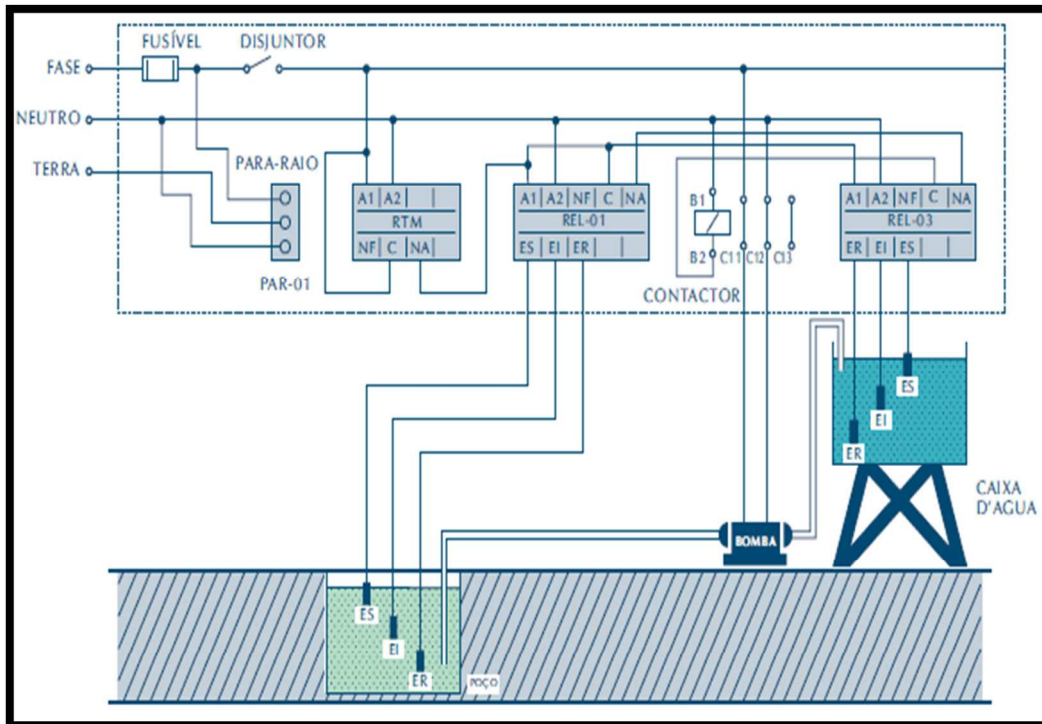


Figura 2. 13: Ejemplo de Utilización (Altronic, 2011).

Se utiliza el Control del Depósito Superior Nivel 1 como se observa en la Figura 13, debido a que, llega el nivel de agua a la parte superior de cada Barco (Barco 1 y Barco 2) y es detectado por el Electrodo ES como se aprecia en la Figura 2.11, Figura 2.12 y la Figura 2.13, entonces, en ese instante permite la activación en forma secuencial de los motores que conforman cada Barco (Ver ANEXO 1) (Altronic, 2011).

2.4.3 Elementos Auxiliares de Control.

Los elementos auxiliares de control son los siguientes:

1. Interruptores mecánicos de posición (finales de carrera)
2. Pulsadores

2.4.3.1 Interruptores de Seguridad con actuador separado / AZ 15.



Figura 2. 14: Interruptor de Seguridad Schmersal AZ 15 zvk – M16 (Schmersal, 2012).

2.4.3.1.1 Especificaciones Técnicas (Ver ANEXO 3).

- Caja de termoplástico
- Doble aislamiento
- Larga vida
- 52 mm x 75 mm x 30 mm
- Codificado múltiple
- Amplia zona de conexionado
- Contactos con elevado nivel de fiabilidad con tensiones y corrientes débiles.
- Agujeros alargados para el ajuste y circulares para el posicionado
- Insensibles a la suciedad gracias al sistema rotativo patentado
- 2 entradas de cable M 16 x 1.5
- Conector M12, 4 polos Detalles en Pedidos

2.4.3.1.2 Datos mecánicos.

El material de la carcasa es de Plástico como se puede observar en la Figura 2.14, termoplástico reforzado con fiberglass, auto-extinguible. El material del los contactos es de Plata. El peso es de 105 g (Ver ANEXO 3) (Schmersal, 2012).

2.4.3.1.3 Diseño de la conexión eléctrica.

Vida mecánica > 1.000.000 maniobras. Fuerza de retención (sí/no): Sí
Fuerza de retención 30 N con fuerza de retorno (sí/no), No Fuerza de apertura forzada 10 N. Recorrido de apertura forzada 8 mm. Velocidad de accionamiento máx. 2 m/s. Diseño del elemento de conmutación con contacto normalmente cerrado (NC). Tiene una resistencia al impulso de sobretensión de Uimp 6 kV. La tensión de aislamiento nominal es de Ui 500 V. Prueba de corriente térmica Ithe10 A (Ver ANEXO 3)(Schmersal, 2012).

2.4.3.1.4 Condiciones ambientales.

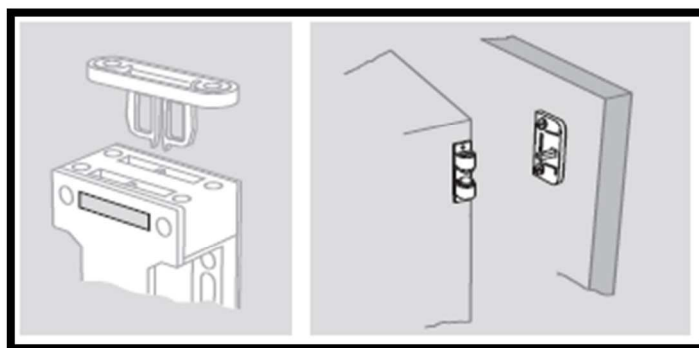
Temperatura ambiente: Mínima temperatura ambiente 30 °C y Máxima temperatura ambiente 80 °C (Ver ANEXO 3) (Schmersal, 2012).

2.4.3.1.5 Dimensiones del sensor:

Ancho del sensor 52 mm. Altura del sensor 75 mm - Longitud del sensor 30 mm. Incluido en el suministro (Ver ANEXO 3) (Schmersal, 2012).

2.4.3.1.6 Modo de Funcionamiento.

Se trata de un dispositivo que en estado normal se encuentra con una lógica de contacto normalmente cerrado (NC), pero cuando se separan estos contactos pasan a estado normalmente abierto (NO) y manda una señal al sistema indicando que se abrió la puerta del Molino o se inclino la Tolva del Molino, como se puede observar en la Figura 2.15 (Ver ANEXO 3) (Schmersal, 2012).



a)

b)

Figura 2. 15: a) Estructura del Interruptor de Seguridad, b) Forma de ubicación en la Puerta y Tolva del Molino (Schmersal, 2012).

2.4.3.2 Pulsadores.

Son aparatos de maniobra clasificados como interruptores, que tiene retroceso, que son accionados manualmente y se emplean para el mando de pequeñas potencias, para señalización, para el mando de relés, etc. (Pillapa & Hurtado, 2010).

La estructura de un pulsador es básicamente el botón actuador y la cámara de contactos, la misma que está constituido por lo general por 2 contactos uno de cierre (NA) y uno de apertura (NC), pero es posible unir 2 ó 3 cámaras de contactos para conseguir mayor flexibilidad en el mando, como se puede observar en la Figura 2.16 (Ver ANEXO 4) (Pillapa & Hurtado, 2010).

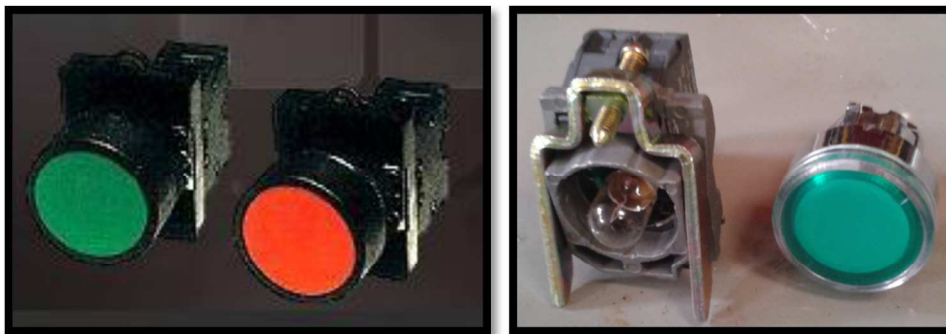


Figura 2. 16: Pulsadores (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.4.3.3 Paros de Emergencia.

2.4.3.3.1 Tipo “Z” (Armario de control, Banda Transportadora, Molino y Barco 2).

La función principal del dispositivo de parada de emergencia es la de parar la máquina lo más rápidamente posible. Este dispositivo se instalará en las máquinas, previéndose para este fin dos posibilidades:

- Un interruptor accionado manual o eléctricamente, situado en la línea de alimentación de la máquina.
- Un auxiliar de mando dispuesto en el circuito auxiliar de modo que, al ser accionado, todos los circuitos que puedan originar peligro queden desconectados (Ver ANEXO 5).

El órgano de mando utilizado como paro de emergencia debe reunir las características siguientes:

- Será visible y fácilmente accesible, por lo que se colocará en un lugar donde pueda ser alcanzado rápidamente por el operario, como se aprecia en la Figura 2.17.
- Será capaz de cortar la corriente máxima del motor de mayor potencia en condiciones de arranque.
- Podrá ser accionado manualmente y será enclavado en la posición de abierto.
- Puede presentar varias formas: maneta, pedal, cuerda, botón pulsador, etc., eligiéndose la más conveniente en cada caso; en todos los casos el color será rojo.
- Si el órgano de mando es un botón-pulsador, éste debe ser del tipo "cabeza de seta", de color rojo y llevará como fondo un círculo de color amarillo.

Los contactos (si se utiliza como órgano de mando un botón pulsador) serán de apertura forzada y completa; entendiéndose como apertura forzada aquella que lleva rígidamente unidos los bloques de contactos con el vástago guía del interruptor (elemento de accionamiento). Por apertura completa, se indica que el interruptor tendrá únicamente dos posiciones de trabajo estables (abierto o cerrado) (Ver ANEXO 5).



Figura 2. 17: Paro de Emergencia (Chavarría, 2010).

En máquinas con más de un puesto de trabajo, o de mando o que por sus dimensiones precisen de más de un dispositivo de parada de emergencia, el accionamiento de uno cualquiera de ellos provocará la detención de la máquina y será preciso para la nueva puesta en marcha eliminar el bloqueo desde el punto en que se paró (Ver ANEXO 5) (Chavarría, 2010).

2.4.3.3.2 Paro de Emergencia de Cuerda (Barco 1).

Este dispositivo de Paro de Emergencia es utilizado en máquinas de gran extensión, debido a que, el operador no puede cubrir toda la máquina, por lo tanto, se emplea una cuerda que acompaña en todo el largo del Barco 1 y se encuentra conectada a un dispositivo el cual consta de contactos normalmente abiertos y cerrados, de esta manera si se presenta algún problema en cualquier parte del Barco 1 el operador solo debe tirar de la cuerda sin importar el sitio donde este se encuentre y los motores se detendrán cumpliendo las condiciones de desactivación del proceso (Ver ANEXO 6) (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

2.4.3.3.2.1 Estructura Interna del Dispositivo Pizzato FD.

Al instante que se tira de la cuerda, en ese momento se pulsa el botón de la cabeza, el cual, mueve el muelle interior. De esta manera, depende de la programación si utilizar el contacto normalmente abierto (NO) ó el contacto normalmente cerrado (NC), como podemos observar en la Figura 2.18 (Ver ANEXO 6) (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

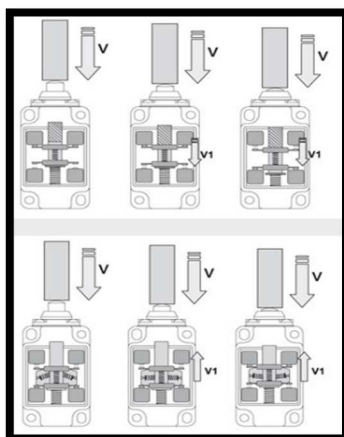


Figura 2. 18: Dispositivo, Pizzato Elettrica FD, utilización de los contactos abiertos y/o cerrados (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

2.4.3.3.2.1 Conexión del Dispositivo Pizzato Elettrica FD y sus Accesorios de Conexión.

A continuación se puede observar la conexión que se realiza a lo largo del Barco 1. En las Figuras 2.19 y 2.20 se puede observar que utilizando la conexión recomendada por el Manual de Funcionamiento del Dispositivo Pizzato Elettrica FD, se garantiza una extensión de hasta 35 metros, en el caso del Barco 1 solo es necesario utilizar una extensión de 8 metros (Ver ANEXO 4 y ANEXO 6) (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

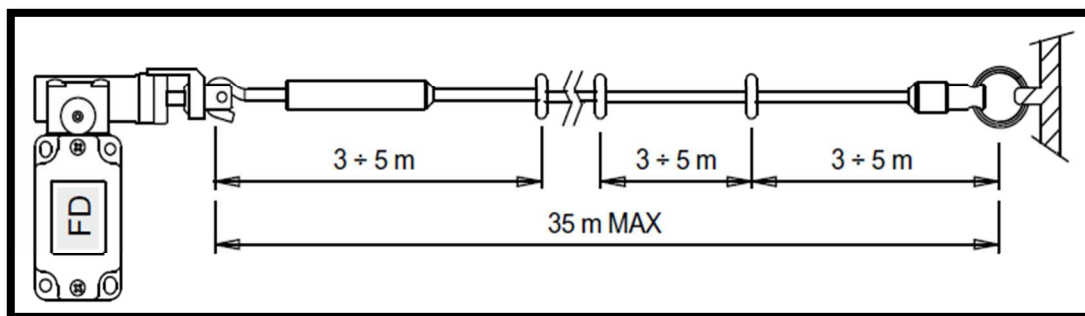


Figura 2. 19: Modo de Conexión (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

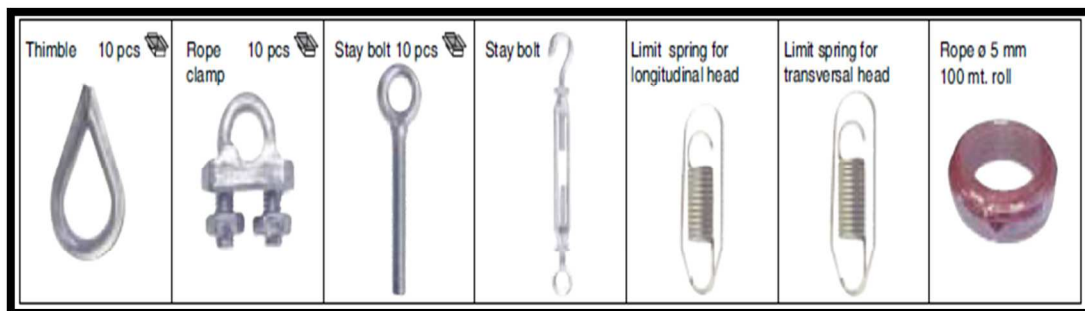


Figura 2. 20: Accesorios de Conexión (Pizzato Elettrica Lift Devices, 2008).

2.5 ACTUADORES

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.1 Actuadores Eléctricos.

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador (Pillapa & Hurtado, 2010).

Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua (Pillapa & Hurtado, 2010).

Utilización de un pistón eléctrico para el accionamiento de una válvula pequeña (Pillapa & Hurtado, 2010).

La forma más sencilla para el accionamiento con un pistón, sería la instalación de una palanca solidaria a una bisagra adherida a una superficie paralela al eje del pistón de accionamiento y a las entradas roscadas (Pillapa & Hurtado, 2010).

Existen Alambres Musculares, los cuales permiten realizar movimientos silenciosos sin motores. Es la tecnología más innovadora para robótica y automática, como así también para la implementación de pequeños actuadores (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2 Contactador.

Es un aparato mecánico de conexión accionado por un electroimán que funciona en “todo o nada”, como se observa en la Figura 2.21, su función es cerrar o interrumpir la corriente en uno o varios circuitos (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 21: Contactor SIEMENS SIRIUS.

2.5.2.1 Funcionamiento del Contactor.

Los contactos principales se conectan al circuito que se quiere gobernar. Asegurando el establecimiento y cortes de las corrientes principales y según el número de vías de paso de corriente podrá ser bipolar, tripolar, tetra polar, etc. realizándose las maniobras simultáneamente en todas las vías. Los contactos auxiliares son de dos clases abiertos, NA, y cerrados, NC. Estos forman parte del circuito auxiliar del contactor y aseguran las auto alimentaciones, los mandos, enclavamientos de contactos y señalizaciones en los equipos de automatismo (Pillapa & Hurtado, 2010).

Cuando la bobina del contactor queda excitada por la circulación de la corriente, esta mueve el núcleo en su interior y arrastra los contactos principales y auxiliares, estableciendo a través de los polos, el circuito entre la red y el receptor (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2.2 Clasificación de los Contactores.

2.5.2.2.1 Por su construcción:

- Contactores electromagnéticos. Su accionamiento se realiza a través de un electroimán. Un electroimán es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente. Es producido mediante

el contacto de dos metales; uno en estado neutro y otro hecho por cables e inducido en electricidad (Ver ANEXOS 7, 8, 9, 10, 11 y 12) (Pillapa & Hurtado, 2010).

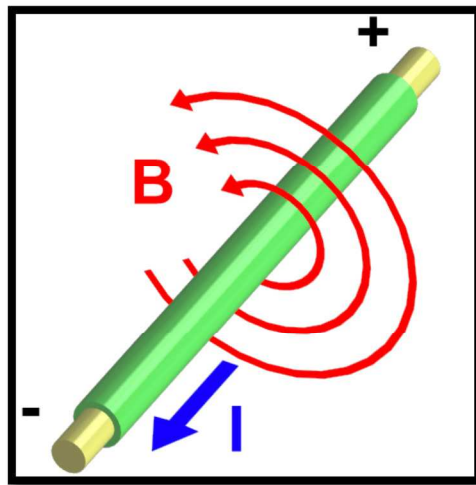


Figura 2. 22: Ley de la mano derecha (Pillapa & Hurtado, 2010).

La corriente (I) fluyendo por un cable produce un campo magnético (B) en torno a él. El campo se orienta según la regla de la mano derecha, como se puede observar en la Figura 2.22 (Pillapa & Hurtado, 2010).

- Contactores electromecánicos.- Se accionan con ayuda de medios mecánicos.
- Contactores neumáticos.- Se accionan mediante la presión de aire.
- Contactores hidráulicos.- Se accionan por la presión de aceite.
- Contactores estáticos.- Se construyen a base de tiristores.

2.5.2.2.2 Por el tipo de corriente que alimenta a la bobina.

- Contactores para Corriente Alterna.
- Contactores para Corriente Continua.
- Por la categoría de servicio.

2.5.2.3 Partes del Contactador.

- **Carcasa:** Es el soporte fabricado en material no conductor, con un alto grado de rigidez al calor, sobre el cual se fijan todos los componentes conductores del contactador (Pillapa & Hurtado, 2010).

- **Electroimán:** Es el elemento motor del contactor, compuesto por una serie de elementos cuya finalidad es transformar la energía eléctrica en magnetismo, generando un campo magnético muy intenso, el cual a su vez producirá un movimiento mecánico (Pillapa & Hurtado, 2010).
- **Bobina:** Es un arrollamiento de alambre de cobre muy delgado y un gran número de espiras, que al aplicársele tensión genera un campo magnético (Pillapa & Hurtado, 2010).
- **Núcleo:** Es una parte metálica, de material ferromagnético, generalmente en forma de E, que va fijo en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la columna central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura (Pillapa & Hurtado, 2010).
- **Armadura:** Elemento móvil, cuya construcción se parece a la del núcleo, pero sin espiras de sombra, Su función es cerrar el circuito magnético una vez energizada la bobina, ya que en este estado de reposo debe estar separado del núcleo, por acción de un muelle. Este espacio de separación se denomina entre hierro o cota de llamada (Pillapa & Hurtado, 2010).
- **Contactos:** Son elementos conductores que tienen por objeto establecer o interrumpir el paso de corriente, tanto en el circuito de potencia como en circuito de mando, tan pronto se energice la bobina, por lo que se denominan contactos instantáneos. Todo contacto está compuesto por tres elementos: dos partes fijas ubicadas en la coraza y una parte móvil colocada en la armadura, para establecer o interrumpir el paso de la corriente entre las partes fijas. El contacto móvil lleva un resorte que garantiza la presión y por consiguiente la unión de las tres partes, como se aprecia en la Figura 2.23 (Pillapa & Hurtado, 2010).

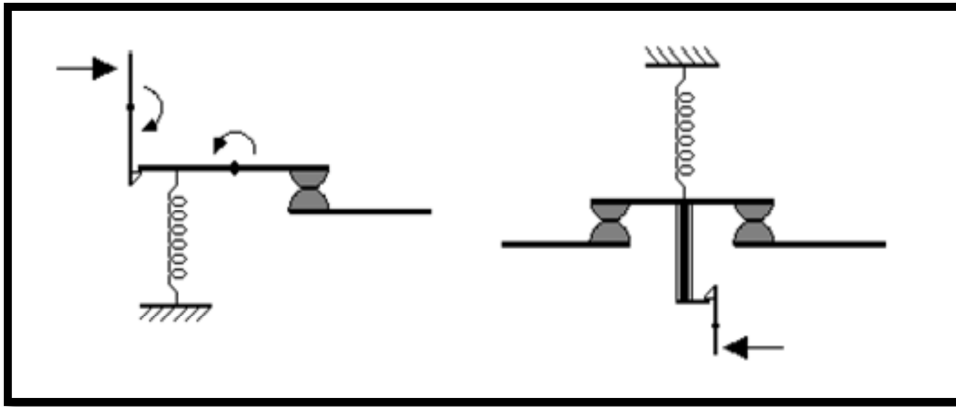


Figura 2. 23: Contactos de un Contactor (Pillapa & Hurtado, 2010).

Existen 2 tipos de contactos: principales y auxiliares.

- **Contactos principales.**- Son los destinados a abrir y cerrar el circuito de potencia. Están abiertos en reposo. Según las normas internacionales los contactos principales de un contactor se identifican por números de una sola cifra (1-2, 3-4, 13-14, 21-22). Las cifras impares se colocan en la parte superior y la progresión se efectúa de arriba abajo y de izquierda a derecha, como se observa en la Figura 2.24 (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 24: Contactos Principales (Pillapa & Hurtado, 2010).

- **Contactos Auxiliares.**- Son los encargados de abrir y cerrar el circuito de mando. Están acoplados mecánicamente a los contactos principales y pueden ser abiertos o cerrados (Pillapa & Hurtado, 2010).

Estos contactos soportan normalmente hasta seis amperios. Fundamentalmente, estos contactos son de 2 tipos: normalmente cerrados (NC) y normalmente abiertos (NA); y las normas recomiendan numeración de dos cifras para su identificación (13-14, 43-44 para NA y 21-22, 31-32 para los NC), como se puede observar en la Figura 2.24.



Figura 2. 25: Contactos Auxiliares (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2.4 Categorías de utilización de los contactores.

Permite diferenciar dos contactores de la misma potencia pero con diferentes condiciones de carga. Su correcta utilización influye en la vida de los contactos.

Para corriente alterna vienen con las siglas "AC" (Pillapa & Hurtado, 2010).

AC1: Sirve para cargas no inductivas o ligeramente inductivas.

AC2: Esta categoría se utiliza en motores de anillos rozantes (motor de rotor bobinado), adicionalmente para su arranque y para su frenado a contracorriente.

AC3: Se utiliza para motores jaula de ardilla en los cuales la corriente de cierre es de cinco a siete veces la corriente nominal, adicionalmente para el apagado del motor en marcha.

AC4: Se utiliza en motores de jaula de ardilla, para su frenado a contracorriente y acción de marcha por impulsos.

Para corriente continua vienen con las siglas "DC".

DC1: Se utiliza para cargas resistivas.

DC2: Utilizados en motores shunt, para el arranque y apagado de los motores en marcha.

DC3: Utilizados en motores shunt, para el arranque, frenado a contracorriente y funcionamiento por impulsos.

DC4. Para motores en serie, para el arranque y apagado de motores en marcha

DC5. Para motores en serie, para el arranque, frenado a contracorriente y accionamiento por impulsos.

2.5.2.5 Ventajas del uso de los contactores.

Los contactores presentan ventajas en cuanto a los siguientes aspectos y por los cuales es recomendable su utilización (Pillapa & Hurtado, 2010).

- Automatización en el arranque y paro de motores.
- Posibilidad de controlar completamente una máquina, desde varios puntos de maniobra o estaciones.
- Se pueden maniobrar circuitos sometidos a corrientes muy altas, mediante corrientes muy pequeñas.
- Seguridad del personal, dado que las maniobras se realizan desde lugares alejados del motor u otro tipo de carga, las corrientes y tensiones que se manipulan con los aparatos de mando son o pueden ser pequeños.
- Control y automatización de equipos y máquinas con procesos complejos, mediante la ayuda de los aparatos auxiliares de mando, como interruptores de posición, detectores inductivos, temporizadores, etc.
- Ahorro de tiempo al realizar maniobras prolongadas.

2.5.2.6 Causas del deterioro de los contactores.

Cuando un contactor no funciona o lo hace en forma deficiente, lo primero que debe hacerse es revisar el circuito de mando y de potencia (esquemas y montaje), verificando el estado de los conductores y de las conexiones, porque se pueden presentar falsos contactos, tornillos flojos, etc. (Pillapa & Hurtado, 2010).

Además de lo anterior es conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos en cada una de las partes que componen el contactor (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2.6.1 Deterioro en la bobina.

La tensión permanente de alimentación debe ser la especificada por el fabricante con un 10% de tolerancia.

El cierre del contactor se puede producir con el 85% de variación de la tensión nominal y la apertura con el 65%.

Cuando se producen caídas de tensión frecuentes y de corta duración, se pueden emplear retardadores de apertura capacitivos.

Si el núcleo y la armadura no se cierran por completo, la bobina se recalentará hasta deteriorarse por completo, por el aumento de la corriente de mantenimiento (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2.6.2 Deterioro en el núcleo y armadura.

Cuando el núcleo y la armadura no se juntan bien y/o se separan, produciendo un campo electromagnético ruidoso, es necesario revisar:

La tensión de alimentación de la bobina: si es inferior a la especificada, generará un campo magnético débil, sin la fuerza suficiente para atraer completamente la armadura.

Los muelles, ya que pueden estar vencidos por fatiga del material, o muy tensos.

La presencia de cuerpos extraños en las superficies rectificadas del núcleo y/o armadura. Estas superficies se limpian con productos adecuados (actualmente se fabrican productos en forma de aerosoles). Por ningún motivo se deben raspar, lijar y menos limar (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.2.6.3 Deterioro en los contactos.

Cuando se presenta un deterioro prematuro es necesario revisar:

Si el contactor corresponde a la potencia nominal del motor, y al número y frecuencia de maniobras requerido.

Cuando la elección ha sido la adecuada y la intensidad de bloqueo del motor es inferior al poder de cierre del contactor, el daño puede tener origen en

el circuito de mando, que no permite un correcto funcionamiento del circuito electromagnético.

Caídas de tensión en la red, provocadas por la sobre-intensidad producida en el arranque del motor, que origina pérdida de energía en el circuito magnético, de tal manera que los contactos, al no cerrarse completamente y carecer de la presión necesaria, acaban por soldarse (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3 Relé.

El relé es un dispositivo mecánico capaz de comandar cargas pesadas a partir de una pequeña tensión aplicada a su bobina. Básicamente la bobina contenida en su interior genera un campo magnético que acciona el interruptor mecánico. Ese interruptor es el encargado de manejar la potencia en sí, quedando al circuito electrónico la labor de "mover" la bobina. Permite así aislar mecánicamente la sección de potencia de la de control (Ver ANEXOS 13, 14 y 15) (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 26: Relé Finder 24 VDC (Fuente Propia, 2012).

2.5.3.1 Estructura de un relé.

Según Pillapa y Hurtado (2010), se puede distinguir de un relé los siguientes bloques:

- Circuito de entrada, control o excitación
- Circuito de acoplamiento
- Circuito de salida, carga o maniobra, constituido por:
 - circuito excitador

- dispositivo conmutador de frecuencia
- protecciones

2.5.3.2 Características generales.

Según Pillapa y Hurtado (2010), las características generales de cualquier relé son:

- El aislamiento entre los terminales de entrada y de salida.
- Adaptación sencilla a la fuente de control.
- Posibilidad de soportar sobrecargas, tanto en el circuito de entrada como en el de salida.

2.5.3.3 Tipos de Relés Por su construcción:

2.5.3.3.1 Relés de atracción de armadura.

Los relés de atracción de armadura; son relés de tipo electromagnético, en donde se utiliza una corriente eléctrica para crear un flujo magnético y atraer la armadura. El movimiento de la armadura abre o cierra los contactos del mismo relé, como es el caso del Relé Finder 60.13 de la Figura 2.26. Su construcción puede ser muy variada (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.2 Relé tipo balancín.

Este tipo de construcción compara el torque producido por una corriente contra el producido por la acción de un resorte pivoteando, formando una especie de balanza. Cuando la intensidad de la corriente es tal que se vence la acción del resorte, el relé cierra sus contactos (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.3 Relé tipo armadura.

Al igual que en el tipo anterior; en este tipo de relé se compara la acción de la corriente contra la fuerza que opone un resorte y la gravedad de la armadura, la cual es móvil. Cuando la intensidad de la corriente es lo suficientemente grande, la parte fija de la armadura atrae a la parte móvil, la cual se desplaza cerrando los contactos (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.4 Relés de inducción.

Los relés de inducción son de tipo electromagnético, que emplea el mismo principio de operación de los motores eléctricos. El movimiento del rotor abre o cierra los contactos del relé (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.5 Relé tipo motor D.C.

En este tipo de relé de corriente continua se compara la acción de unas corrientes contra la fuerza de oposición de un resorte. Son Relés poco usados, debido a su baja confiabilidad (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.6 Relé tipo motor A.C. Polos de Sombra.

Este relé compara la acción de una corriente. Contra la acción de un resorte. Los relés de disco tipo polos de sombra es muy utilizado por su gran confiabilidad (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.3.7 Relés electrónicos.

Estos tipos de relés, son construidos con elementos de estado sólido para ejecutar las mismas funciones que realizan los relés electromagnéticos. Siendo la principal ventaja de estos relés su velocidad de operación. Al igual que los otros tipos de relés su construcción puede ser muy variada dependiendo del uso que se le va a dar. Un tipo de construcción es el puente rectificador, comparador de fase, el cual suministra una salida en la bobina correspondiente, dependiente de la fase entre las corrientes que la alimentan. Dicha salida puede ser usada para restablecer o interrumpir circuitos iguales a los del relé electromagnético (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.4 Por su funcionamiento:

2.5.3.4.1 Relés monoestables.

Son relés que vuelven a la posición de reposo una vez terminada la corriente de excitación (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.4.2 Relés biestables.

Son relés que permanecen en la última posición una vez desconectada la corriente de excitación (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.4.3 Relés neutros.

Son relés en los que el sentido de la corriente de excitación no afecta la posición de reposo o trabajo (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.3.4.4 Relés polarizados.

Son relés en los que el sentido de la corriente de excitación influye en el tránsito de la posición de reposo a la posición de trabajo (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.4 Relés temporizadores ó temporizadores.

Es un aparato que censará una entrada y después de que un tiempo especificado de retardo haya transcurrido, producirá una salida (Pillapa & Hurtado, 2010).

Un relé temporizador también es un componente que está diseñado para temporizar eventos en un sistema de automatización industrial, cerrando o abriendo contactos antes, durante o después del período de tiempo ajustado (Pillapa & Hurtado, 2010).

Estos aparatos son compactos y constan de:

- Un oscilador que proporciona impulsos.
- Un contador programable en forma de circuito integrado.
- Una salida estática o de relé.

2.5.4.1 Los temporizadores según su forma de accionamiento pueden ser:

- ON DELAY o con retardo a la conexión.
- OFF DELAY o con retardo a la desconexión.

2.5.4.1.1 Temporizador ON DELAY o con retardo a la conexión.

El temporizador recibe una señal y empieza a contar el tiempo que tiene programado, al cumplirse el tiempo programado el contacto cambia de posición, y así permanece mientras el temporizador conserve la señal de activación, su estructura se observa en la Figura 2.27. Se emplea para realizar una función de retardo a la conexión (Ver ANEXO 16) (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 27: Temporizador ON DELAY (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.4.1.2 Temporizador OFF DELAY o con retardo a la desconexión.

El temporizador deja de recibir la señal de activación y empieza a contar el tiempo que tiene programado, al cumplirse el tiempo programado el contacto cambia de posición, su estructura se observa en la Figura 2.28. Se emplea para realizar una función de retardo a la desconexión (Ver ANEXOS 17) (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 28: Temporizador OFF DELAY (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.4.2 Tipos de temporizadores OFF DELAY:

Según Pillapa y Hurtado (2010), los tipos de temporizadores OFF DELAY se clasifican en:

1. De Pulso.
2. De Ciclo Repetitivo.
3. De temporización por un pulso dependiente de la excitación.

2.5.4.3 Características de los temporizadores.

Según Pillapa y Hurtado (2010), las características de los temporizadores OFF DELAY se clasifican en:

2.5.4.3.1 Neumáticos.

- Exactitud en los ciclos de repetición.
- Ajuste local.
- No tiene escala de tiempo.
- El tiempo de ajuste hasta 3 minutos.
- Rebote de contactos de algunos milisegundos.
- Puede ser afectado por golpe o vibración.
- La vida útil de 1 a 10 millones de operaciones.
- Son de bajo costo.

2.5.4.3.2 De estado sólido.

- Tiempos fijos de regulación desde segundos hasta varias horas.
- Exactitud repetitiva.
- Tiene escala de tiempos.
- No tiene rebote de contactos.

2.5.4.4 Dispositivos de señalización.

Son todos aquellos dispositivos, cuya función es llamar la atención sobre el correcto funcionamiento o paros anormales de las máquinas, aumentando así la seguridad del personal y facilitando el control y mantenimiento de los equipos, su estructura exterior se la puede observar en la Figura 2.29 (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 29: Luces Piloto de señalización (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.4.4.1 Clases de señalizaciones.

- **Acústicas:** son señales perceptibles por el oído. Entre las más usadas figuran los timbres, zumbadores o chicharras, sirenas, como se observa en la Figura 2.30, etc. (Pillapa & Hurtado, 2010).



Figura 2. 30: Señalización Acústica, Sirena (Pillapa & Hurtado, 2010).

- **Ópticas:** son señales perceptibles por la vista. Existen dos clases:
 - **Visuales:** si se emplean ciertos símbolos indicativos de la operación que se está realizando (Pillapa & Hurtado, 2010).

- Luminosas: únicamente se emplean lámparas o pilotos, de colores diferentes (Pillapa & Hurtado, 2010).

De acuerdo a la complejidad y riesgo en el manejo de los equipos, se pueden emplear, al mismo tiempo, señalizaciones visuales y luminosas, e incluso en casos especiales señalizaciones ópticas y acústicas contemporáneamente (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.4.4.2 Conexión de los elementos de señalización.

- **Señalizaciones de marcha.**

Se usa para indicar que un equipo se ha puesto en funcionamiento (Pillapa & Hurtado, 2010).

- **Señalización de paro de emergencia, originado por sobrecargas.**

Para el efecto se utiliza el contacto normalmente abierto del relé térmico, el cual al cerrarse, a consecuencia de la sobrecarga, actúa sobre el elemento de señalización energizándolo (Pillapa & Hurtado, 2010).

2.5.5 Guardamotor.

Un guardamotor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño especial proporciona al dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto frente a las sobreintensidades transitorias típicas de los arranques de los motores.

El disparo magnético es equivalente al de otros interruptores automáticos pero el disparo térmico se produce con una intensidad y tiempo mayores, en la Figura 2.31 se observa la estructura externa de un guardamotor SIEMENS SIRIUS (Ver ANEXO 19) (Hernández, 2012).



Figura 2. 31: Guardamotor SIEMENS SIRIUS de 80 – 100 A (Fuente Propia, 2012).

Las características principales de los guardamotores, al igual que de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo, como se aprecia en la Figura 2.33. Es un aparato utilizado para la protección de los circuitos eléctricos, contra cortocircuitos y sobrecargas, en sustitución de los fusibles. Tienen la ventaja frente a los fusibles de que no hay que reponerlos. Cuando desconectan el circuito debido a una sobrecarga o un cortocircuito, se rearman de nuevo y siguen funcionando. Su funcionamiento se basa en un elemento térmico, formado por una lámina bimetálica que se deforma al pasar por la misma una corriente durante cierto tiempo, para cuyas magnitudes está dimensionado (sobrecarga) y un elemento magnético, formado por una bobina cuyo núcleo atrae un elemento que abre el circuito al pasar por dicha bobina una corriente de valor definido (cortocircuito), como se puede observar en la Figura 2.32 y Figura 2.33 (Hernández, 2012).

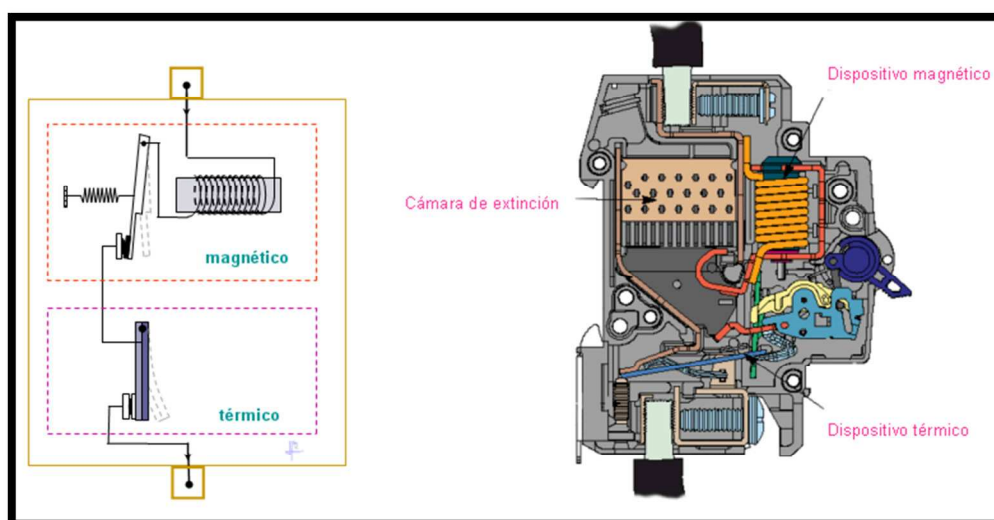


Figura 2. 32: Estructura interna del guardamotor (Hernández, 2012).

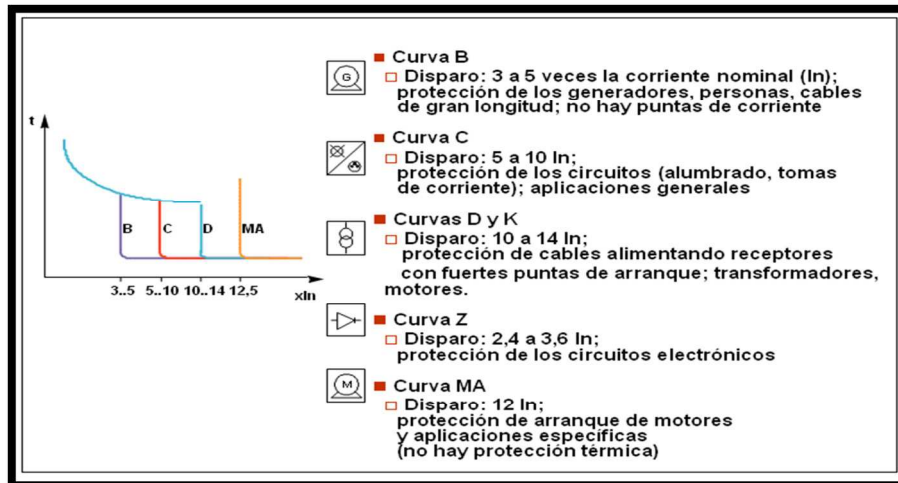


Figura 2. 33: Curva de disparo (Hernández, 2012).

La desconexión puede ser:

- Manual: Mecánica.
- Automática: Magnética, por cortocircuitos y térmica, por sobrecargas.

La reconexión es manual.

Tiempo de Disparo: Se puede observar en la Figura 2.34 los tiempos de Disparo dependiendo de cada problema que detecte el guardamotor, en este caso cortocircuitos y sobrecargas (Hernández, 2012).

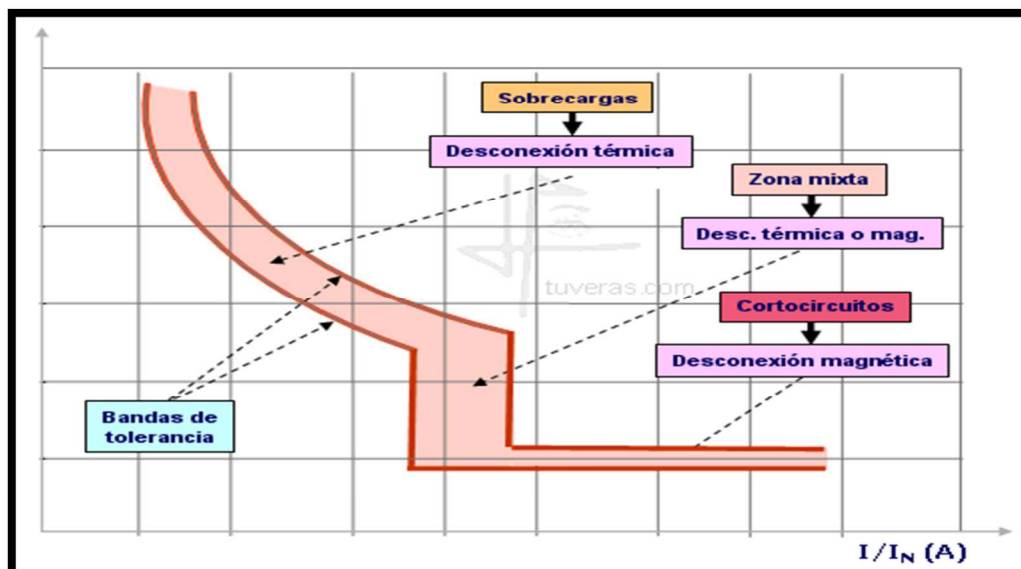


Figura 2. 34: Tiempo de Disparo de un guardamotor (Hernández, 2012).

2.5.6 Relé Térmico.

Los relés térmicos son aparatos diseñados para la protección de motores contra sobrecarga, fallo de alguna fase y diferencias de carga entre fase. Su misión es desconectar el circuito cuando la intensidad consumida por el motor supera durante un tiempo corto, a la permitida por este evitando que el bobinado se queme. Esto gracias a que consta de 3 laminas bimetálicas que cuando son recorridas por una determinada intensidad, provocan el calentamiento del bimetálico y por consecuencia la apertura del relé. El relé térmico está incorporado con dos contactos auxiliares (NO- 97-98 y NC-95-96), para su uso en sistema de mando; también dispone de un botón regulador de intensidad, además un botón de prueba (stop) y otro para RESET (Ver ANEXOS 20, 21, 22 y 23) (Santiesteban & Solis, 2009).

Este dispositivo de protección garantiza:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas (Santiesteban & Solis, 2009).
- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas (Santiesteban & Solis, 2009).
- Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas (Santiesteban & Solis, 2009).

2.5.6.1 Funcionamiento.

Si el motor sufre una avería y se produce una sobre intensidad, unas bobinas calefactoras (resistencias arrolladas alrededor de un bimetálico), consiguen que una lámina bimetálica, constituida por dos metales de diferente coeficiente de dilatación, se deforme, desplazando en este movimiento una placa de fibra, hasta que se produce el cambio o conmutación de los contactos. El relé térmico actúa en el circuito de mando, con dos contactos auxiliares y en el circuito de potencia, a través de sus tres contactos principales (Santiesteban & Solis, 2009).

2.6 PLC

2.6.1 Generalidades de los PLC.

La presión existente por bajar los costos, la complejidad y los tiempos en los procesos de control y producción hace que los PLC estén cada vez más difundidos en las aplicaciones de automatización. También la rápida evolución de la industria es un factor que requiere de estos dispositivos para resolver las tareas de automatización, observar Figura 2.35.

2.6.2. PLC OMRON CPM2A.

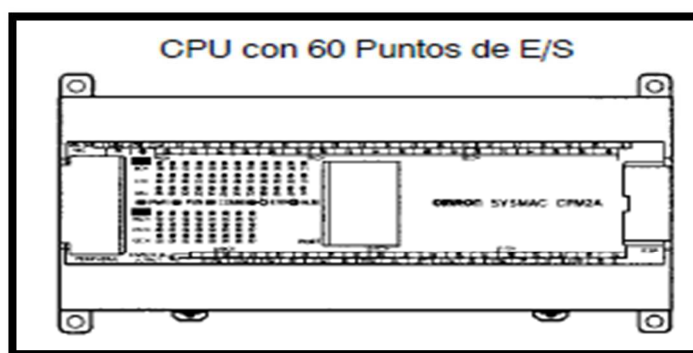


Figura 2. 35: PLC OMRON CPM2A, entradas: 36, salidas: 24 (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

2.6.2.1 Características.

Los PLCs OMRON CPM2A incorporan una variedad de características en una unidad compacta que incluye control sincronizado de pulsos, entradas de interrupción, salidas de pulsos, selecciones analógicas y una función de reloj. Además la CPU CPM2A es una unidad compacta que puede gestionar un amplio rango de aplicaciones de control de máquina, lo que la hace ideal para ser integrada en la propia máquina como unidad de control (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

El PLC OMRON CPM2A dispone de funciones de comunicaciones con ordenadores personales, otros PLC OMRON y Terminales Programables OMRON. Estas capacidades de comunicación permiten al

usuario diseñar sistemas de producción distribuidos de bajo costo (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

2.6.2.2 Funciones Básicas.

2.6.2.2.1 CPU:

El PLC CPM2A es un PLC compacto con 20, 30, 40 ó 60 terminales de entradas y salidas (E/S) incorporadas como se puede observar en la Figura 35. Hay 3 tipos de salidas disponibles (salidas relé, salidas transistor NPN y salidas transistor PNP) y 2 tipos de fuentes de alimentación (100/240 Vc.a. ó 24 Vc.c.), cuyas características se mencionan en el Cuadro 1 (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

Cuadro 1. Características del CPU del PLC OMRON CPM2A-60CDR-A

Número de puntos de E/S	Fuente de A.	Entradas	Salidas	Modelo
20 puntos de E/S (12 entradas y 8 salidas)	100 a 240 Vc.a.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-20CDR-A
	24 Vc.c.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-20CDR-D
		24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPN	CPM2A-20CDT-D
		24 Vc.c.	Transistor positivo común o PNP	CPM2A-20CDT1-D
30 puntos de E/S (18 entradas y 12 salidas)	100 a 240 Vc.a.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-30CDR-A
	24 Vc.c.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-30CDR-D
		24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPN	CPM2A-30CDT-D
		24 Vc.c.	Transistor positivo común o PNP	CPM2A-30CDT1-D
40 puntos de E/S (24 entradas y 16 salidas)	100 a 240 Vc.a.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-40CDR-A
	24 Vc.c.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-40CDR-D
		24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPN	CPM2A-40CDT-D
		24 Vc.c.	Transistor positivo común o PNP	CPM2A-40CDT1-D
60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas)	100 a 240 Vc.a.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-60CDR-A
	24 Vc.c.	24 Vc.c.	Relé	CPM2A-60CDR-D
		24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPN	CPM2A-60CDT-D
		24 Vc.c.	Transistor positivo común o PNP	CPM2A-60CDT1-D

2.6.2.2.2 Unidad de E/S de expansión:

Hasta 3 unidades de E/S de expansión se pueden conectar a la CPU para aumentar la capacidad de E/S del PLC hasta un máximo de 120 puntos de E/S.

Hay 3 tipos de unidades de E/S de expansión disponibles: una unidad de 20 puntos de E/S, una unidad de 8 puntos de entrada y una unidad de 8 puntos de salida. La capacidad máxima de E/S se obtiene conectando 3 unidades de expansión de 20 puntos de E/S a una CPU con 60 puntos de E/S incorporados, cuyas características se mencionan en el Cuadro 2 (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

Cuadro 2. Características de los Módulos de Expansión OMRON

Unidad		Número máx. de unidades	Entradas	Salidas	Modelo
Uds de expansión de E/S	20 puntos de E/S 12 entradas 8 salidas	3 Unidades máx. (ver nota)	24 Vc.c.	Relés	CPM1A-20EDR1
			24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPN	CPM1A-20EDT
			24 Vc.c.	Transistor negativo común o NPNs	CPM1A-20EDT1
	8 entradas		24 Vc.c.	---	CPM1A-8ED
	8 salidas		---	Relés	CPM1A-8ER
			---	Transistor negativo común o NPN	CPM1A-8ET
			---	Transistor positivo común o PNP	CPM1A-8ET1
Unidad de E/S analógicas 2 entradas analógicas (2 canales) 1 salida analógica (1 canal)			2 entradas analógicas	1 entrada analógica	CPM1A-MAD01
Unidad I/O Link de CompoBus/S 8 entradas y 8 salidas			8 bits (Entradas del Maestro)	8 bits (Salidas al Maestro)	CPM1A-SRT21

El PLC OMRON utilizado en el Proceso de Automatización es de 60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas) de Modelo CPM2A – 60 CDR – A, además un Módulo de Expansión de 20 puntos de E/S (12 entradas y 8 salidas) (Modelo CPM1A – 20EDT) y un Módulo más de Expansión de 8 salidas (Modelo CPM1A – 8ET), como se aprecia en la Figura 2.36(Ver ANEXOS 29 y 30) (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

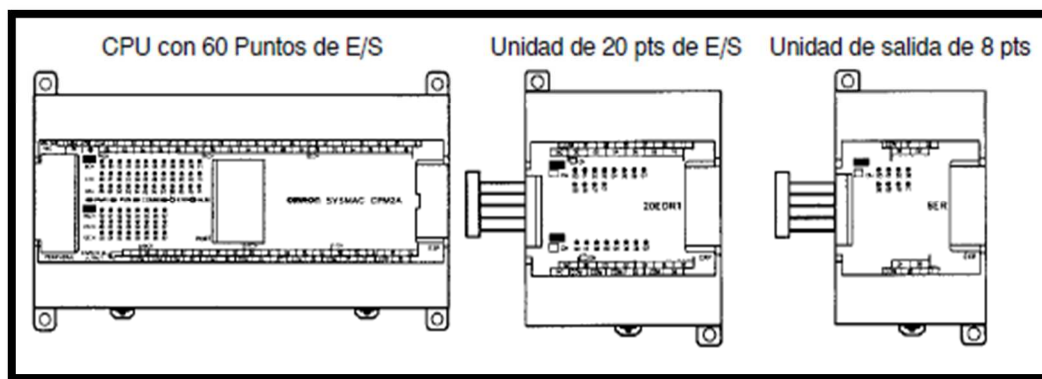


Figura 2. 36: PLC OMRON de 60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas, Modelo CPM2A – 60 CDR – A), además un módulo de expansión de 20 puntos de E/S (12 entradas y 8 salidas, Modelo CPM1A – 20EDT) y un módulo más de expansión de 8 salidas (Modelo CPM1A – 8ET).

2.6.2.2.4 Tipos de Salidas del PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A (Salida Tipo Relé) y sus Módulos de Expansión (Salida Tipo Transistor Negativo Común o NPN): Modelo CPM1A – 20EDRT y Modelo CPM1A – 8ET.

2.6.2.2.4.1 Salidas a relé OMRON CPM2A – 60 CDR – A.

Uno de los tipos más populares de salidas disponibles son las de relé. Esto se debe a que un relé puede ser usado tanto con cargas AC como con cargas DC. Algunas de las formas más comunes de cargas son solenoides, lámparas, motores, etc.; las cuales vienen en muchos tamaños eléctricos. Por esta razón siempre hay que chequear las especificaciones de la carga antes de conectarla a la salida del PLC, a fin de asegurar que la corriente máxima que ellas consumen estará dentro de los límites permitidos en las especificaciones de las salidas del PLC (Navarro, 2001).

Existe un tipo de carga a las que se le debe prestar especial atención: las llamadas cargas inductivas. Este tipo de carga tiene la tendencia de desarrollar una sobrecorriente al energizarlas, y lo que es peor, desarrollan un sobre impulso de voltaje inverso cuando son desactivadas. Esta corriente y voltaje inverso propensa el daño de la salida a relés del PLC. Típicamente se deben usar diodos, varistores o circuitos "snubber" para ayudar a combatir el daño de los relés de salida del PLC, como se puede observar en la Figura 2.37 (Ver ANEXO 28) (Navarro, 2001).

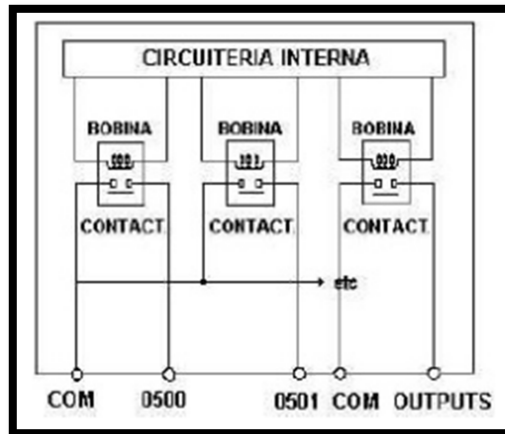


Figura 2. 37: Módulo de salidas a relé (Navarro, 2001).

Los relés de salida están dentro del PLC. La figura de arriba muestra un diagrama de circuitos típico de las salidas a relés. Cuando la lógica del programa de aplicación indica que se debe activar una salida física, entonces el PLC aplica un voltaje a la bobina del relé correspondiente. Esto a su vez causará el cierre de los contactos del relé activado. Luego, cuando los contactos cierran se permite el flujo de corriente a través de la carga conectada en la salida en cuestión. Contrariamente, cuando la lógica programada indica que se debe desactivar la salida física, el PLC interrumpe el suministro de voltaje a la bobina del relé, causando la inminente apertura de los contactos del mismo, y con ello la desactivación de la carga conectada a esta salida (Ver ANEXO 28) (Navarro, 2001).

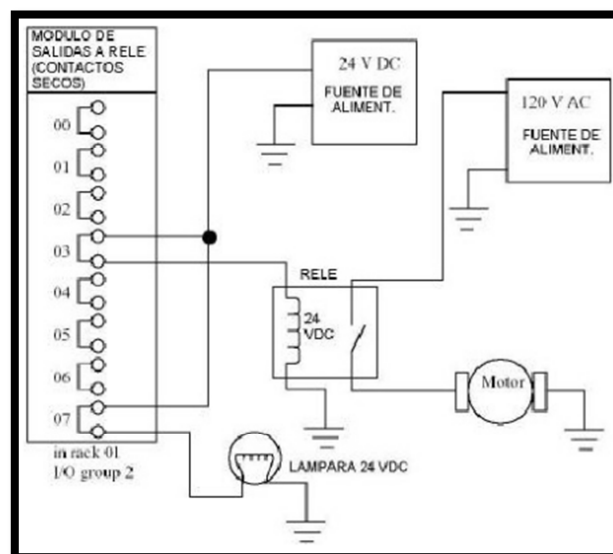


Figura 2. 38: Conexión típica de un módulo de salidas a relés (Navarro, 2001).

La Figura 2.38 muestra el modo típico de conexión de las salidas a relés de los PLC's. Aunque la Figura 2.38 muestra sólo la conexión en circuitos DC, también se puede conectar de manera similar en circuitos AC; ya que un relé es un elemento de salida no polarizado y en consecuencia él puede conmutar tanto AC como DC. En este caso se trata de salidas a contactos secos. Un resumen de las salidas a relés es el siguiente: son relativamente lentas, pueden conmutar corrientes algo grandes, tiene tiempo de vida relativamente corto y trabajan tanto en AC como en DC (Navarro, 2001).

2.6.2.2.4.1 Salidas a Transistores, Módulos de Expansión: Modelo CPM1A – 20EDRT y Modelo CPM1A – 8ET.

Un transistor solo puede conmutar en circuitos de corriente directa. Por esta razón el transistor no puede ser usado con voltajes de corriente alterna (AC). En este tipo de aplicación, el transistor es tratado como un switch de estado sólido. Una pequeña corriente aplicada a la “base” del transistor permite conmutar una corriente considerablemente mayor a través de su unión Colector-Emisor. Basado en este fundamento, cuando la lógica programada en el PLC indica que se debe activar una salida física, el PLC aplica una pequeña corriente a la base del transistor de la salida en cuestión y así la misma “cierra sus contactos”. Una vez establecido el flujo eléctrico a través de los contactos de la salida activada, la carga conectada a esta salida se activara también. En general existen dos tipos de transistores usados en la etapa de salida de los PLC's: Transistores NPN y transistores PNP. El tipo “físico” de transistor usado también varía de fabricante a fabricante. Algunos de los tipos mas comúnmente usados son los BJT y los MOSFET. Un transistor tipo BJT (Bipolar Junction Transistor) generalmente tiene menos capacidad de conmutación (Puede manejar menos corriente) que uno tipo MOS-FET (Metal Oxide Semiconductor-Field Effect Transistor). Sin embargo, el BJT tiene un tiempo de conmutación ligeramente más pequeño que el tiempo de los MOS-FET. Al igual que con las salidas a relés, hay que chequear las especificaciones dadas por el fabricante acerca de un grupo de salidas a transistores en particular, a fin de verificar que la máxima corriente de carga no exceda la del transistor. La Figura 2.39 que se

indica a continuación incluye un típico diagrama de circuitos de salida para una del tipo NPN (Ver ANEXOS 29 y 30) (Navarro, 2001).

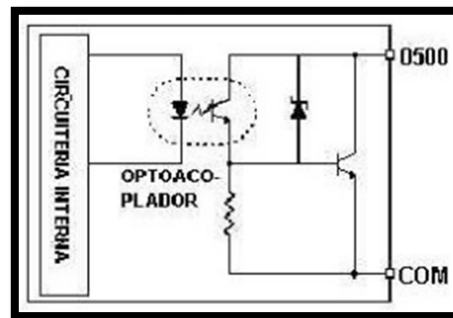


Figura 2. 39: Salida a transistor (Navarro, 2001).

Aquí también se muestra una foto acoplador cuya función es aislar los voltajes y corrientes del mundo exterior de la circuitería interna del PLC. Cuando la lógica programada indica que se debe activar esta salida, el circuito interno aplica un pequeño voltaje al LED del fotoacoplador el cual emite entonces una luz que causa que el fototransistor permita el flujo de una pequeña corriente hacia la base del transistor conectado a la salida 0500. De aquí que lo que este conectado entre el COM y el terminal 0500 se active. Cuando la lógica programada indica que se debe desactivar la salida 0500, entonces se deja de aplicar el voltaje al fotoacoplador lo que causa que ya el LED pare de emitir luz y así el transistor de salida conectado entre 0500 y COM se desactivara “abriendo” sus contactos, como se puede observar en la Figura 2.40 (Ver ANEXOS 29 y 30) (Navarro, 2001).

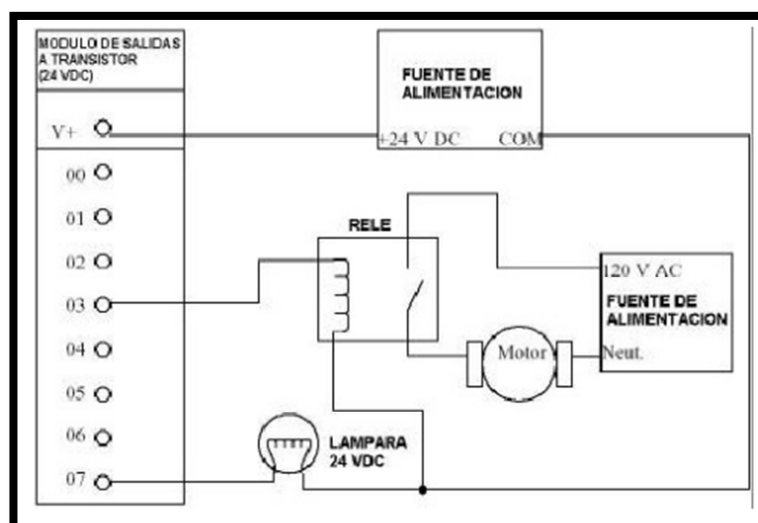


Figura 2. 40: Conexión típica de un módulo de salidas a transistores (Navarro, 2001).

La Figura 2.40 muestra la forma típica de conectar una salida a transistor. Nótese que se trata de un transistor tipo PNP. Si la salida mostrada fuese una tipo NPN, el terminal común estaría conectado a $-V$, mientras que el terminal final de cada carga estaría conectado a $+V$. Una cuestión importante ha denotar es que el transistor por lo general no puede conmutar cargas tan altas como las que conmuta un relé. Para reparar esta situación, si la carga a conmutar excede la permisible a través del transistor, entonces se debe conectar un relé de interposición a la salida del PLC, y luego conectar la carga a los terminales de este relé (Ver ANEXOS 29 y 30) (Navarro, 2001).

Un resumen de las salidas a transistor sería el siguiente: son rápidas, conmutan sólo corrientes relativamente pequeñas, poseen largo tiempo de vida y trabajan solamente con DC (Navarro, 2001).

2.6.2.2.5.- Unidad de E/S analógicas:

Para disponer de entradas y de salidas analógicas se pueden conectar hasta 3 unidades de E/S analógicas. Cada unidad dispone de 2 entradas analógicas y 1 salida analógica. Si se combinan los puntos de E/S analógica con las instrucciones PID y PWM se puede efectuar un control de tiempo proporcional (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

- El rango de entrada analógica se puede fijar a uno de 0 a 10 Vc.c., 1 a 5 Vc.c., ó 4 a 20 mA con una resolución de 1/256. La función de detección de circuito abierto se puede utilizar con las selecciones de 1 a 5 Vc.c. y de 4 a 20 mA (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

- El rango de salida analógica se puede establecer a 0 a 10 Vc.c., -10 a 10 Vc.c., ó 4 a 20 mA con una resolución de 1/256 (OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C, 2011).

2.6.3 Algunas ventajas brindadas por el PLC OMRON CPM2A.

- Menor tamaño físico que las soluciones de cableado.
- La realización de cambios es más fácil y más rápida.
- Los autómatas llevan integradas funciones de diagnóstico.
- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos autómatas pueden indicar y detectar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

2.6.4 Inconvenientes.

- Como inconvenientes podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.
- El costo inicial también puede ser un inconveniente.

2.7 SOFTWARE CX-PROGRAMMER

2.7.1 CX-PROGAMMER.

CX-Programmer es un paquete de herramientas integradas FA que incorpora software de programación para los PLCs de OMRON y otros componentes.

Para construir un sistema FA basado principalmente en PLC, tradicionalmente era necesario adquirir e instalar software de programación individual compatible con cada unidad, iniciar el software independientemente y, a continuación, conectarse al PLC y a los componentes individuales (OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

La instalación de este paquete de herramientas integradas FA "CX-One" en un ordenador personal permite el funcionamiento integrado, desde la configuración de las unidades de CPU y unidades de E/S especiales (SIOU) y componentes de OMRON hasta la preparación/monitorización de la red y mejorar la eficacia de la preparación del sistema de PLC (OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

2.7.2 Características de CX-PROGAMMER:

- CX-PROGRAMMER permite la gestión integrada de software de programación para PLC/componentes de OMRON(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- La instalación en un solo ordenador personal permite a un usuario gestionar el software de programación de los productos de OMRON(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- Sólo se necesita una clave de licencia para instalar todo el software de programación(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- Permite la gestión integrada de una ubicación para guardar los archivos creados por el software de programación(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- El software de programación dedicado para unidades de bus de CPU y unidades de E/S especiales se puede iniciar en la tabla de E/S. El

software de programación dedicado correspondiente se puede iniciar automáticamente si se especifica una unidad registrada en la tabla de E/S (tabla de configuración de unidades adjunta a un PLC). Además, la información de configuración, como el modelo de PLC, se puede pasar al software de programación dedicado al inicio, lo que permite una conmutación más sencilla entre software de programación(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

- Están disponibles las siguientes funciones mediante la introducción del archivo de información de ID (CPS) para los componentes de OMRON(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- Configuración de unidades de bus de CPU y unidades de E/S especiales sin configuración manual y reconocimiento de direcciones(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- La configuración de las unidades de bus de CPU y las unidades de E/S especiales en un ordenador y los datos en el PLC real (CPU) se pueden verificar online y los datos de elementos no coincidentes y de lectura se muestran gráficamente(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- La configuración de unidad se muestra en la tabla de E/S según el modelo de unidad(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).
- El tipo de dispositivo de la red se puede comprobar por su modelo de unidad, lo que permite una verificación exacta de la configuración de la red(OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

2.7.3 Lenguaje de programación ladder (escalera).

Existen distintos tipos de lenguaje de programación de un PLC, quizás el más común sea la programación tipo escalera o ladder. Los diagramas de escalera son esquemas de uso común para representar la lógica de control de sistemas industriales. Se le llama diagrama "escalera" porque se asemejan a una escalera, con dos rieles verticales (de alimentación) y "escalones" (líneas horizontales), en las que hay circuitos de control que definen la lógica a través de funciones, como se puede observar en la Figura 2.41 (OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

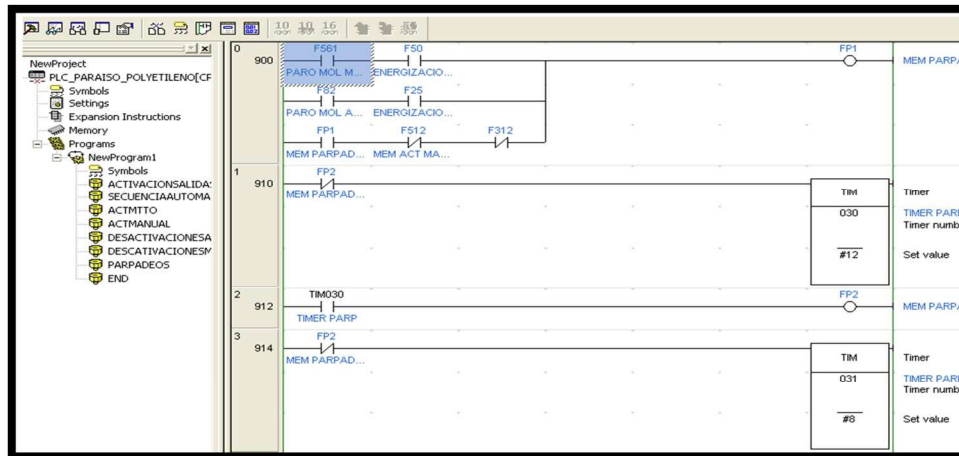


Figura 2. 41: Interfaz CX Programmer.

De esta manera las principales características del lenguaje ladder según el Manual de Programación del software CX – PROGRAMMER de OMRON SYSMAC son:

- Instrucciones de entrada se introducen a la izquierda
- Instrucciones de salida se situarán en el derecho.
- Los carriles de alimentación son las líneas de suministro de energía L1 y L2 para los circuitos de corriente alterna y 24 V y tierra para los circuitos de CC
- La mayoría de los PLC permiten más de una salida por cada renglón (Rung).
- El procesador (o "controlador") explora peldaños de la escalera de arriba a abajo y de izquierda a derecha.

2.7.5 Tipos de dispositivos disponibles para CX Programmer.

Por requisitos de la empresa se trabaja con un PLC OMRON CPM2A, por lo tanto, el CPU es apto para ser trabajado con CX-PROGRAMMER, como se puede observar en el Cuadro 3 (OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER, 2011).

Cuadro 3. Tipos de CPU disponibles para CX PROGRAMMER

Series	Tipo de CPU
CS1	CS1H-CPU67/66/65/64/63 (-V1) CS1G-CPU45/44/43/42 (-V1) CS1G-CPU45H/44H/43H/42H CS1H-CPU67H/66H/65H/64H/63H CS1D-CPU67H/65H CS1D-CPU67S/65S/44S/42S
CJ1	CJ1G-CPU45/44 CJ1M-CPU23/22/21/13/12/11 CJ1G-CPU45H/44H/43H/42H CJ1H-CPU66H/65H
CP1(*1)	CP1H-X40DR-A/X40DT-D/X40DT1-D CP1H-XA40DR-A/XA40DT-D/XA40DT1-D
CPM2* (*1)	CPM2A-20CD/30CD/40CD/60CD CPM2C-10CD/10C1D/20CD/20C1D
CPM2*-S* (*1)	CPM2C-S100C/110C CPM2C-S110C-DRT
CPM1/CPM1A (*1)	CPM1(A)-10CDR/20CDR/30CDR/40CDR (-V1)
CQM1H	CQM1H-CPU11/21/51/61
CQM1	CQM1-CPU11/21/41/42/43/44/45

2.7.6 Según el manual de programación del software CX-Programmer de Omron Sysmac los tipos de variables del software CX-Programmer.

- BOOL: Variable de un bit, los posibles estados son 0-OFF y 1-ON.
- UINT: Variable de una palabra en binario sin signo.
- INT: Variable de una palabra en binario con signo.
- UINT_BCD: Variable de una palabra en formato BCD (4 dígitos).
- UDINT: Variable de dos palabras en binario sin signo.
- UDINT_BCD: Variable en dos palabras en formato BCD (8 dígitos).
- ULINT: Variable de cuatro palabras en binario sin signo.
- LINT: Variable de cuatro palabras en binario con signo.
- ULINT_BCD: Variable en cuatro palabras en formato BCD (16 dígitos).
- REAL: Variable de dos palabras (32 bits) con formato en coma flotante (formato IEEE). Este formato se utiliza para las operaciones en coma flotante del CVM1-V2 y del CS1.
- NUMBER: Constante numérica en formato decimal. El valor puede ser con signo o en coma flotante. No se trata de una variable, sino de un valor numérico a utilizar por la función.
- CHANNEL: Variable de una palabra. Se utiliza para compatibilizar con anteriores programas y hace referencia a cualquier variable no booleana. CX-P no puede chequear si la variable está siendo utilizada para valores en BCD o en binario.

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DEL PROCESO

3.1 MAQUINARIA

La línea de proceso de reciclaje de plástico y obtención de polietileno se divide en etapas y estas a su vez en sub-etapas, estas disponen de armarios de control independientes para el control de dichas etapas mencionadas. Inicialmente el proceso comprendía en su totalidad de maquinaria especializada para este proceso, línea de marca SOREMA pero desde hace algunos años atrás hasta hoy día se ha modificado y también se han adecuando nuevas máquinas y accesorios con la finalidad de mejorar y optimizar el proceso. El sistema de automatización que se implementará se ubicará en la etapa inicial la cual comprende sus correspondientes sub-etapas: entrada de material, trituración, primer lavado, primer secado, segundo lavado y segundo secado, y entre estas sub-etapas se transporta la materia prima por medio de un sistema de cócleas, las cuales son un sistema mecánico que consta de un eje con una hélice a lo largo del mismo y que por medio la rotación del eje se realiza el transporte hacia la nueva sub-etapa del plástico. A continuación describiremos las máquinas de las cuales consta esta etapa, como se puede observar en la Figura 3.1 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1 Ubicación de componentes en las máquinas que conforman la etapa inicial del proceso.

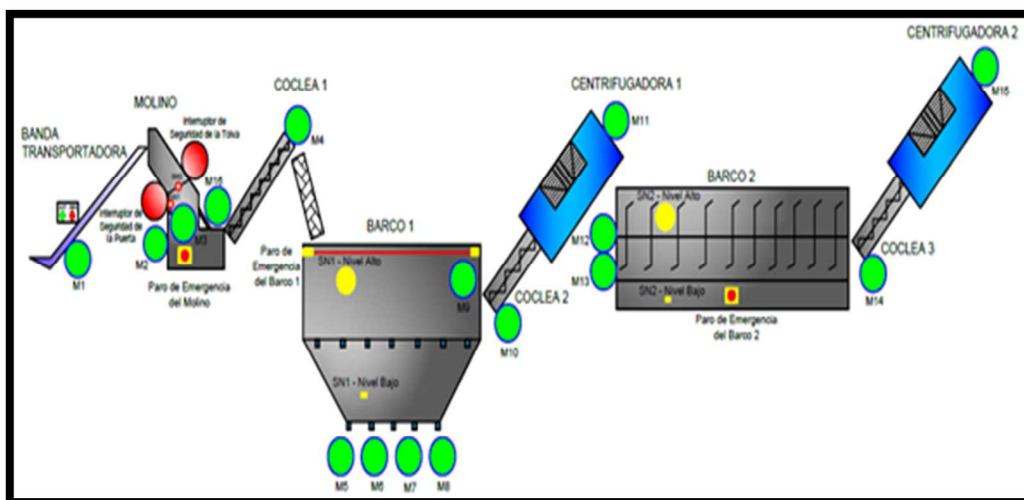


Figura 3. 1: Ubicación de los componentes en las máquinas (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.1 Banda Transportadora.

La banda transportadora consta de una cinta de caucho móvil tensada la cual por medio de movimiento del motor M1 avanza con la materia prima en este caso el plástico reciclado que es colocada por un operador en la parte inferior de la cinta transportadora y lo lleva hacia la entrada del molino, como se puede observar en la Figura 3.2 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 2: Banda Transportadora (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.2 Molino.

En el molino se realiza la trituración del plástico que ingresa la tolva ubicada en la parte superior del mismo por medio de la banda transportadora, el motor M2 es el que realiza el movimiento de las cuchillas que trituran la materia prima y esta sale hacia la parte inferior del eje de las cuchillas donde es llevado hacia la nueva sub etapa de lavado, como se puede observar en la Figura 3.3 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 3: Molino (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.3 Bomba Hidráulica del Molino.

El molino también consta con un servicio para mantenimiento y cambio de las cuchillas el cual facilita el acceso a ellas abriendo su tolva hacia un costado con la ayuda de un sistema hidráulico. La bomba hidráulica que forma parte del sistema mencionado tiene un motor M16, propiedades del cual se presentan a continuación, como se puede observar en la Figura 3.4 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 4: Bomba hidráulica del Molino (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.4 Cóclea Interna del Molino.

La cóclea interna del molino está ubicada en la parte inferior a las cuchillas del molino y su eje va a lo largo de toda la parte interna con el fin de sacar todo el plástico triturado hacia el exterior del molino donde de este seguirá a la siguiente estación de lavado. El movimiento del eje de esta cóclea lo realiza el motor M3, como se puede observar en la Figura 3.5 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 5: Cóclea Interna del Molino (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.5 Cóclea 1.

La cóclea 1 transporta el plástico a partir de la salida del molino hacia el inicio del barco 1 donde inicia la primera sub-etapa de lavado, y el movimiento de su eje lo realiza el motor M4, como se puede observar en la Figura 3.6 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 6: Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.6 Barco 1.

Esta máquina tiene la forma de un tanque de agua en el cual se realiza el primer lavado, consta de 5 motores que mueven un mecanismo de cadenas que permiten girar unos ejes con aspas o rodetes para empujar el plástico a través del agua de un lado hacia el otro donde se encuentra la salida de materia prima y pasara a la siguiente sub-etapa, además de un sistema de entrada/salida de agua con el fin de circular el agua que entran en contacto con el plástico que generalmente trae impurezas (lodo, tierra, restos de banano) y conseguir u mejor primer lavado. Los motores mencionados son M5, M6, M7, M8 y M9, como se puede observar en la Figura 3.7 y Figura 3.8 (Fuente Propia, 2012).

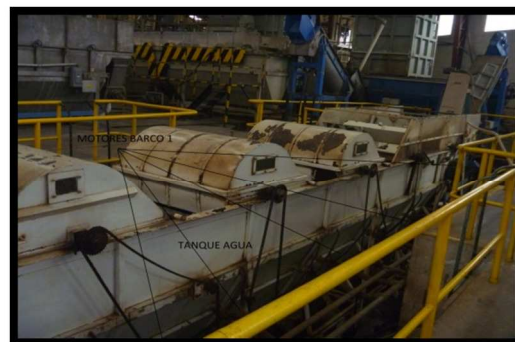


Figura 3. 7: Parte Superior del Barco 1 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 8: Parte Inferior del Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.7 Cóclea 2.

Esta máquina de transporte está colocada al final en la salida de materia prima del barco 1 y la sube hasta la sub-etapa de secado, el funcionamiento de la cóclea 2 está ligada al motor M10, como se puede observar en la Figura 3.9 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 9: Cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.8 Centrifugadora 1.

En esta máquina se realiza el primer secado por medio de rotación y que gracias a esta rotación se exprime a la materia prima que llega con agua a partir del lavado del barco 1, es una centrifugadora de giro regida al motor M11, previo al segundo lavado, como se puede observar en la Figura 3.10 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 10: Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.9 Barco 2.

A continuación del primer secado la materia prima en el barco 2 donde se realiza el segundo lavado del plástico, el barco 2 es de igual manera un tanque de agua que contiene 2 ejes con aspas regidos a los motores M12 y M13 respectivamente y los cuales a su vez empujan el plástico a través de ellos hasta la salida del material en el otro extremo del barco donde pasará a la siguiente sub-etapa, como se puede observar en la Figura 3.11 y Figura 3.12 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 11: Barco 2, vista frontal (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 12: Barco 2, vista superior (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.10 Cóclea 3.

Esta cóclea se encuentra ubicada en la salida del material del barco 2 y lo transporta hacia el segundo secado. Igualmente esta consta de un eje con una hélice a lo largo del mismo y el movimiento rotatorio del mismo lo realiza el motor M14, como se puede observar en la Figura 3.13 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 13: Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

3.1.1.11 Centrifugadora 2.

En esta máquina de rotación se realiza el segundo secado de similar manera que el primero, entra el material transportado por la cóclea 3 y aquí se lo exprime del segundo lavado que se realizó en el barco 2. El motor M15 es el que realiza la rotación de esta máquina, como se puede observar en la Figura 3.14 (Fuente Propia, 2012).



Figura 3. 14: Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

Aquí culmina la primera etapa del proceso en donde comprende la realización del proyecto, lo que quiere decir que todo se implementará en el primer armario de control (Fuente Propia, 2012).

3.2 LEVANTAMIENTO TÉCNICO

El levantamiento técnico fue realizado en las máquinas y en el proceso total en sí, del cual se obtuvo datos e información necesaria para entender y comprender de mejor manera el funcionamiento y necesidades del mismo, y con esto lograr que el sistema de automatización a diseñar sea el correcto y óptimo para esta etapa del proceso (Fuente Propia, 2012).

Inicialmente presentamos un layout de la ubicación y distribución de las máquinas dentro del área de plástico reciclado en la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A., como se puede observar en la Figura 3.15 (Fuente Propia, 2012).

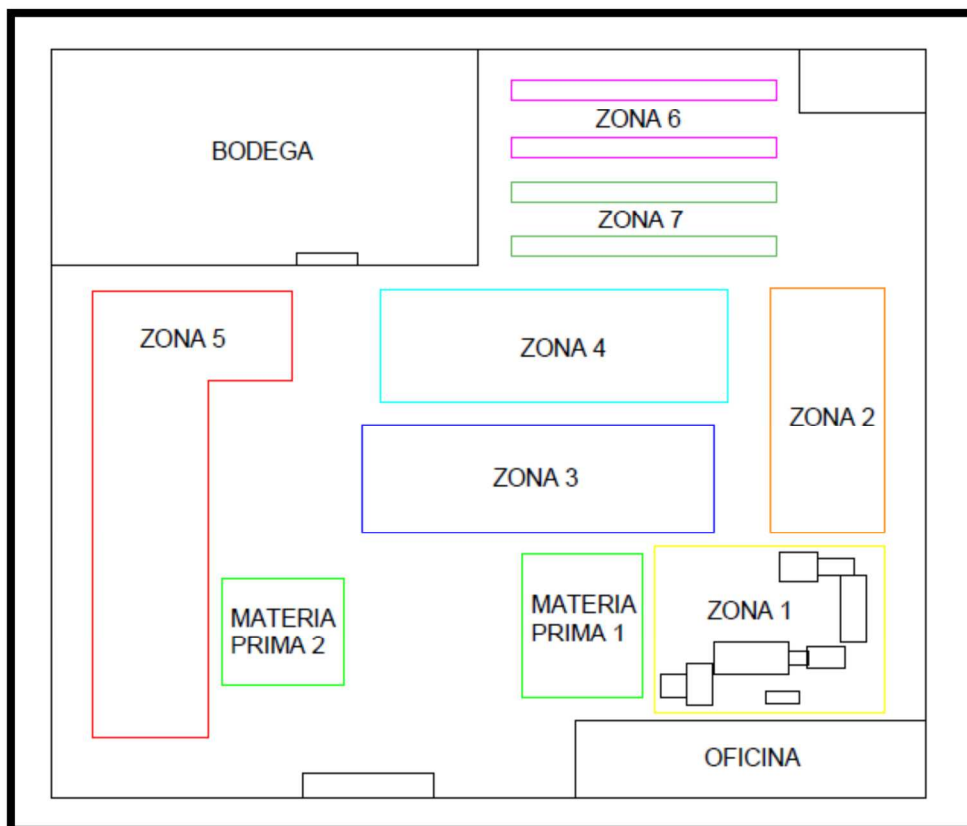


Figura 3. 15: Layout de la planta de obtención de polietileno (Fuente Propia, 2012).

Materia Prima 1: plástico reciclado de alta densidad.

Materia Prima 2: plástico reciclado de baja densidad.

Zona 1: línea de entrada de plástico, triturado, lavado y secado de plástico de alta densidad.

Zona 2: línea de lavado, secado y almacenamiento en tolvas de plástico de alta densidad.

Zona 3: línea de trituración lavado secado y almacenado de plástico de baja densidad de remplazo.

Zona 4: líneas de extrusión y pelletizado de polietileno.

Zona 5: línea completa de tratamiento de baja densidad y obtención de polietileno.

Zona 6: línea de extrusión de tubos de polietileno de 50mm de diámetro.

Zona 7: línea de extrusión de ángulos de polietileno

Bodega: bodega de almacenamiento de ángulos, tubos y polietileno listo para su distribución.

La zona 1 o sección seleccionada en color amarillo es donde se encuentran las máquinas y el respectivo armario de control para las mismas y lugar directo donde se implementará el sistema de automatización diseñado (Fuente Propia, 2012).

El proceso consta de las máquinas que están funcionando actualmente y las que ya se describió previamente con el debido mantenimiento y revisión previos a la implementación del nuevo sistema con el fin de garantizar un funcionamiento adecuado y evitar fallos y paros en el desarrollo del mismo (Fuente Propia, 2012).

A la vez se tiene ya identificado las fuentes y niveles de alimentación de cada una de las máquinas y componentes que actúan en el proceso ya que existe una gran variedad de señales y elementos eléctricos, los niveles de alimentación se detallan a continuación:

- Primeramente tenemos la fuente de alimentación trifásica principal L1, L2 y L3 (ver plano 1) de 480 Voltios de corriente alterna.
- Transformador trifásico de 480 a 220 voltios de corriente alterna que son L6, L7, L8.
- Transformador monofásico de 480 a 110 Voltios de corriente alterna L4, L5.
- Fuente de voltaje de 24 Voltios de Corriente Continua.

3.3 OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO

3.3.1 Ahorro de electricidad.

Uno de los aspectos más demandantes para PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A es su alto consumo de electricidad en toda la planta, debido, a todas las máquinas que se encuentran funcionando en cada una las áreas de trabajo como son Laboratorio de artes gráficas, departamento de extrusión, departamento de impresión, departamento de conversión, departamento de aseguramiento de calidad, colchones, lavado y reciclado de plásticos, al encontrarse tantas máquinas funcionando al mismo tiempo generan un alto consumo eléctrico lo cual no es bien visto por las leyes del país (Fuente Propia, 2012).

En este aspecto tan importante, la automatización del proceso de recepción, transporte, triturado y lavado de plástico es determinante, ya que, todas las máquinas que comprenden este proceso se encuentran controladas por el sistema implementado y este se encarga de no permitir el funcionamiento innecesario de las máquinas, priorizando que el uso de cada una de ellas siempre sea el más adecuado. Al tener condiciones de activación y desactivación de las máquinas y una secuencia de encendido del proceso se garantiza el objetivo de no tener máquinas funcionando sin ninguna razón, ya sea, porque no tienen material en su interior, porque pueden sobre cargar otras máquinas o porque en ese instante del proceso su funcionamiento no es necesario. Estas condiciones son detalladas más claramente en la explicación del sistema de control realizado en el PLC OMRON (Fuente Propia, 2012).

3.3.2 Tratamiento y Transporte de Plástico.

Este sistema de automatización genera un mejor tratamiento de plástico el cual va a ser ingresado en la siguiente etapa para la obtención de polietileno granulado. Garantiza mejor traslado de material y con mayor eficacia en la entrega, ya que, va a estar enviando constantemente material con excepción si se presenta algún problema en el proceso.

El tratamiento del Plástico se realiza de manera seguida y sin paros de máquinas innecesarios, debido a que, el sistema de control implementado garantiza el funcionamiento fluido y constante del proceso.

3.3.3 Producción.

La elaboración de la materia prima, en este caso, polietileno granulado es extremadamente beneficioso para PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A, ya que, la obtiene a partir de desechos plásticos de la misma empresa y de bananeras. Se tiene un aumento en la obtención de polietileno granulado, ya que, el sistema implementado controla al garantiza la eliminación de tiempos muertos innecesarios de las máquinas (Fuente Propia, 2012).

3.4 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DEL PROCESO

Es necesario establecer el tiempo de arranque y de estabilización de los motores trifásicos, ya que, al arrancar un motor trifásico se producen altas corrientes de pico y después se estabiliza el motor, por lo tanto, si se inician todas las máquinas al mismo tiempo el proceso puede sufrir una sobrecarga y dañaría los componentes que conforman el armario de control y hasta podrían sufrir daños otras máquinas. En el Cuadro 4 se puede observar los tiempos de estabilización en arranque de los diferentes tipos de motores trifásicos y su variedad de conexiones (Fuente Propia, 2012).

Cuadro 4. Arranque y estabilización de Motores Trifásicos (Roldán, 2010)

	Corriente de arranque	Par de arranque	Ventajas	Inconvenientes	Duración media del arranque	Uso habitual
Arranque directo	de 4 In a 8 In	de 0,6 Mn a 1,5 Mn	- Arranque por simple conexión a la red - Par de arranque normal	- Bevedada intensidad de arranque - No permite un arranque progresivo	2-3 segundos	Máquinas pequeñas que arrancan en carga
Arranque estrella-triángulo	de 1,3 In a 2,6 In	de 0,2 Mn a 0,5 Mn	- Arrancador tarato (3 contactores) - Buena relación par/intensidad	- Par de arranque pequeño - Algunos fenómenos transitorios en el paso de estrella a triángulo - La tensión de red ha de coincidir con la tensión nominal de los devanados	de 3 a 8 segundos	Máquinas que arrancan en vacío. Máquinas centrífugas de pequeña potencia
Arranque por autotransformador	de 1,7 In a 4 In	de 0,4 Mn a 0,85 Mn	- Buena relación par/intensidad	- Necesita un autotransformador, que es un equipo caro	de 7 a 12 segundos	Máquinas potentes o de mucha inercia, en las que es importante reducir la punta de intensidad
Arranque por resistencias estáticas	de 4 h a 5 In	de 0,3 Mn a 0,95 Mn	- Posibilidad de escoger las etapas de aceleración - No hay fenómenos transitorios en las diversas etapas	- La reducción de la intensidad de arranque es pequeña - Necesita resistencias externas	de 7 a 12 segundos	Máquinas de alta inercia, en donde no importa excesivamente la punta de intensidad
Arranque por resistencias rotóricas	menor que 2,5 In	menor que 2,5 Mn	- Muy buena relación par/intensidad - Posibilidad de escoger las etapas de aceleración - No hay transitorios en las diversas etapas	- Se precisa un motor de rotor bobinado, que es más caro que uno de jaula, para igual potencia - Necesita resistencias externas		Máquinas de arranque en carga o progresivo. Máquinas que requieran cierta regulación de la velocidad
Arranque estático	constante en toda la aceleración. Se fija su valor entre 2 In y 3 In.	de 0,25 Mn a 0,4 Mn	- Se reduce la corriente de arranque a un valor prefijado, que se mantiene constante en la aceleración	- Pequeño par de arranque - El equipo de alimentación es caro	Ajustable	Máquina que arranquen en vacío o a poca carga. Cuando se requiera un arranque y/o parada suave.

Como se puede observar en el Cuadro 4 el tiempo necesario para la estabilización de los motores trifásicos que se utilizan en este proceso es de aproximadamente 3 segundos, por lo tanto, en el sistema controlado por el PLC OMRON se deja un tiempo de espera de encendido entre máquina y máquina de 5 segundos, con esto garantizamos la estabilidad de cada máquina. Solo el motor del Molino el cual tiene una configuración estrella – delta tiene un tiempo de estabilización aproximado de 12 segundos, por lo cual, como se puede observar en el Cuadro 5, en el programa se deja un tiempo de 15 segundos para la estabilización del motor del molino y activación del motor de la cóclea interna del molino. Es muy importante establecer y determinar estos tiempos de encendido entre máquinas para que el sistema no sufra una sobre carga, lo cual, ocasionaría daños en los elementos de control y hasta en las máquinas y las consecuencias serían muy graves (Fuente Propia, 2012).

Cuadro 5. Diagrama de Tiempos del Arranque en forma Automática del Proceso: El Arranque del proceso AUTOMÁTICO inicia con la activación del pulsador de ACCIONAMIENTO AUTOMÁTICO (P30), parte con la activación de la Centrifugadora 2 y termina con la activación de la Banda Transportadora, esto se debe a la dirección del flujo de agua (Fuente Propia, 2012)

MÁQUINA	NOMBRE	TIEMPO (s)																	
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Banda Transportadora	M1	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
Molino	M2	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
Cóclea Interna del Molino	M3	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
Cóclea 1	M4	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
Barco 1	M5	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
	M6	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
	M7	[Timeline bar from 0 to 80s]																	
		[Timeline bar from 0 to 80s]																	
M8	[Timeline bar from 0 to 80s]																		
	[Timeline bar from 0 to 80s]																		
M9	[Timeline bar from 0 to 80s]																		
	[Timeline bar from 0 to 80s]																		

CAPÍTULO 4: AUTOMATIZACIÓN

4.1 DISEÑO MECÁNICO DE ACCESORIOS

Con el objetivo de diseñar un producto que cumpliera todos los requisitos y reglamentaciones, relativamente a los parámetros de construcción, de protección de las personas y demás puntos de la fase de diseño, se han consultado y seguido las siguientes publicaciones:

- UNE-20.324: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP) (Ver ANEXO 42).
- UNE-EN-50.102: Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IK) (Ver ANEXO 42).

A continuación, veremos que para el producto que representa el armario eléctrico, se encuentran requisitos, que no se podrán evitar. Los parámetros que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- Diseño
- Fabricación
- Transporte
- Instalación
- Explotación: uso y mantenimiento

4.1.1 Partes que conforman el armario de eléctrico.

En este apartado, se describirá los materiales y procesos de fabricación utilizados para obtener las piezas descritas anteriormente.

Para cada pieza se detallara el proceso de fabricación, acabado y materiales.

- envolvente
- puertas de acceso
- base
- bancada
- tapa
- cerradura

4.1.2 Determinación del material y su espesor.

El material que se utiliza es acero inoxidable AISI 304.

Los aceros inoxidables son aceros, aleaciones de hierro y de carbono, al cual esencialmente se añade el cromo que, más allá del 12 al 13 %, produce la resistencia deseada a la oxidación. Además de la resistencia a la corrosión que los caracterizan, los aceros inoxidables poseen una calidad determinante que es la resistencia mecánica. El elemento de aleación al cual los aceros inoxidables deben su principal característica es el cromo. Contrariamente a lo que generalmente se cree, este metal es muy reactivo del punto de vista químico y es muy oxidable en particular, pero su óxido forma una piel verdadera a la vez transparente y protectora. Aliado al hierro y al níquel, provoca la formación de un compuesto oxidado de superficie capaz de ir más despacio o hasta de parar totalmente la corrosión, las características generales del acero inoxidable AISI 304 se pueden observar en la Tabla 11, (Norma AISI, 2011)

Este material se integra perfectamente en esta aplicación porque tiene las propiedades que satisfacen las necesidades que presenta la parte del diseño eléctrico, electrónico y mecánico, además cumple con la necesidad de ser inoxidable para protección de todos los elementos que se van a encontrar en su interior.

Tabla 11. Características generales acero inoxidable AISI 304 (Norma AISI, 2011)

Características mecánicas	
Dureza Brinell	160-190
Elongación a la rotura (%)	< 60
Modulo de elasticidad (GPa)	190 -210
Resistencia a la tracción (MPa)	460 - 1100
Resistencia a los choques – IZOD (J m-1)	20 - 136
Características físicas	
Densidad (g cm-3)	7,93
Punto de fusión (°C)	1400 - 1455
Características térmicas	
Coeficiente de expansión térmica a 20-100°C (x10-6 K-1)	18
Conductividad térmica a 23C (W m-1 K-1)	14 - 16
Características eléctricas	
Resistividad eléctrica (μOhm cm)	70 - 72

4.1.2.1 Aplicaciones acero inoxidable AISI 304.

Electrodomésticos; finalidad estructural; equipos para la industria química y naval; industria farmacéutica, industria de tejidos y papel; refinería de petróleo; permutadores de calor; válvulas y piezas de tuberías; industria frigorífica; instalaciones criogénicas; almacenes de cerveza; tanques de almacenamiento de cerveza; equipos para perfeccionamiento de harina de maíz; equipos para lácteos; cúpula del reactor de usina atómica; tuberías de vapor; equipos y contenedores de fábricas nucleares; partes para almacenes de algunas bebidas carbonatadas; conductores descendientes del agua pluvial; coches de ferrocarril; canalones, etc. (Norma AISI, 2011).

4.1.2.2 Cálculo térmico del armario eléctrico.

Se debe verificar en todos los armarios eléctricos el balance térmico entre las pérdidas originadas por las protecciones, cables, juegos de barras, conexiones, y otros elementos como señales luminosas, transformadores de medición etc.

El balance térmico se realiza en watt y los datos de pérdidas deben ser extraídos de los manuales o catálogos de cada fabricante (Zylbersztajn, 2008).

La capacidad de evacuar calor medida en watt por la envolvente del armario depende de los materiales, de la forma constructiva, y del modo de instalación (Zylbersztajn, 2008).

La potencia total disipada dentro del tablero se calcula mediante la expresión (Zylbersztajn, 2008):

$$P_{tot}=P_{dp}+0,2P_{dp}+P_{au}$$

Donde:

- I_{nu} es la suma aritmética de las corrientes nominales de todos los dispositivos de salida susceptibles de usar al mismo tiempo.
- I_{nq} es la corriente asignada de entrada al tablero.
- K_e es el factor de simultaneidad y se calcula como la relación entre $K=I_{nq}/I_{nu}$.
- P_{tot} es la potencia total disipada por todos los internos del tablero.
- P_{dp} es la potencia total disipada por los dispositivos de protección en watt teniendo en cuenta los factores K_e .
- Cuando el dispositivo de cabecera es un interruptor diferencial o un interruptor seccionador $K_e=1$.
- Cuando $I_{nq}=I_{ne}$, entonces K_e es el coeficiente que tiene en cuenta la corriente real que circula y la nominal del dispositivo, por convención se adopta $K_e=0,85$ y el resto de dispositivo $K_e=0,77$.
- $0,2P_{dp}$ es la potencia disipada por conexiones, relés, interruptores diferenciales, interruptores seccionadores, etc.

- Pau es la potencia disipada por otros dispositivos instalados en el tablero que no se tienen en cuenta en P_{dp} y en $0,2P_{dp}$, como transformadores, señales luminosas, etc.

Entonces, en la Tabla 12 se puede observar el cálculo de la potencia generada por cada elemento de protección que conforma el armario de control y la potencia total generada, tomando en cuenta que los guardamotores son considerados como un interruptor diferencial ($K_e=1$), los relés térmicos por convención ($K_e=0,85$) y los demás elementos ($K_e=0,77$).

Tabla 12. Elementos de protección y su potencia (Fuente Propia, 2012)

Elemento	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	K_e	Potencia (W) total
Guardamotor	480	6,3	3024	1	3024
Guardamotor	220	16	3520	1	3520
Guardamotor	480	50	24000	1	24000
Guardamotor	480	100	48000	1	48000
Relés Térmicos	480	3,2	1536	1	1536
Relés Térmicos	480	16	7680	0,85	6528
Relés Térmicos	480	32	15360	0,85	13056
Relés Térmicos	480	100	48000	0,85	40800
Luces Piloto	24	0,08	2,00	0,77	1,54
Relé	24	5	120	0,77	92,4
Relé	110	5	550	0,77	423,5
Relé	110	5	550	0,77	423,5
					141404,94

Por lo tanto, la potencia total generada por los elementos de protección es de 141.404,94 W y el transformador que se utiliza genera una potencia de 10.000 W.

Entonces, la potencia total disipada dentro del tablero es:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0.2P_{dp} + P_{au}$$

$$P_{tot} = 141.404,94 + 0.2(141.404,94) + 10.000$$

$$P_{tot} = 179.685,93 \text{ W}$$

4.1.2.3 Cálculo del espesor del envolvente del armario.

A partir de la potencia total disipada por el armario eléctrico se puede definir el espesor aplicando la fórmula de transferencia de calor para superficies planas.

$$Q = K * \frac{\Delta T}{e} * A$$

Donde:

- Q, la potencia disipada total.
- K, la conductividad térmica del acero inoxidable 14-16 W/mK
- ΔT , diferencia de temperatura.
- A, área del espacio donde se encuentran los elementos eléctricos.
- E, espesor de la envolvente.

La temperatura dentro del armario es aproximadamente de 26 °C y la temperatura en el exterior es de 19 °C aproximadamente, esto transformando a grados Kelvin se obtiene 299 K y 292 K respectivamente.

El espacio donde se encuentran los elementos en el armario es de 1,8 m de largo por 2 m de ancho.

De esta expresión se despeja el espesor y se obtiene lo siguiente:

$$e = K * \frac{\Delta T}{Q} * A$$

Por lo tanto,

$$e = (15) * \frac{(299 - 292)}{179.685,93} * (1,8 * 2)$$

$$e = 2,10 \times 10^{-3} m$$

Es decir, el espesor de la envolvente debe ser de $2,10 \times 10^{-3} m$.

Se considera que una envolvente satisface térmicamente a las necesidades térmicas del tablero eléctrico contenido en su interior, cuando la potencia en watt capaz de evacuar es mayor que la pérdida en watt generada por todos los elementos que conforman el tablero eléctrico (Zylbersztajn, 2008).

Para este caso consideremos una pérdida de 189.000 W, la cual, es mayor que la pérdida generada por los elementos de protección que se encuentran en el interior del armario eléctrico.

Por lo tanto, reemplazando este dato en la expresión para determinar el espesor definitivo.

$$e = (15) * \frac{(299 - 292)}{189000} * (1,8 * 2)$$

$$e = 2 \times 10^{-3} m = 2 \text{ mm}$$

El espesor para la envolvente debe ser de 2 mm en acero inoxidable 304.

4.1.3 Envolvente

El envolvente es fabricado en acero inoxidable AISI 304 de espesor de 2 mm.

Se compone de 3 partes que son las siguientes:

- Cara frontal (x3), dimensiones: 60x2000
- Cara lateral (x2), dimensiones: 500x2000
- Cara Trasera (x2), dimensiones: 900x2000

Para las tres partes, los procesos de fabricación serán:

- Prensa recortadora para obtener las dimensiones requeridas de cada cara.
- Taladradora para obtener los hoyos que permitirán el ensamblaje con las otras partes.
- Prensa plegadora para obtener las caras con hoyos que permitirán el ensamblaje.
- Máquina para doblar la chapa para obtener el perfil final requerido.

El ensamblaje completo del envoltente (caras frontal, lateral e trasera) se hace por soldadura. Esas soldaduras tendrán que ser estancas para asegurar el grado IK e IP requerido.

4.1.4 Puertas de acceso

Las puertas de acceso serán fabricadas en acero inoxidable AISI 304 de espesor de 2mm.

Para la obtención de las puertas, los procesos de fabricación serán:

- Prensa recortadora para obtener las dimensiones requeridas de cada puerta.
- Máquina para doblar la chapa para obtener el perfil final requerido.

Sobre el interior de las puertas, tiene soldado tallos aterrajados para permitir la fijación de los sistemas de abertura y cerradura de las puertas.

4.1.5 Base

La base es fabricada en acero inoxidable AISI 304 de espesor de 4mm. Hará la conexión entre el envoltente y la bancada.

Para la obtención de la base, los procesos de fabricación serán:

- Prensa con punzón para obtener las dimensiones requeridas y la abertura donde pasarán los hilos.
- Taladradora para obtener los hoyos que permitirán el ensamblaje con las otras partes.

4.1.6 Bancada

La bancada es fabricada en acero inoxidable AISI 304 de espesor de 5mm. Se compone de dos partes idénticas que se soldarán para formar la bancada completa.

Para la obtención de la bancada, los procesos de fabricación serán:

- Prensa recortadora para obtener las dimensiones requeridas.
- Taladradora para obtener los hoyos que permitirán el ensamblaje con las otras partes.
- Máquina para doblar la chapa para obtener el perfil final requerido.

4.1.7 Tapa

La tapa es fabricada en acero inoxidable AISI 304 de espesor de 5mm.

Para la obtención de la tapa, los procesos de fabricación son:

- Prensa con punzón para obtener el perfil requerido, contiene aberturas para la colocación de la alarma en caso de sobrecargas y la abertura por la cual pasarán los hilos eléctricos.
- Prensa recortadora para obtener las dimensiones requeridas.
- Las extremidades de la chapa serán soldadas juntos para obtener el perfil final querido.



Figura 4. 1: Espesor del armario de control (Fuente Propia, 2012).

4.2 DISEÑO ELÉCTRICO

Este proceso contiene una gran cantidad de elementos eléctricos, debido a que, se manejan máquinas extremadamente grandes las cuales trabajan con voltajes y corrientes muy altas, sin duda uno de los mayores retos en el diseño eléctrico es la protección del sistema y de todos los motores trifásicos que se encuentran en las máquinas del Proceso.

Las especificaciones técnicas de los elementos de control, maniobra y protección de las máquinas se los realizó en base a los datos técnicos de los motores trifásicos que forman parte del proceso de Reciclaje y Tratamiento de Plástico, pero uno de los aspectos más importantes es la protección de todo el sistema de automatización, el cual, comprende la protección de todos los elementos contra sobrecargas y cortocircuitos (Fuente Propia, 2012).

4.2.1 Alimentaciones del Sistema.

El sistema se encuentra conformado por cuatro diferentes tipos de alimentaciones:

- La alimentación trifásica de 480 VAC con la cual se energizan 11 motores del proceso. Para esta etapa se utiliza un breaker de 250 A (Ver Plano N° 1) (Fuente Propia, 2012).
- La alimentación trifásica de 220 VAC con la cual se alimentan 4 motores del Barco 1. Para esta etapa se utiliza un breaker de 160 A (Ver Plano N° 1) (Fuente Propia, 2012).
- La alimentación de 110 VAC, con la conmutan las bobinas de los contactores y el Relé de Desactivación del Sonido de la Sirena. Para esta etapa se utiliza Interruptores de 10 A (Ver Plano N° 1) (Fuente Propia, 2012).
- La alimentación del 24 VDC, funcionamiento del PLC (Fuente Propia, 2012).

4.2.1.1 Determinación de la Fuente de Alimentación Externa del PLC.

Los parámetros de la fuente interna del PLC OMRON 60 CDR A es de 24 VDC y 0.3 A, por lo tanto, es necesario la utilización de una fuente de alimentación externa para que no se quemé el PLC y pueda funcionar todo el proceso sin inconvenientes durante las 24 horas del día como está establecido su funcionamiento (Fuente Propia, 2012).

Para la determinación de la fuente de alimentación externa del PLC OMRON para que pueda soportar todo el funcionamiento del proceso, es necesario definir 2 parámetros muy importantes, los cuales son Voltaje y Corriente de la fuente externa. El primer parámetro que es el voltaje no tiene mayor complicación ya que se trata del mismo voltaje que maneja las entradas y salidas del PLC OMRON, el cual es de 24 VDC, entonces, el parámetro fundamental es la determinación de la corriente que va a soportar el PLC durante todo el proceso de funcionamiento del sistema de control, por lo tanto, es indispensable determinar la corriente tomando en cuenta los elementos que se encuentran en la salida del PLC, en este caso son 16 Relés Finder 60.13 y las Luces Piloto tanto de los pulsadores como las Luces Piloto del gráfico que se encuentran en el armario de control (Fuente Propia, 2012).

4.2.1.1.1 Cálculos.

4.2.1.1.1.1 Corriente necesaria para el funcionamiento de los Relés Finder.

Para determinar la corriente que necesitan los relés para su funcionamiento se define midiendo la corriente en la bobina del relé, para los Relés Finder la corriente en la bobina es de 54 mA (Ver ANEXO 13), por lo tanto:

- Corriente de la Bobina Relés Finder 60.13: 54mA
- Cantidad de Relés Finder 60.13: 16

$$I_{\text{Total Relés}} = (0.054 * 16) \text{ A}$$

$$I_{\text{Total Relés}} = 0.864 \text{ A}$$

4.2.1.1.1.2 Corriente necesaria para el funcionamiento de las Luces Piloto de los pulsadores (Ver ANEXO 4).

- Potencia: 2 W
- Voltaje: 24 VDC
- Cantidad: 19

$$P = V * I$$

$$I_{LP Pulsadores} = \frac{P}{V}$$

$$I_{LP Pulsadores} = \frac{2}{24} \left[\frac{W}{V_{DC}} \right]$$

$$I_{LP Pulsadores} = 0.084 \text{ A}$$

Corriente Total de las Luces Piloto de los pulsadores:

$$I_{Total LP Pulsadores} = (0.084 * 19) \text{ A}$$

$$I_{Total LP Pulsadores} = 1.596 \text{ A}$$

4.2.1.1.1.3 Corriente necesaria para el funcionamiento de las Luces Piloto tipo LED del gráfico en el Armario de Control (Ver ANEXO 4).

- Corriente: 20 mA
- Cantidad: 21

$$I_{Total LP Pulsadores} = (0.02 * 21) \text{ A}$$

$$I_{Total LP Pulsadores} = 0.42 \text{ A}$$

Una vez determinadas todas las corrientes que intervienen en las salidas del PLC OMRON, es necesario definir la corriente total que debe manejar el PLC:

$$I_{PLC OMRON} = [0.864 + 1.596 + 0.42] \text{ A}$$

$$I_{PLC OMRON} = 2.88 \text{ A}$$

Por lo tanto, la corriente total que debe manejar el PLC OMRON es de 2.88 A, entonces, la fuente de alimentación externa debe manejar un voltaje de 24 VDC y una corriente mínima de 2,9 A. Con estos datos se consiguió una fuente de 24 VDC y 3,2 A, con la cual garantizamos el correcto funcionamiento del PLC y de la fuente, ya que siempre es necesario que soporte los picos de corriente que se producen en el sistema, especialmente con la activación de las bobinas de los Relés Finder 60.13 (Fuente Propia, 2012).

4.2.2 Protección de Motores Trifásicos.

El diseño de protección para los 16 motores trifásico del proceso es el mismo, por lo tanto, a continuación se explicará la lógica de funcionamiento del sistema de protección implementado para un motor trifásico y con esta información se implementará para los 15 motores trifásicos restantes (Fuente Propia, 2012).

1. Para hacer funcionar el motor trifásico es necesario alimentarlo a la Red Eléctrica, como se observa en la Figura 4.2 (Fuente Propia, 2012).

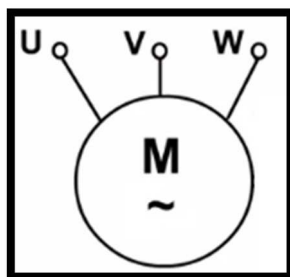


Figura 4. 2: Motor Trifásico (Fuente Propia, 2012).

2. La red está compuesta por 3 fases (L1, L2 y L3) y también un Neutro. Entre fases se tiene 480 VAC y entre fase y Neutro se tiene 220 VAC. La frecuencia es de 50 Hz, como se observa en la Figura 4.3 (Ver plano N° 1) (Fuente Propia, 2012).

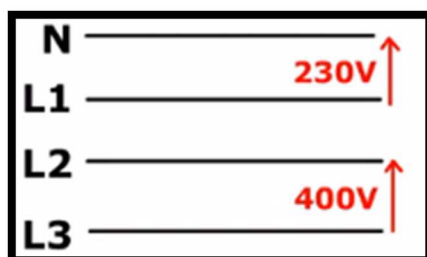


Figura 4. 3: Red Eléctrica (Fuente Propia, 2012).

3. Entonces se acopla el motor a la Red Eléctrica, como se observa en la Figura 4.4 (Fuente Propia, 2012).

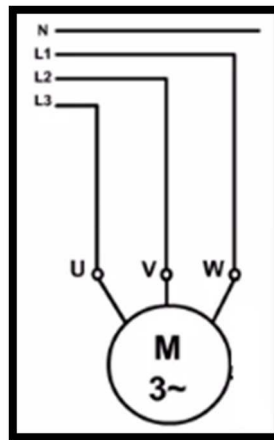


Figura 4. 4: Motor Trifásico alimentado a la Red Eléctrica (Fuente Propia, 2012).

4. El motor va a funcionar, pero tendremos que desconectarlo bajo tensión y es peligroso (Fuente Propia, 2012).
5. El control del Motor Trifásico se realiza desde el PLC OMRON, por lo tanto, es necesario la implementación de un contactor el cual es un aparato de alto poder de corte, como se observa en la Figura 4.5 (Fuente Propia, 2012).

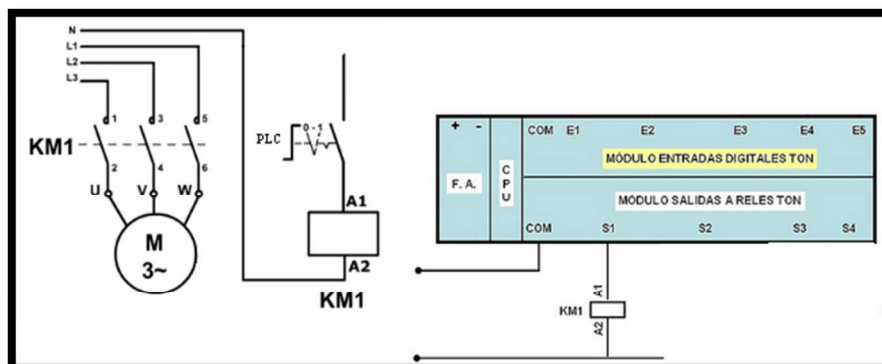


Figura 4. 5: Motor Trifásico controlado desde el PLC OMRON por medio de un contactor (Fuente Propia, 2012).

6. Pero no es recomendable la utilización directa desde las salidas del PLC hasta un contactor porque cualquier sobrecarga en el sistema afectaría directamente al PLC dañando todo el sistema de control del proceso, por lo tanto, es necesario la implementación de un relé, el cual, es un

dispositivo mecánico capaz de comandar cargas pesadas a partir de una pequeña tensión aplicada a su bobina, en este caso la señal proviene desde las salidas del PLC. Básicamente la bobina contenida en su interior genera un campo magnético que acciona el interruptor mecánico. Ese interruptor es el encargado de manejar la potencia en sí, quedando al circuito electrónico la labor de "mover" la bobina. Permite así aislar mecánicamente la sección de potencia de la de control. Pero para accionar la bobina la corriente y tensión presente en un puerto paralelo no es suficiente, por lo tanto, desde el Relé (KA1), como se observa en la Figura 62 utilizando su contacto Normalmente Abierto (NO) alimentado con la línea de 110 VAC (L5) se conecta a la bobina del contactor (KM1), como se observa en la Figura 4.6 (Fuente Propia, 2012).

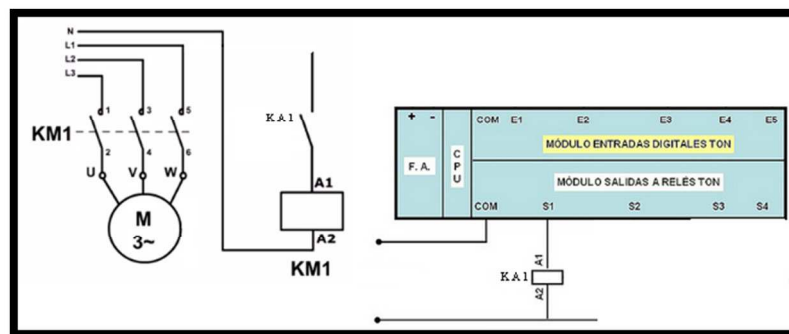


Figura 4. 6: Motor Trifásico controlado desde el PLC OMRON por medio de un Relé a un contactor (Fuente Propia, 2012).

7. El motor arranca sin ningún problema, pero no está protegido contra problemas eléctricos, las bobinas del motor pueden entrar en corto circuito, si seguimos alimentando el motor se pueden dar problemas irreversibles dado que el corto circuito es persistente, para esto, es necesario implementar un aparato que permita proteger la instalación en caso de un corto circuito y sobrecargas, por lo tanto, se implementará guardamotor en el sistema, como se observa en la Figura 4.7 (Ver Planos N° 2, 3 y 4) (Fuente Propia, 2012).

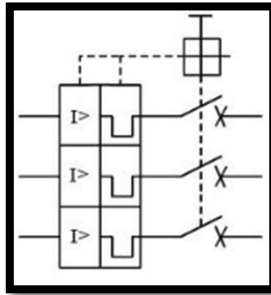


Figura 4. 7: Símbolo del Guardamotor (Fuente Propia, 2012).

8. En caso de un corto circuito ó una sobrecarga en el sistema de alimentación, saltaría los breakers, por lo tanto, la potencia de maniobra está protegida. De esta manera está protegido el sistema (Ver Planos N° 2, 3 y 4) (Fuente Propia, 2012).
9. El motor está protegido contra corto circuitos pero no contra sobrecargas desde las máquinas, si el motor queda bloqueado o no gira correctamente la intensidad absorbida por el motor aumentaría provocando también un sobrecalentamiento, para evitar este problema se instala un Relé Térmico el cual consta de un punto de regulación de corriente, se instalan en los contactores, como se observa en la Figura 4.8 (Fuente Propia, 2012).

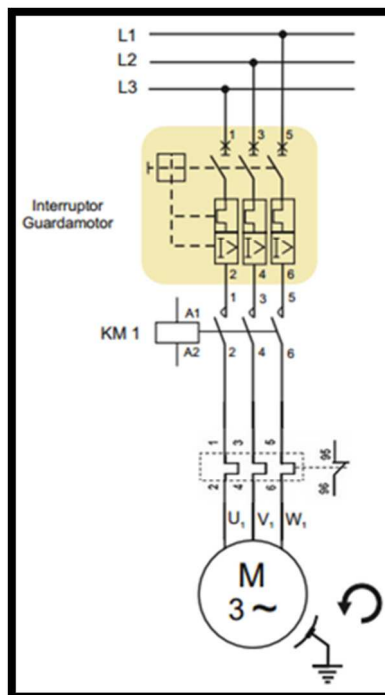


Figura 4. 8: Sistema de protección de motores trifásicos: guardamotor, contactor, relé térmico (Fuente Propia, 2012).

La utilización de un breacker termomagnético trifásico es la mejor opción, ya que, se trata de un dispositivo electromecánico que se encarga de abrir o cerrar el sistema de forma Automática en caso de un cortocircuito o una sobrecarga, Manual en casos como mantenimiento en el circuito derivado y vienen graduados para una determinada cantidad de grados centígrados y una determinada capacidad de conducción de corriente.

Para determinar la corriente total en el sistema que conforman los motores trifásicos de 480 VAC se determinó la corriente con la que trabaja cada motor y se consideró sus picos de arranque, ya que, estos sobrepasan en un 50% aproximadamente la corriente nominal de cada motor, este pico de corriente tiene un tiempo corto de duración que oscila entre 0.5 segundos y 1 segundo hasta que se estabilice la corriente del motor. Como se puede observar en la Tabla 13 se especifican las corrientes de cada motor. Es importante tener en cuenta la secuencia de encendido del proceso y de esta manera determinar la corriente en el sistema por la activación de las máquinas y los motores con sus respectivos picos de arranque, tomando en cuenta que al arrancar el siguiente motor en la secuencia de encendido del proceso los motores anteriores ya van a estar estabilizados, por lo tanto, el pico de arranque se considera a sólo en el último motor que se va encendiendo secuencialmente.

4.2.2.1 Protección del sistema de los motores trifásicos de 480 VAC.

Los motores trifásicos y su secuencia de encendido en Mando Automático y Mando Manual que forman parte de este sistema son:

Motor Centrifugadora 2 (30 A) – Motor Cóclea 3 (3 A) - Motores Barco 2 (3 A cada uno) - Motor Centrifugadora 1 (30 A) – Motor Cóclea 2 (3 A) - Motor 5 Barco 1 (3 A) - Motor Cóclea 1 (3 A) - Motor Molino (100 A) – Motor Cóclea Interna del Molino (3 A) - Motor Banda Transportadora (3 A)(Fuente Propia, 2012).

4.2.2.1.1 Cálculos.

$$I_{Total\ Motores\ 480\ VAC} = [30 + 3 + (3 + 3) + 30 + 3 + 3 + 3 + 100 + 3 + 3] A$$

$$I_{Total\ Motores\ 480\ VAC} = 184 A$$

Es muy importante tomar en cuenta el motor del Molino (100 A) que en este caso su pico de arranque llegaría aproximadamente a 150 A y después se estabiliza, entonces, la secuencia de encendido del proceso nos lleva hasta que se encuentra activado el motor de la Cóclea 1 y en ese instante de la secuencia de encendido la corriente es de 78 A (Fuente Propia, 2012), por lo tanto:

$$I_{Pico\ de\ Arranque\ Motor\ Molino} = [78 + 150] A$$

$$I_{Con\ Pico\ de\ Arranque\ Motor\ Molino} = 228 A$$

En el caso de una desactivación del sistema se desactivan varias máquinas dependiendo del sector y la máquina en la cual hubo un problema, al instante de reiniciar cada máquina existe la posibilidad de encender el motor del Molino al último, ya que, depende del operador, entonces, todas las máquinas estarían encendidas con una corriente de 84 A en el sistema y hay que considerar el pico de arranque del motor del Molino (Fuente Propia, 2012), por lo tanto:

$$I_{Con\ pico\ de\ Arranque\ Motor\ Molino} = [84 + 150] A$$

$$I_{Con\ pico\ de\ Arranque\ Motor\ Molino} = 234 A$$

Entonces, el pico máximo de corriente que debe soportar el sistema es de 234 A, por lo cual, se determinó un breacker de 250 A para la protección del sistema de motores de 480 VAC (Fuente Propia, 2012).

4.2.2.2 Protección del sistema de los motores trifásicos de 220 VAC.

Para esta parte del análisis es más fácil debido a que se maneja apenas 4 motores trifásicos los cuales forman parte del sistema de lavado que se realiza con el Barco 1, los motores trifásicos y su secuencia de encendido en Mando Automático y Mando Manual que forman parte de este sistema son:

Motor 4 Barco 1 (15 A) - Motor 3 Barco 1 (15 A) - Motor 2 Barco 1 (15 A) - Motor 1 Barco 1 (15 A)

4.2.2.2.1 Cálculos.

$$I_{Total\ Motores\ 220\ VAC} = [15 + 15 + 15 + 15] A$$

$$I_{Total\ Motores\ 220\ VAC} = 60 A$$

Tomando en cuenta el caso anterior, se debe calcular la corriente máxima tomando en cuenta el pico de arranque del último motor que se activa, debido a que los cuatro motores son de la misma corriente, entonces, al activarse el Motor 1 Barco 1, la corriente en ese instante en el sistema es de 45 A (Fuente Propia, 2012), por lo tanto:

$$I_{Con\ Pico\ de\ Arranque\ Motor\ 1\ Barco\ 1} = [45 + 23] A$$

$$I_{Con\ Pico\ de\ Arranque\ Motor\ 1\ Barco\ 1} = 68 A$$

Entonces, el pico máximo de corriente que debe soportar el sistema es de 68 A, por lo cual, se determinó un breaker de 90 A para la protección del sistema de motores de 480 VAC (Fuente Propia, 2012).

De esta manera se aplicarán los sistemas de protección a los 16 motores trifásicos los cuales comprenden el proceso de recepción, transporte, molido y lavado de plástico (Fuente Propia, 2012).

A continuación se presentan los datos técnicos en la Tabla 13 de los motores trifásicos que se utilizan respectivamente en cada máquina (Fuente Propia, 2012).

4.2.2.3 Cálculo de la corriente que circula por cada cable conductor en el sistema de control del armario.

Para el cálculo de la corriente que circula por cada cable conductor se utiliza la fórmula de la Potencia Eléctrica, ya que, tenemos la potencia y el voltaje de cada motor, por lo tanto, despejando la Intensidad se determina la corriente que circula por cada cable conductor. En nuestro sistema de control se manejan 4 tipos de motores trifásicos, los cuales tienen las siguientes especificaciones técnicas:

- Motor 2 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$
- Motor 5 HP, 220 VAC, $\eta = 0.95$
- Motor 22 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$
- Motor 100 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$

1.- Cálculo del cable conductor 1: Motor 2 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$

$$P = V * I$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 1} = \frac{P(HP) * 746}{(1.732) * V * \eta}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 1} = \frac{(2) * (746)}{(1.732) * (480) * (0.95)}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 1} = 1.89\ A$$

2.- Cálculo del cable conductor 2: Motor 5 HP, 220 VAC, $\eta = 0.95$

$$I_{Cable\ Conductor\ 2} = \frac{P(HP) * 746}{(1.732) * V * \eta}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 2} = \frac{(5) * (746)}{(1.732) * (220) * (0.95)}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 2} = 10.31\ A$$

3.- Cálculo del cable conductor 2: Motor 22 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$

$$I_{Cable\ Conductor\ 3} = \frac{P(HP) * 746}{(1.732) * V * \eta}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 3} = \frac{(22) * (746)}{(1.732) * (480) * (0.95)}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 3} = 20.78\ A$$

4.- Cálculo del cable conductor 2: Motor 100 HP, 480 VAC, $\eta = 0.95$

$$I_{Cable\ Conductor\ 4} = \frac{P(HP) * 746}{(1.732) * V * \eta}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 4} = \frac{(100) * (746)}{(1.732) * (480) * (0.95)}$$

$$I_{Cable\ Conductor\ 4} = 94.46\ A$$

4.2.2.3.1 Determinación de los cables de conexión de todo el sistema de control obtenido con el cálculo de la corriente en cada cable conductor, basados en la Norma Estandarizada AWG (American Wire Gauge).

La dependencia entre el diámetro y el área del conductor permite establecer un método de clasificación para los cables. A determinados diámetros se les asigna un número en una escala arbitraria, al que se conoce como el calibre del conductor. Esta escala se la conoce como el AWG (American Wire Gauge, calibre americano para conductores), y es utilizada dentro y fuera de los EEUU.

El rango de calibres comienza con el calibre 0000, al que corresponde el mayor diámetro. El número de ceros disminuye hasta alcanzar el valor 0. A partir de este valor el calibre del cable está asociado a un valor numérico creciente (2, 4, 6, etc). Es importante recordar que para estos calibres el diámetro del conductor se reduce cuando el valor numérico asignado aumenta. Para nuestra aplicación el máximo valor numérico que se utiliza es el 18, ya que la resistencia eléctrica por unidad de longitud resulta excesiva para calibres superiores a este valor, como se puede observar en el Cuadro 6 (Power Stream, 2012).

Cuadro 6. Norma AWG

Codigo AWG	Diametro del conductor (mm)	Ohmios por kilometro	Amperaje maximo para distancias cortas	Amperaje maximo para distancias largas
0000	11.684	0.16072	380	302
000	10.40384	0.202704	328	239
00	9.26592	0.255512	283	190
0	8.25246	0.322424	245	150
1	7.34822	0.406392	211	119
2	6.54304	0.512664	181	94
3	5.82676	0.64616	158	75
4	5.18922	0.81508	135	60
5	4.62026	1.027624	118	47
6	4.1148	1.295928	101	37
7	3.66522	1.634096	89	30
8	3.2639	2.060496	73	24
9	2.90576	2.598088	64	19
10	2.58826	3.276392	55	15
11	2.30378	4.1328	47	12
12	2.05232	5.20864	41	9.3
13	1.8288	6.56984	35	7.4
14	1.62814	8.282	32	5.9
15	1.45034	10.44352	28	4.7
16	1.29032	13.17248	22	3.7
17	1.15062	16.60992	19	2.9
18	1.02362	20.9428	16	2.3
19	0.91186	26.40728	14	1.8
20	0.8128	33.292	11	1.5
21	0.7239	41.984	9	1.2
22	0.64516	52.9392	7	0.92
23	0.57404	66.7808	4.7	0.729
24	0.51054	84.1976	3.5	0.577
25	0.45466	106.1736	2.7	0.457
26	0.40386	133.8568	2.2	0.361
27	0.36068	168.8216	1.7	0.288
28	0.32004	212.872	1.4	0.226
29	0.28702	268.4024	1.2	0.182
30	0.254	338.496	0.86	0.142
31	0.22606	426.728	0.7	0.113
32	0.2032	538.248	0.53	0.091

En base a la Norma AWG y con los cálculos realizados para definir la corriente que circula cada cable conductor determinamos los valores de los cables de conexión, en este proyecto utilizamos AWG 00: Cable 1, AWG 10: Cable 2, AWG 8: Cable 3, AWG 00: Cable 3, además se utilizan cables de conexión AWG 16 para el sistema de control del PLC y del sistema eléctrico, ya que, deben soportar corrientes de 3 A aproximadamente.

4.2.3 Especificaciones Técnicas de los elementos eléctricos y electrónicos del sistema de automatización implementado.

Tabla 13. Especificaciones Técnicas de Motores Trifásicos de las Máquinas
(Fuente Propia, 2012)

MOTOR	NOMBRE	CONFIGURACIÓN	POTENCIA [HP]	VOLTAJE [V]	CORRIENTE [A]
Banda Transportadora	M1	Estrella	2	480	3
Molino	M2	Estrella – Triángulo	100	480	109
Cóclea Interna Molino	M3	Estrella	2	480	3
Cóclea 1	M4	Estrella	2	480	3
Motor 1 Barco 1	M5	Triángulo	5	220	15
Motor 2 Barco 1	M6	Triángulo	5	220	15
Motor 3 Barco 1	M7	Triángulo	5	220	15
Motor 4 Barco 1	M8	Triángulo	5	220	15
Motor 5 Barco 1	M9	Estrella	2	480	3
Cóclea 2	M10	Estrella	2	480	3
Centrifugadora 1	M11	Triángulo	22	480	37
Motor 1 Barco 2	M12	Estrella	2	480	3
Motor 2 Barco 2	M13	Estrella	2	480	3
Cóclea 3	M14	Estrella	2	480	3
Centrifugadora 2	M15	Triángulo	22	480	37
Bomba Hidráulica	M16	Estrella	2	480	3

Partiendo de la información de Voltaje, Corriente y Potencia de los motores trifásicos se pudo realizar el dimensionamiento de todos los elementos que conforman la protección del sistema y de los motores.

Tabla 14. Especificaciones Técnicas de las Protecciones del Sistema de Alimentación y de los Motores Trifásicos de las Máquinas (Ver ANEXOS 19, 24, 25, 26 y 27) (Fuente Propia, 2012)

PROTECCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DE LOS MOTORES DE LAS MÁQUINAS				
Descripción	Corriente [A]	Cantidad	Identificación	Referencia
				Plano. Columna
Switch Principal de Interrupción (480 V, 60 Hz)	250	1	QF1	1.1
Interruptores para Fuente de Alimentación(110 VAC, 60 Hz)	32	2	FU1	1.3
	10	2	FU2	1.3
Interruptor Fuente Alimentación Trifásica Motores (220 VAC, 60 Hz)	160	3	QF2	1.5
Guardamotor Banda Transportadora	4,5 - 6,3	3	G1	2.1
Guardamotor Molino	80 - 100	3	G2	2.5
Guardamotor Cóclea Interna Molino	4,5 - 6,3	3	G3	3.1

PROTECCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DE LOS MOTORES DE LAS MÁQUINAS				
Descripción	Corriente [A]	Cantidad	Identificación	Referencia
				Plano. Columna
Guardamotor Cóclea 1	4,5 - 6,3	3	G4	3.2
Guardamotor Motor 1 Barco 1	11 - 16	3	G5	4.2
Guardamotor Motor 2 Barco 1	11 - 16	3	G6	4.3
Guardamotor Motor 3 Barco 1	11 - 16	3	G7	4.4
Guardamotor Motor 4 Barco 1	11 - 16	3	G8	4.5
Guardamotor Motor 5 Barco 1	4,5 - 6,3	3	G9	4.6
Guardamotor Cóclea 2	4,5 - 6,3	3	G10	3.3
Guardamotor Centrifugadora 1	32 - 60	3	G11	3.4
Guardamotor Motor 1 Barco 2	4,5 - 6,3	3	G12	3.5
Guardamotor Motor 2 Barco 2	4,5 - 6,3	3	G13	3.6
Guardamotor Cóclea 3	4,5 - 6,3	3	G14	3.7
Guardamotor Centrifugadora 2	32 - 60	3	G15	3.8

PROTECCIONES DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y DE LOS MOTORES DE LAS MÁQUINAS				
Descripción	Corriente [A]	Cantidad	Identificación	Referencia
				Plano. Columna
Guardamotor Bomba Hidráulica	4,5 - 6,3	3	G16	3.9

Tabla 15. Especificaciones Técnicas de Relés (Ver ANEXOS 13, 14 y 15)
(Fuente Propia, 2012)

RELÉS						
Descripción	Alimentación Bobina	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Cantidad	Identificación	Referencia
						Plano. Columna
Relé Subida Banda Transportadora	24 [VDC]	60	10	1	KA1	17.1
Relé Línea Molino	24 [VDC]	60	10	1	KA3	17.2
Relé Cóclea Interna Molino	24 [VDC]	60	10	1	KA6	17.3
Relé Cóclea 1	24 [VDC]	60	10	1	KA7	17.4
Relé Motor 1 Barco 1	24 [VDC]	60	10	1	KA8	17.5
Relé Motor 2 Barco 1	24 [VDC]	60	10	1	KA9	17.6
Relé Motor 3 Barco 1	24 [VDC]	60	10	1	KA10	17.7

RELÉS						
Descripción	Alimentación Bobina	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Cantidad	Identificación	Referencia
						Plano . Columna
Relé Motor 4 Barco 1	24 [VDC]	60	10	1	KA11	17.8
Relé Motor 5 Barco 1	24 [VDC]	60	10	1	KA12	17.9
Relé Cóclea 2	24 [VDC]	60	10	1	KA13	18.1
Relé Centrifugadora 1	24 [VDC]	60	10	1	KA14	18.2
Relé Motor 1 Barco 2	24 [VDC]	60	10	1	KA15	18.3
Relé Motor 2 Barco 2	24 [VDC]	60	10	1	KA16	18.4
Relé Cóclea 3	24 [VDC]	60	10	1	KA17	18.5
Relé Centrifugadora 2	24 [VDC]	60	10	1	KA18	18.6
Relé Bomba Hidráulica	24 [VDC]	60	10	1	KA19	18.7
Relé Activación Sirena	110 [VDC]	60	10	1	KA20	24.8
Relé de Desactivación Sirena	110 [VAC]	60	10	1	KA21	24.9
Bases DIN para los relés	X	X	X	17	X	X

Tabla 16. Especificaciones técnicas de contactores (Ver ANEXOS 7, 8, 9, 10, 11 y 12) (Fuente Propia, 2012)

CONTACTORES								
Descripción	Alimentación [V]	Alimentación Bobina [V]	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Potencia a Maniobrar	Cantidad	Identificación	Referencia
								Plano . Columna
Contactador SubidaBanda Transportadora	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	1KM1	5.1
Contactador Línea Molino	480	110	60	109	100 HP - 75 kW	1	2KM1	5.6
Contactador Estrella Molino	480	110	60	109	100 HP - 75 kW	1	2KM3	5.8
Contactador Triángulo Molino	480	110	60	109	100 HP - 75 kW	1	2KM2	5.9
Contactador Cóclea Interna Molino	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	3KM1	6.1
Contactador Cóclea 1	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	4KM1	6.2
Contactador Motor 1 Barco 1	220	110	60	15	5 HP - 3,75 kW	1	5KM1	6.3

CONTACTORES								
Descripción	Alimentación [V]	Alimentación Bobina [V]	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Potencia a Maniobrar	Cantidad	Identificación	Referencia
								Plano . Columna
Contactador Motor 2 Barco 1	220	110	60	15	5 HP - 3,75 kW	1	6KM1	6.4
Contactador Motor 3 Barco 1	220	110	60	15	5 HP - 3,75 kW	1	7KM1	6.5
Contactador Motor 4 Barco 1	220	110	60	15	5 HP - 3,75 kW	1	8KM1	6.6
Contactador Motor 5 Barco 1	220	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	9KM1	6.7
Contactador Cóclea 2	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	10KM1	6.8
Contactador Centrifugadora 1	480	110	60	30	22 HP - 16,5 kW	1	11KM1	7.0
Contactador Motor 1 Barco 2	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	12KM1	7.1
Contactador Motor 2 Barco 2	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	13KM1	7.2
Contactador Cóclea 3	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	14KM1	7.3

CONTACTORES								
Descripción	Alimentación [V]	Alimentación Bobina [V]	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Potencia a Maniobrar	Cantidad	Identificación	Referencia
								Plano . Columna
Contactador Centrifugadora 2	480	110	60	30	22 HP - 16,5 kW	1	15KM1	7.4
Contactador Bomba Hidráulica	480	110	60	3	2 HP - 1,5 kW	1	16KM1	7.5
Contactador Control de Corriente	480	110	60	3	X	1	17KM1	5.5

Tabla 17. Especificaciones Técnicas de Relés Térmicos (Ver ANEXOS 20, 21, 22 y 23) (Fuente Propia, 2012)

RELÉS TÉRMICOS								
Descripción	Alimentación [V]	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Gama de Regulación [A] Clase 10	Potencia a Maniobrar	Cantidad	Identificación	Referencia
								Plano. Columna
Relé TérmicoBanda Transportadora	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT1	2.1
Relé Térmico Molino	480	60	109	100 – 150	100 HP - 75 kW	1	RT2	2.5
Relé Térmico Cóclea Interna Molino	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT3	3.1
Relé Térmico Cóclea 1	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT4	3.2
Relé Térmico Motor 1 Barco 1	220	60	15	6,1 – 25	5 HP - 3,75 kW	1	RT5	4.2
Relé Térmico Motor 2 Barco 1	220	60	15	6,1 – 25	5 HP - 3,75 kW	1	RT6	4.3
Relé Térmico Motor 3 Barco 1	220	60	15	6,1 – 25	5 HP - 3,75 kW	1	RT7	4.4
Relé Térmico Motor 4 Barco 1	220	60	15	6,1 - 25	5 HP - 3,75 kW	1	RT8	4.5

RELÉS TÉRMICOS								
Descripción	Alimentación [V]	Frecuencia [Hz]	Corriente a Maniobrar [A]	Gama de Regulación [A] Clase 10	Potencia a Maniobrar	Cantidad	Identificación	Referencia
								Plano. Columna
Relé Térmico Motor 5 Barco 1	220	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT9	4.6
Relé Térmico Cóclea 2	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT10	3.3
Relé Térmico Centrifugadora 1	480	60	30	13 – 50	22 HP - 16,5 kW	1	RT11	3.4
Relé Térmico Motor 1 Barco 2	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT12	3.5
Relé Térmico Motor 2 Barco 2	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT13	3.6
Relé Térmico Cóclea 3	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT14	3.7
Relé Térmico Centrifugadora 2	480	60	30	13 – 50	22 HP - 16,5 kW	1	RT15	3.8
Relé Térmico Bomba Hidráulica	480	60	3	1,5 – 6	2 HP - 1,5 kW	1	RT16	3.9

4.2.3 Sistema de Alarma por sobrecargas en los motores.

El operador puede observar la activación de los Relés Térmicos en el armario de control mediante el encendido de una Luz Piloto de color rojo que se alimenta a 110 VAC. Esta conexión se realiza utilizando el contacto Normalmente Abierto (NO) de los Relés Térmicos, de esta manera, cuando un Relé Térmico detecta una sobrecarga, este se activa e inmediatamente enciende la Luz Piloto Roja y además activa el Sistema de Alarma, como se observa en la Figura 4.9 y la lista de Luces Piloto se puede observar en la Tabla 16 (Fuente Propia, 2012).

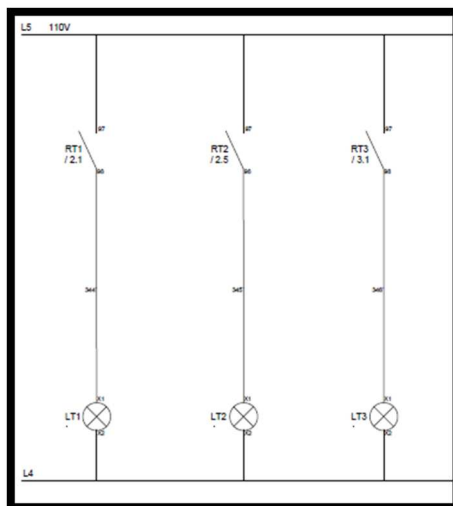


Figura 4. 9: Conexión de los contactos Normalmente Abiertos de los Relés Térmicos a las Luces Piloto (Fuente Propia, 2012).

Tabla 18. Luces Piloto de activación de Relés Térmicos para el Armario de control (Ver ANEXO 18) (Revisar los Planos N° 8 – 9) (Fuente Propia, 2012)

LUCES PILOTO		
NOMBRE	NOMEN.	L.P. Armario
Luz Relé Térmico Banda Transportadora	LT1	X
Luz Relé Térmico Molino	LT2	X
Luz Relé Térmico Cóclea Interna	LT3	X
Luz Relé Térmico Cóclea 1	LT4	X
Luz Relé Térmico Motor 1 Barco 1	LT5	X

LUCES PILOTO		
NOMBRE	NOMEN.	L.P. Armario
Luz Relé Térmico Motor 2 Barco 2	LT6	X
Luz Relé Térmico Motor 3 Barco 3	LT7	X
Luz Relé Térmico Motor 5 Barco 3	LT9	X
Luz Relé Térmico Cóclea 2	LT10	X
Luz Relé Térmico Centrifugadora 1	LT11	X
Luz Relé Térmico Motor 1 Barco 2	LT12	X
Luz Relé Térmico Motor 2 Barco 2	LT13	X
Luz Relé Térmico Cóclea 3	LT14	X
Luz Relé Térmico Centrifugadora 2	LT15	X
Luz Relé Térmico Bomba Hidráulica	LT16	X

4.2.4 Arranque y Control del Motor del Molino, Configuración Estrella-Delta.

El arranque del motor del Molino con configuración Estrella – Delta se encuentra conformada por 3 contactores, el primero es denominado contactor de Línea (2KM1) el cual recibe la señal del PLC y se prende el motor, el segundo contactor es el que corresponde a la configuración Estrella (2KM3) y el tercer contactor corresponde a la configuración Delta (2KM3). Como se puede observar en la Figura 4.10 en la primera fase L1 de la conexión del motor del Molino se encuentra el medidor de corriente del dispositivo CET LAM 73(Ver Plano N° 2) (Fuente Propia, 2012).

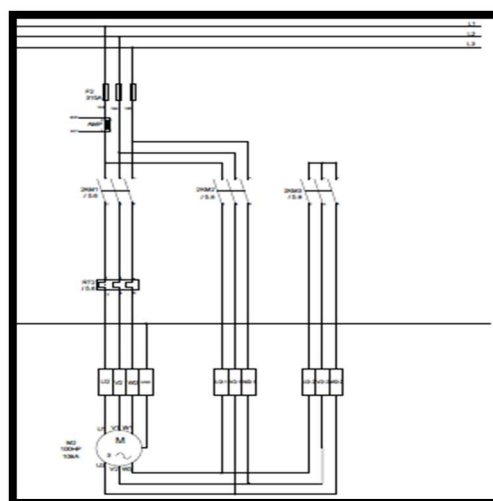


Figura 4. 10: Conexión Estrella – Delta del Molino (Fuente Propia, 2012).

El Control de arranque de este motor no es recomendable realizarla desde el PLC para no mezclar las etapas de control con las de potencia del sistema, por lo tanto, se necesita la activación de una salida del PLC para poder controlar el contactor 2KM1 (Línea), el cambio de ESTRELLA – DELTA se encargará la sección de potencia, este proceso debe cumplir los siguientes parámetros:

1. La señal de arranque del motor del Molino es enviada desde el PLC activando al relé KA3, el cual, en su estado natural se encuentra Normalmente Abierto (NO) (Fuente Propia, 2012).
2. Cuando el relé KA3 recibe la señal del PLC pasa a estado Normalmente Cerrado (NC) y se va a mantener así hasta que el programa del PLC lo desactive, una vez activado KA3 inmediatamente se activa el contactor 2KM1 (Línea) con el cual se enciende el motor del molino (Fuente Propia, 2012).
3. La activación del contactor 2KM1 permite la activación de 2KM3 (estrella) y del temporizador KT1 por 10 segundos, este tiempo es establecido para la estabilización del motor en la configuración tipo estrella (Fuente Propia, 2012).
4. Durante 10 segundos se realiza el proceso de arranque en tipo estrella (Fuente Propia, 2012).
5. Después de este tiempo se mantiene el contactor principal 2KM1 (Línea) y se desconecta el contactor 2KM3 (estrella) activando el contactor 2KM2 (triángulo) (Fuente Propia, 2012).
6. Si se envía una señal de desactivación desde el PLC ó se active el relé térmico RT2, se apagará todo el sistema de arranque del molino (Fuente Propia, 2012).

Todo el diseño eléctrico de esta parte se puede observar claramente en la Figura 4.11. Esta etapa de encendido se demora aproximadamente 12 segundos (Ver Plano N° 2) (Fuente Propia, 2012).

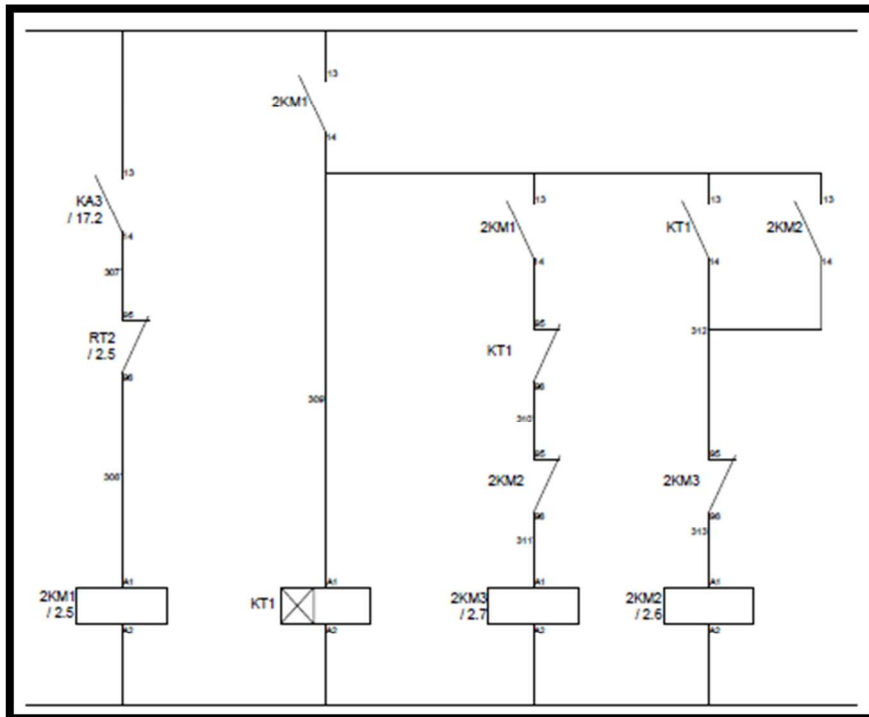


Figura 4. 11: Control del Arranque Estrella-Delta del Motor del Molino (Fuente Propia, 2012).

4.2.5 Control de Corriente CET LAM 73 del motor Molino.

Este motor consta de un componente eléctrico CET LAM 73 (ver ANEXO 38)(CET s.r.l., 2008),este dispositivo se encarga de medir la corriente que pasa por el motor y mediante la configuración por medio de sus DIP SWITCH se establece que si la corriente que circula por medio del motor es mayor a 100A inmediatamente se desactivará la Banda Transportadora para que no ingrese más material al Molino, también activará el temporizador OMRON H3CR – A (ver ANEXO 39), el cual, ayudará a encender nuevamente el motor de la Banda Transportadora después de un tiempo establecido el cual es aproximadamente de 10 segundos (Fuente Propia, 2012).

Como se puede observar en el gráfico de la Figura 4.12 en los pines 15 y 16 entran los cables que miden la corriente en la primera fase del motor trifásico del Molino, por el pin 9 que se encuentra Normalmente Abierto (NO) que se conecta al temporizador OMRON H3CR-A, de esta manera cuando la corriente pase los 100 A envía la señal por el pin 9 cambiando el estado del contacto a Normalmente Cerrado (NC) y esto permite la activación del temporizador OMRON H3CR-A, el cual activa el contactor 17KM1, el contacto Normalmente

Cerrado (NC) del contactor 17KM1 está en la línea de activación/desactivación del motor de la Banda Transportadora, por lo tanto, al activarse el contactor 17KM1 se apaga el motor de la banda transportadora para que no ingrese más material al Molino y este no realice más esfuerzo del que está realizando. Después de un tiempo establecido con el temporizador OMRON H3CR-A se volverá a encender el motor de la banda transportadora y de esta manera puede continuar el proceso (Ver Plano N° 5) (Fuente Propia, 2012).

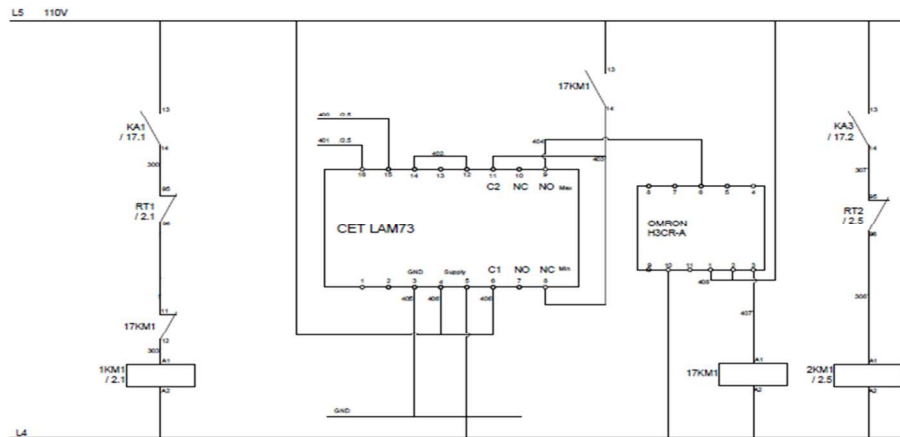


Figura 4. 12: Conexión del control de corriente CET LAM 73 del molino (Fuente Propia, 2012).

El aumento de corriente en el motor del Molino en el proceso puede darse por 2 razones:

1. Se encuentran desgastadas las cuchillas del molino, lo cual, no permite que se realice la trituración del plástico en forma rápida y eficiente, por lo tanto, se acumula el plástico en el molino lo que ocasiona un mayor esfuerzo del motor del Molino lo que provoca el aumento de corriente (Fuente Propia, 2012).
2. Envío de plástico con partes sucias, tales como, piedras y palos (Fuente Propia, 2012).

4.2.6 Conexión de los Controladores de Nivel.

Para los niveles de monitoreo de alarmas mínimas o máximas de dos electrodos se utilizan: la línea de referencia (conectado al terminal ER) y el nivel (conectado a los terminales de la IE/ES del dispositivo). El pin 14 va conectado a las entradas del PLC y representa un contacto Normalmente Abierto (NO), de esta manera cuando el electrodo de Nivel Superior detecte la presencia de líquido enviará la señal al Controlador de Nivel y este permitirá el cambio del contacto a Normalmente Cerrado (NC) y el programa del PLC detectará esta señal de entrada permitiendo el funcionamiento de los motores de los barcos, el diseño eléctrico se puede ver en la Figura 4.13 (Fuente Propia, 2012).

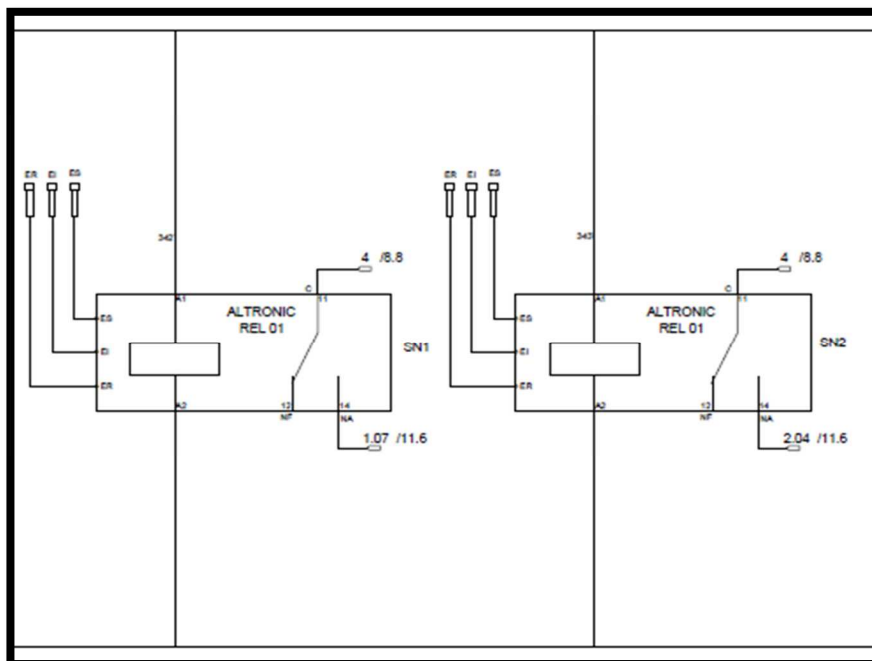


Figura 4. 13: Conexión de los Controladores de Nivel (SN1 y SN2) ALTRONIC de los Barcos (Fuente Propia, 2012).

4.3 DISEÑO ELECTRÓNICO

En este momento nos vamos a enfocar plenamente en el PLC OMRON, una vez comprendidas las necesidades del proceso a ser controlado se procede a definir las entradas y salidas del PLC, de esta manera poder realizar el programa de control (Fuente Propia, 2012).

4.3.1 Elementos de entrada al PLC.

En las entradas del PLC OMRON van conectados todos los pulsadores de activación y desactivación de las máquinas, sensores que intervienen en el procesos como los sensores de nivel y los interruptores de seguridad colocados en la puerta y tolva del molino, también van colocados los switch de selección como es en el caso del accionamiento para mantenimiento del proceso, una parte de estos elementos se puede observar en la Figura 4.14 (Fuente Propia, 2012).

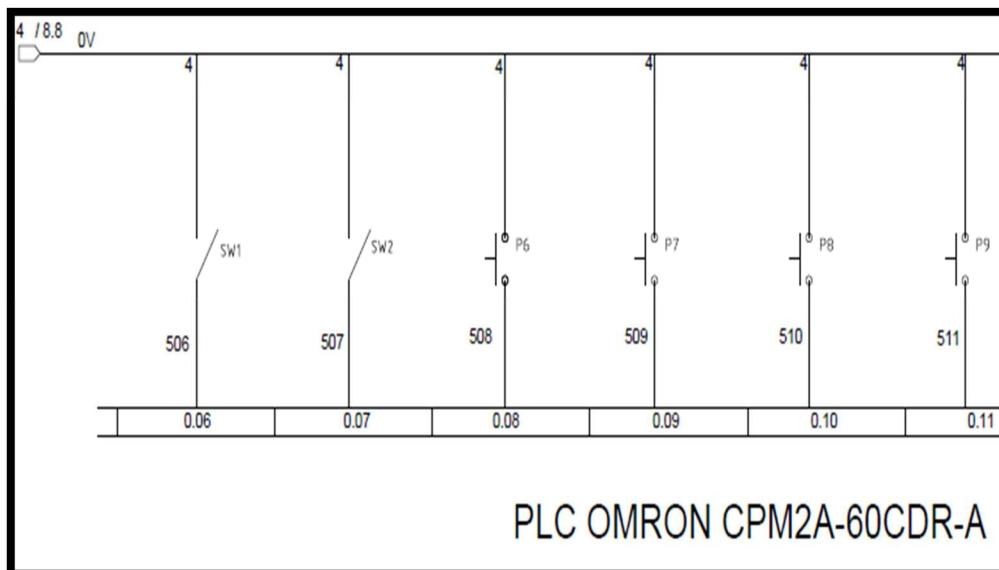


Figura 4. 14: Ejemplo de Conexión de diferentes entradas al PLC OMRON (Fuente Propia, 2012).

Es importante mencionar que pueden existir 2 elementos que envíen señal a una misma entrada del PLC, como son los casos de la entrada de un pulsador de desactivación y un pulsador de paro de emergencia en una misma entrada, cumplen la misma función pero el pulsador de desactivación se encuentra en el

armario de control y el pulsador de paro de emergencia se encuentra en la máquina, como se puede observar en la Figura 4.15 (Fuente Propia, 2012).

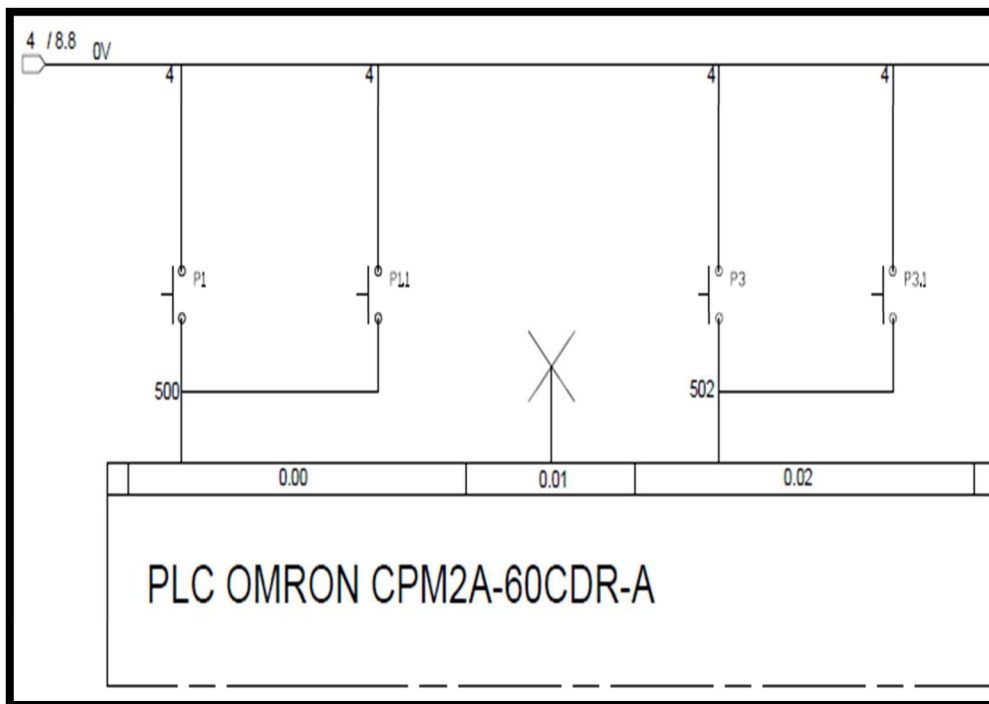


Figura 4. 15: Ejemplo de Conexión de dos pulsadores a una misma entrada del PLC (Fuente Propia, 2012).

En la Tabla 19 se puede observar claramente los elementos que van conectados a las entradas del PLC OMRON y su explicación de funcionamiento con su respectiva ubicación ya sea en una máquina o en el armario de control (Fuente Propia, 2012).

Tabla 19. Descripción de los elementos y Posicionamiento en Armario y Máquinas. Nótese que existen 1 o 2 pulsadores para una misma entrada del PLC, los cuales, cumplen la misma función ya sea activar o desactivar un Motor Trifásico pero un pulsador se encuentra en el armario y otro en la máquina. Revisar los Planos N° 11 - 16(Conexión Entradas PLC), Plano N° 24 (Ubicación de elementos en Máquinas) y Planos N° 5 - 9 (Conexión Fuerza) (Fuente Propia, 2012)

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y POSICIONAMIENTO EN ARMARIO Y MÁQUINAS					
NOMBRE	NOMENCLATURA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ARMARIO	MÁQUINA
Accionamiento Manual	P29	Pulsador	Encendido del Proceso de forma Manual	X	
Accionamiento Automático	P30	Pulsador	Encendido del Proceso de Forma Automática	X	
Paro de Emergencia del Proceso	P31	Pulsador	Desactiva el Proceso en cualquier momento	X	
Accionamiento para Mantenimiento del Proceso	SW3	Switch	Encendido del Proceso para Mantenimiento de las máquinas	X	
Marcha Banda Transportadora	P1	Pulsador	Activa el sentido de giro de subida de la Banda Transportadora	X	
Marcha Banda Transportadora	P1.1	Pulsador	Activa el sentido de giro de subida de la Banda Transportadora		X
Desactivación Banda Transportadora	P3	Pulsador	Desactiva el Motor de la B. Transportadora en cualquier momento	X	
Paro de Emergencia	P3.1	Pulsador	Desactiva el Motor de la B. Transportadora en cualquier momento		X

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y POSICIONAMIENTO EN ARMARIO Y MÁQUINAS					
NOMBRE	NOMENCLATURA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ARMARIO	MÁQUINA
Banda Transportadora					
Control de Corriente	CONTAMP	Control Amperaje	Control de corriente del Motor del Molino	X	
Marcha del Molino	P4	Pulsador	Activa el Motor del Molino	X	
Desactivación del Molino	P5	Pulsador	Desactiva el Motor del Molino	X	
Paro de Emergencia del Molino	P5.1	Interruptor	Desactiva el Motor del Molino		X
Interruptor de Seguridad en Puerta del Molino	SW1	Interruptor	Si se abre la puerta del Molino se desactiva el Motor del Molino		X
Interruptor de Seguridad en Tolva del Molino	SW2	Interruptor	Si se inclina la tolva del Molino se desactiva el Motor del Molino		X
Marcha Cóclea Interna del Molino	P6	Pulsador	Activa el Motor de la Cóclea Interna del Molino	X	
Desactivación Cóclea Interna	P7	Pulsador	Desactiva el Motor de la Cóclea Interna del Molino	X	
Marcha Cóclea 1	P8	Pulsador	Activa el Motor de la Cóclea 1	X	
Desactivación	P9	Pulsador	Desactiva el Motor de la Cóclea 1	X	

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y POSICIONAMIENTO EN ARMARIO Y MÁQUINAS					
NOMBRE	NOMENCLATURA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ARMARIO	MÁQUINA
Cóclea 1					
Motor 1 Barco 1	P10	Pulsador	Activa el Motor 1 del Barco 1	X	
Motor 2 Barco 1	P11	Pulsador	Activa el Motor 2 del Barco 1	X	
Motor 3 Barco 1	P12	Pulsador	Activa el Motor 3 del Barco 1	X	
Motor 4 Barco 1	P13	Pulsador	Activa el Motor 4 del Barco 1	X	
Motor 5 Barco 1	P14	Pulsador	Activa el Motor 5 del Barco 1	X	
Paro de Emergencia Barco 1	P15	Pulsador	Desactiva cualquiera de los Motores del Barco 1 o todos a la vez	X	
Paro de Emergencia Barco 1	P15.1	Pulsador	Desactiva cualquiera de los Motores del Barco 1 o todos a la vez		X
Sensor de Nivel 1 Barco 1 (lleno)	SN1	Sensor de Nivel	Sensor de Nivel en el límite superior del Barco 1, estado lleno, permite la activación de los Motores del Barco 1.		X
Marcha Cóclea 2	P16	Pulsador	Activa el Motor de la Cóclea 2	X	
Desactivación Cóclea 2	P17	Pulsador	Desactiva el Motor de la Cóclea 2	X	
Marcha Centrifugadora 1	P18	Pulsador	Activa el Motor de la Centrifugadora 1	X	
Desactivación Centrifugadora 1	P19	Pulsador	Desactiva el Motor de la Centrifugadora 1	X	
Motor 1 Barco 2	P20	Pulsador	Activa el Motor 1 del Barco 2	X	

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y POSICIONAMIENTO EN ARMARIO Y MÁQUINAS					
NOMBRE	NOMENCLATURA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ARMARIO	MÁQUINA
Motor 2 Barco 2	P21	Pulsador	Activa el Motor 2 del Barco 2	X	
Paro de Emergencia Barco 2	P22	Pulsador	Desactiva cualquiera de los Motores del Barco 2 o a los dos a la vez	X	
Paro de Emergencia Barco 2	P22.1	Pulsador	Desactiva cualquiera de los Motores del Barco 2 o a los dos a la vez		X
Sensor de Nivel 1 Barco 2 (lleno)	SN2	Sensor de Nivel	Sensor de Nivel en el límite superior del Barco 2, estado lleno, permite la activación de los Motores del Barco 2.		X
Marcha Cóclea 3	P23	Pulsador	Activa el Motor de la Cóclea 3	X	
Desactivación Cóclea 3	P24	Pulsador	Desactiva el Motor de la Cóclea 3	X	
Marcha Centrifugadora 2	P25	Pulsador	Activa el Motor de la Centrifugadora 2	X	
Desactivación Centrifugadora 2	P26	Pulsador	Desactiva el Motor de la Centrifugadora 2	X	
Marcha Bomba Hidráulica	P27	Pulsador	Activa el Motor de la Bomba Hidráulica	X	
Marcha Bomba Hidráulica	P27.1	Pulsador	Activa el Motor de la Bomba Hidráulica		X
Desactivación Bomba Hidráulica	P28	Pulsador	Desactiva el Motor de la Bomba Hidráulica	X	
Desactivación	P28.1	Pulsador	Desactiva el Motor de la Bomba Hidráulica		X

DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS Y POSICIONAMIENTO EN ARMARIO Y MÁQUINAS					
NOMBRE	NOMENCLATURA	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ARMARIO	MÁQUINA
Bomba Hidráulica					
Switch de Desactivación de la Sirena	SW4	Switch	Desactiva la Sirena de Alarma por activación de los Relés Térmicos	X	
Desactivación Motor 1 del Barco 1	P32	Pulsador	Desactiva el Motor 1 del Barco 1	X	
Desactivación Motor 2 del Barco 1	P33	Pulsador	Desactiva el Motor 2 del Barco 1	X	
Desactivación Motor 3 del Barco 1	P34	Pulsador	Desactiva el Motor 3 del Barco 1	X	
Desactivación Motor 4 del Barco 1	P35	Pulsador	Desactiva el Motor 4 del Barco 1	X	
Desactivación Motor 5 del Barco 1	P36	Pulsador	Desactiva el Motor 5 del Barco 1	X	
Desactivación Automática del Proceso	P37	Pulsador	Desactiva el Proceso de forma Automática	X	

4.3.2. Elementos de Salida del PLC.

En las salidas del PLC OMRON se encuentran los relés, estos permiten separar la parte de control con la parte de potencia del sistema, ya que son capaces de trabajar con cargas pesadas pero interactúan con una señal pequeña de tensión la cual es de 24 VDC enviada desde el PLC. Además se encuentran las luces piloto del sistema como se observa en la Figura 4.16, las cuales van a indicar el encendido y desactivación de cada una de las máquinas mediante una luz continua (encendido) o una luz parpadeante (desactivación por un paro de emergencia de cualquier máquina del proceso) (Fuente Propia, 2012).

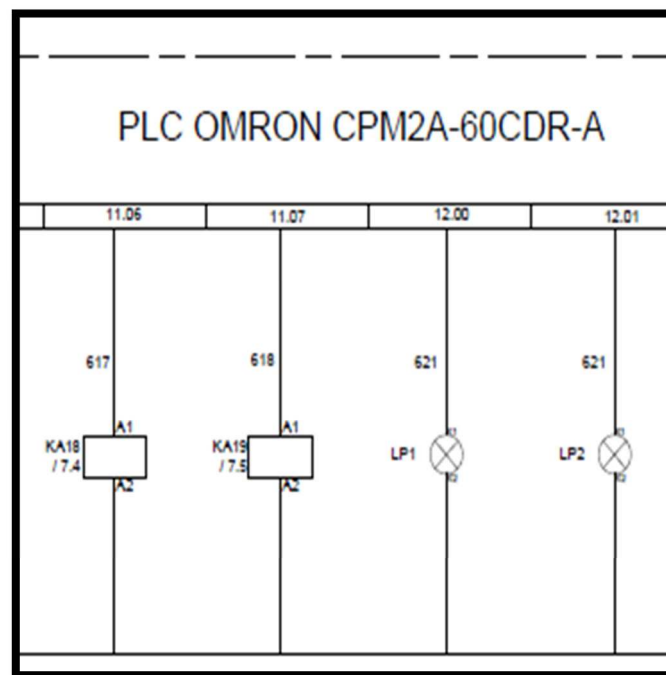


Figura 4. 16: Ejemplo de conexión de diferentes salidas del PLC OMRON a relés (KA) y a las luces piloto (LP) (Fuente Propia, 2012).

A continuación se presenta la lógica de conexión de entradas y salidas, las cuales se podrán observar plenamente en los planos eléctricos diseñados, desde el Plano N° 10 hasta el Plano N° 23. En la Tabla 20 se puede apreciar las entradas del PLC OMRON y en la Tabla 21 se puede ver las salidas desde el PLC OMRON (Fuente Propia, 2012).

Tabla 20. Entradas del PLC OMRON – 60CDR – A (Fuente Propia, 2012)

ENTRADAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A				
ELEMENTOS	INPUT (PLC)	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
P1, P1.1	0.00	11 . 1 , 11 . 2	Activación Motor Banda Transportadora (M1)	Tabla 17
P37	0.01	11 . 3	Desactivación Automática del Proceso	Tabla 17
P3, P3.1	0.02	11 . 5 , 11 . 6	Desactivación del Motor Banda Transportadora	Tabla 17
no usado	0.03	no usado	no existe	no existe
P4	0.04	11 . 7	Activación Motor del Molino (M2)	Tabla 17
P5, P5.1	0.05	11 . 8 , 11 . 9	Desactivación y Paro de Emergencia Motor del Molino	Tabla 17
SW1	0.06	12 . 1	Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino	Tabla 17
SW2	0.07	12 . 2	Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino	Tabla 17
P6	0.08	12 . 3	Activación Motor Cóclea Interna del Molino (M3)	Tabla 17
P7	0.09	12 . 4	Desactivación Motor Cóclea Interna del Molino	Tabla 17
P8	0.10	12 . 5	Activación Motor Cóclea 1 (M4)	Tabla 17
P9	0.11	12 . 6	Desactivación Motor Cóclea 1	Tabla 17
P10	1.00	12 . 7	Activación Motor 1 del Barco 1 (M5)	Tabla 17
P11	1.01	12 . 8	Activación Motor 2 del Barco 1 (M6)	Tabla 17
P12	1.02	12 . 9	Activación Motor 3 del Barco 1 (M7)	Tabla 17
P13	1.03	13 . 1	Activación Motor 4 del	Tabla 17

ENTRADAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A				
ELEMENTOS	INPUT (PLC)	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
			Barco 1 (M8)	
P14	1.04	13 . 2	Activación Motor 5 del Barco 1 (M9)	Tabla 17
P15	1.05	13 . 3	Paro de Emergencia Motores Barco 1 en Máquina	Tabla 17
SW3	1.06	13 . 5	Accionamiento del Proceso para Mantenimiento	Tabla 17
SN1	1.07	13 . 6	Sensor de Nivel Superior Barco 1	Tabla 17
P16	1.08	13 . 7	Activación Motor Cóclea 2 (M10)	Tabla 17
P17	1.09	13 . 8	Desactivación Motor Cóclea 2	Tabla 17
P18	1.10	13 . 9	Activación Motor Centrifugadora 1 (M11)	Tabla 17
P19	1.11	14 . 1	Desactivación Motor Centrifugadora 1	Tabla 17
P20	2.00	14 . 2	Activación Motor 1 del Barco 2 (M12)	Tabla 17
P21	2.01	14 . 3	Activación Motor 2 del Barco 2 (M13)	Tabla 17
P22, P22.1	2.02	14 . 4 , 14 . 5	Desactivación y Paro de Emergencia del Barco 2	Tabla 17
no usado	2.03	no usado	no existe	no existe
SN2	2.04	14 . 7	Sensor de Nivel Superior Barco 2	Tabla 17
P23	2.05	14 . 8	Activación Motor Cóclea 3 (M14)	Tabla 17
P24	2.06	14 . 9	Desactivación Motor Cóclea 3	Tabla 17
P25	2.07	15 . 1	Activación Motor Centrifugadora 2 (M15)	Tabla 17

ENTRADAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A				
ELEMENTOS	INPUT (PLC)	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
P26	2.08	15 . 2	Desactivación Motor Centrifugadora 2	Tabla 17
P27, P27.1	2.09	15 . 3 , 15 . 4	Activación Motor Bomba Hidráulica del Molino	Tabla 17
P28, P28.1	2.10	15 . 5 , 15 . 6	Desactivación Bomba Hidráulica del Molino	Tabla 17
P29	2.11	15 . 7	Accionamiento Manual del Proceso	Tabla 17
P30	3.00	16 . 3	Accionamiento Automático del Proceso	Tabla 17
P31	3.01	16 . 4	Paro de Emergencia del Proceso	Tabla 17
P32	3.02	16 . 5	Desactivación Motor 1 del Barco 1	Tabla 17
P33	3.03	16 . 6	Desactivación Motor 2 del Barco 1	Tabla 17
P34	3.04	16 . 7	Desactivación Motor 3 del Barco 1	Tabla 17
P35	3.05	16 . 8	Desactivación Motor 4 del Barco 1	Tabla 17
P36	3.06	16 . 9	Desactivación Motor 5 del Barco 1	Tabla 17

Tabla 21. Salidas delPLC OMRON – 60CDR – A (Fuente Propia, 2012)

SALIDAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A			
OUTPUT (PLC)	ELEMENTO	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN
10.00	KA1	17 . 1	Relé de Activación Motor Banda Transportadora (M1)
10.01	KA3	17 . 2	Relé Activación de Línea del Molino (M2)
10.02	KA6	17 . 3	Relé Activación Motor Cóclea Interna del Molino (M3)
10.03	KA7	17 . 4	Relé Activación Motor Cóclea 1 (M4)
10.04	KA8	17 . 5	Relé Activación Motor 1 Barco 1 (M5)
10.05	KA9	17 . 6	Relé Activación Motor 2 Barco 1 (M6)
10.06	KA10	17 . 7	Relé Activación Motor 3 Barco 1 (M7)
10.07	KA11	17 . 8	Relé Activación Motor 4 Barco 1 (M8)
11.00	KA12	17 . 9	Relé Activación Motor 5 Barco 1 (M9)
11.01	KA13	18 . 1	Relé Activación Motor Cóclea 2 (M10)
11.02	KA14	18 . 2	Relé Activación Motor Centrifugadora 1 (M11)
11.03	KA15	18 . 3	Relé Activación Motor 1 Barco 2 (M12)
11.04	KA16	18 . 4	Relé Activación Motor 2 Barco 2 (M13)
11.05	KA17	18 . 5	Relé Activación Motor Cóclea 2 (M14)
11.06	KA18	18 . 6	Relé Activación Motor Centrifugadora 2 (M15)
11.07	KA19	18 . 7	Relé Activación Bomba Hidráulica (M16)
12.00	LP1	18 . 8	Luz Piloto de Activación de Accionamiento Manual

SALIDAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A			
OUTPUT (PLC)	ELEMENTO	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN
12.01	LP2	18 . 9	Luz Piloto de Activación de Accionamiento Automático
12.02	LP3	19 . 1	Luz Piloto de Activación de Accionamiento para Mantenimiento del Proceso
12.03	LP4	19 . 2	Luz Piloto de Activación de Paro de Emergencia General del Proceso
12.04	LP39	19 . 3	Luz Piloto de Activación de Sensor de Nivel Superior SN1
12.05	LP5, LP21	19 . 4 , 19 . 5	Luz Piloto de Activación de Banda Transportadora (M1)
12.06	LP8, LP22	19 . 6 , 19 . 7	Luz Piloto de Activación del Molino (M2)
12.07	LP7, LP23	19 . 8 , 19 . 9	Luz Piloto de Activación de Cóclea Interna del Molino (M3)
13.00	LP8, LP24	20 . 2 , 20 . 3	Luz Piloto de Activación de Cóclea 1 (M4)
13.01	LP9, LP25	20 . 4 , 20 . 5	Luz Piloto de Activación del Motor 1 Barco 1 (M5)
13.02	LP10, LP28	20 . 6 , 20 . 7	Luz Piloto de Activación del Motor 2 Barco 1 (M6)
13.03	LP11, LP27	20 . 8 , 20 . 9	Luz Piloto de Activación del Motor 3 Barco 1 (M7)
13.04	LP12, LP28	21 . 0 , 21 . 1	Luz Piloto de Activación del Motor 4 Barco 1 (M8)
13.05	LP13, LP29	21 . 2 , 21 . 3	Luz Piloto de Activación del Motor 5 Barco 1 (M9)
13.06	LP14, LP30	21 . 4 , 21 . 5	Luz Piloto de Activación de Cóclea 2 (M10)
13.07	LP15, LP31	21 . 6 , 21 . 7	Luz Piloto de Activación de Centrifugadora 1 (M11)
14.00	LP16, LP32	21 . 8 , 21 . 9	Luz Piloto de Activación del Motor 1 Barco 2 (M12)
14.01	LP17, LP33	22 . 0 , 22 . 1	Luz Piloto de Activación del Motor 2 Barco 2 (M13)

SALIDAS DEL PLC OMRON CPM2A- 60CDR - A			
OUTPUT (PLC)	ELEMENTO	PLANO . COLUMNA	DESCRIPCIÓN
14.02	LP28, LP34	22 . 2 , 22 . 3	Luz Piloto de Activación Cóclea 3 (M14)
14.03	LP19, LP35	22 . 4 , 22 . 5	Luz Piloto de Activación Centrifugadora 2 (M15)
14.04	LP20, LP36	22 . 6 , 22 . 7	Luz Piloto de Activación de Bomba Hidráulica (M16)
14.05	LP37	22 . 8	Luz Piloto de Apertura de la Puerta del Molino
14.06	LP38	22 . 9	Luz Piloto de Apertura de la Tolva del Molino
14.07	LP40	23 . 4	Luz Piloto de Activación de Sensor de Nivel Superior SN2

Tabla 22. Luces Piloto para el Armario de control y en la representación Gráfica del Proceso situada en el exterior del armario. Revisar los Planos N° 15 - 22 (Conexión Salidas PLC) y Plano N°24 (Ubicación de elementos en Máquinas)(Ver ANEXO 18) (Fuente Propia, 2012)

LUCES PILOTO				
NOMBRE	NOMEN.	L.P. Armario	NOMEN.	L.P. Gráf. Armario
Accionamiento Manual	LP1	X		
Accionamiento Automático	LP2	X		
Accionamiento para Mantenimiento	LP3	X		
Paro de Emergencia del Proceso	LP4	X		
Marcha Banda Transportadora	LP5	X	LP21	X
Marcha del Molino Línea	LP6	X	LP22	X
Marcha Cóclea Interna del Molino	LP7	X	LP23	X
Marcha Cóclea 1	LP8	X	LP24	X
Motor 1 Barco 1	LP9	X	LP25	X
Motor 2 Barco 1	LP10	X	LP26	X
Motor 3 Barco 1	LP11	X	LP27	X
Motor 4 Barco 1	LP12	X	LP28	X

LUCES PILOTO				
NOMBRE	NOMEN.	L.P. Armario	NOMEN.	L.P. Gráf. Armario
Motor 5 Barco 1	LP13	X	LP29	X
Marcha Cóclea 2	LP14	X	LP30	X
Marcha Centrifugadora 1	LP15	X	LP31	X
Motor 1 Barco 2	LP16	X	LP32	X
Motor 2 Barco 2	LP17	X	LP33	X
Marcha Cóclea 3	LP18	X	LP34	X
Marcha Centrifugadora 1	LP19	X	LP35	X
Marcha Bomba Hidráulica	LP20	X	LP36	X
Switch Puerta del Molino	LP37	X		
Switch Tolva del Molino	LP38	X		
Sensor de Nivel 1 Barco 1 (lleno)	LP39	X		
Sensor de Nivel 1 Barco 2 (lleno)	LP40	X		
Energización del Sistema, Alimentación 110 VAC	LP41	X		

4.3.3 Circuito de Diodos para encendido del Sistema de Alarma por sobrecarga en una o varias máquinas que intervienen en el proceso.

El sistema de control del proceso tiene una alarma de luz y sirena en caso de activación de algún relé térmico por cualquier sobrecarga que se produzca en el sistema, en una o varias máquinas. Los contactos normalmente abiertos (NO) del los relés térmicos se encuentran conectados en paralelo y todos estos a un sistema de alarma conformado por una sirena y una luz indicadora, el objetivo de la conexión en paralelo es permitir la activación del sistema de alarma con cualquier relé térmico que detecte una sobrecarga en el sistema (Ver Plano N° 24) (Fuente Propia, 2012)

Es muy importante tener presente que los relés térmicos constan de un solo contacto abierto (NO) y nosotros estamos utilizando el mismo contacto abierto para encender una luz piloto roja y para activar el sistema de alarma conformado por una sirena en caso de sobrecarga, entonces, al instante de puentear los contactos abiertos de los relés térmicos para cumplir con la condición de activación de la sirena, estaríamos provocando un error porque se

encenderían todos las luces piloto (el listado de las luces piloto utilizadas se observa en la Tabla 22) que representan la existencia de una sobrecarga en una o varias máquinas. Para evitar este error, es necesario la implementación de diodos después de cada salida del contacto abierto (NO) de los relés térmicos, de esta manera, no permitimos que la corriente se regrese y active a las luces piloto, entonces, separamos en 2 circuitos diferentes utilizando el mismo contacto abierto, el primer circuito cumple con la condición de encendido individual de las luces piloto rojas y el segundo circuito cumple con la activación del sistema de alarma conformado por una sirena (Ver Plano N° 8 y 24) (Fuente Propia, 2012)

Además consta de un switch SW4 el cual permite la desactivación de la sirena para interrumpir el ruido que esta provoca y de esta manera poder atender el problema presentado de mejor manera. El switch SW4 activa a un relé (KA21), mediante la utilización del contacto Normalmente Cerrado (NC) de este relé podemos desactivar el sonido de la sirena. Todo el diseño eléctrico de lo anteriormente mencionado se puede observar en la Figura 4.17 y la Figura 4.18 (Ver Plano N° 24) (Fuente Propia, 2012)

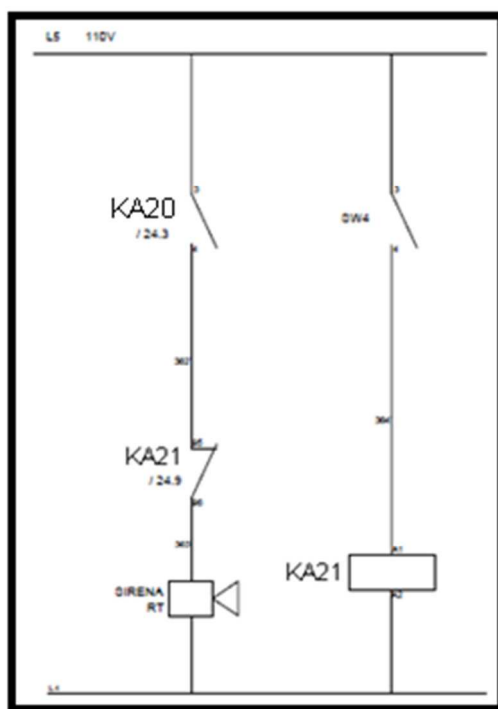


Figura 4. 17: Diagrama del circuito de desactivación del sonido de la sirena (Fuente Propia, 2012).

Este sistema de Alarma permite que el operario pueda observar y escuchar la alarma en cualquier parte de la planta, ya que, no siempre va a estar cerca del proceso debido a que tiene más funciones por cumplir (Fuente Propia, 2012).

A continuación en la Figura 74 se puede observar el diseño del circuito con los contactos abiertos de cada relé térmico, encendido de luces piloto y la activación del sistema de alarma. Este circuito se lleva a los 16 relés térmicos que conforman el sistema (Fuente Propia, 2012).

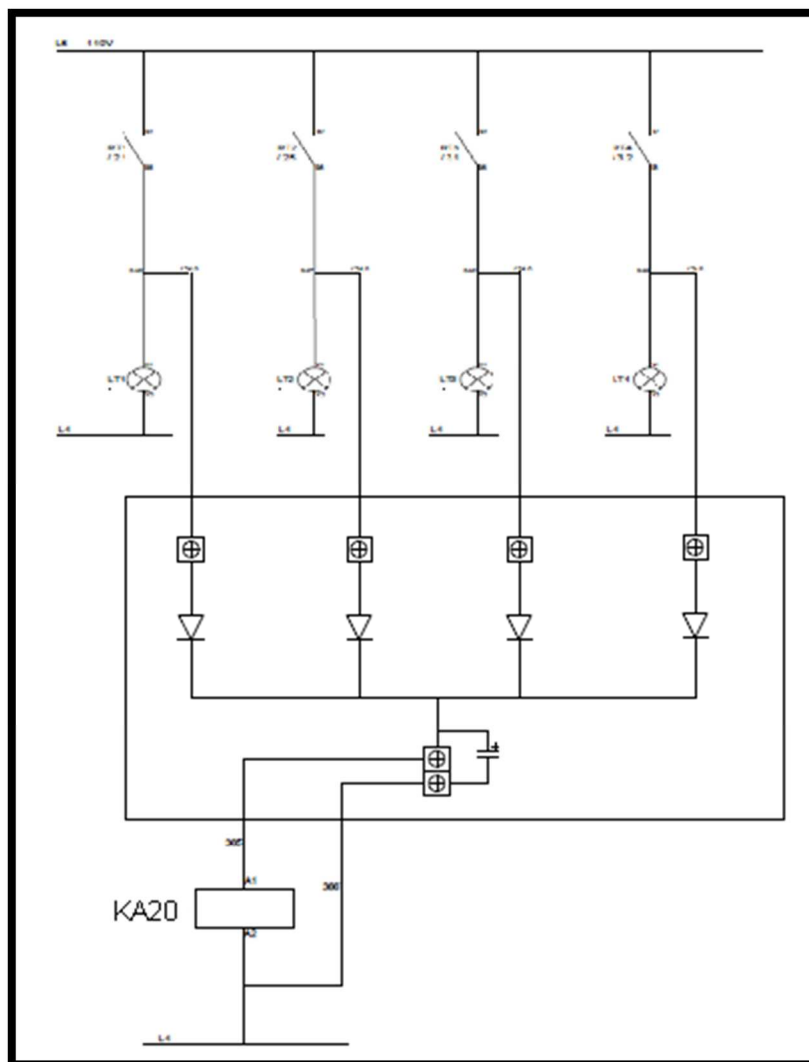


Figura 4. 18: Lógica del circuito conformado por los contactos abiertos de los relés térmicos, luces piloto de activación individual, diodos y relé (KA20) para la activación de la sirena (Fuente Propia, 2012).

Para poder activar la sirena es necesario la utilización de un relé (KA20), pero este de relé debe tener una bobina que conmute con corriente continua (DC), porque la corriente que ingresa al sistema es una corriente alterna, como se observa en la Figura 4.19, entonces, al instante de utilizar diodos como se aprecia en la Figura 4.20 estamos realizando una rectificación de media onda como se puede ver en la Figura 4.21. Mediante la utilización de un capacitor se logra filtrar la señal y de esta manera obtenemos la señal de corriente continua que necesitamos para que conmute el relé de activación de la sirena como se puede observar en la Figura 4.20 (Ver Plano N° 24) (Miyara, 2002).

a) Entrada de onda desde el sistema.

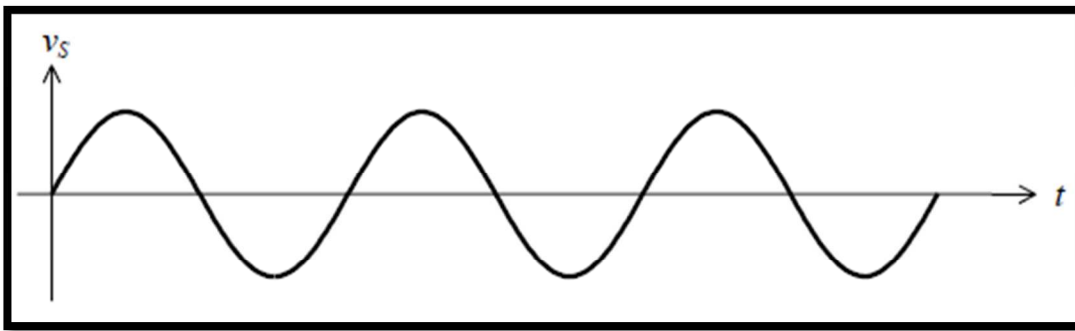


Figura 4. 19: Onda de entrada (Miyara, 2002).

b) Mediante la utilización de Diodos se rectifica la onda.

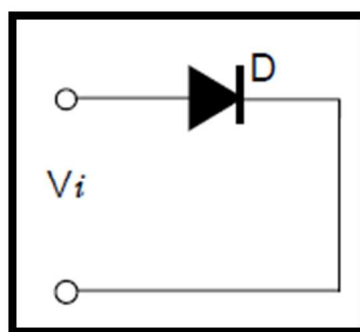


Figura 4. 20: Circuito Rectificador de Media Onda (Miyara, 2002).

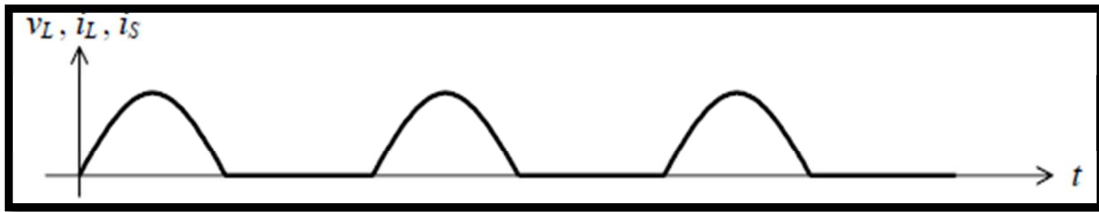


Figura 4. 21: Rectificación de Media Onda (Miyara, 2002).

Con la utilización de un capacitor como se puede ver en la Figura 4.22, se logra filtrar la señal y de esta manera se logra obtener una señal de corriente continua, como se puede observar en la Figura 4.23 (Miyara, 2002).

c) Rectificador de Media Onda con Filtro Capacitivo.

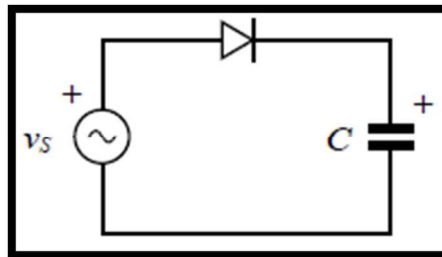


Figura 4. 22: Circuito Rectificador de Media Onda con filtro Capacitivo (Miyara, 2002).

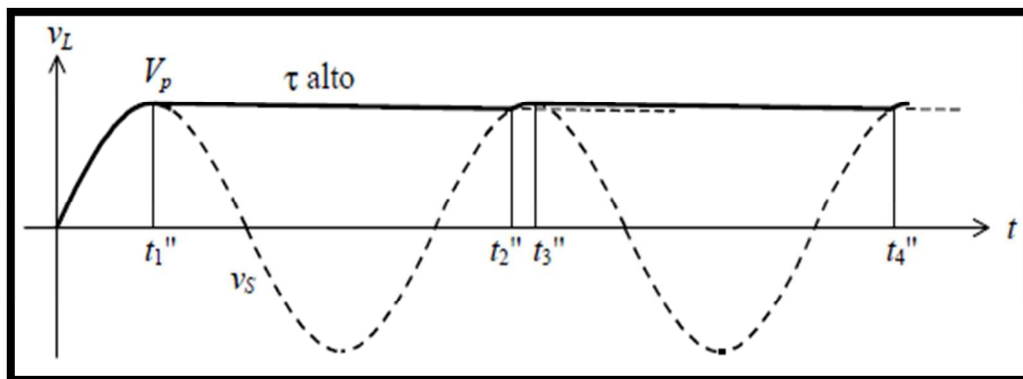


Figura 4. 23: Rectificador de media onda con filtro capacitivo.

De esta manera concluimos que es necesaria la utilización de un Relé con una bobina que conmute con corriente continua, en este caso con 110 VDC (Ver Plano N° 24) (Miyara, 2002).

4.4 PROGRAMACIÓN PLC

4.4.1 Descripción del proceso y de los elementos a implementar.

El proceso comprende distintas fases para el reciclaje de desperdicios plásticos y tratamiento de los mismos hasta la obtención de polietileno granulado, para las cuales se realizarán las siguientes implementaciones, modificaciones y se procederá con el diseño del sistema de control para los mismos (Fuente Propia, 2012).

Durante el proceso de obtención de polietileno a partir de plástico reciclado se pueden identificar 3 sub-etapas, las cuales son:

4.4.1.1 Recepción del plástico y activación de las máquinas.

La función del Accionamiento Manual es iniciar el proceso mediante la activación individual de las máquinas que deben seguir la secuencia que inicia desde el encendido de la centrifugadora 2 hasta la activación de la banda transportadora y es controlado mediante el sistema. El operador es el encargado de encender máquina por máquina. Para iniciar el proceso de encendido de máquinas se debe presionar el pulsador de Accionamiento Manual. La función del Accionamiento Automático es iniciar el proceso activando todas las máquinas y es controlado únicamente por el sistema, el operador solo debe presionar el pulsador de Accionamiento Automático. La función del Accionamiento para Mantenimiento es activar cada máquina individual e independientemente, sin la necesidad de seguir una secuencia de encendido, las máquinas se podrán activar/desactivar en cualquier instante por el operador y realizar la tarea de mantenimiento. El proceso de encendido automático y manual empezará desde la centrifugadora 2 y culminará con la activación de la banda transportadora esto debido a la dirección del flujo de agua, para la activación de cada máquina se deberá esperar un lapso de tiempo aproximado de 5 segundos a excepción del motor del molino (especificación en la NOTA 3) el cual se encenderá en su configuración tipo Triángulo después de 12 segundos. Después de ser activadas todas las máquinas que intervienen en el proceso se procederá con la colocación del plástico en la banda transportadora (Fuente Propia, 2012).

El plástico es colocado en la banda transportadora la cual consta de un motor trifásico de 2HP (Fuente Propia, 2012).

NOTA 1: Todas las máquinas podrán ser activadas y desactivadas manualmente desde el armario de control (Fuente Propia, 2012).

NOTA 2: La configuración de todos los motores trifásicos es de tipo estrella con excepción del motor del molino el cual es de tipo estrella-delta y los 5 motores del barco 1 los cuales son de configuración tipo delta (Fuente Propia, 2012).

4.4.1.2 Triturado.

Una vez transportado el plástico al molino proveniente de la banda transportadora se inicia la trituración del plástico, el motor de este molino es el más grande ya que se trabaja con una potencia de 100 HP, por lo tanto, es necesario realizar una configuración estrella-delta para no tener problemas con las grandes variaciones de corriente que debe soportar este motor. Constará de 2 pulsadores, el primero para su activación y el segundo como paro de emergencia (Fuente Propia, 2012).

NOTA3: Como se mencionó anteriormente el motor trifásico del molino se encuentra con una configuración tipo estrella-delta, por lo tanto, se necesita la activación de 1 salida del PLC para poder controlar el contactor de línea, la parte del cambio de estrella – delta se encargará la parte de potencia. Anteriormente se explica detalladamente esta situación (Fuente Propia, 2012).

Esta etapa de encendido se demora aproximadamente 12 segundos.

Además en este motor se encuentra el componente eléctrico CET LAM 73, este se encarga de medir la corriente que pasa por el motor y mediante la configuración por medio de sus DIP SWITCHES se establece que si la corriente que circula por medio del motor es mayor a 100A inmediatamente se desactivará el giro de subida, una vez desactivado el motor de la banda transportadora activará el temporizador OMRON H3CR – A, el cual, ayudará a encender nuevamente el motor de la banda transportadora después de un tiempo establecido el cual es aproximadamente de 10 segundos (Fuente Propia, 2012).

El aumento de corriente en el motor del molino en el proceso puede darse por 2 razones:

1. Se encuentran desgastadas las cuchillas del molino, lo cual, no permite que se realice la trituración del plástico en forma rápida y eficiente, por lo tanto, se acumula el plástico en el molino lo que ocasiona un sobreesfuerzo del motor del molino lo que provoca el aumento de corriente (Fuente Propia, 2012).
2. Envío de plástico con partes sucias, tales como, piedras, palos, etc. (Fuente Propia, 2012).

En este molino se implementarán los Interruptores de Seguridad para los operarios, tales como, un primer interruptor de seguridad en la puerta del molino, si se abre el molino mientras este está funcionando se detiene el motor del molino, un segundo Interruptor de seguridad en la tolva del molino, se activará cuando la tolva se abra ya sea por cualquier fallo o cuando se necesite realizar una limpieza del molino, o cambio de cuchillas o cualquier intervención en esta máquina, cuando se abra la tolva en ese mismo instante se activará la bomba hidráulica que también posee el molino. Esta bomba se puede activar/desactivar desde el molino o desde el armario de control (Fuente Propia, 2012).

El molino también consta de una cóclea interna que es un motor trifásico de 2HP que hace girar un rodete con aspas que sirve para trasladar el plástico hasta la cóclea 1, la cóclea 1 tiene el mismo funcionamiento que la cóclea interna del molino y es un motor trifásico que hace girar un rodete el cual contiene unas aspas para transportar el plástico molido, esta máquina traslada el plástico hasta el barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Tanto la cóclea interna del molino como la cóclea 1 se activan/desactivan exclusivamente desde el armario (Fuente Propia, 2012).

4.4.1.3 Lavado.

El plástico proveniente de la cóclea 1 es depositado el barco 1, en el cual, se realiza el proceso de lavado y transporte del plástico mediante 4 motores trifásicos (de 5 HP cada uno) La velocidad del cuarto motor se controla mediante un Variador de Velocidad, debido a que este motor se encuentra conectado a un sistema de engranajes con los cuales se controlan 2 sistemas de paletas para el traslado del plástico lavado hasta el sistema de paletas controlado con el quinto motor trifásico (2 HP), los 5 motores se activan. La activación de los 5 motores del Barco 1 se debe realizar en forma secuencial, es decir, se inicia con el encendido del motor M9, continúa M8, después M7, luego M6 y se termina con la activación de M5. Se debe cumplir esa secuencia de encendido o no se podrá activar ningún motor. Para la desactivación se utiliza el paro de emergencia ya sea del armario de control o desde el Barco mismo y se desactivarán los 5 motores en el mismo instante ó se pueden desactivar individualmente. Los 3 primeros motores se encuentran cada uno individualmente conectados a un sistema de engranajes el cual permite mover las paletas que sirven de transporte del plástico dentro del barco 1. El cuarto motor como fue mencionado anteriormente controla 2 sistemas de paletas y el quinto motor controla el último sistema de paletas que permite el paso del plástico con su primer lavado hasta la cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

NOTA 4: Los motores del barco 1 se podrán activar exclusivamente desde el armario de control y se podrán desactivar ya sea desde el barco o desde el armario de control (Fuente Propia, 2012).

Se implementarán los sensores de nivel de agua, una vez que se llene el barco 1 hasta el nivel adecuado permitirá la activación de los 5 motores secuencialmente (M9-M8-M7-M6-M5). Se podrán activar los motores de forma manual uno por uno y se desactivarán presionando el pulsador de paro de emergencia y en el accionamiento automático se encenderán los 5 motores secuencialmente, sí y solo sí, el nivel de agua en el barco es el adecuado para su funcionamiento (Fuente Propia, 2012).

Este barco consta de un sistema de desalojo de agua, el cual, se encuentra controlado por el PLC SIEMENS.

Por medio de la cóclea 2 (mismo funcionamiento de la cóclea 1, se traslada el plástico hasta la centrifugadora 1 (Revisar la ubicación en el Plano N° 24) que consta de un motor de 22 HP, en esta máquina se seca un poco el plástico para ser transportado hasta el barco 2 para realizar un nuevo lavado del plástico (Fuente Propia, 2012).

El barco2consta de 2 motores de 2 HP los cuales están conectados a un rodete con aspas para realizar el lavado y traslado del plástico hasta la cóclea 3 y de esta a la centrifugadora 2 que está conformado de las mismas características de la centrifugadora 1. Este barco consta de sensores de nivel, igualmente que en el caso del barco 1 se podrán activar los motores de forma manual uno por uno y se desactivarán presionando el pulsador de paro de emergencia y con el accionamiento automático se encenderán los 2 motores al mismo tiempo, sí y solo sí, el nivel de agua en el barco es el adecuado para su funcionamiento (Fuente Propia, 2012).

NOTA 5: Los motores del barco 2 se podrán activar exclusivamente desde el armario de control y se podrán desactivar ya sea desde el barco o desde el armario de control (Fuente Propia, 2012).

NOTA 6: La cóclea interna del molino, cóclea 1, cóclea 2, cóclea 3, centrifugadora 1 y centrifugadora 2 se activan/desactivan exclusivamente desde el armario (Fuente Propia, 2012).

NOTA 7: Cada activación/desactivación de todos los motores y sensores tendrán su propia luz piloto que serán visualizadas desde el armario de control y en el Gráfico Representativo situado en el armario mismo (Fuente Propia, 2012).

NOTA 8: El posicionamiento de cada elemento se indicará en el armario de control se puede observar en el armario de control y el posicionamiento de las máquinas y elementos de los cuales se encuentra conformado (Fuente Propia, 2012).

4.4.2 Diagrama de Flujo del Proceso de Reciclaje y Tratamiento de Plástico

Para un mejor entendimiento y visualización del contenido y condiciones del programa realizado para la automatización del proceso revisar los diagramas de flujo desarrollados los cuales muestran en el ANEXO 40 (Fuente Propia, 2012).

4.4.3 Explicación del Programa.

La programación del PLC OMRON se la realizó en CX-Programmer el cual como ya se menciona es el software compatible para esta marca comercial de controladores lógicos programables.

La secuencia de la programación se la realizó luego de entender y comprender las necesidades del proceso y las cuales deberían cumplir las máquinas, como se puede observar en la Figura 4.24.

El software CX-Programmer maneja un lenguaje ladder de programación y denomina a entradas, salidas y memorias de la siguiente manera:

- Entradas: se denominan desde la dirección 0.00 hasta la 2.11 en el módulo principal y sucesivamente si existen módulos de expansión hasta la dirección 9.11.
- Salidas: las direcciones de las salidas van a partir de la dirección 10.00 hasta la 12.07 en el módulo principal y de existir módulos de expansión hasta la 19.07.
- Memorias: estas se las puede direccionar a partir de 20.00 hasta la 79.07 que la memoria interna nos lo permite.

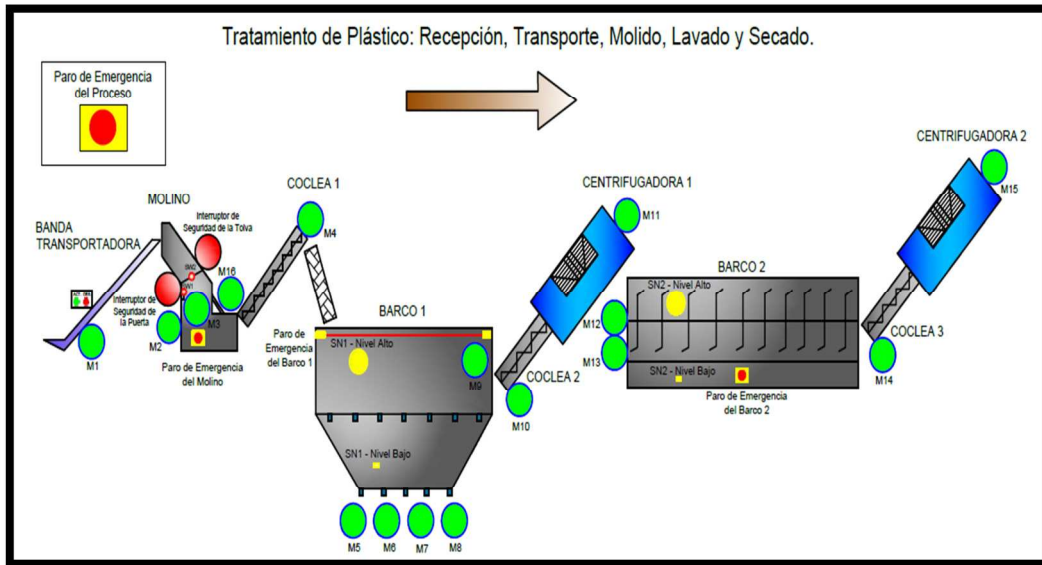


Figura 4. 24: Esquema del Proceso (Fuente Propia, 2012).

A continuación se presenta la explicación detallada del programa.

Como inicio se presenta la Cuadro 8 en la cual se encuentran los símbolos (entradas/salidas/memoria) la cual describe denominación, dirección y función de cada variable que se utiliza en la lógica de programación.

Cuadro 7. Cuadro de símbolos de entradas, salidas y memorias auxiliares (Fuente Propia, 2012)

Name	Data Type	Address / Value	Rack Location	Usage	Comment
· P1	BOOL	0.00			ACTIVACION MOTOR BANDA TRANSP.
· P3	BOOL	0.02			PARO EMERGENCIA BANDA T.
· P4	BOOL	0.04			ACTIVACION MOTOR MOLINO
· P5	BOOL	0.05			PARO MOTOR MOLINO
· SW1	BOOL	0.06			SWITCH PUERTA MOLINO
· SW2	BOOL	0.07			SWITCH TOLVA MOLINO
· P6	BOOL	0.08			ACTIVA MOTOR COCLEA INTERNA MOLINO
· P7	BOOL	0.09			PARO MOTOR COCLEA INTERNA MOLINO
· P8	BOOL	0.10			ACTIVA COCLEA 1
· P9	BOOL	0.11			PARO COCLEA 1
· P10	BOOL	1.00			ACTIVA MOTOR 1 BARCO 1
· P11	BOOL	1.01			ACTIVA MOTOR 2 BARCO 1
· P12	BOOL	1.02			ACTIVA MOTOR 3 BARCO 1
· P13	BOOL	1.03			ACTIVA MOTOR 4 BARCO 1
· P14	BOOL	1.04			ACTIVA MOTOR 5 BARCO 1
· P15	BOOL	1.05			PARO BARCO 1
· SW3	BOOL	1.06			MANDO MANTENIMIENTO
· LSOB1	BOOL	1.06			SENSOR DE NIVEL BAJO BARCO 1
· SN1	BOOL	1.07			SENSOR DE NIVEL ALTO BARCO 1
· P16	BOOL	1.08			ACTIVA MOTOR COCLEA 2
· P17	BOOL	1.09			PARO COCLEA 2
· P18	BOOL	1.10			ACTIVA MOTOR CENTRIFUGADORA 1
· P19	BOOL	1.11			PARO CENTRIF. 1
· P20	BOOL	2.00			ACTIVA MOTOR 1 BARCO 2
· P21	BOOL	2.01			ACTIVA MOTOR 2 BARCO 2
· P22	BOOL	2.02			PARO BARCO 2
· LSOB2	BOOL	2.03			SENSOR DE NIVEL BAJO BARCO 2
· SN2	BOOL	2.04			SENSOR DE NIVEL ALTO BARCO 2
· P23	BOOL	2.05			ACTIVA COCLEA 3
· P24	BOOL	2.06			PARO COCLEA 3

* P25	BOOL	2.07	ACTIVA CENTRIFUGADORA 2
* P26	BOOL	2.08	PARO CENTRIF. 2
* P27	BOOL	2.09	ACTIVA BOMBA HIDRAULICA
* P28	BOOL	2.10	PARO BOMBA HIDRAULICA
* P29	BOOL	2.11	PROCESO MANUAL DE ACTIVACION
* P30	BOOL	3.00	PROCESO AUTOMATICO DE ACTIVACION
* P31	BOOL	3.01	PARO EMERGENCIA GLOBAL DEL PROCESO
* P32	BOOL	3.02	PARO EMERGENCIA MOTOR 1 BARCO 1
* P33	BOOL	3.03	PARO EMERGENCIA MOTOR 2 BARCO 1
* P34	BOOL	3.04	PARO EMERGENCIA MOTOR 3 BARCO 1
* P35	BOOL	3.05	PARO EMERGENCIA MOTOR 4 BARCO 1
* P36	BOOL	3.06	PARO EMERGENCIA MOTOR 5 BARCO 1
* M1	BOOL	10.00	MOTOR BANDA TRANSP. SUBE
* M2	BOOL	10.01	MOTOR MOLINO
* M3	BOOL	10.02	MOTOR COCLEA INT.
* M4	BOOL	10.03	MOTOR COCLEA 1
* M5	BOOL	10.04	MOTOR 1 BARCO 1
* M6	BOOL	10.05	MOTOR 2 BARCO 1
* M7	BOOL	10.06	MOTOR 3 BARCO 1
* M8	BOOL	10.07	MOTOR 4 BARCO 1
* M9	BOOL	11.00	MOTOR 5 BARCO 1
* M10	BOOL	11.01	MOTOR COCLEA 2
* M11	BOOL	11.02	MOTOR CENTRIFUGADORA 1
* M12	BOOL	11.03	MOTOR 1 BARCO 2
* M13	BOOL	11.04	MOTOR 2 BARCO 2
* M14	BOOL	11.05	MOTOR COCLEA 3
* M15	BOOL	11.06	MOTOR CENTRIFUGADORA 2
* M16	BOOL	11.07	MOTOR BOMBA HIDRULICA
* LP1	BOOL	12.00	LUZ PILOTO ACC. MANUAL
* LP2	BOOL	12.01	LUZ PILOTO ACC. AUTOMATICO
* F7	BOOL	21.00	MEM RODETE 2 BARCO 1 MTTO
* F8	BOOL	21.01	MEM RODETE 3 BARCO 1
* F9	BOOL	21.02	MEM RODETE 4 BARCO 1
* F10	BOOL	21.03	MEM RODETE 5 BARCO 1
* F11	BOOL	21.04	MEM COCLEA 2
* F12	BOOL	21.05	MEM CENTRIF 1
* F13	BOOL	21.06	MEM RODETE 1 BARCO 2
* F14	BOOL	21.07	MEM RODETE 2 BARCO 2
* F15	BOOL	22.00	MEM COCLEA 3
* F16	BOOL	22.01	MEM CENTRIF 2
* F17	BOOL	22.02	MEM BOMBA HID
* F26	BOOL	23.00	MEM CENT 2 AUTO
* F27	BOOL	23.01	MEM COCLEA 3 AUTO
* F28	BOOL	23.02	MEM BARCO 2 AUTO
* F29	BOOL	23.03	MEM ACT MOTORES 1 Y 2 BARCO 2
* F30	BOOL	23.04	TEMP ACT CENT 1 AUTO
* F31	BOOL	23.05	MEM COCLEA 2 AUTO
* F32	BOOL	23.06	MEM MOTOR 5 BARCO 1 AUTO
* F33	BOOL	23.07	MEM COCLEA 1 AUTO
* F34	BOOL	24.00	MEM MOLINO AUTO
* F35	BOOL	24.01	MEM COCLEA INT AUTO
* F36	BOOL	24.02	MEM BANDA TRANSP AUTO
* F40	BOOL	24.03	MEM ACT MOTOR 5 BARCO 1
* F41	BOOL	24.04	MEM MOTOR 4 BARCO 1
* F42	BOOL	24.05	MEM MOTOR 3 BARCO 1
* F43	BOOL	24.06	MEM MOTOR 2 BARCO 1
* F44	BOOL	24.07	MEM MOTOR 1 BARCO 1
* FP1	BOOL	25.00	MEM PARPADEO
* FP2	BOOL	25.01	MEM PARPADEO
* FPMOL	BOOL	25.02	PARPADEO MOLINO 1
* LP3	BOOL	12.02	LUZ PILOTO ACC. MANTENIMIENTO
* LP4	BOOL	12.03	LUZ PILOTO PARO EMERG. PROCESO
* LP39	BOOL	12.04	LUZ PILOTO ACT/DES SENSOR DE NIVEL SN1
* LP5_LP21	BOOL	12.05	LUZ PILOTO ACT BANDA TRANSPORTADORA
* LP6_LP22	BOOL	12.06	LUZ PILOTO ACT MOLINO
* LP7_LP23	BOOL	12.07	LUZ PILOTO ACT COCLEA INT MOL
* LP8_LP24	BOOL	13.00	LUZ PILOTO ACT COCLEA 1
* LP9_LP25	BOOL	13.01	LUZ PILOTO ACT M1B1
* LP10_LP26	BOOL	13.02	LUZ PILOTO ACT M2B1
* LP11_LP27	BOOL	13.03	LUZ PILOTO ACT M3B1
* LP12_LP28	BOOL	13.04	LUZ PILOTO ACT M4B1
* LP13_LP29	BOOL	13.05	LUZ PILOTO ACT M5B1
* LP14_LP30	BOOL	13.06	LUZ PILOTO ACT COCLEA 2
* LP15_LP31	BOOL	13.07	LUZ PILOTO ACT CENT 1
* LP16_LP32	BOOL	14.00	LUZ PILOTO ACT M1B2
* LP17_LP33	BOOL	14.01	LUZ PILOTO ACT M2B2
* LP18_LP34	BOOL	14.02	LUZ PILOTO ACT COCLEA 3
* LP19_LP35	BOOL	14.03	LUZ PILOTO ACT CENT 2
* LP20_LP36	BOOL	14.04	LUZ PILOTO ACT BOMBA HIDRAULICA
* LP37	BOOL	14.05	LUZ PILOTO ACT/DES PUERTA MOLINO
* LP38	BOOL	14.06	LUZ PILOTO ACT/DES TOLVA MOLINO
* LP40	BOOL	14.07	LUZ PILOTO ACT/DES SENSOR DE NIVEL SN2
* F0	BOOL	20.00	ENERGIZACION SISTEMA MANTENIMIENTO
* F1	BOOL	20.01	MEM. GIRO BANDA DERECHA MTTO
* F2	BOOL	20.02	MEM GIRO BANDA IZQUIERDA
* F3	BOOL	20.03	MEM MOTOR MOLINO MTTO
* F25	BOOL	20.04	ENERGIZACION SISTEMA AUTOMATICO
* F4	BOOL	20.05	MEM COCLEA INTERNA MTTO
* F5	BOOL	20.06	MEM COCLEA 1 MTTO
* F6	BOOL	20.07	MEM RODETE 1 BARCO 1 MTTO

* FP3	BOOL	25.03	MEM PARPADEO
* FP4	BOOL	25.04	MEM PARPADEO 4
* FPCOCINT	BOOL	25.05	PARPADEO COC INTERNA
* FP5	BOOL	25.06	
* FP6	BOOL	25.07	
* FPCOC1	BOOL	26.00	PARPADEO COCLEA 1
* FP7	BOOL	26.01	
* FP8	BOOL	26.02	
* FPM1B1	BOOL	26.03	PARPADEO M1B1
* FP9	BOOL	26.04	
* FP10	BOOL	26.05	
* FPM2B1	BOOL	26.06	PARPADEO M2B1
* FP11	BOOL	26.07	
* FP12	BOOL	27.00	
* FPM3B1	BOOL	27.01	PARPADEO M3B1
* FP13	BOOL	27.02	
* FP14	BOOL	27.03	
* FPM4B1	BOOL	27.04	PARPADEO M4B1
* FP15	BOOL	27.05	
* FP16	BOOL	27.06	
* FPM5B1	BOOL	27.07	PARPADEO M5B1
* FP17	BOOL	28.00	
* FP18	BOOL	28.01	
* FPCOC2	BOOL	28.02	PARPADEO COCLEA 2
* FP19	BOOL	28.03	
* FP20	BOOL	28.04	
* FPCENT1	BOOL	28.05	PARPADEO CENTRIF 1
* FP21	BOOL	28.06	
* FP22	BOOL	28.07	
* FPML_M2_B2	BOOL	29.00	PARPADEO BARCO 2
* FP23	BOOL	29.01	
* FP24	BOOL	29.02	
* FPCOC3	BOOL	29.03	PARPADEO COCLEA 3
* FP25	BOOL	29.04	
* FP26	BOOL	29.05	
* FPCENT2	BOOL	29.06	PARPADEO CENTRIF 2
* FP27	BOOL	29.07	
* F50	BOOL	30.00	ENERGIZACION SISTEMA MANUAL
* F51	BOOL	30.01	MEM AUX ACTIVACION MBAJ
* F49	BOOL	30.02	ACTIVACION INDIVIDUAL AUTO
* F52	BOOL	30.03	MEM AUX ACTIVACION MOL
* F53	BOOL	30.04	MEM AUX ACTIVACION COC INT
* F54	BOOL	30.05	MEM AUX ACTIVACION COC 1
* F55	BOOL	30.06	MEM AUX ACTIVACION BARCO 1
* F56	BOOL	30.07	MEM AUX ACTIVACION COC 2
* F57	BOOL	31.00	MEM AUX ACTIVACION CENT 1
* F58	BOOL	31.01	MEM AUX ACTIVACION BARCO 2
* F59	BOOL	31.02	MEM AUX ACTIVACION COCLEA 3
* F60	BOOL	31.03	MEM AUX ACTIVACION CENT 2
* F563	BOOL	32.00	PARO BT MANUAL
* F514	BOOL	32.01	MEM ACT MANUAL
* FP28	BOOL	33.00	
* FPBT	BOOL	33.01	PARPADEO BT
* F80	BOOL	40.00	ACTIVACION SECUENCIA PE AUTO/MANUAL
* F81	BOOL	40.01	PARO BT AUTO
* F82	BOOL	40.02	PARO MOL AUTO
* F83	BOOL	40.03	PARO COCLEA INT AUTO
* F84	BOOL	40.04	PARO COCLEA 1 AUTO
* F85	BOOL	40.05	PARO BARCO 1 AUTO
* F86	BOOL	40.06	PARO COCLEA 2 AUTO
* F87	BOOL	40.07	PARO CENT 1 AUTO
* F88	BOOL	41.00	PARO BARCO 2 AUTO
* F89	BOOL	41.01	PARO COCLEA 3
* F90	BOOL	41.02	PARO CENT 2 AUTO
* F555	BOOL	42.00	PARO MOTOR 5 BARCO 1
* F506	BOOL	42.01	MEM ACT MANUAL
* F556	BOOL	42.02	PARO MOTOR 4 BARCO 1
* F507	BOOL	42.03	MEM ACT MANUAL
* F557	BOOL	42.04	PARO MOTOR 3 BARCO 1
* F508	BOOL	42.05	MEM ACT MANUAL
* F558	BOOL	42.06	PARO MOTOR 2 BARCO 1
* F509	BOOL	42.07	MEM ACT MANUAL
* F559	BOOL	43.00	PARO MOTOR 1 BARCO 1
* F510	BOOL	43.01	MEM ACT MANUAL
* F560	BOOL	43.02	PARO COC 1 MANUAL
* F511	BOOL	43.03	MEM ACT MANUAL
* F561	BOOL	43.04	PARO MOL MANUAL
* F512	BOOL	43.05	MEM ACT MANUAL
* F562	BOOL	43.06	PARO COC INT MANUAL
* F513	BOOL	43.07	MEM ACT MANUAL
* F100	BOOL	44.00	DESACTIVACION MOTOR 5 BARCO 1
* F101	BOOL	44.01	DESACTIVACION MOTOR 4 BARCO 1
* F102	BOOL	44.02	DESACTIVACION MOTOR 3 BARCO 1
* F103	BOOL	44.03	DESACTIVACION MOTOR 2 BARCO 1
* F104	BOOL	44.04	DESACTIVACION MOTOR 1 BARCO 1
* F105	BOOL	44.05	DESCATTIVACION 6
* F106	BOOL	44.06	DESACTIVACION 7
* F107	BOOL	44.07	DESACTIVACION 8
* F61	BOOL	45.00	CENT 2 MODO MANUAL
* F62	BOOL	45.01	COCLEA 3 MODO MANUAL

∗ F63	BOOL	45.02	BARCO 2 MODO MANUAL
∗ F64	BOOL	45.03	CENT 1 MODO MANUAL
∗ F65	BOOL	45.04	COCLEA 2 MODO MANUAL
∗ F66	BOOL	45.05	MOTOR 5 BARCO 1 MODO MANUAL
∗ F67	BOOL	45.06	MOTOR 4 BARCO 1 MODO MANUAL
∗ F68	BOOL	45.07	MOTOR 3 BARCO 1 MODO MANUAL
∗ F69	BOOL	46.00	MOTOR 2 BARCO 1 MODO MANUAL
∗ F70	BOOL	46.01	MOTOR 1 BARCO 1 MODO MANUAL
∗ F71	BOOL	46.02	COCLEA 1 MODO MANUAL
∗ F72	BOOL	46.03	MOLINO MODO MANUAL
∗ F73	BOOL	46.04	COCLEA INTERNA MODO MANUAL
∗ F74	BOOL	46.05	BANDA TRANSPORTADORA MODO MANUAL
∗ F300	BOOL	46.06	AUTOMATICO-MANUAL
∗ F301	BOOL	46.07	MEM ACTIVA AUX
∗ F302	BOOL	47.00	
∗ F303	BOOL	47.01	
∗ F304	BOOL	47.02	
∗ F305	BOOL	47.03	
∗ F306	BOOL	47.04	
∗ F307	BOOL	47.05	
∗ F308	BOOL	47.06	
∗ F309	BOOL	47.07	
∗ F310	BOOL	48.00	
∗ F184	BOOL	48.01	
∗ F311	BOOL	48.02	
∗ F312	BOOL	48.03	
∗ F313	BOOL	48.04	
∗ F314	BOOL	48.05	
∗ F501	BOOL	48.06	MEM ACT MANUAL
∗ F550	BOOL	48.07	PARO CENT 2 MANUAL
∗ F551	BOOL	49.00	PARO COC 3 MANUAL
∗ F502	BOOL	49.01	MEM ACT MANUAL
∗ F552	BOOL	49.02	PARO BARCO 2 MANUAL
∗ F503	BOOL	49.03	MEM ACT MANUAL
∗ F553	BOOL	49.04	PARO CENT 1 MANUAL
∗ F504	BOOL	49.05	MEM ACT MANUAL
∗ F554	BOOL	49.06	PARO COC 2 MANUAL
∗ F505	BOOL	49.07	MEM ACT MANUAL

El programa se dividió en 7 secciones donde se realizan las funciones requeridas por el proceso (Fuente Propia, 2012):

4.4.3.1 Activación de las Salidas del PLC OMRON.

En esta primera sección de programación es donde se realiza la activación de las salidas del PLC de acuerdo a las condiciones que se explicarán detalladamente.

Los bloques presentados a continuación son con los cuales se selecciona los mandos de activación del Proceso.

Si P29 (Accionamiento Mando Manual) es pulsado se activará la memoria F50 (Energización Sistema Manual) y se enclavará mediante contacto (Normalmente Abierto) del mismo, se desactivará si se acciona el SW3 (Accionamiento Mando Mantenimiento) o P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso). También la memoria F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Cerrado) se encuentra previo a la activación de F50 con el fin de

garantizar de que si F25 esta activado no se activaría F50, como se muestra en la Figura 4.25.

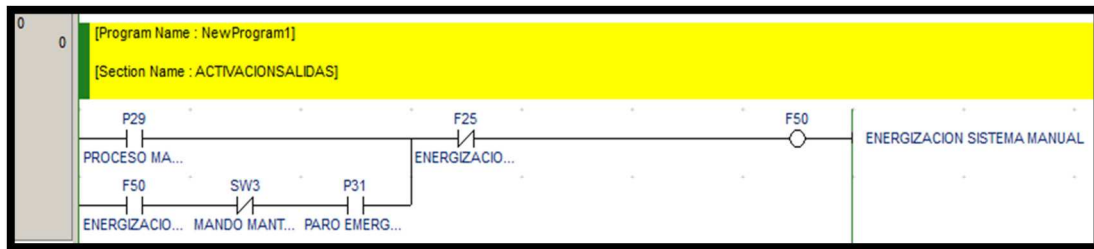


Figura 4. 25: Energización Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Si P30 (Accionamiento Mando Automático) es pulsado se activará la memoria F25 (Energización Sistema Automático) y se enclavará mediante contacto (Normalmente Abierto) del mismo, se desactivará si se acciona el SW3 (Accionamiento Mando Mantenimiento) o P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso). También la memoria F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Cerrado) se encuentra previo a la activación de F25 con el fin de garantizar de que si F50 esta activado no se activaría F25, como se muestra en la Figura 4.26.



Figura 4. 26: Energización Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Si SW3 (Accionamiento Mando Mantenimiento) es activado se activará F0 (Energización Sistema Mantenimiento) pero solo si F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Cerrado), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Cerrado) y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) no se encuentran activados, como se muestra en la Figura 4.27.



Figura 4. 27: Energización Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

A partir del siguiente bloque inicia la activación de las salidas las cuales encenderán los motores y las cuales podrán ser encendidas por tres opciones

las cuales son designadas de acuerdo al mando que se encuentre activo (la primera línea representa al mando mantenimiento, la segunda al mando manual y la tercera al mando automático).

En la Figura 4.28, M1 (Motor Banda Transportadora) será activado si:

- Se activa la memoria F1 (Memoria Banda Transportadora Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F74 (Banda Transportadora Mando Manual) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F563 (Paro Banda Transportadora Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permitan.
- Se activa la memoria F36 (Banda Transportadora Mando Automático) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F81 (Paro Banda Transportadora Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

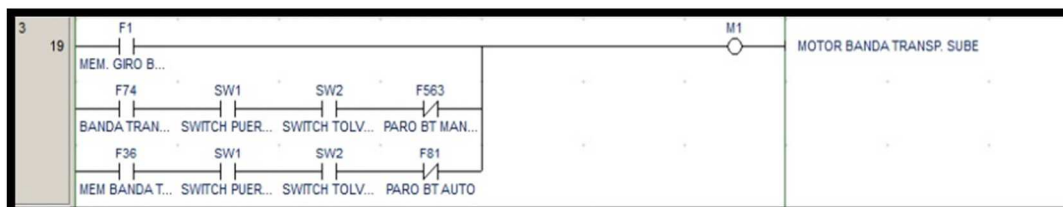


Figura 4. 28: Activación Motor Banda Transportadora (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.29, M2 (Motor Molino) será activado si:

- Se activa la memoria F3 (Memoria Molino Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F72 (Molino Mando Manual) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F561 (Paro Molino Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permitan.
- Se activa la memoria F34 (Molino Mando Automático) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F82 (Paro Molino Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

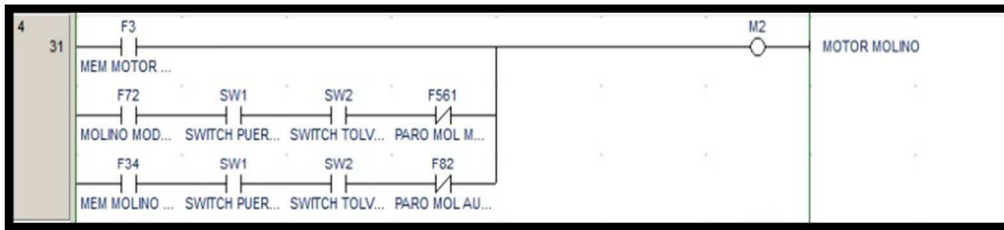


Figura 4. 29: Activación Motor Molino (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.30, M3 (Motor Cóclea Interna) será activado si:

- Se activa la memoria F4 (Memoria Cóclea Interna Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F73 (Cóclea Interna Mando Manual) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F562 (Paro Cóclea Interna Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permitan.
- Se activa la memoria F35 (Cóclea Interna Mando Automático) con la condición de que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) y la memoria F83 (Paro Cóclea Interna Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

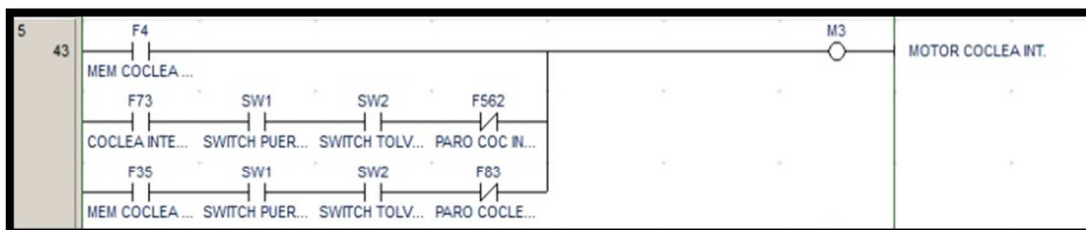


Figura 4. 30: Activación Motor Cóclea Interna (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.31, M4 (Motor Cóclea 1) será activado si:

- Se activa la memoria F5 (Memoria Cóclea 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F71 (Cóclea 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F560 (Paro Cóclea 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.

- Se activa la memoria F33 (Cóclea 1 Mando Automático) con la condición de que la memoria F84 (Paro Cóclea 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permita.

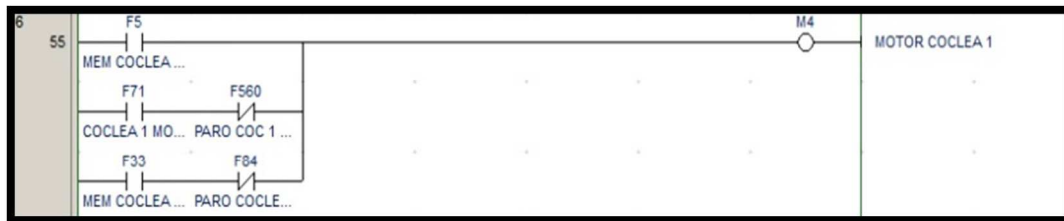


Figura 4. 31: Activación Motor Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.32, M5 (Motor 1 Barco 1) será activado si:

- Se activa la memoria F6 (Memoria Motor 1 Barco 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F70 (Motor 1 Barco 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F559 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F44 (Motor 1 Barco 1 Mando Automático) con la condición de que SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y la memoria F104 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

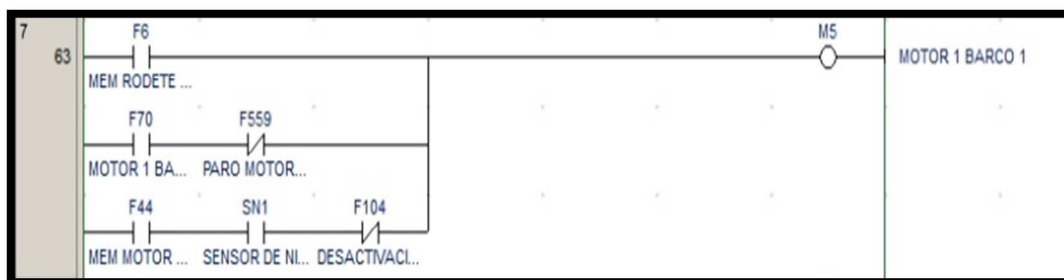


Figura 4. 32: Activación Motor 1 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.33, M6 (Motor 2 Barco 1) será activado si:

- Se activa la memoria F7 (Memoria Motor 2 Barco 1 Mando Mantenimiento).

- Se activa la memoria F69 (Motor 2 Barco 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F558 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F43 (Motor 2 Barco 1 Mando Automático) con la condición de que SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y la memoria F103 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

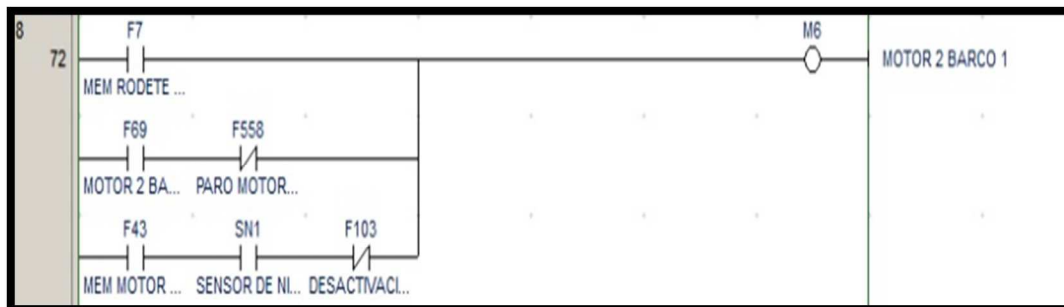


Figura 4. 33: Activación Motor 2 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.34, M7 (Motor 3 Barco 1) será activado si:

- Se activa la memoria F8 (Memoria Motor 3 Barco 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F68 (Motor 3 Barco 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F557 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F42 (Motor 3 Barco 1 Mando Automático) con la condición de que SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y la memoria F102 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

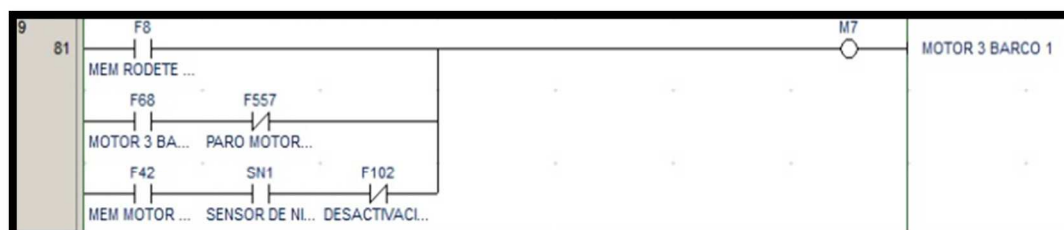


Figura 4. 34: Activación Motor 3 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.35, M8 (Motor 4 Barco 1) será activado si:

- Se activa la memoria F8 (Memoria Motor 4 Barco 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F67 (Motor 4 Barco 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F556 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F41 (Motor 4 Barco 1 Mando Automático) con la condición de que SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y la memoria F101 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

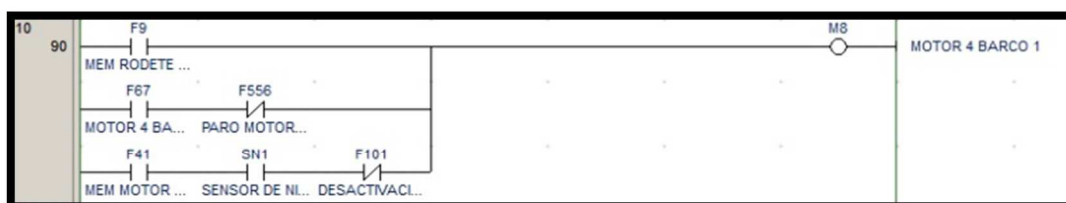


Figura 4. 35: Activación Motor 4 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.36, M9 (Motor 5 Barco 1) será activado si:

- Se activa la memoria F10 (Memoria Motor 5 Barco 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F66 (Motor 5 Barco 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F555 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F32 (Motor 5 Barco 1 Mando Automático) con la condición de que SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y la memoria F100 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

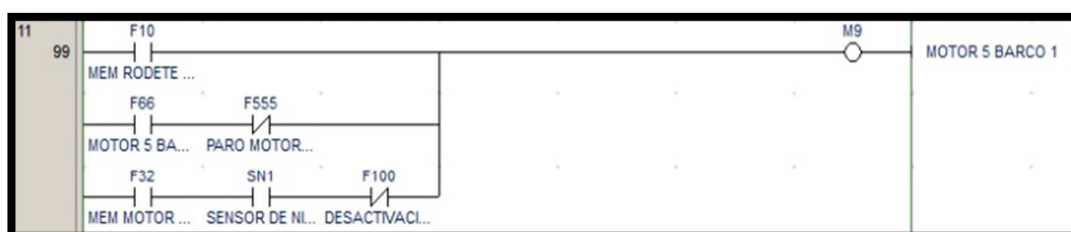


Figura 4. 36: Activación Motor 5 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.37, M10 (Motor Cóclea 2) será activado si:

- Se activa la memoria F11 (Memoria Cóclea 2 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F65 (Cóclea 2 Mando Manual) con la condición de que la memoria F554 (Paro Cóclea 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F31 (Cóclea 2 Mando Automático) con la condición de que la memoria F86 (Paro Cóclea 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permita.

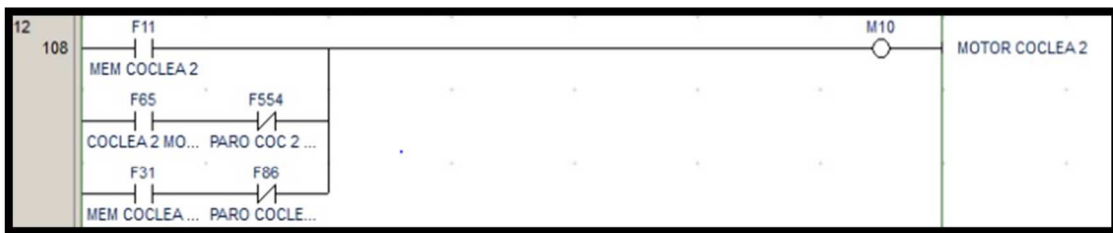


Figura 4. 37: Activación Motor Cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.38, M11 (Motor Centrifugadora 1) será activado si:

- Se activa la memoria F12 (Memoria Centrifugadora 1 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F64 (Centrifugadora 1 Mando Manual) con la condición de que la memoria F553 (Paro Centrifugadora 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F30 (Centrifugadora 1 Mando Automático) con la condición de que la memoria F87 (Paro Centrifugadora 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permita.

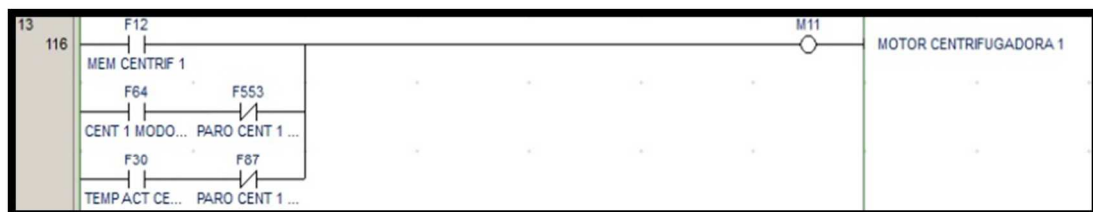


Figura 4. 38: Activación Motor Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.39, M12 (Motor 1 Barco 2) será activado si:

- Se activa la memoria F13 (Memoria Motor 1 Barco 2 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F63 (Motor 1 Barco 2 Mando Manual) con la condición de que la memoria F552 (Paro Motor 1 Barco 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F28 (Motor 1 Barco 2 Mando Automático) con la condición de que SN2 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 2) y la memoria F88 (Paro Motor 1 Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

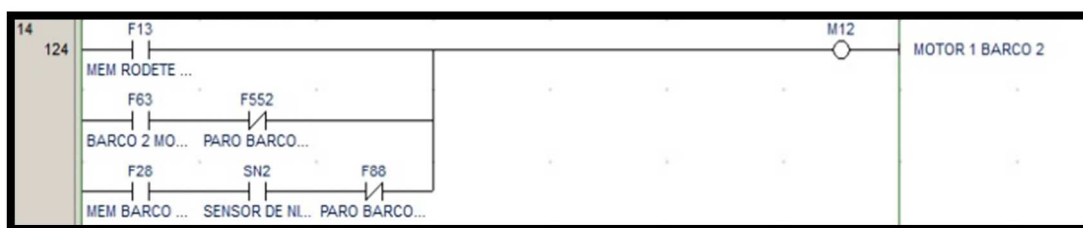


Figura 4. 39: Activación Motor 1 Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.40, M13 (Motor 2 Barco 2) será activado si:

- Se activa la memoria F14 (Memoria Motor 2 Barco 2 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F63 (Motor 2 Barco 2 Mando Manual) con la condición de que la memoria F552 (Paro Motor 2 Barco 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F28 (Motor 2 Barco 2 Mando Automático) con la condición de que SN2 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 2) y la memoria F88 (Paro Motor 2 Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permitan.

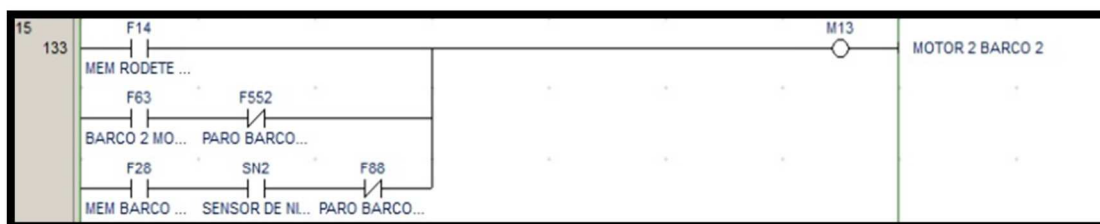


Figura 4. 40: Activación Motor 2 Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.41, M14 (Motor Cóclea 3) será activado si:

- Se activa la memoria F15 (Memoria Cóclea 2 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F62 (Cóclea 3 Mando Manual) con la condición de que la memoria F551 (Paro Cóclea 3 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F27 (Cóclea 3 Mando Automático) con la condición de que la memoria F89 (Paro Cóclea 3 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permita.

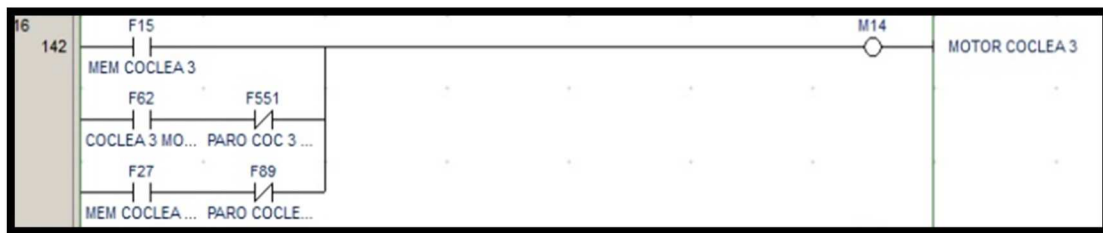


Figura 4. 41: Activación Motor Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.42, M15 (Motor Centrifugadora 2) será activado si:

- Se activa la memoria F16 (Memoria Centrifugadora 2 Mando Mantenimiento).
- Se activa la memoria F61 (Centrifugadora 2 Mando Manual) con la condición de que la memoria F550 (Paro Centrifugadora 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) lo permita.
- Se activa la memoria F26 (Centrifugadora 2 Mando Automático) con la condición de que la memoria F90 (Paro Centrifugadora 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) lo permita.

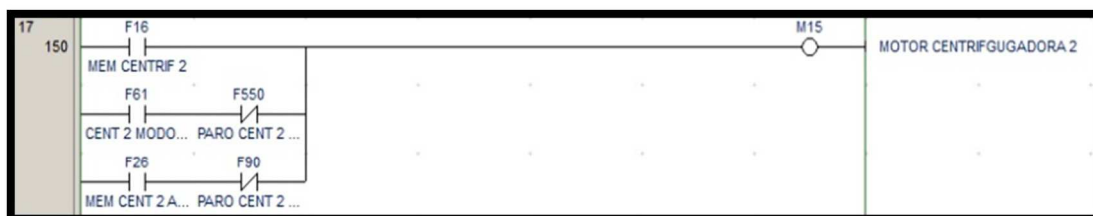


Figura 4. 42: Activación Motor Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.43, M16 (Motor Bomba Hidráulica) será activado si:

- Se activa la memoria F17 (Memoria Bomba Hidráulica Mando Mantenimiento).

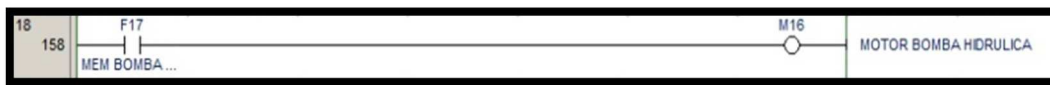


Figura 4. 43: Activación Motor Bomba Hidráulica (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.44, LP37 (Luz Piloto de la puerta del Molino) será desactivada cuando SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino) este accionado.

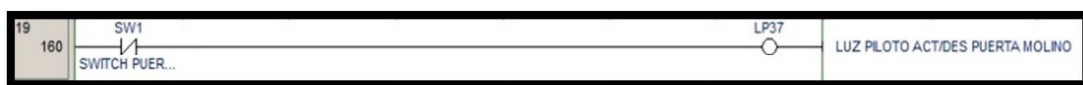


Figura 4. 44: Activación Luz Piloto Puerta Molino (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.45, LP38 (Luz Piloto de la Tolva del Molino) será desactivada cuando SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) este accionado.

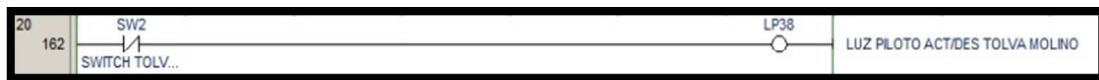


Figura 4. 45: Activación Luz Piloto Tolva Molino (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.46, LP1 (Luz Piloto Accionamiento Manual) será activada cuando la memoria F50 (Energización Sistema Manual) este accionada.



Figura 4. 46: Activación Luz Piloto Accionamiento Manual (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.47, LP2 (Luz Piloto Accionamiento Automático) será activada cuando la memoria F25 (Energización Sistema Automático) este accionada.

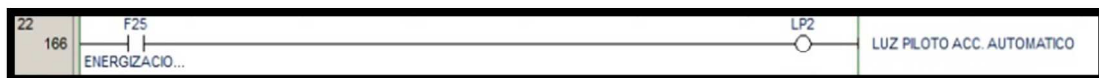


Figura 4. 47: Activación Luz Piloto Accionamiento Automático (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.48, LP4 (Luz Piloto Paro de Emergencia Global del Proceso) será desactivada cuando la P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) este accionado.

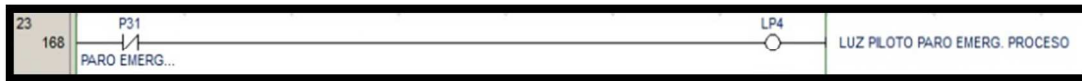


Figura 4. 48: Activación Luz Piloto Accionamiento Paro de Emergencia del Proceso (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.49, LP3 (Luz Piloto Accionamiento Mantenimiento) será activada cuando la memoria F0 (Energización Sistema Mantenimiento) este accionada.



Figura 4. 49: Activación Luz Piloto Accionamiento Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.2 Secuencia de Activación del Proceso de forma Automática.

En esta sección inicia la secuencia de accionamiento automático del proceso, es decir si se selecciona este mando los motores empiezan a activarse en secuencia empezando desde la centrifugadora 2 (M15) hasta el molino (M2) como se encuentra en el esquema del proceso Figura 80).

Entonces si se activa F25 (Energización Sistema Automático) la secuencia se inicia con un contacto (Normalmente Abierto) de la misma como se muestra a continuación.

Entonces el temporizador TIM001 empieza su conteo el cual esta seteado en 5 segundos. Como se muestra en la Figura 4.50.

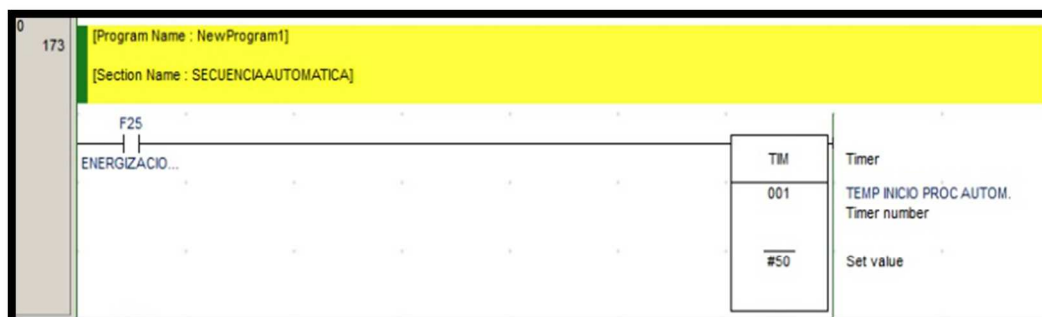


Figura 4. 50: Activación Temporizador Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM001 el cual se cierra se activa la memoria F26 (Centrifugadora 2 Mando

Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M15 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.51.

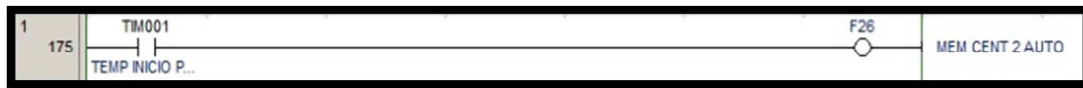


Figura 4. 51: Activación memoria que activa la Centrifugadora 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Entonces con otro contacto F26 (Centrifugadora 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM002 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.52.

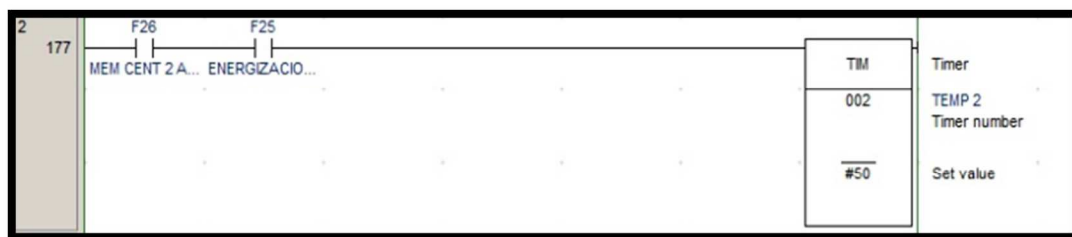


Figura 4. 52: Activación Temporizador Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM002 el cual se cierra se activa la memoria F27 (Cóclea 3 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M14 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.53.

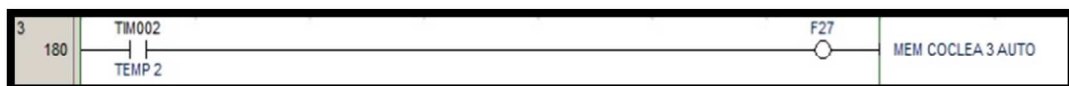


Figura 4. 53: Activación memoria que activa la Cóclea 3 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se tiene la siguiente condición antes de continuar con la activación de los motores, nos encontramos en la activación de los motores del barco 2, es decir, M13 y M12, entonces debemos tener la señal de que el nivel del agua es la

adecuada para continuar y la cual nos proporcionará SN2 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 2) y el cual activará la memoria F29 (Activación M13 y M12). Como se muestra en la Figura 4.54.



Figura 4. 54: Señal del sensor de nivel del Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F27 (Cóclea 3 Mando Automático) (Normalmente Abierto), como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) y un F29 (Activación M13 y M12) (Normalmente Abierto) se activa TIM003 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.55.

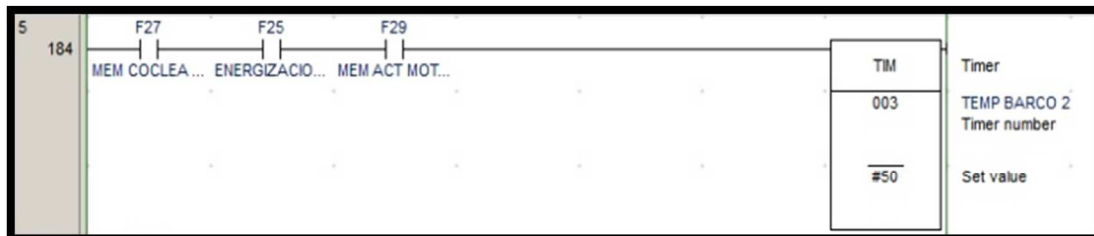


Figura 4. 55: Activación Temporizador Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM003 el cual se cierra se activa la memoria F28 (Barco 2 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación de los motores M13 y M12 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.56.

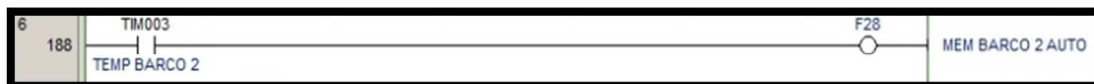


Figura 4. 56: Activación memoria que activa el Barco 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F28 (Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM004 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.57.

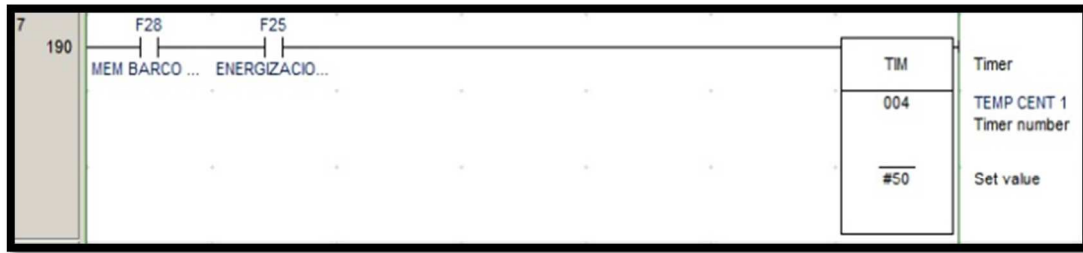


Figura 4. 57: Activación Temporizador Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM004 el cual se cierra y activa la memoria F30 (Centrifugadora 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M11 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.58.



Figura 4. 58: Activación memoria que activa la Centrifugadora 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F30 (Centrifugadora 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM005 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.59.

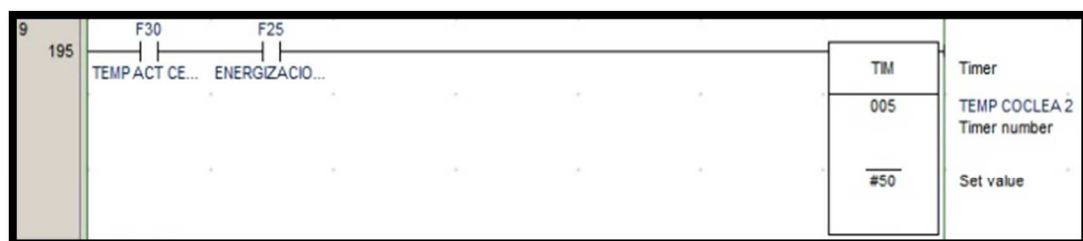


Figura 4. 59: Activación Temporizador Cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM005 el cual se cierra se activa la memoria F31 (Cóclea 2 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M10 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.60.



Figura 4. 60: Activación memoria que activa la Cóclea 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Aquí también se tiene la condición antes de continuar con la activación de los motores, nos encontramos en la activación de los motores del barco 1, es decir, M9, M8, M7, M6 y M5, entonces debemos tener la señal de que el nivel del agua es la adecuada para continuar y la cual nos proporcionará SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) y el cual activará la memoria F40 (Activación Motor 5 Barco 1). Como se muestra en la Figura 4.61.

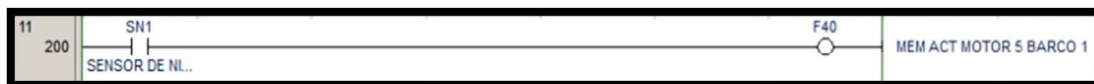


Figura 4. 61: Señal del sensor de nivel del Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F31 (Cóclea 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto), como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) y un F40 (Activación Motor 5 Barco 1) (Normalmente Abierto) se activa TIM006 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.62.

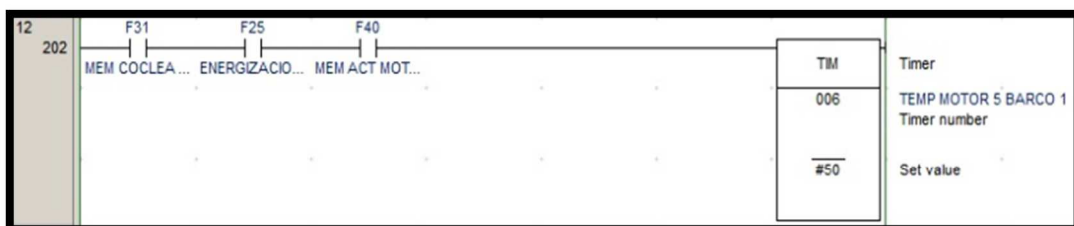


Figura 4. 62: Activación Temporizador Motor 5 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM006 el cual se cierra se activa la memoria F32 (Motor 5 Barco 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M9 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.63.



Figura 4. 63: Activación memoria que activa el Motor 5 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F32 (Motor 5 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM011 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.64.

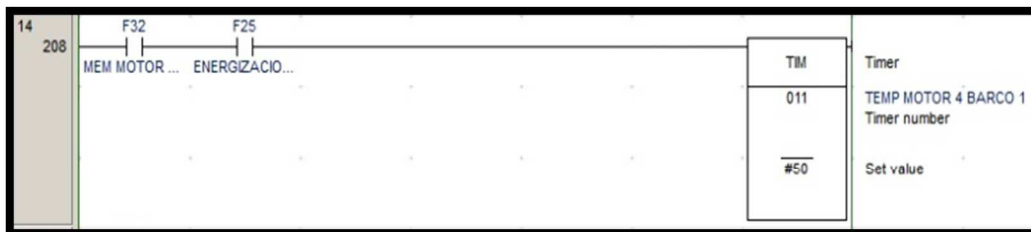


Figura 4. 64: Activación Temporizador Motor 4 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM011 el cual se cierra se activa la memoria F41 (Motor 4 Barco 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M8 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.65.

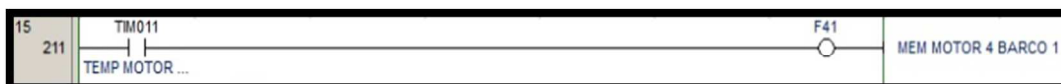


Figura 4. 65: Activación memoria que activa el Motor 4 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F41 (Motor 4 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM012 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.66.

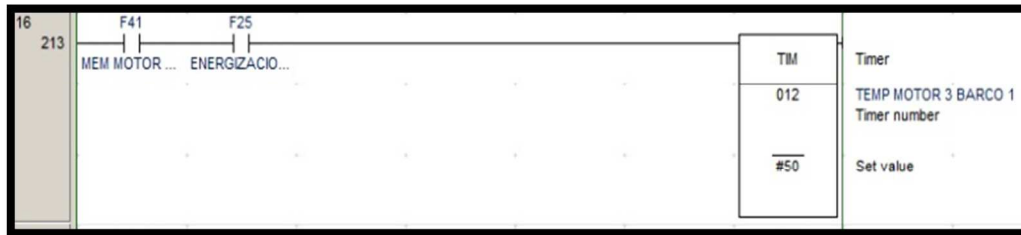


Figura 4. 66: Activación Temporizador Motor 3 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM012 el cual se cierra se activa la memoria F42 (Motor 3 Barco 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M7 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.67.



Figura 4. 67: Activación memoria que activa el Motor 3 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F42 (Motor 3 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM013 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.68.

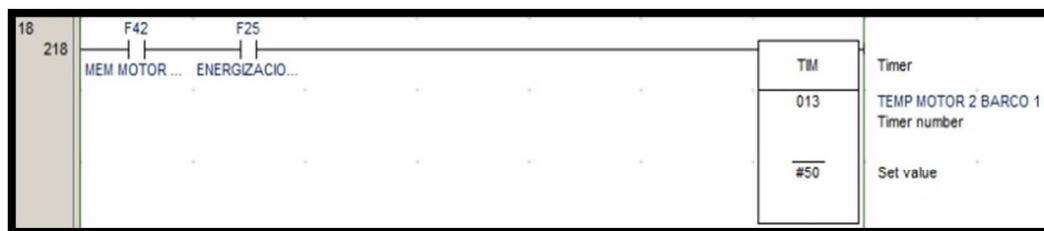


Figura 4. 68: Activación Temporizador Motor 2 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM013 el cual se cierra se activa la memoria F43 (Motor 2 Barco 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M6 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.69.



Figura 4. 69: Activación memoria que activa el Motor 2 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F43 (Motor 2 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM014 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.70.

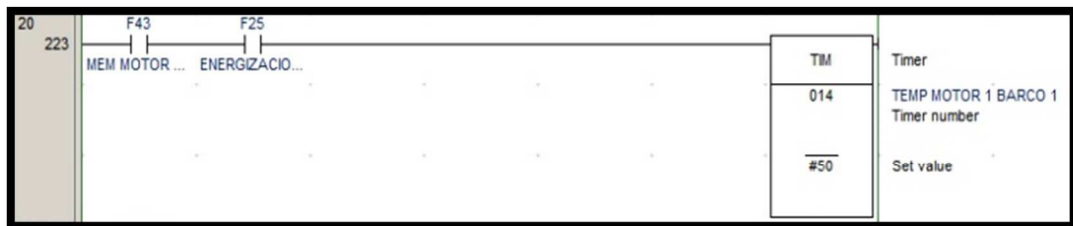


Figura 4. 70: Activación Temporizador Motor 1 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM014 el cual se cierra se activa la memoria F44 (Motor 1 Barco 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M5 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.71.



Figura 4. 71: Activación memoria que activa el Motor 1 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F44 (Motor 1 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM007 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.72.

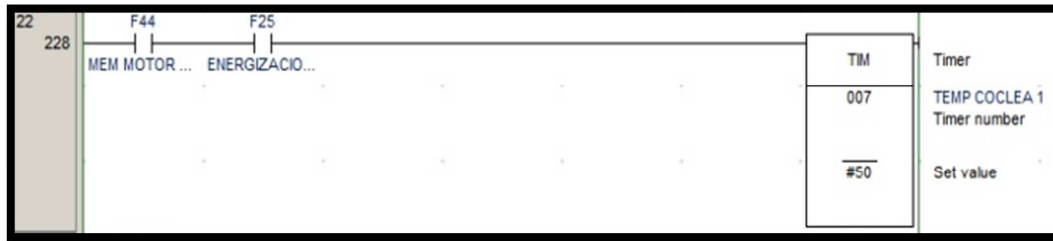


Figura 4. 72: Activación Temporizador Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM007 el cual se cierra se activa la memoria F33 (Cóclea 1 Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M4 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.73.



Figura 4. 73: Activación memoria que activa la Cóclea 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F33 (Cóclea 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM008 el cual de igual manera contara 5 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.74.

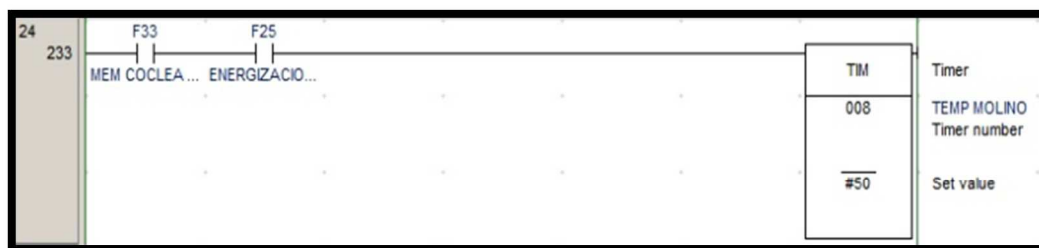


Figura 4. 74: Activación Temporizador Molino (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM008 el cual se cierra se activa la memoria F34 (Molino Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M2 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.75.



Figura 4. 75: Activación memoria que activa el Molino Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Con otro contacto F34 (Molino Mando Automático) (Normalmente Abierto) y como garantía se tiene un contacto F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) se activa TIM009 el cual contara 15 segundos para activarse. Como se muestra en la Figura 4.76.

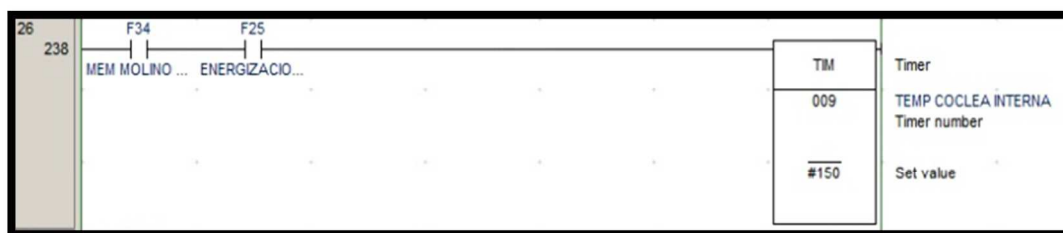


Figura 4. 76: Activación Temporizador Cóclea Interna (Fuente Propia, 2012).

Una vez que terminó el conteo con un contacto (Normalmente Abierto) del TIM009 el cual se cierra se activa la memoria F35 (Cóclea Interna Mando Automático) y esta memoria ya se encuentra en las condiciones de activación del motor M3 que se mencionaron en la sección anterior. Como se muestra en la Figura 4.77.

Aquí termina la secuencia de activación automática de los motores a excepción del motor M1 de la Banda Transportadora el cual se activará independientemente a la secuencia.

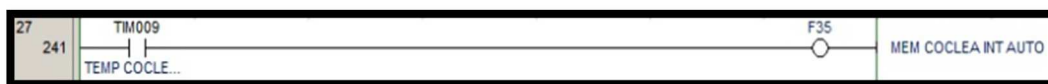


Figura 4. 77: Activación memoria que activa la Cóclea Interna Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona P1 (Activación Motor Banda Transportadora), y F25 (Energización Sistema Automático) (Normalmente Abierto) como garantía de que se encuentra en Mando Automático, se activa la memoria F36 (Banda

Transportadora Mando Automático) y se enclava con un contacto (Normalmente Abierto) de F36. Como se muestra en la Figura 4.78.

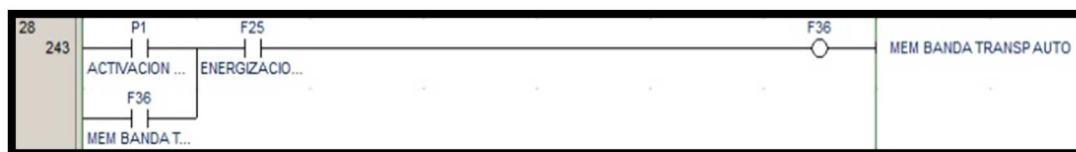


Figura 4. 78: Activación Banda Transportadora Fuera de Secuencia Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

LP39 (Luz Piloto Activación Sensor de Nivel SN1) será activada cuando la memoria F25 (Energización Sistema Automático) y SN1 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 1) estén accionados. Como se muestra en la Figura 7.79.

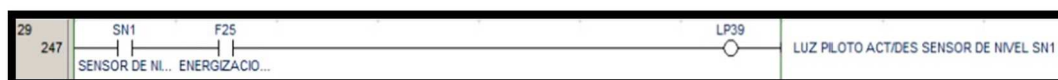


Figura 4. 79: Activación Luz Piloto del Sensor de Nivel 1 (Fuente Propia, 2012).

LP40 (Luz Piloto Activación Sensor de Nivel SN2) será activada cuando la memoria F25 (Energización Sistema Automático) y SN2 (Sensor de Nivel de Agua Alto Barco 2) estén accionados. Como se muestra en la Figura 4.80.



Figura 4. 80: Activación Luz Piloto del Sensor de Nivel 2 (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.3 Activación de las Máquinas en Mando Mantenimiento.

En esta tercera sección se encuentra la lógica de activación del mando de mantenimiento el cual no cumple ninguna secuencia u orden ya que se requiere una activación independiente si se llegará a necesitar probar cualquier máquina que requiera mantenimiento. La Figura 4.81 muestra que, se acciona P1 (Activación Motor Banda Transportadora), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F1 (Banda Transportadora Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F1 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P3 (Desactivación

Motor Banda Transportadora). F1 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M1.

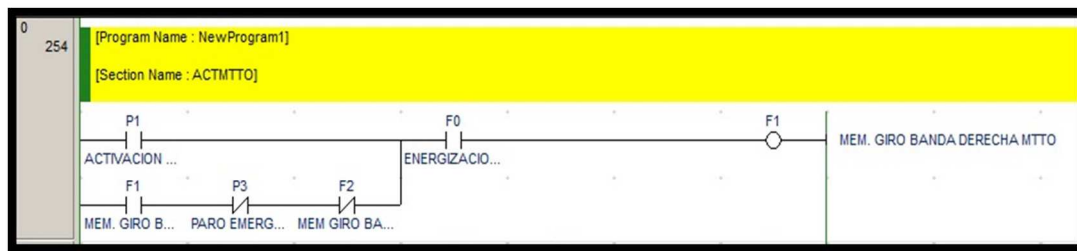


Figura 4. 81: Activación Banda Transportadora Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.82 muestra que, se acciona P4 (Activación Motor Molino), siempre que SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino), SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) estén activos y la memoria F17 (Bomba Hidráulica Mando Mantenimiento) (Normalmente Cerrado) no lo este, F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F3 (Molino Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F3 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P5(Desactivación Motor Molino). F3 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M2.

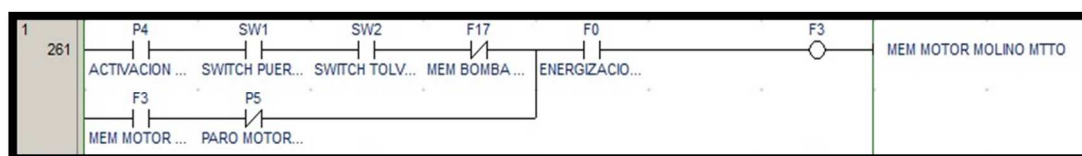


Figura 4. 82: Activación Molino Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.83 muestra que, se acciona P6 (Activación Motor Cóclea Interna), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F4 (Cóclea Interna Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F4 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P7 (Desactivación Motor Cóclea Interna). F4 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M3.

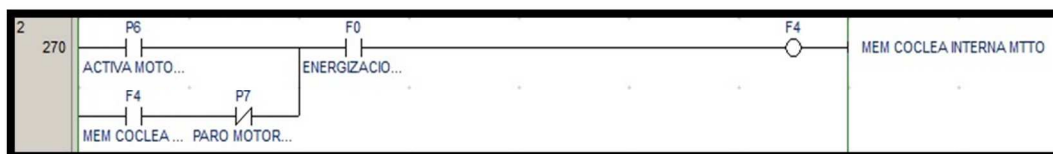


Figura 4. 83: Activación Cóclea Interna Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.84 muestra que, se acciona P8 (Activación Motor Cóclea 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F5 (Cóclea 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F5 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P9 (Desactivación Motor Cóclea 1). F5 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M4.

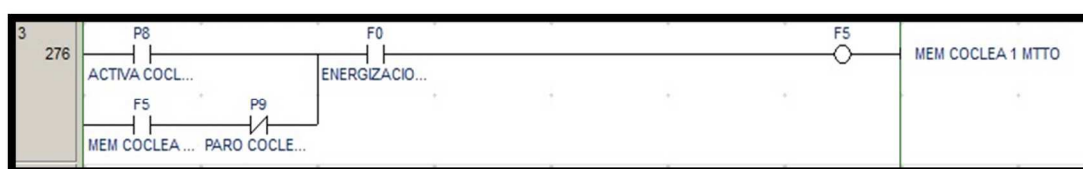


Figura 4. 84: Activación Cóclea 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.85 muestra que, se acciona P10 (Activación Motor 1 Barco 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F6 (Motor 1 Barco 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F6 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P32 (Desactivación Motor 1 Barco 1) y P15 (Paro Barco 1 Global). F6 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M5.

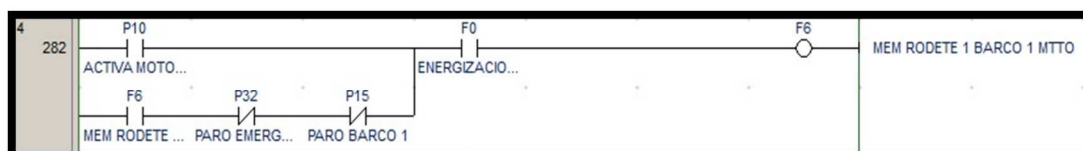


Figura 4. 85: Activación Motor 1 Barco 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.86 muestra que, se acciona P11 (Activación Motor 1 Barco 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F7 (Motor 2 Barco 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F7 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P33 (Desactivación

Motor 2 Barco 1) y P15 (Paro Barco 1 Global). F7 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M6.

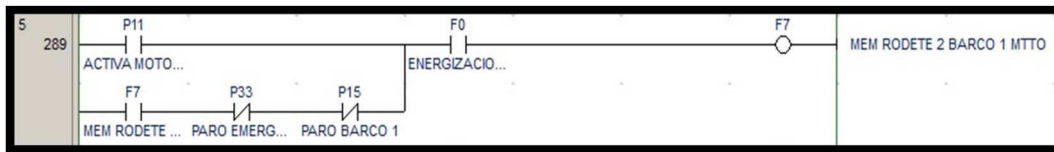


Figura 4. 86: Activación Motor 2 Barco 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.87 muestra que, se acciona P12 (Activación Motor 3 Barco 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F8 (Motor 3 Barco 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F8 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) y P15 (Paro Barco 1 Global). F8 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M7.

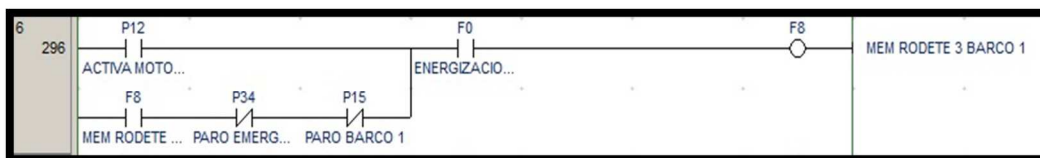


Figura 4. 87: Activación Motor 3 Barco 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.88 muestra que, se acciona P13 (Activación Motor 4 Barco 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F9 (Motor 4 Barco 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F9 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) y P15 (Paro Barco 1 Global). F9 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M8.

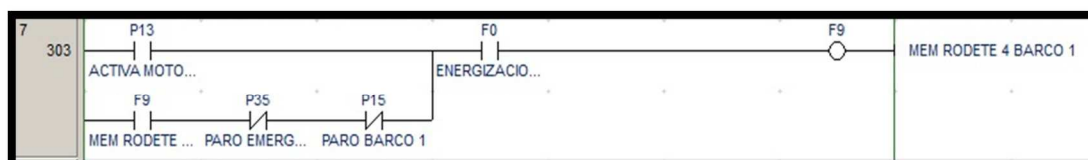


Figura 4. 88: Activación Motor 4 Barco 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.89 muestra que, se acciona P14 (Activación Motor 5 Barco 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F10 (Motor 5 Barco 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F10 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) y P15 (Paro Barco 1 Global). F10 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M9.



Figura 4. 89: Activación Motor 5 Barco 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.90 muestra que, se acciona P16 (Activación Motor Cóclea 2), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F11 (Cóclea 2 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F11 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P17 (Desactivación Motor Cóclea 2). F11 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M10.

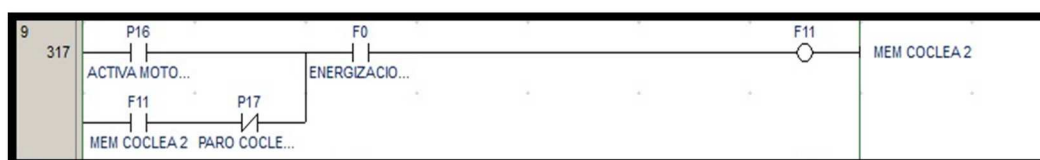


Figura 4. 90: Activación Cóclea 2 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.91 muestra que, se acciona P18 (Activación Motor Centrifugadora 1), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F12 (Centrifugadora 1 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F12 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P19 (Desactivación Motor Centrifugadora 1). F12 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M11.

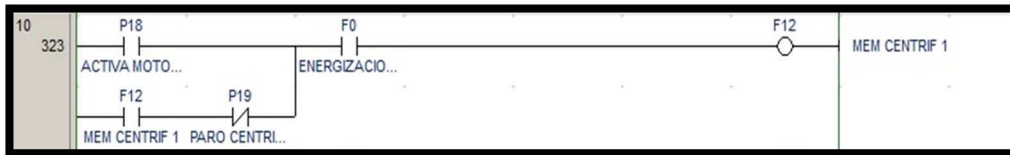


Figura 4. 91: Activación Centrifugadora 1 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.92 muestra que, se acciona P20 (Activación Motor 1 Barco 2), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F13 (Motor 1 Barco 2 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F13 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P22 (Desactivación Motor 1 Barco 2). F13 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M12.



Figura 4. 92: Activación Motor 1 Barco 2 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.93 muestra que, se acciona P21 (Activación Motor 2 Barco 2), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F14 (Motor 2 Barco 2 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F14 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P22 (Desactivación Motor 2 Barco 2). F14 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M13.

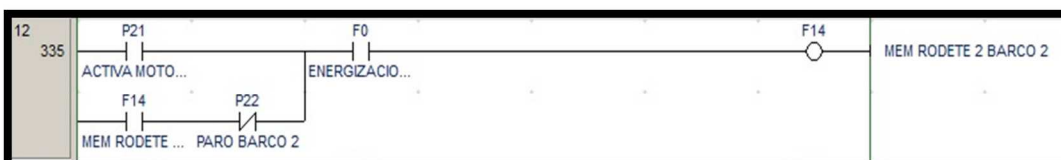


Figura 4. 93: Activación Motor 2 Barco 2 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.94 muestra que, se acciona P23 (Activación Cóclea 3), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F15 (Cóclea 3 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F15 (Normalmente

Abierto) y para desactivar o parar tiene a P24 (Desactivación Cóclea 3). F15 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M14.

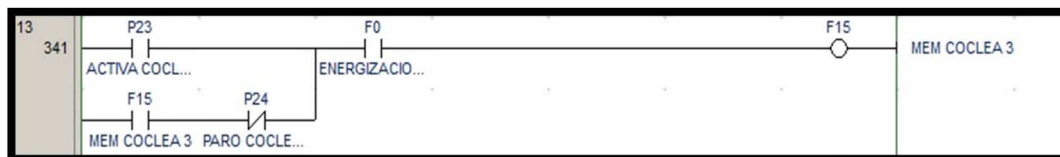


Figura 4. 94: Activación Cóclea 3 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.95 muestra que, se acciona P25 (Activación Centrifugadora 2), F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F16 (Centrifugadora 2 Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F16 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P26 (Desactivación Centrifugadora 2). F16 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M15.

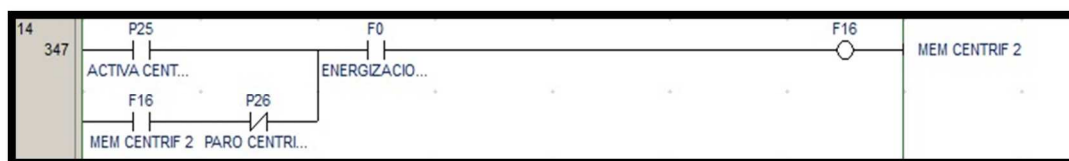


Figura 4. 95: Activación Centrifugadora 2 Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

La Figura 4.96 muestra que, se acciona P27 (Activación Bomba Hidráulica), siempre que F3 (Molino Mando Mantenimiento) (Normalmente Cerrado) no este activo, F0 (Energización Sistema Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando de mantenimiento este seleccionado y se activa la memoria F17 (Bomba Hidráulica Mando Mantenimiento), la cual se enclava con F17 (Normalmente Abierto) y para desactivar o parar tiene a P28 (Desactivación Bomba Hidráulica). F17 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M16.



Figura 4. 96: Activación Bomba Hidráulica Mando Mantenimiento (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.4 Activación del Mando Manual del Proceso.

La cuarta sección corresponde a la lógica de activación manual, y donde también se cumple la secuencia de activación como en el mando automático, es decir, desde M15 hasta M2 pero con la diferencia de que no se dependerá de la señal de los sensores de nivel y el accionamiento será manual y de cada una de los motores. Se notara que aquí tampoco existen condiciones de desactivación o paros de emergencia por la razón de que estos se realizan en la siguiente sección cumpliendo ciertos parámetros para su desactivación.

Se acciona P25 (Activación Centrifugadora 2), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y se activa la memoria F61 (Centrifugadora 2 Mando Manual), la cual se enclava con F61 (Normalmente Abierto). F61 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M15, como se puede observar en la Figura 4.97.

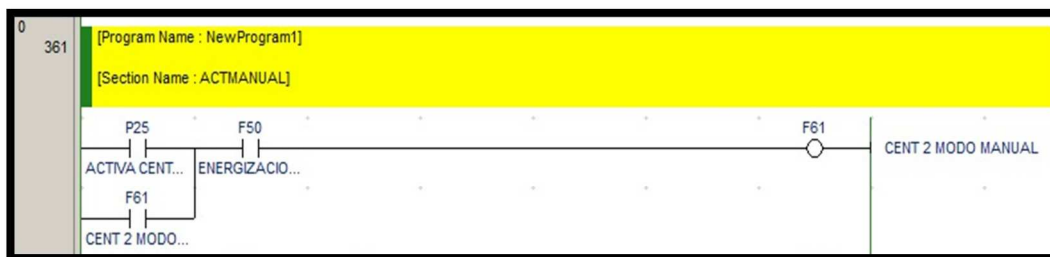


Figura 4. 97: Activación Centrifugadora 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P23 (Activación Cóclea 3), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F61 (Centrifugadora 2 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F62 (Cóclea 3 Mando Manual), la cual se enclava con F62 (Normalmente Abierto). F62 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M14, como se puede observar en la Figura 4.98.



Figura 4. 98: Activación Cóclea 3 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P20 (Activación Motor 1 Barco 2) o P21 (Activación Motor 2 Barco 2), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F62 (Cóclea 3 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F63 (Barco 2 Mando Manual), la cual se enclava con F63 (Normalmente Abierto). F63 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M13 y M12, como se puede observar en la Figura 4.99.

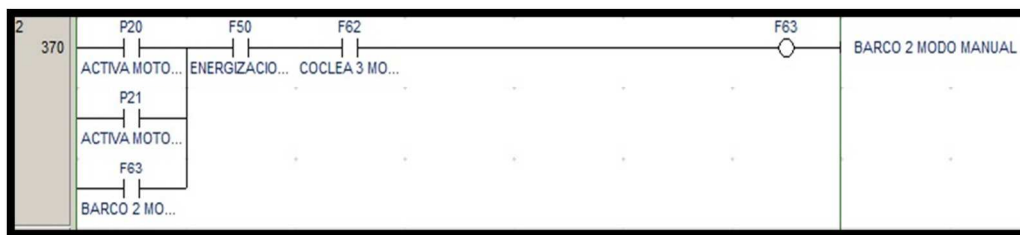


Figura 4. 99: Activación Barco 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P18 (Activación Centrifugadora 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F63 (Barco 2 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F64 (Centrifugadora 1 Mando Manual), la cual se enclava con F64 (Normalmente Abierto). F64 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M11, como se puede observar en la Figura 4.100.

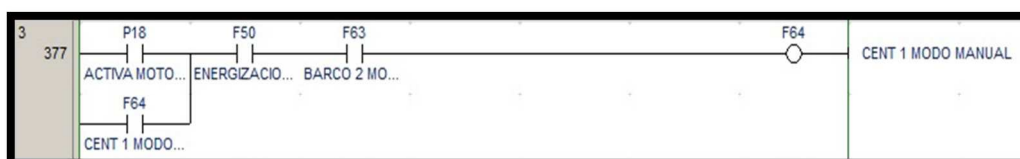


Figura 4. 100: Activación Centrifugadora 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P16 (Activación Cóclea 2), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F64 (Centrifugadora 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F65 (Cóclea 2 Mando Manual), la cual se enclava con F65 (Normalmente Abierto). F65

(Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M10, como se puede observar en la Figura 4.101.

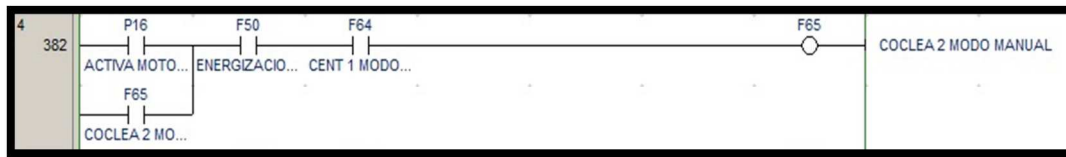


Figura 4. 101: Activación Cóclea 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P14 (Activación Motor 5 Barco 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F65 (Cóclea 2 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F66 (Motor 5 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F66 (Normalmente Abierto). F66 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M9, como se puede observar en la Figura 4.102.

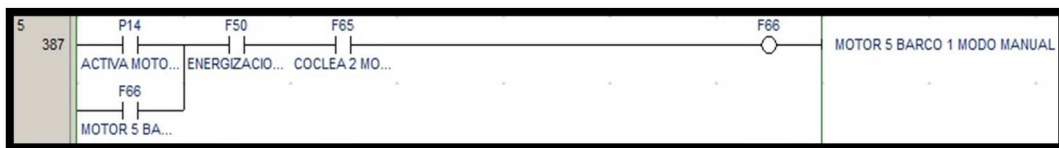


Figura 4. 102: Activación Motor 5 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P13 (Activación Motor 4 Barco 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F66 (Motor 5 Barco 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F67 (Motor 4 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F67 (Normalmente Abierto). F67 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M8, como se puede observar en la Figura 4.103.

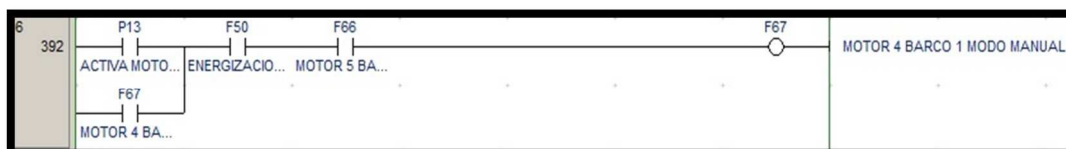


Figura 4. 103: Activación Motor 4 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P12 (Activación Motor 3 Barco 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este

seleccionado y F67 (Motor 4 Barco 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F68 (Motor 3 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F68 (Normalmente Abierto). F68 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M7, como se puede observar en la Figura 4.104.

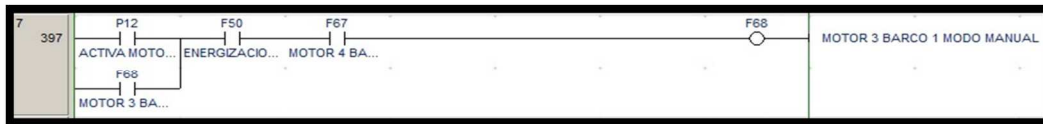


Figura 4. 104: Activación Motor 3 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P11 (Activación Motor 2 Barco 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F68 (Motor 3 Barco 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F69 (Motor 2 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F69 (Normalmente Abierto). F69 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M6, como se puede observar en la Figura 4.105.

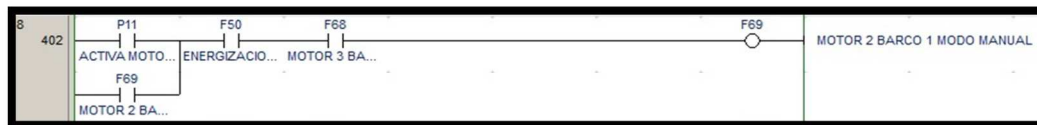


Figura 4. 105: Activación Motor 2 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P10 (Activación Motor 1 Barco 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F69 (Motor 2 Barco 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F70 (Motor 1 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F70 (Normalmente Abierto). F70 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M5, como se puede observar en la Figura 4.106.

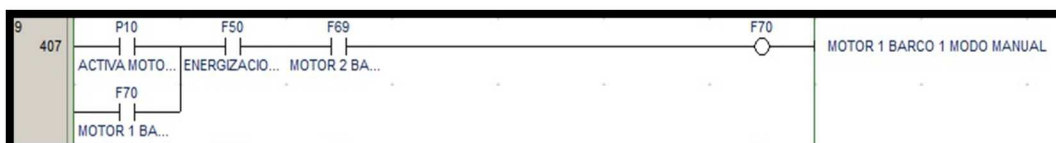


Figura 4. 106: Activación Motor 1 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P8 (Activación Cóclea 1), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F70 (Motor 1 Barco 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F71 (Cóclea 1 Mando Manual), la cual se enclava con F71 (Normalmente Abierto). F71 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M4, como se puede observar en la Figura 4.107.

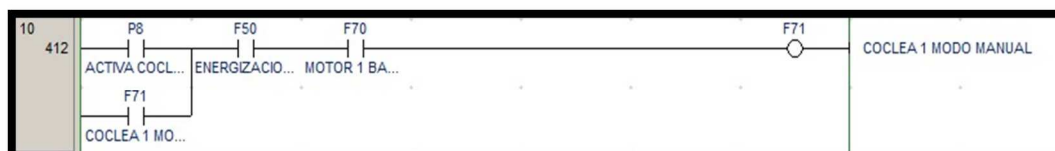


Figura 4. 107: Activación Cóclea 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P4 (Activación Molino), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F71 (Cóclea 1 Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F72 (Molino Mando Manual), la cual se enclava con F72 (Normalmente Abierto). F72 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M2, como se puede observar en la Figura 4.108.

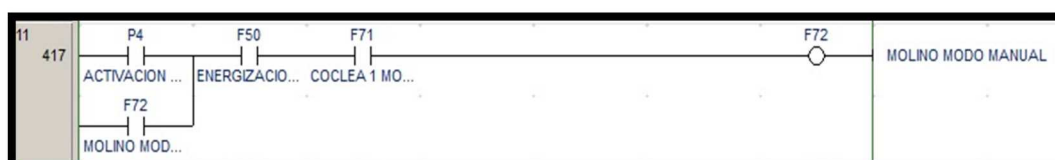


Figura 4. 108: Activación Molino Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P6 (Activación Cóclea Interna), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y F72 (Molino Mando Manual) que asegura que el motor anterior está activo para continuar con la secuencia y se activa la memoria F73 (Cóclea Interna Mando Manual), la cual se enclava con F73 (Normalmente Abierto). F73 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M3, como se puede observar en la Figura 4.109.

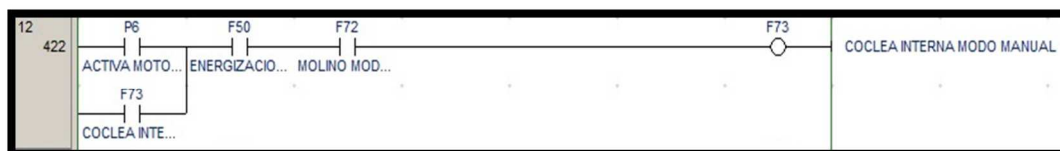


Figura 4. 109: Activación Cóclea Interna Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P1 (Activación Banda Transportadora), F50 (Energización Sistema Manual) (Normalmente Abierto) que garantiza que el mando manual este seleccionado y se activa la memoria F74 (Banda Transportadora Mando Manual), la cual se enclava con F74 (Normalmente Abierto). F74 (Normalmente Abierto) se encuentra en la sección 1 en la activación de M1, como se puede observar en la Figura 4.110.

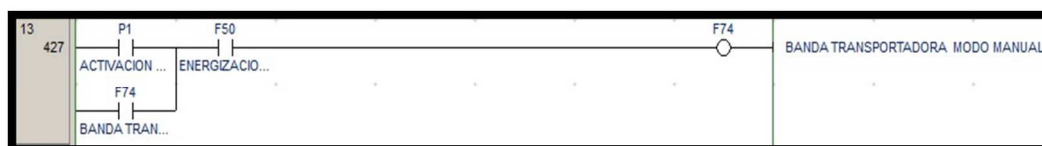


Figura 4. 110: Activación Banda Transportadora Fuera de Secuencia Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.5 Condiciones de desactivación del Mando Automático.

La sección 5 corresponde a las condiciones de desactivación que deben cumplirse en el mando automático, para comprenderlos de mejor manera que cuando se presione el paro de una máquina se desactivan otras según cual sea el caso con el fin de que si dicha máquina se detiene no siga entrando material o acumulándose en las máquinas predecesoras a esta, y también permiten volver a activar las maquinas a partir de donde se detuvieron. A continuación se muestra como está la lógica que se utilizó para estas condiciones de desactivación.

Se acciona P26 (Desactivación Centrifugadora 2) y se activa F90 (Paro Centrifugadora 2 Mando Automático), la cual se enclava con F90 (Normalmente Abierto), si la memoria F301 (Memoria auxiliar de activación) no está activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo está. F90 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M15 como indica la Figura 4.111.

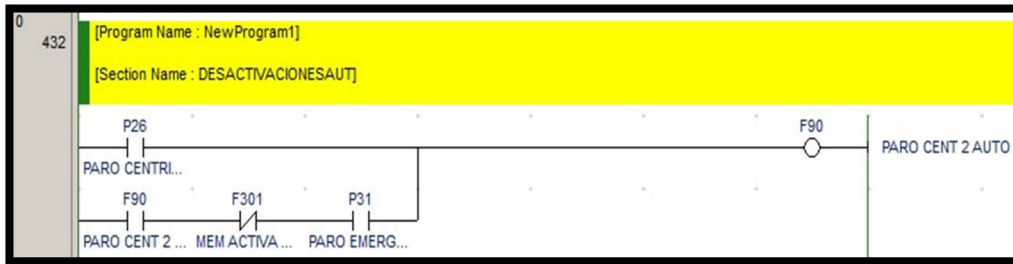


Figura 4. 111: Paro Centrifugadora 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P25 (Activación Centrifugadora 2), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F301 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F301 (Normalmente Abierto) y si F90 (Paro Centrifugadora 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.112.

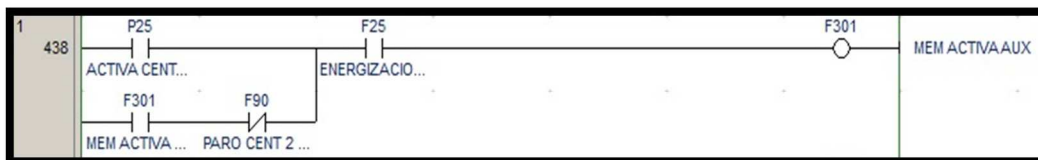


Figura 4. 112: Re-activación Centrifugadora 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F89 (Paro Cóclea 3 Mando Automático), la cual se enclava con F89 (Normalmente Abierto), si la memoria F302 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F89 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M14 como indica la Figura 4.113.

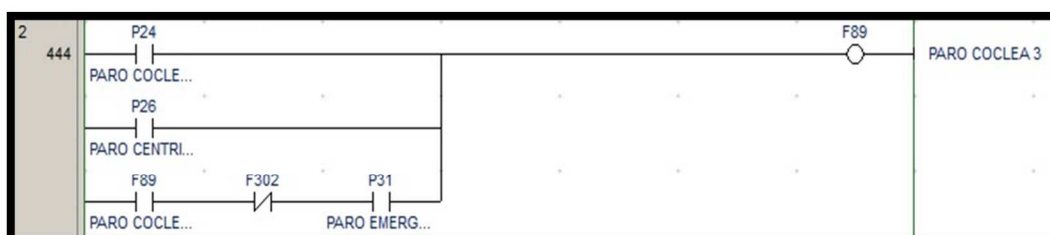


Figura 4. 113: Paro Cóclea 3 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P23 (Activación Cóclea 3), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F302 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F302 (Normalmente Abierto) y si F89 (Paro Cóclea 3 Mando

Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.114.

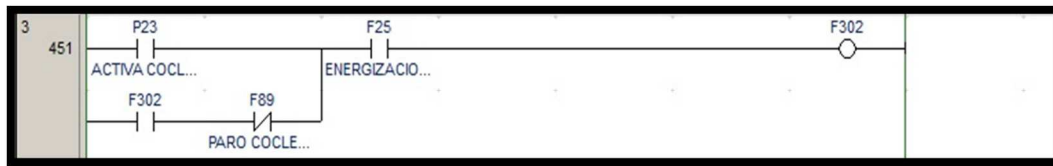


Figura 4. 114: Re-activación Cóclea 3 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F88 (Paro Barco 2 Mando Automático), la cual se enclava con F88 (Normalmente Abierto), si la memoria F303 (Memoria auxiliar de activación) no está activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo está. F88 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M13 y M12 como indica la Figura 4.115.

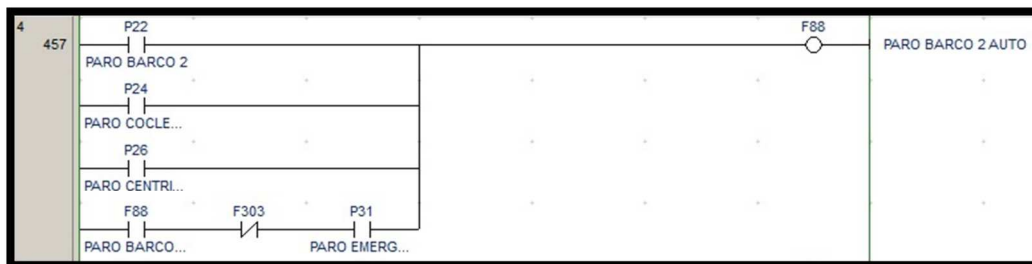


Figura 4. 115: Paro Barco 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P20 (Activación Motor 1 Barco 2) o P21 (Activación Motor 2 Barco 2), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F303 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F303 (Normalmente Abierto) y si F88 (Paro Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.116.

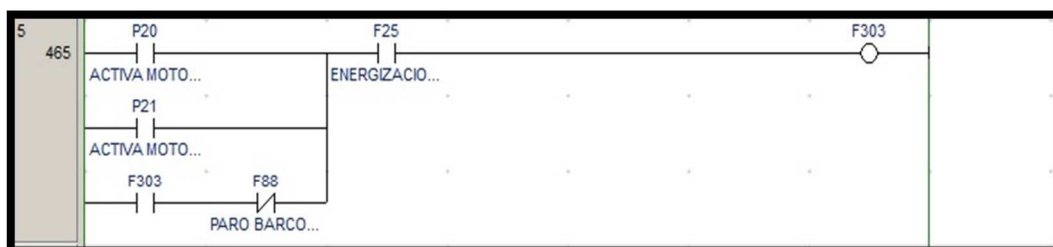


Figura 4. 116: Re-activación Barco 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F87 (Paro Centrifugadora 1 Mando Automático), la cual se enclava con F87 (Normalmente Abierto), si la memoria F304 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F87 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M11 como indica la Figura 4.117.

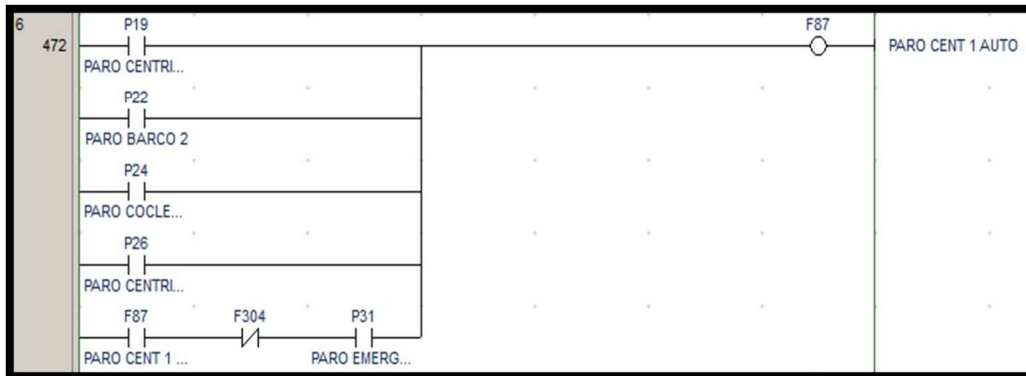


Figura 4. 117: Paro Centrifugadora 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P18 (Activación Centrifugadora 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F304 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F304 (Normalmente Abierto) y si F87 (Paro Centrifugadora 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.118.

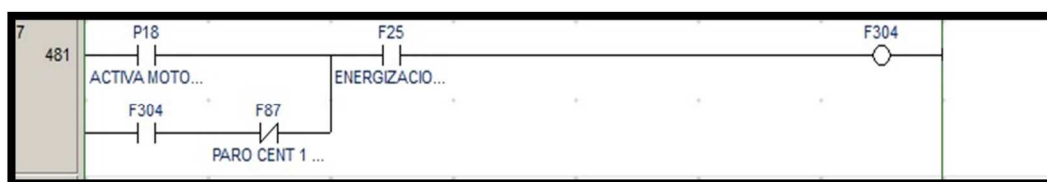


Figura 4. 118: Re-activación Centrifugadora 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F86 (Paro Cóclea 2 Mando Automático), la cual se enclava con F86 (Normalmente Abierto), si la memoria F305 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de

Emergencia Global del Proceso) lo esta. F86 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M10 como indica la Figura 4.119.

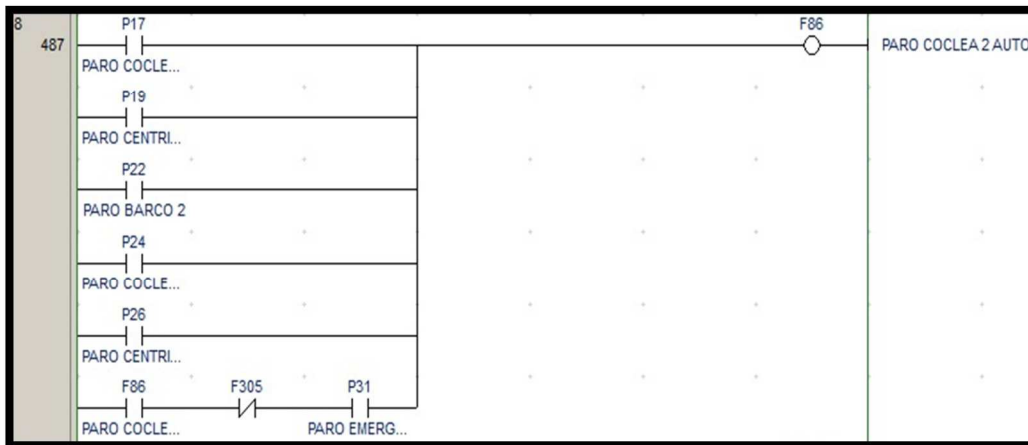


Figura 4. 119: Paro Cóclea 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P16 (Activación Cóclea 2), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F305 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F305 (Normalmente Abierto) y si F86 (Paro Cóclea 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.120.



Figura 4. 120: Re-activación Cóclea 2 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F100 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático), la cual se enclava con F100 (Normalmente Abierto), si la memoria F306 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F100 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M9 como indica la Figura 4.121.

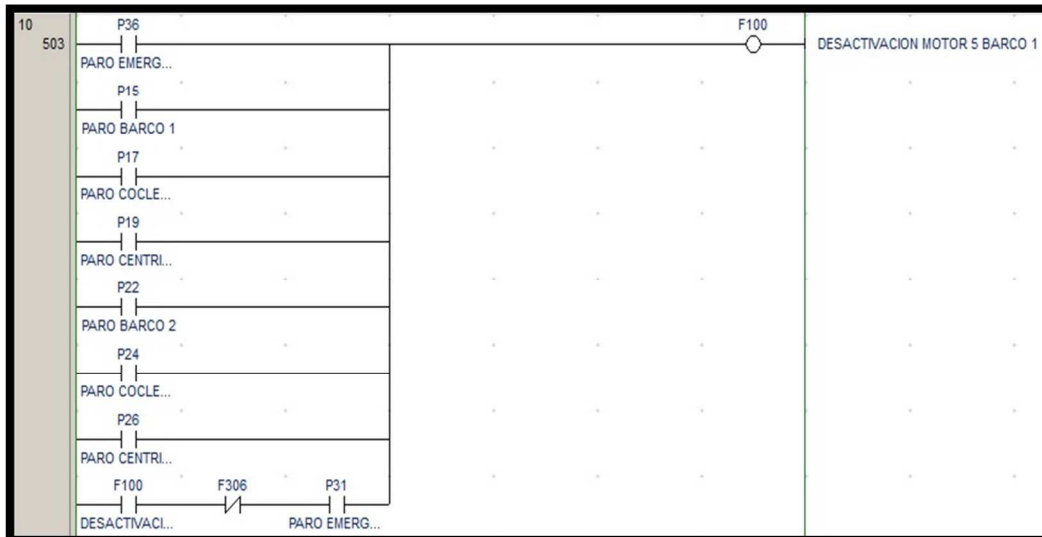


Figura 4. 121: Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P14 (Activación Motor 5 Barco 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F306 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F306 (Normalmente Abierto) y si F100 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.122.

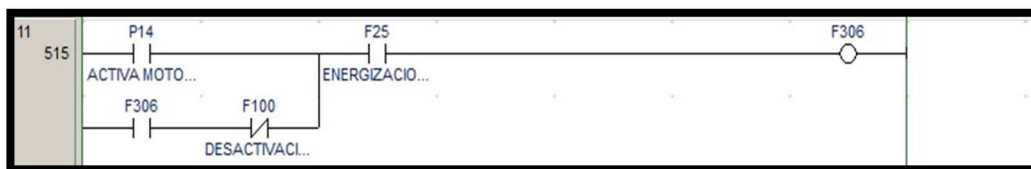


Figura 4. 122: Re-activación Motor 5 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F101 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático), la cual se enclava con F101 (Normalmente Abierto), si la memoria F307 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F101 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M8 como indica la Figura 4.123.

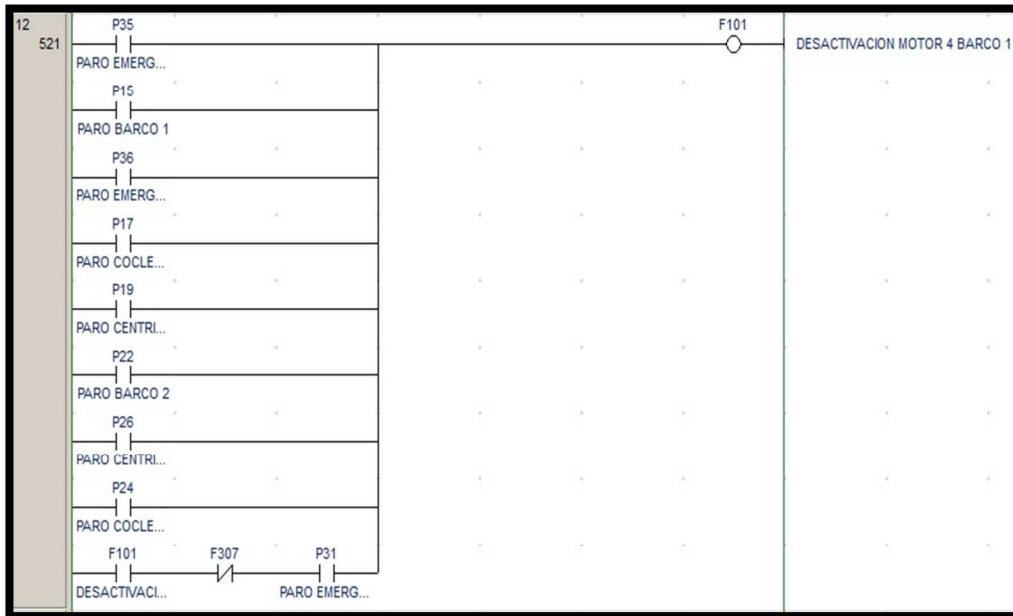


Figura 4. 123: Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P13 (Activación Motor 4 Barco 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F307 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F307 (Normalmente Abierto) y si F101 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.124.

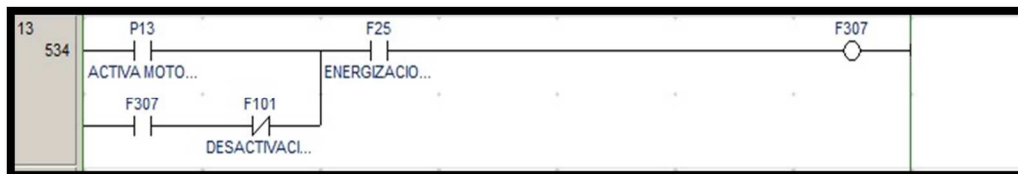


Figura 4. 124: Re-activación Motor 4 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F102 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático), la cual se enclava con F102 (Normalmente Abierto), si la memoria F308 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F102 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M7 como indica la Figura 4.125.

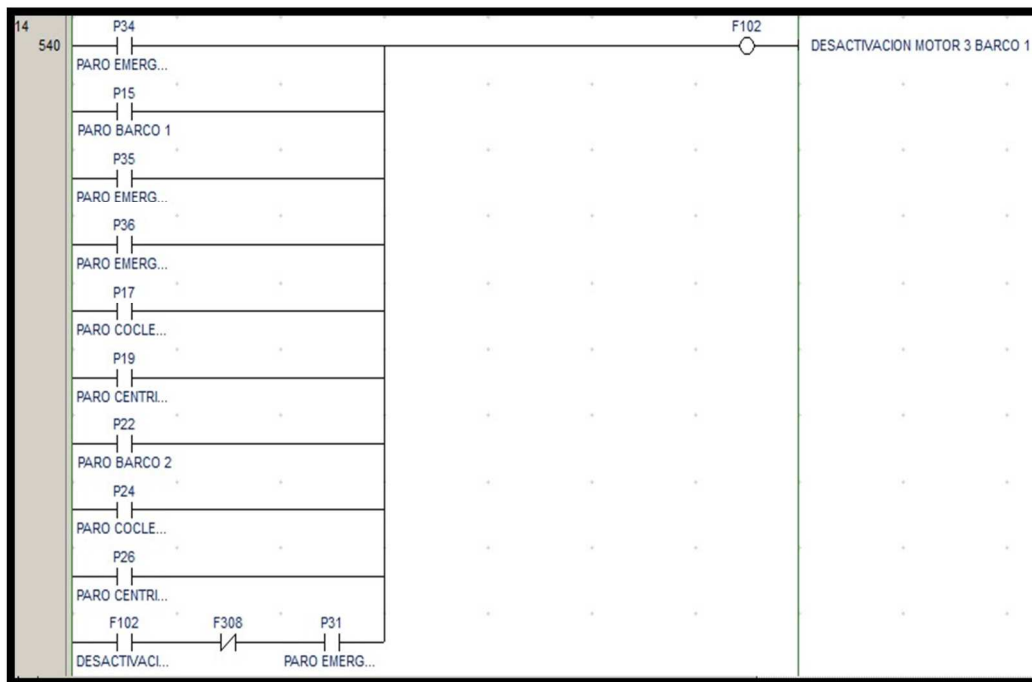


Figura 4. 125: Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P12 (Activación Motor 3 Barco 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F308 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F308 (Normalmente Abierto) y si F102 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.126.

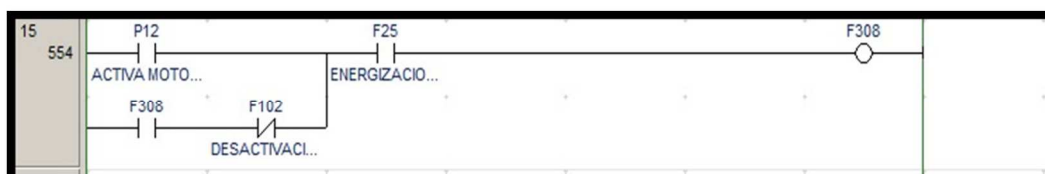


Figura 4. 126: Re-activación Motor 3 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F103 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático), la cual se enclava con F103 (Normalmente Abierto), si la memoria F309 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo

esta. F103 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M6 como indica la Figura 4.127.

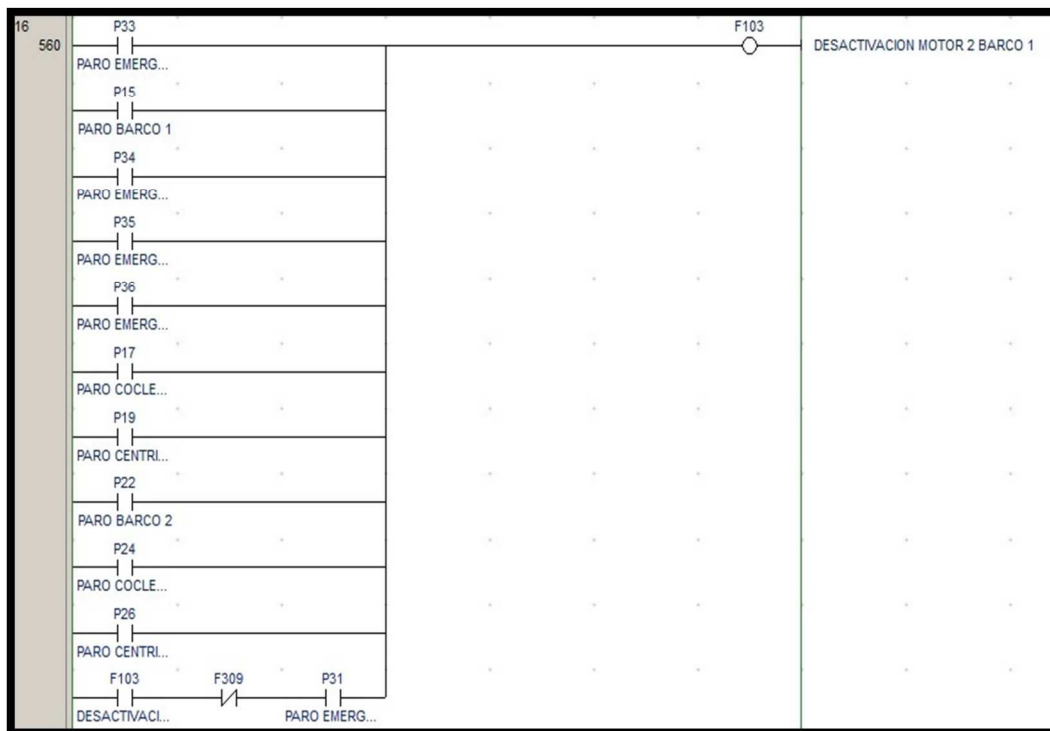


Figura 4. 127: Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P11 (Activación Motor 2 Barco 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F309 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F309 (Normalmente Abierto) y si F103 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.128.

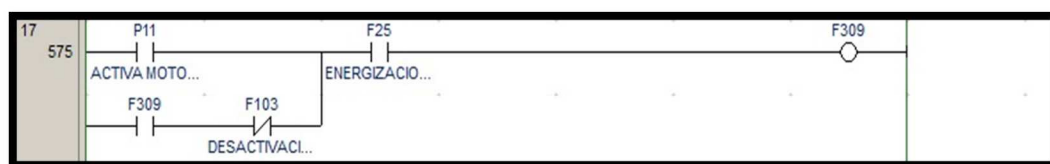


Figura 4. 128: Re-activación Motor 2 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P32 (Desactivación Motor 1 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea

3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F104 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático), la cual se enclava con F104 (Normalmente Abierto), si la memoria F310 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F104 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M5 como indica la Figura 4.129.

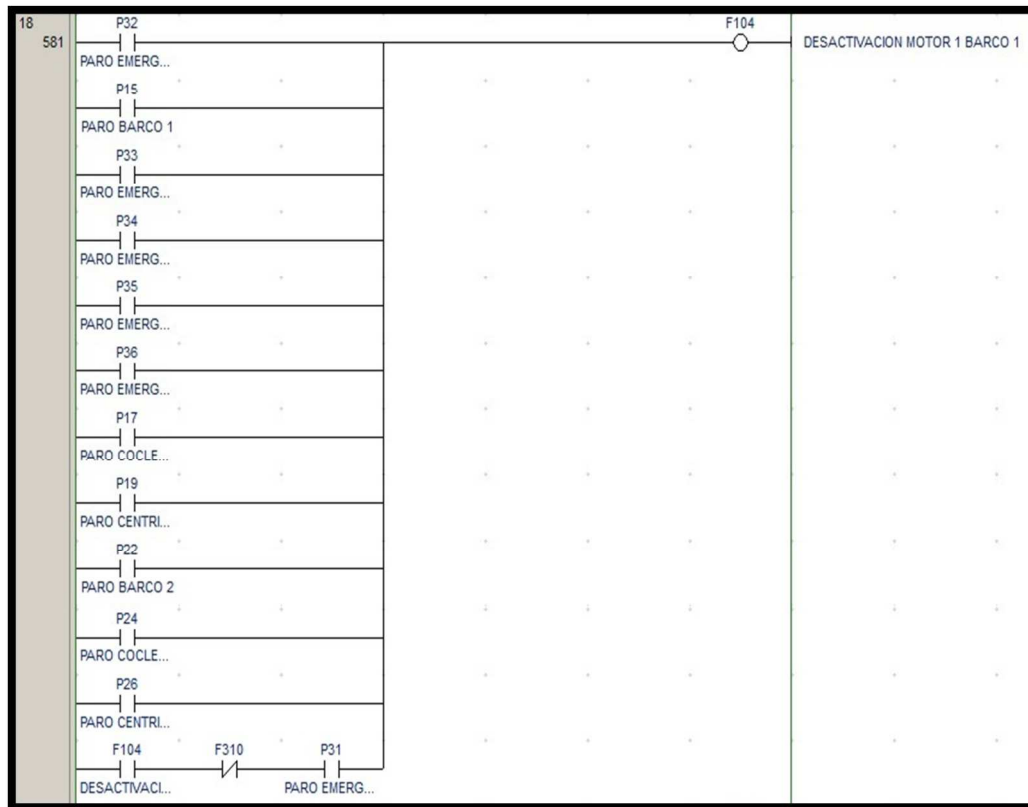


Figura 4. 129: Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P10 (Activación Motor 1 Barco 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F310 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F310 (Normalmente Abierto) y si F104 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.130.



Figura 4. 130: Re-activación Motor 1 Barco 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F84 (Paro Cóclea 1 Mando Automático), la cual se enclava con F84 (Normalmente Abierto), si la memoria F311 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F84 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M4 como indica la Figura 4.131.

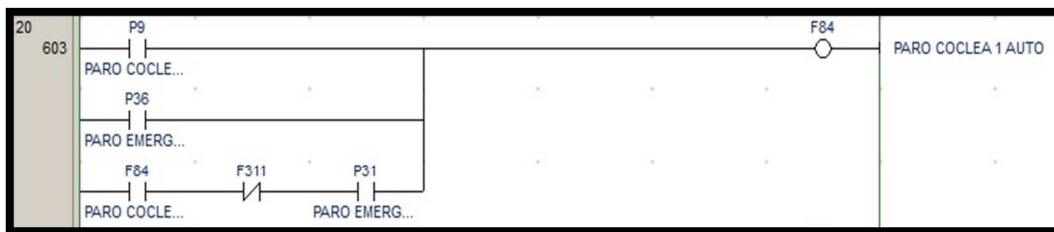


Figura 4. 131: Paro Cóclea 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P8 (Activación Cóclea 1), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F311 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F311 (Normalmente Abierto) y si F84 (Paro Cóclea 1 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.132.

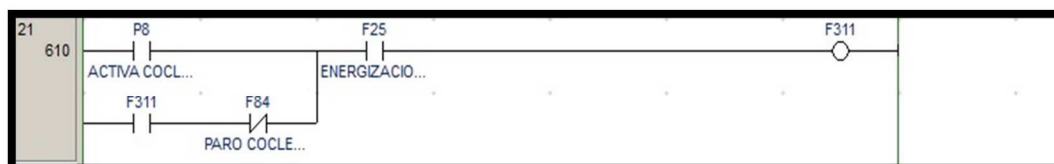


Figura 4. 132: Re-activación Cóclea 1 Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P5 (Desactivación Molino) o P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F82 (Paro Molino Mando Automático), la cual se enclava con F82 (Normalmente Abierto), si la memoria F312 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F82 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M2 como indica la Figura 4.133.

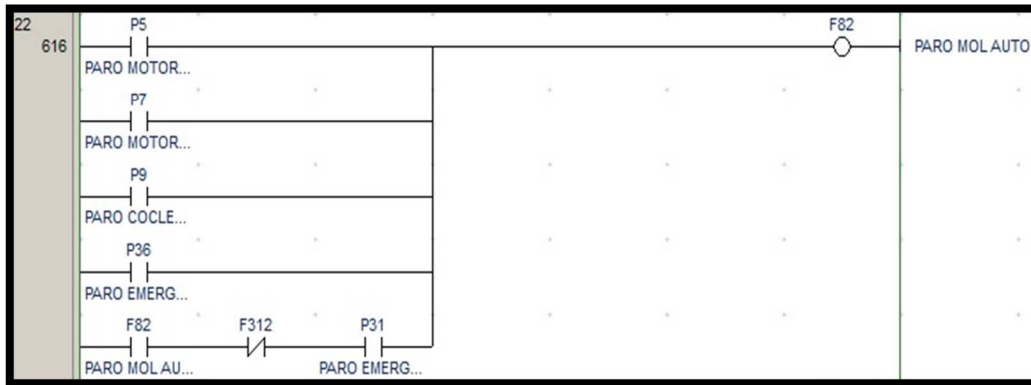


Figura 4. 133: Paro Molino Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P4 (Activación Molino), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F312 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F312 (Normalmente Abierto) y si F82 (Paro Molino Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.134.

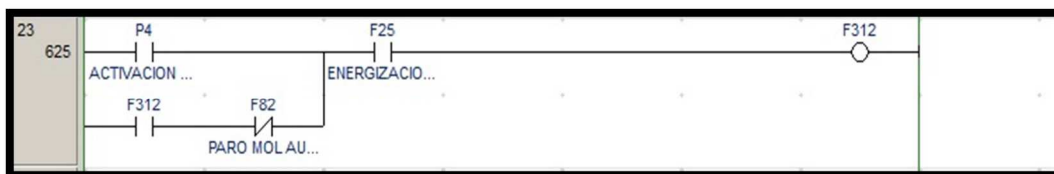


Figura 4. 134: Re-activación Molino Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P5 (Desactivación Molino) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F83 (Paro Cóclea Interna Mando Automático), la cual se enclava con F83 (Normalmente Abierto), si la memoria F313 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F83 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M3 como indica la Figura 4.135.

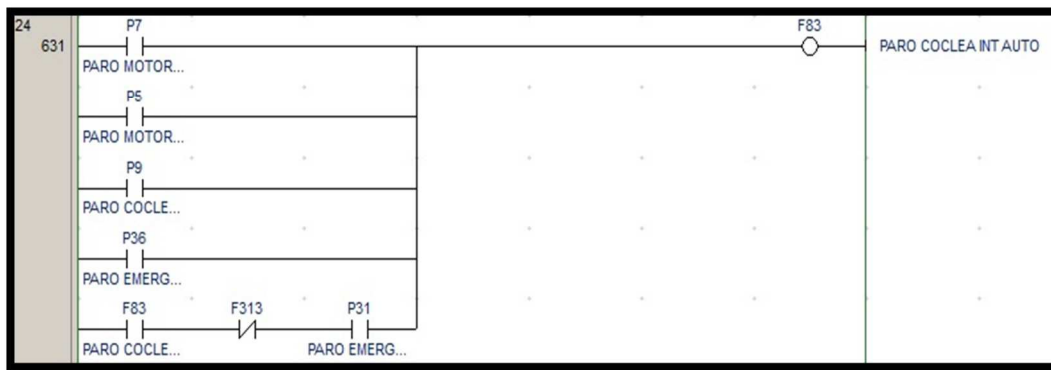


Figura 4. 135: Paro Cóclea Interna Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P6 (Activación Cóclea Interna), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F313 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F313 (Normalmente Abierto) y si F83 (Paro Cóclea Interna Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.136.

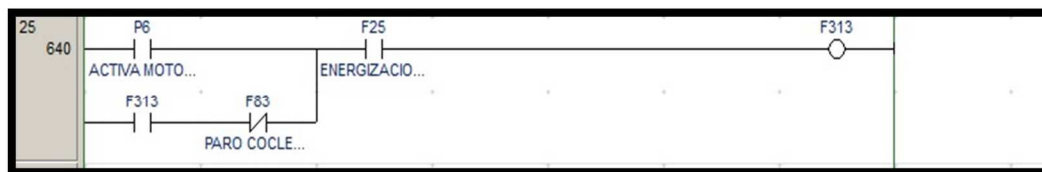


Figura 4. 136: Re-activación Cóclea Interna Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P3 (Desactivación Banda Transportadora) o P5 (Desactivación Molino) o P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P32 (Desactivación Motor 1 Barco 1) o P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F81 (Paro Banda Transportadora Mando Automático), la cual se enclava con F81 (Normalmente Abierto), si la memoria F314(Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F81 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M1 como indica la Figura 4.137.

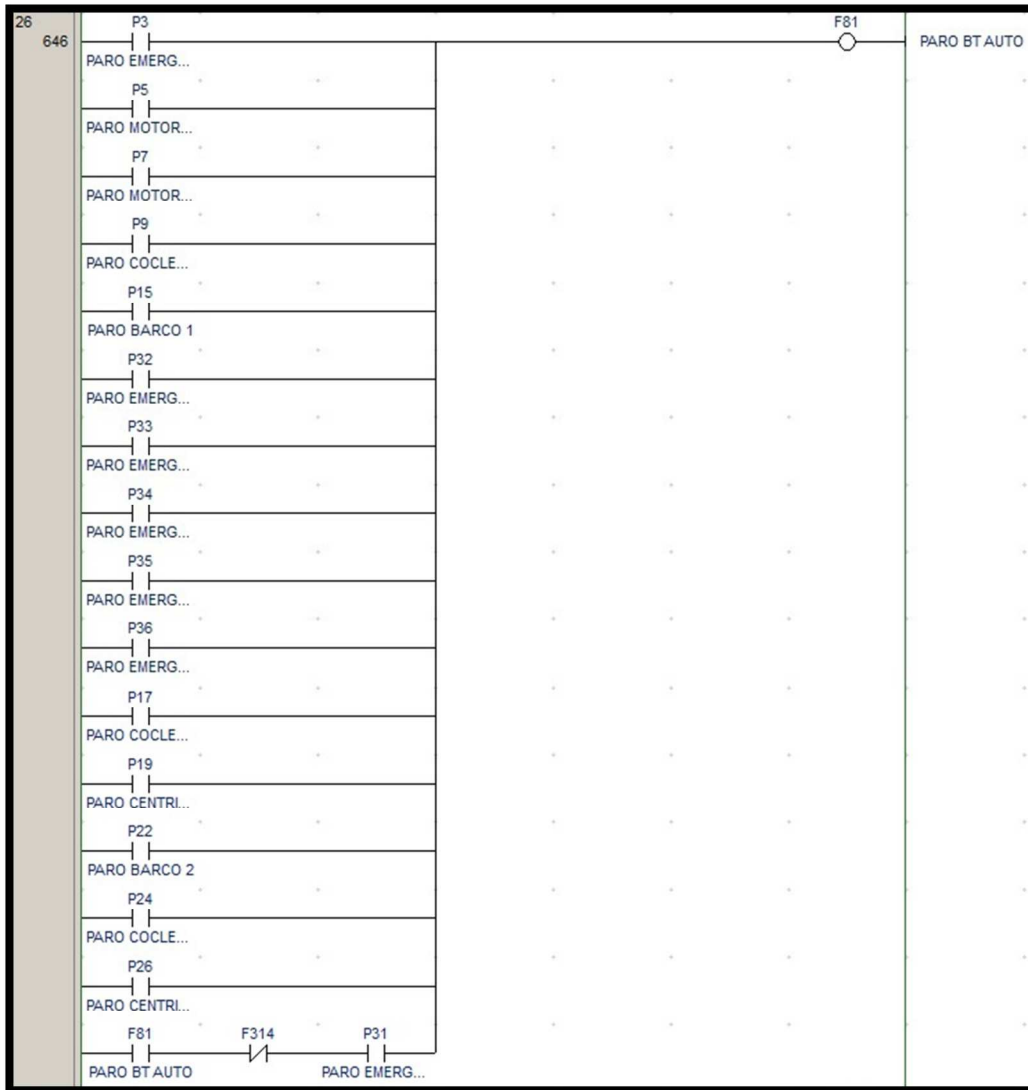


Figura 4. 137: Paro Banda Transportadora Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P1 (Activación Banda Transportadora), F25 garantiza que estemos en Mando Automático, se activa la memoria F314 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F314 (Normalmente Abierto) y si F81 (Paro Banda Transportadora Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.138.

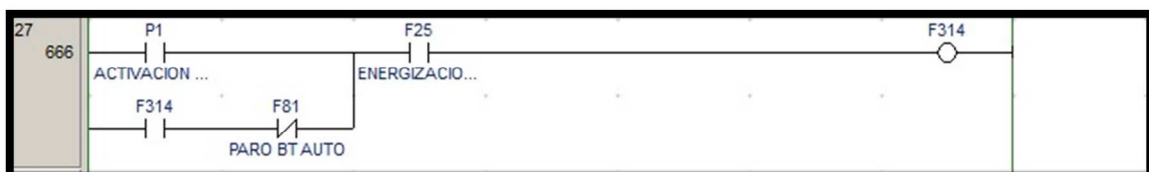


Figura 4. 138: Re-activación Banda Transportadora Mando Automático (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.6 Condiciones de desactivación del Mando Manual.

En esta sección se cumplen las mismas condiciones que en la sección 5 pero para el mando manual.

Se acciona P26 (Desactivación Centrifugadora 2) y se activa F550 (Paro Centrifugadora 2 Mando Manual), la cual se enclava con F550 (Normalmente Abierto), si la memoria F501 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F550 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M15 como indica la Figura 4.139.

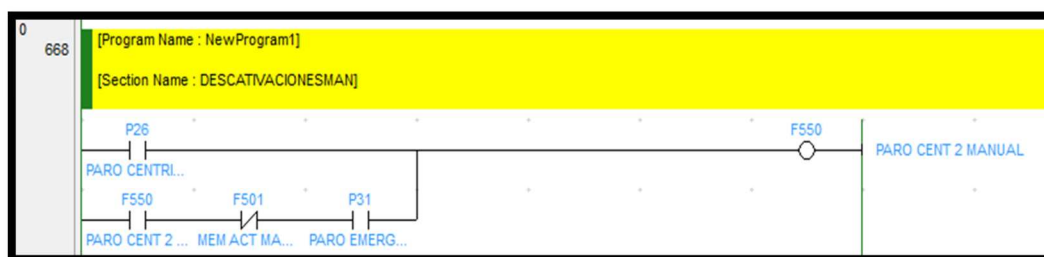


Figura 4. 139: Paro Centrifugadora 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P25 (Activación Centrifugadora 2), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F501 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F501 (Normalmente Abierto) y si F550 (Paro Centrifugadora 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.140.

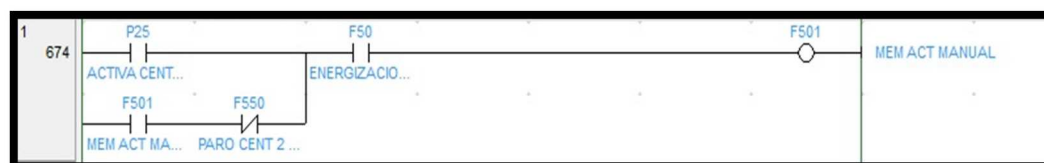


Figura 4. 140: Re-activación Centrifugadora 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F551 (Paro Cóclea 3 Mando Manual), la cual se enclava con F551 (Normalmente Abierto), si la memoria F502 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F551 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M14 como indica la Figura 4.141.

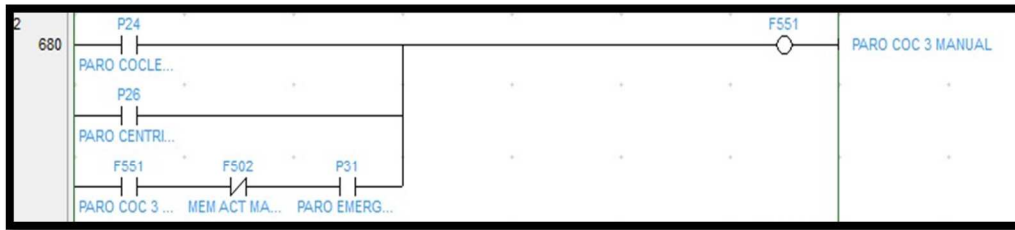


Figura 4. 141: Paro Cóclea 3 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P23 (Activación Cóclea 3), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F502 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F502 (Normalmente Abierto) y si F551 (Paro Cóclea 3 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.142.

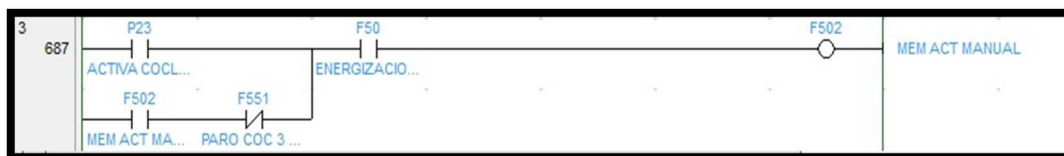


Figura 4. 142: Re-activación Cóclea 3 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F552 (Paro Barco 2 Mando Manual), la cual se enclava con F552 (Normalmente Abierto), si la memoria F503 (Memoria auxiliar de activación) no está activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo está F552 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M13 y M12 como indica la Figura 4.143.

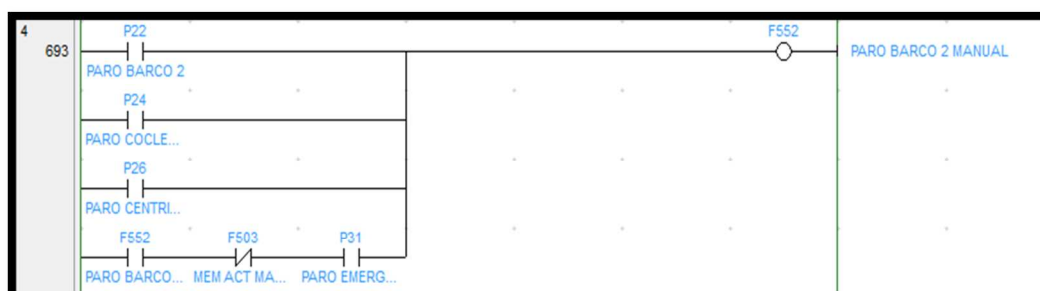


Figura 4. 143: Paro Barco 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P20 (Activación Motor 1 Barco 2) o P21 (Activación Motor 2 Barco 2), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F503 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F503 (Normalmente

Abierto) y si F552 (Paro Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.144.

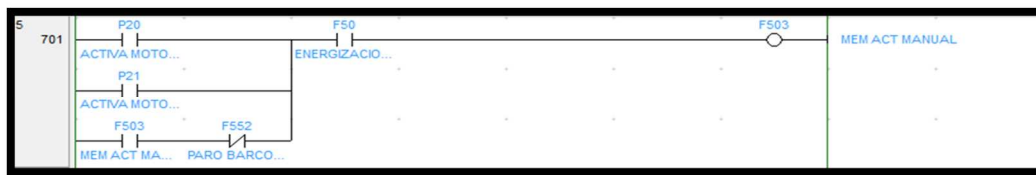


Figura 4. 144: Re-activación Barco 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F553 (Paro Centrifugadora 1 Mando Manual), la cual se enclava con F553 (Normalmente Abierto), si la memoria F504 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F553 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M11 como indica la Figura 4.145.

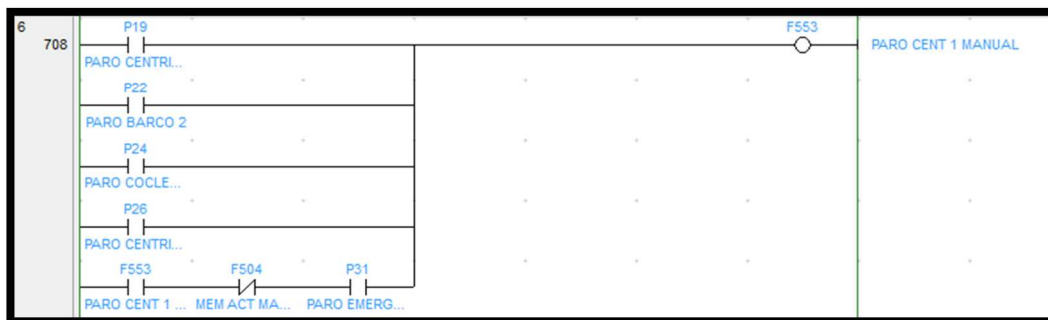


Figura 4. 145: Paro Centrifugadora 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P18 (Activación Centrifugadora 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F304 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F504 (Normalmente Abierto) y si F553 (Paro Centrifugadora 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.146.



Figura 4. 146: Re-activación Centrifugadora 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F554 (Paro Cóclea 2 Mando Manual), la cual se enclava con F554 (Normalmente Abierto), si la memoria F505 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F554 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M10 como indica la Figura 4.147.

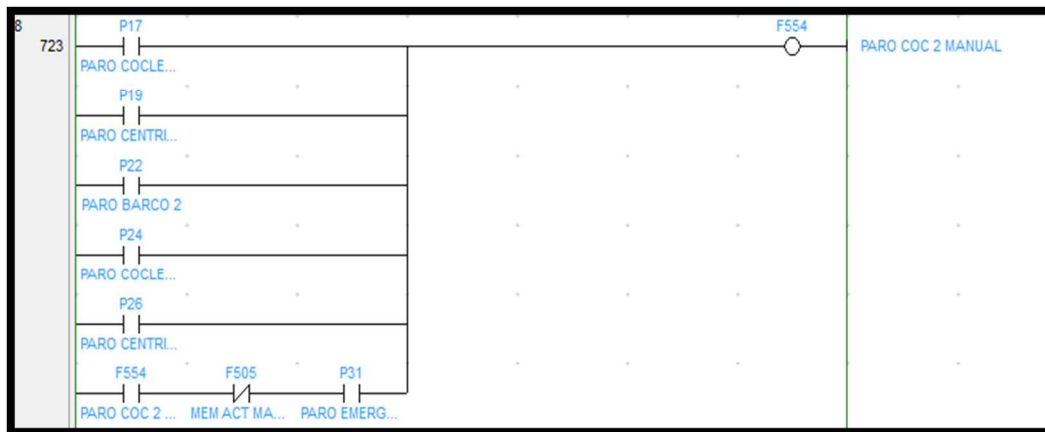


Figura 4. 147: Paro Cóclea 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P16 (Activación Cóclea 2), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F505 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F505 (Normalmente Abierto) y si F86 (Paro Cóclea 2 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.148.

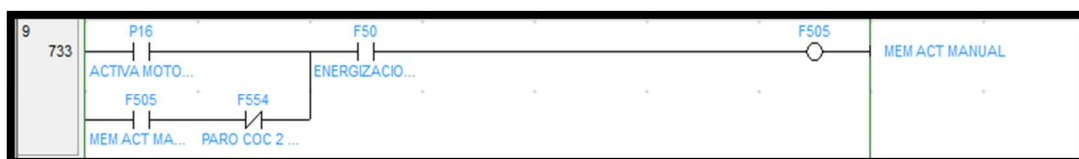


Figura 4. 148: Re-activación Cóclea 2 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F555 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F555 (Normalmente Abierto), si la memoria F506 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de

Emergencia Global del Proceso) lo esta. F555 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M9 como indica la Figura 4.149.

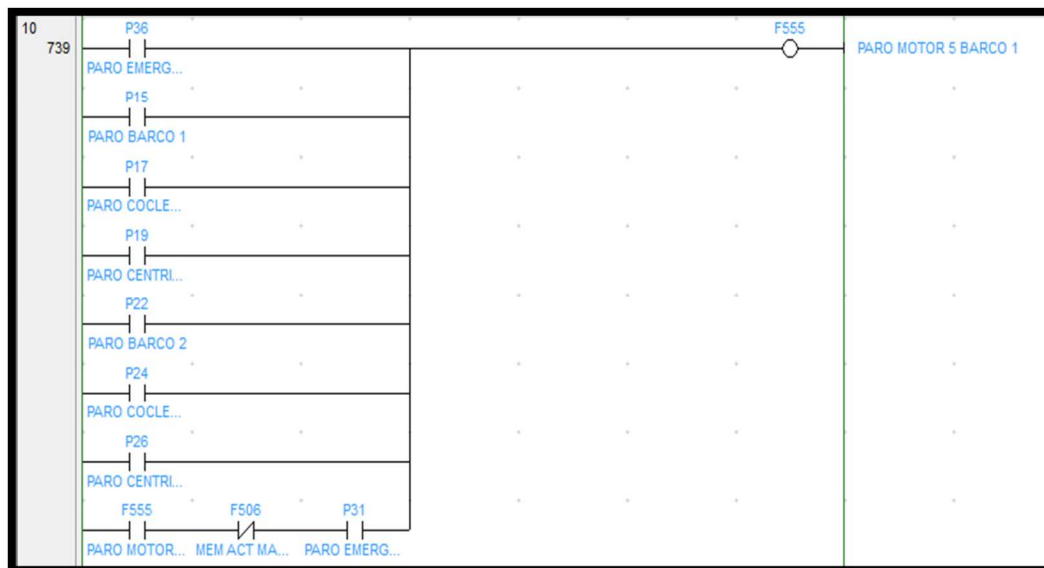


Figura 4. 149: Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P14 (Activación Motor 5 Barco 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F506 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F506 (Normalmente Abierto) y si F555 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.150.

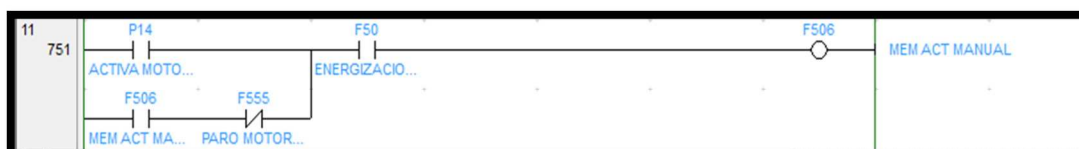


Figura 4. 150: Re-activación Motor 5 Barco 1 Mando Manual.

Se acciona P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F556 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F556 (Normalmente Abierto), si la memoria F507 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F556 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M8 como indica la Figura 4.151.

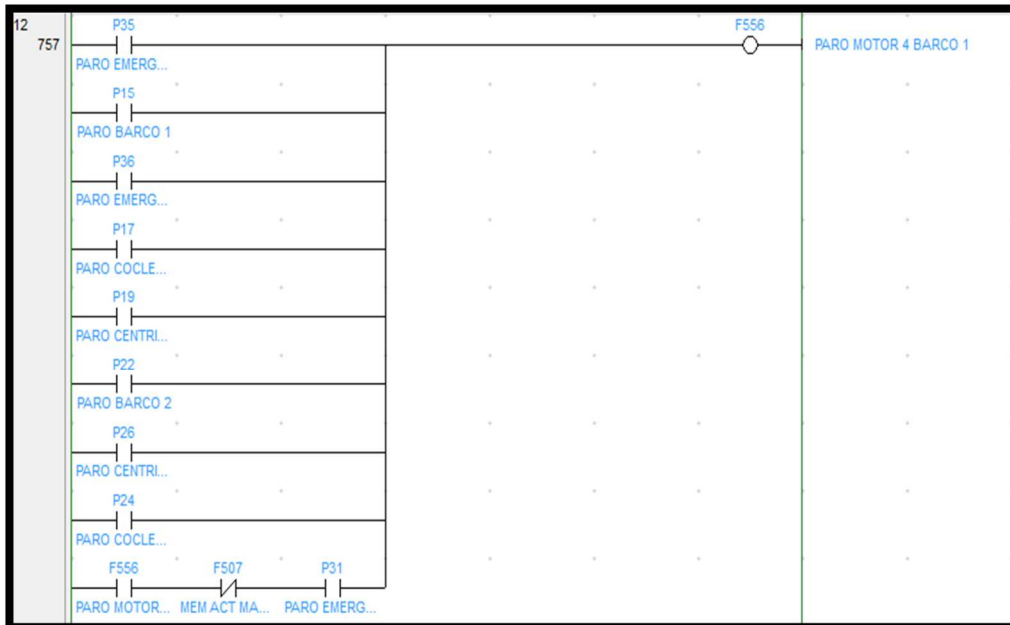


Figura 4. 151: Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P13 (Activación Motor 4 Barco 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F507 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F507 (Normalmente Abierto) y si F556 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.152.

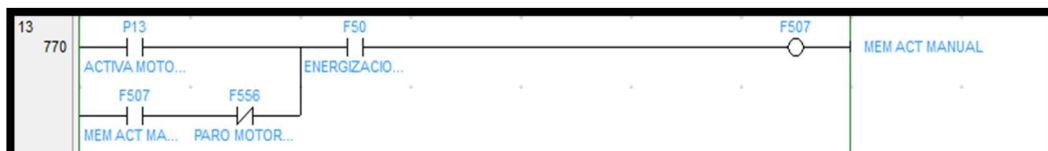


Figura 4. 152: Re-activación Motor 4 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F557 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F557 (Normalmente Abierto), si la memoria F508(Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F557 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M7 como indica la Figura 4.153.

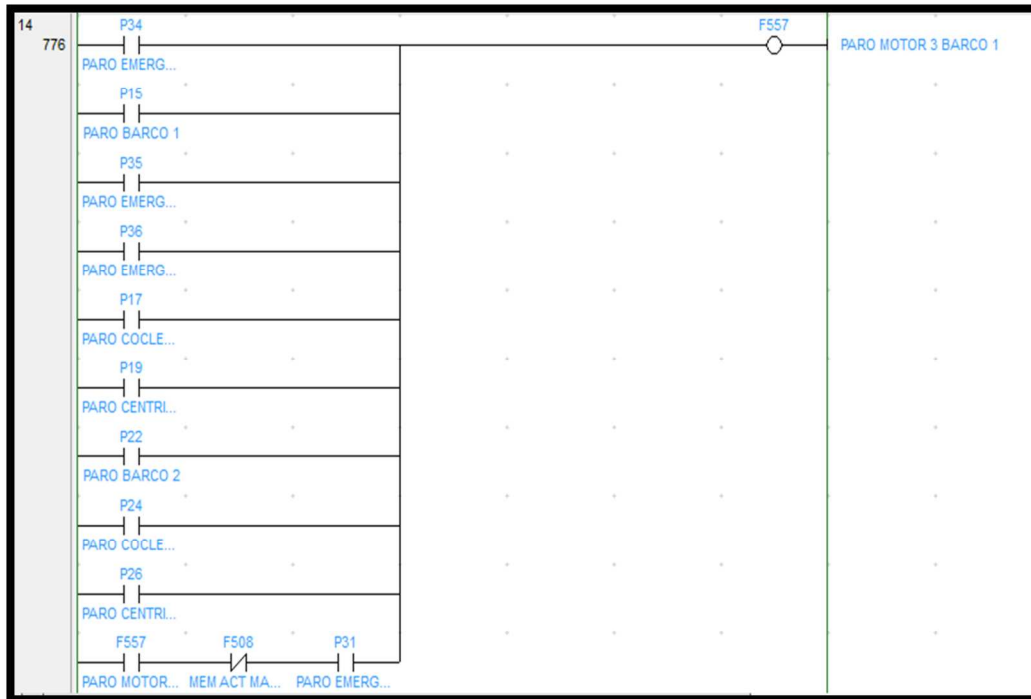


Figura 4. 153: Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P12 (Activación Motor 3 Barco 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F508 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F508 (Normalmente Abierto) y si F557 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.154.



Figura 4. 154: Re-activación Motor 3 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F558 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F558 (Normalmente Abierto), si la memoria F509 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo

esta. F558 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M6 como indica la Figura 4.155.

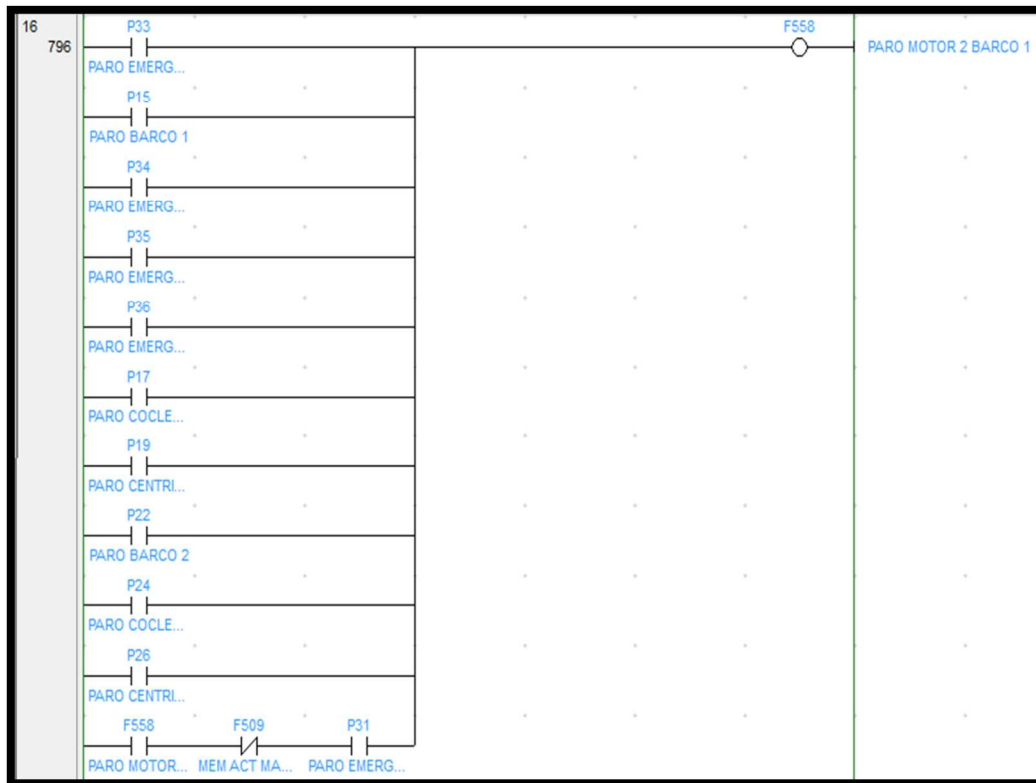


Figura 4. 155: Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P11 (Activación Motor 2 Barco 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F509 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F509 (Normalmente Abierto) y si F558 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.156.

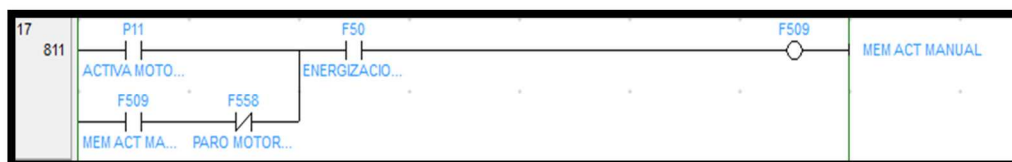


Figura 4. 156: Re-activación Motor 2 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P32 (Desactivación Motor 1 Barco 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea

3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F559 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual), la cual se enclava con F559 (Normalmente Abierto), si la memoria F510 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F559 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M5 como indica la Figura 4.157.

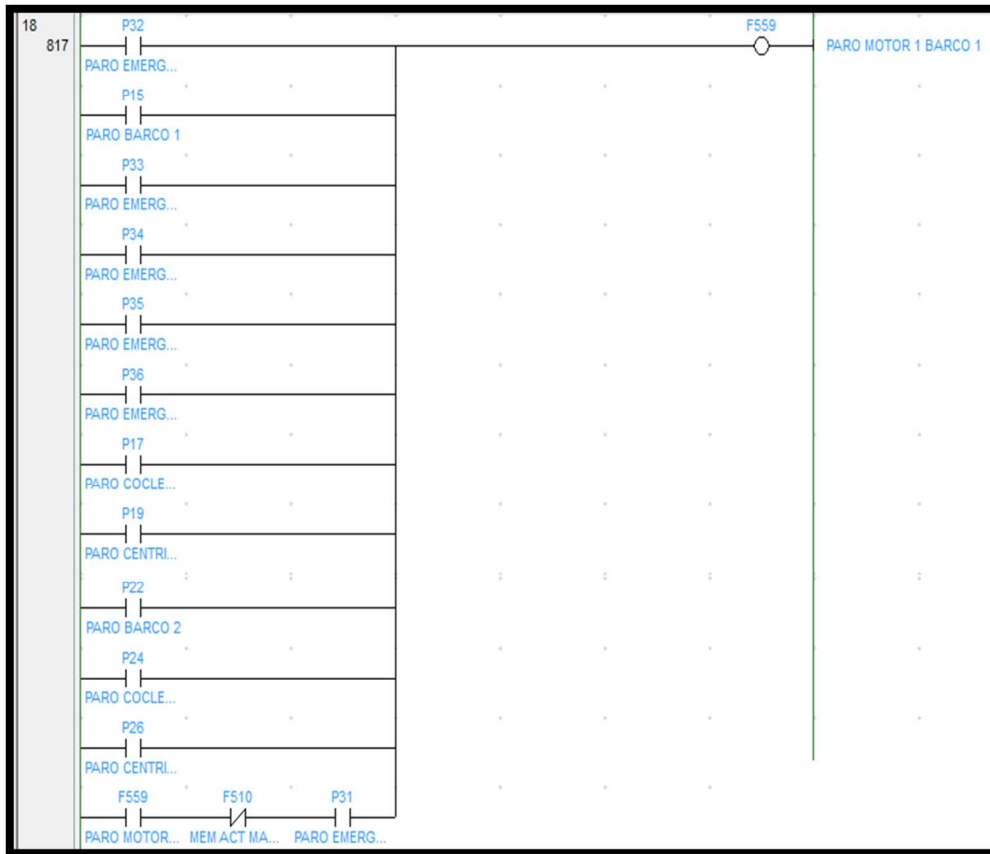


Figura 4. 157: Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P10 (Activación Motor 1 Barco 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F510 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F510 (Normalmente Abierto) y si F559 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.158.

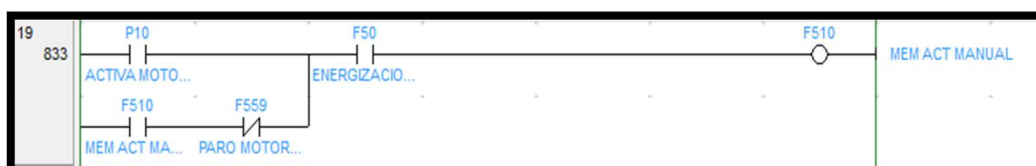


Figura 4. 158: Re-activación Motor 1 Barco 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F560 (Paro Cóclea 1 Mando Manual), la cual se enclava con F560 (Normalmente Abierto), si la memoria F511 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F560 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M4 como indica la Figura 4.159.

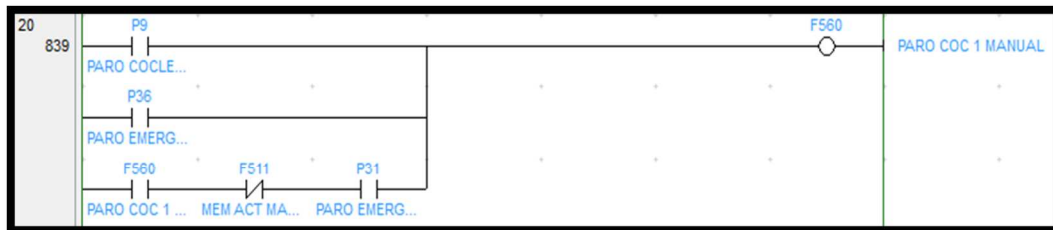


Figura 4. 159: Paro Cóclea 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P8 (Activación Cóclea 1), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F511 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F511 (Normalmente Abierto) y si F560 (Paro Cóclea 1 Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.160.

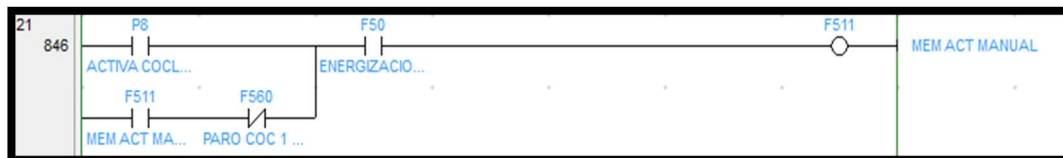


Figura 4. 160: Re-activación Cóclea 1 Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P5 (Desactivación Molino) o P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F561 (Paro Molino Mando Manual), la cual se enclava con F561 (Normalmente Abierto), si la memoria F512 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F561 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M2 como indica la Figura 4.161.

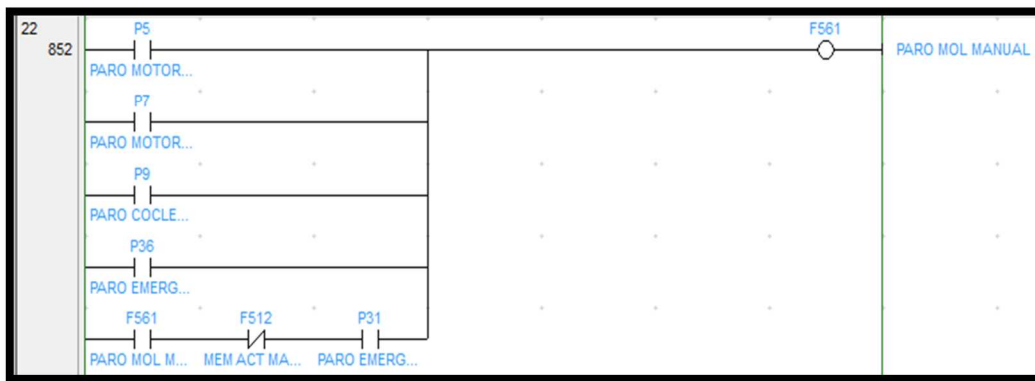


Figura 4. 161: Paro Molino Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P4 (Activación Molino), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F512 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F512 (Normalmente Abierto) y si F561 (Paro Molino Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.162.

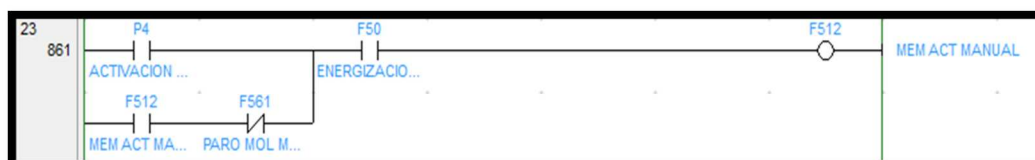


Figura 4. 162: Re-activación Molino Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P5 (Desactivación Molino) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1), y se activa F562 (Paro Cóclea Interna Mando Manual), la cual se enclava con F562 (Normalmente Abierto), si la memoria F513 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F562 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M3 como indica la Figura 4.163.

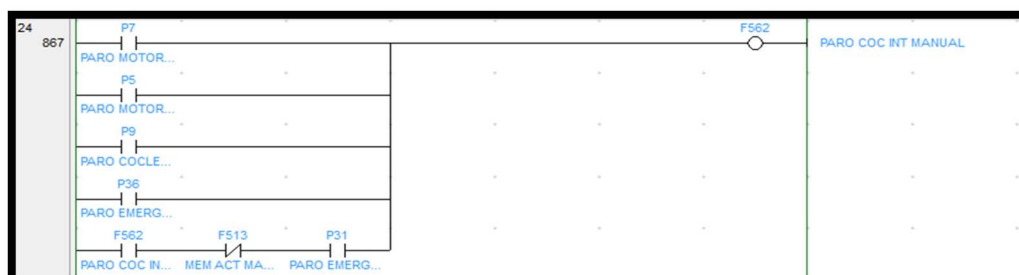


Figura 4. 163: Paro Cóclea Interna Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P6 (Activación Cóclea Interna), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F513 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F513 (Normalmente Abierto) y si F562 (Paro Cóclea Interna Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.164.

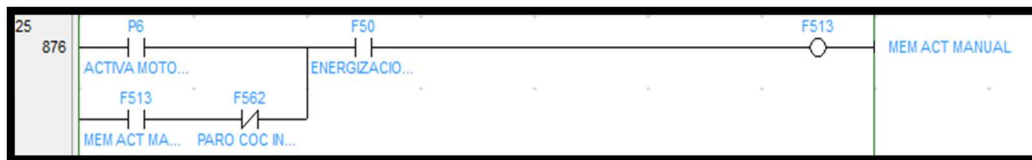


Figura 4. 164: Re-activación Cóclea Interna Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P3 (Desactivación Banda Transportadora) o P5 (Desactivación Molino) o P7 (Desactivación Cóclea Interna) o P9 (Desactivación Cóclea 1) o P15 (Desactivación Barco 1 Global) o P32 (Desactivación Motor 1 Barco 1) o P33 (Desactivación Motor 2 Barco 1) o P34 (Desactivación Motor 3 Barco 1) o P35 (Desactivación Motor 4 Barco 1) o P36 (Desactivación Motor 5 Barco 1) o P17 (Desactivación Cóclea 2) o P19 (Desactivación Centrifugadora 1) o P22 (Desactivación Barco 2) o P24 (Desactivación Cóclea 3) o P26 (Desactivación Centrifugadora 2), y se activa F563 (Paro Banda Transportadora Mando Manual), la cual se enclava con F563 (Normalmente Abierto), si la memoria F514 (Memoria auxiliar de activación) no esta activa y P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) lo esta. F563 se encuentra en la sección 1 y es quien se encarga de la desactivación de M1 como indica la Figura 4.165.



Figura 4. 165: Paro Banda Transportadora Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

Se acciona P1 (Activación Banda Transportadora), F50 garantiza que estemos en Mando Manual, se activa la memoria F514 (Memoria auxiliar de activación), se enclava con F514 (Normalmente Abierto) y si F563 (Paro Banda Transportadora Mando Manual) (Normalmente Cerrado) no esta activada como indica la Figura 4.166.

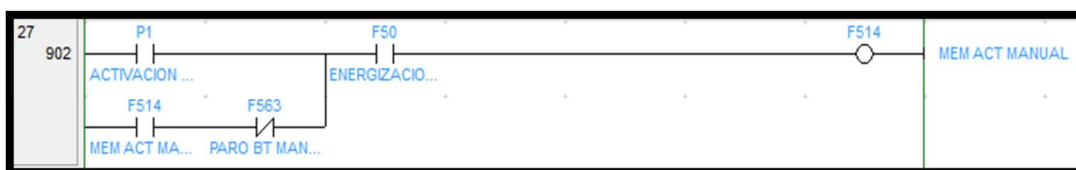


Figura 4. 166: Re-activación Banda Transportadora Mando Manual (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.7 Parpadeo de las Luces Piloto.

En esta última sección se encuentra la lógica de programación de parpadeo de las luces piloto que son indicadoras tanto en el tablero de control como en el esquema del proceso.

La solución para el sistema de parpadeo de las Luces Piloto que indican la Activación y de Condiciones de Desactivación de las máquinas que componen el Proceso debe estar controlada por una de onda cuadrada de $T_{off} = 0.8$ segundos y $T_{on} = 0.4$ segundos, como se puede observar en la Figura 4.167.

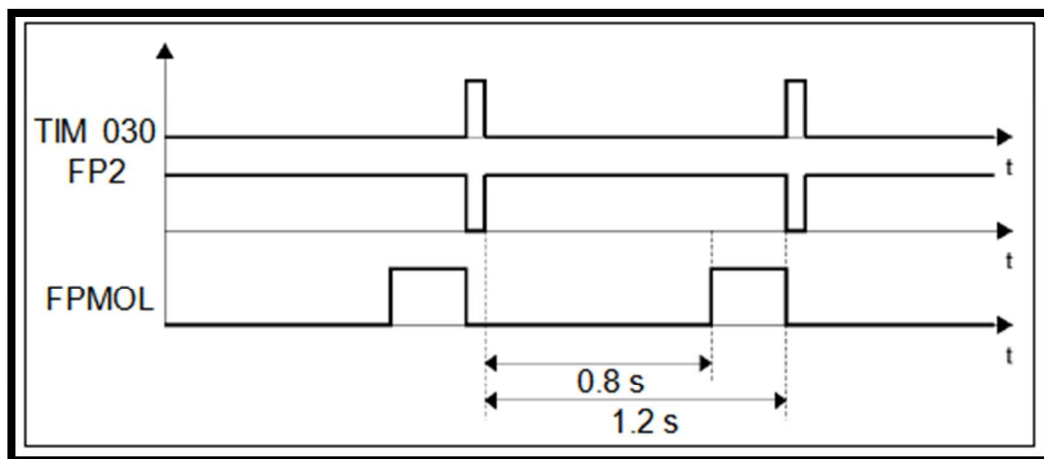


Figura 4. 167: Diagrama temporal generador de onda cuadrada (Fuente Propia, 2012).

El temporizador TIM 030 se usa para generar un tren de pulsos con un período de dos segundos, como se puede observar en la Figura 4.168 se puede observar en la primera línea, el desarrollo de su salida y, en el segundo, la activación de una bobina que funciona como una memoria auxiliar denominada FP2 conectado a ésta. Esta señal se aplica a la entrada de un temporizador TIM 031 con retardo a la activación, a cuya salida está conectada una bobina de FPMOL (memoria auxiliar de activación del parpadeo del Molino). El desarrollo de FPMOL se muestra en la última línea del diagrama y representa la solución al problema.

Programando de manera adecuada las dos constantes de tiempo, se puede variar la frecuencia y duty cycle de la onda cuadrada.

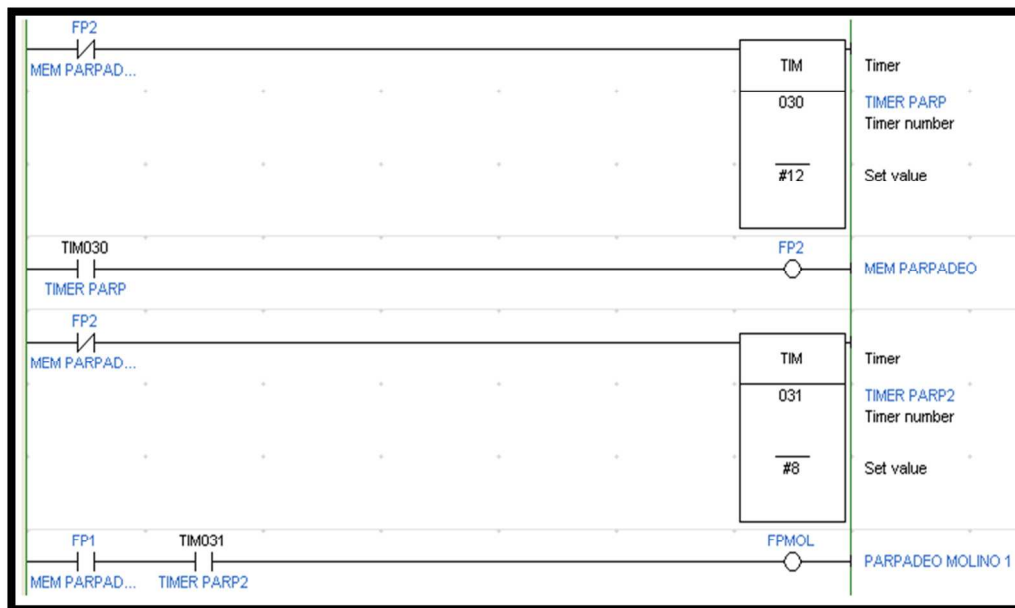


Figura 4. 168: Lógica del Programa de Parpadeo de las Luces Piloto (Fuente Propia, 2012).

Las luces piloto parpadeantes inician con la desactivación de una maquina pero solo serán visibles en los mandos manual y automático, por lo tanto tendrán 2 instancias de activación que pertenecen a estos mandos mencionados.

Si se acciona F561 (Paro Molino Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.169 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F82 (Paro Molino Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP1 (Memoria Parpadeo 1), y se enclava con FP1 (Normalmente Abierto) y si F512 (Memoria auxiliar de activación) y F312 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

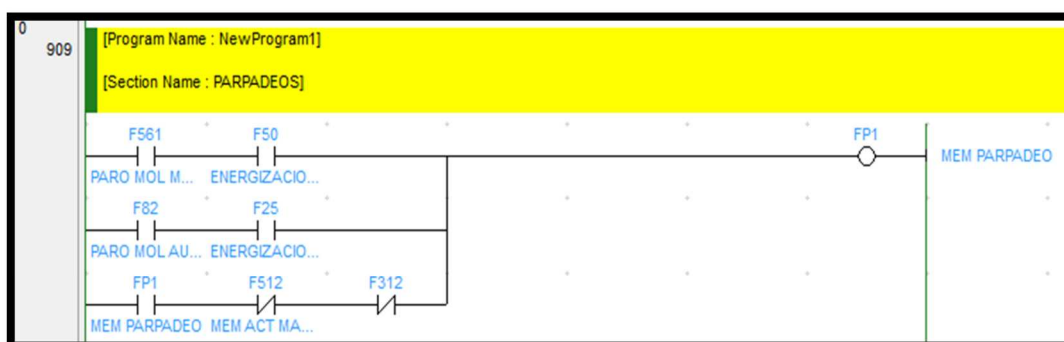


Figura 4. 169: Activación Memoria de Parpadeo 1 (Fuente Propia, 2012).

FP2 (Memoria Parpadeo 2) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM030 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.170.

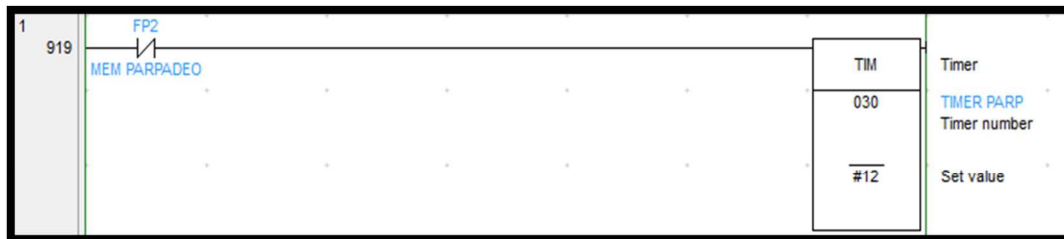


Figura 4. 170: Activación Timer de Parpadeo 1 (Fuente Propia, 2012).

Con TIM030 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP2 (Memoria Parpadeo 2). La cual reiniciara los timers, Figura 4.171.



Figura 4. 171: Activación Memoria de Parpadeo 2 de Reset de Timer 1 y 2 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.172, FP2 (Memoria Parpadeo 2) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM031 seteado a 0,8 segundos.

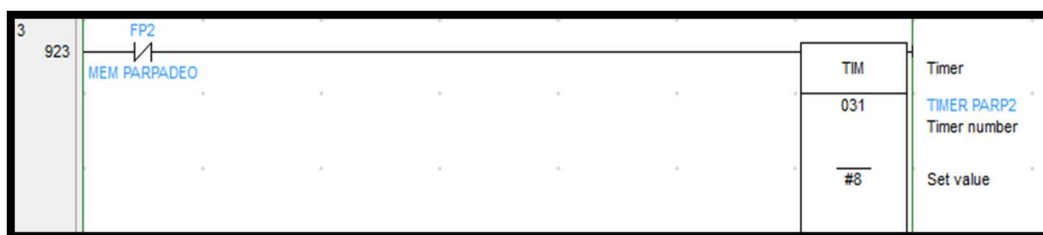


Figura 4. 172: Activación Timer de Parpadeo 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.173 si FP1 (Memoria Parpadeo 1) (Normalmente Abierto) está activo, TIM031 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPMOL (Parpadeo Molino 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 173: Activación memoria de Parpadeo FPMOL (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.174 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP6_LP22 (Luz Piloto Molino) se activa si F72 (Molino Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F34 (Molino Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPMOL (Parpadeo Molino 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Molino permitirá el parpadeo, y si SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino) y SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) están activos. Tenemos F3 (Molino Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

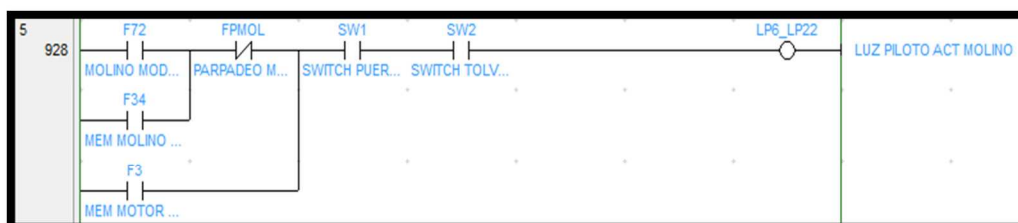


Figura 4. 174: Activación Luz Piloto Molino (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F562 (Paro Cóclea Interna Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.175 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F82 (Paro Cóclea Interna Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP3 (Memoria Parpadeo 3), y se enclava con FP3 (Normalmente Abierto) y si F513 (Memoria auxiliar de activación) y F313 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

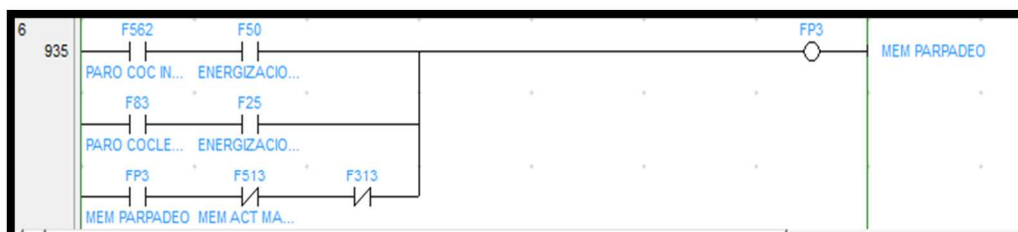


Figura 4. 175: Activación Memoria de Parpadeo 3 (Fuente Propia, 2012).

FP4 (Memoria Parpadeo 4) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM032 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.176.

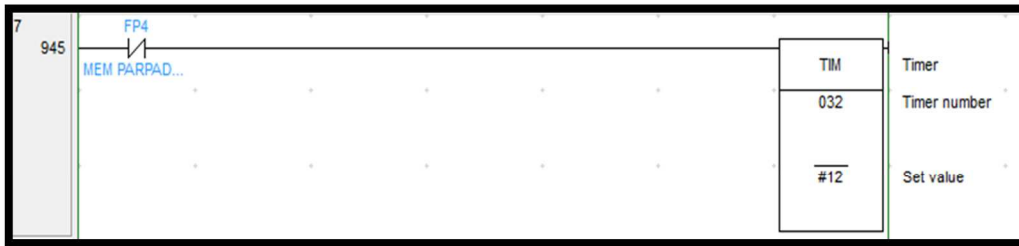


Figura 4. 176: Activación Timer de Parpadeo 3 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM032 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP4 (Memoria Parpadeo 4). La cual reiniciará los timers, Figura 4.177.



Figura 4. 177: Activación Memoria de Parpadeo 4 de Reset de Timer 3 y 4 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.178, FP4 (Memoria Parpadeo 4) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM033 seteado a 0,8 segundos.

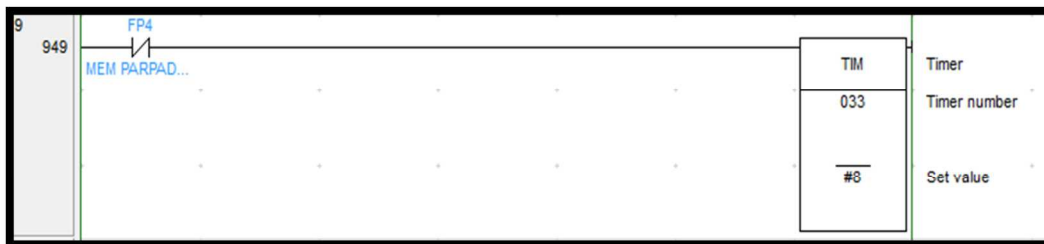


Figura 4. 178: Activación Timer de Parpadeo 4 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.179 si FP3 (Memoria Parpadeo 3) (Normalmente Abierto) está activo, TIM033 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCOCINT (Parpadeo Cóclea Interna) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 179: Activación memoria de Parpadeo FPCOCINT (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.180 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva LP7_LP23 (Luz Piloto Cóclea Interna) se

activa si F73 (Cóclea Interna Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F35 (Cóclea Interna Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPCOCINT (Parpadeo Cóclea Interna) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Cóclea Interna permitirá el parpadeo, y si SW1 (Interruptor de Seguridad de la Puerta del Molino) y SW2 (Interruptor de Seguridad de la Tolva del Molino) están activos. Tenemos F4 (Cóclea Interna Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

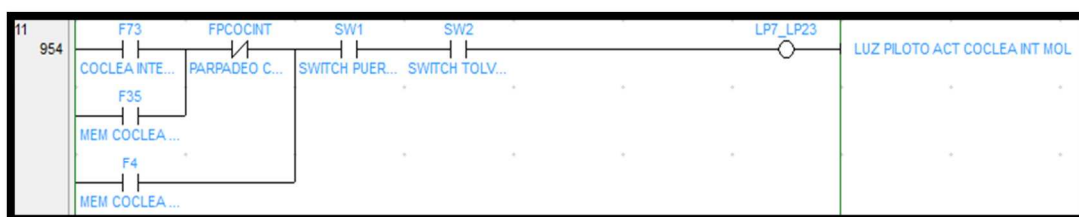


Figura 4. 180: Activación Luz Piloto Cóclea Interna (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F560 (Paro Cóclea 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.181 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F84 (Paro Cóclea 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP5 (Memoria Parpadeo 5), y se enclava con FP5 (Normalmente Abierto) y si F511 (Memoria auxiliar de activación) y F311 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

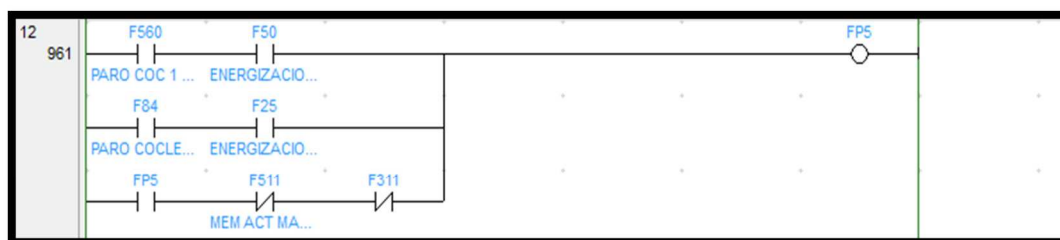


Figura 4. 181: Activación Memoria de Parpadeo 5 (Fuente Propia, 2012).

FP6 (Memoria Parpadeo 6) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM034 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.182.

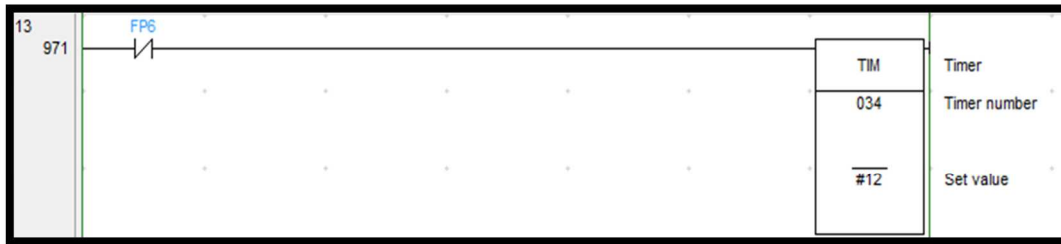


Figura 4. 182: Activación Timer de Parpadeo 5 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM034 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP4 (Memoria Parpadeo 6). La cual reiniciará los timers, Figura 4.183.

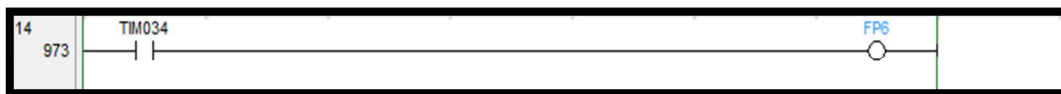


Figura 4. 183: Activación Memoria de Parpadeo 6 de Reset de Timer 5 y 6 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.184, FP6 (Memoria Parpadeo 6) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM035 seteado a 0,8 segundos.

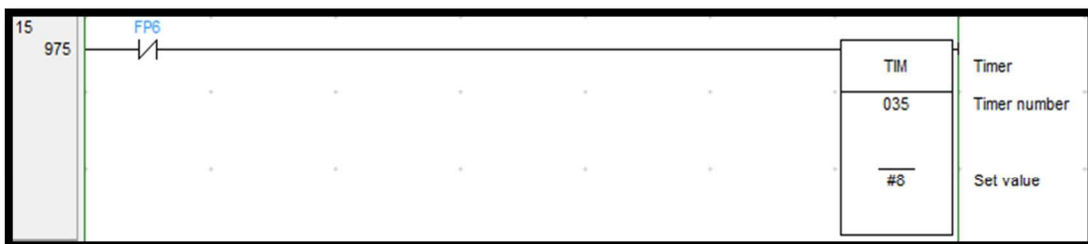


Figura 4. 184: Activación Timer de Parpadeo 6 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.185 si FP5 (Memoria Parpadeo 5) (Normalmente Abierto) está activo, TIM035 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCOC1 (Parpadeo Cóclea 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 185: Activación memoria de Parpadeo FPCOC1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.186 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP8_LP24 (Luz Piloto Cóclea 1) se activa si F71 (Cóclea 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo

o F35 (Cóclea 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPCO1 (Parpadeo Cóclea 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Cóclea 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F5 (Cóclea 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

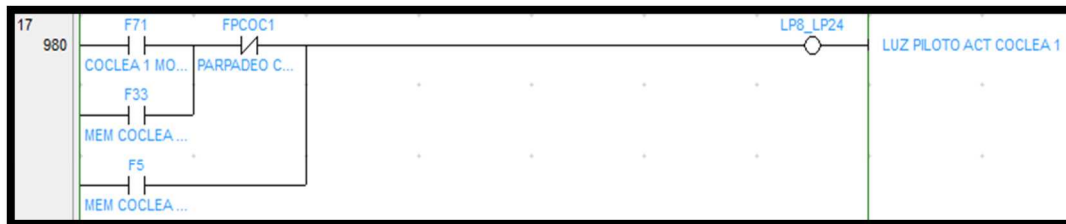


Figura 4. 186: Activación Luz Piloto Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F559 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.187 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F104 (Paro Motor 1 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP7 (Memoria Parpadeo 7), y se enclava con FP7 (Normalmente Abierto) y si F510 (Memoria auxiliar de activación) y F310 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

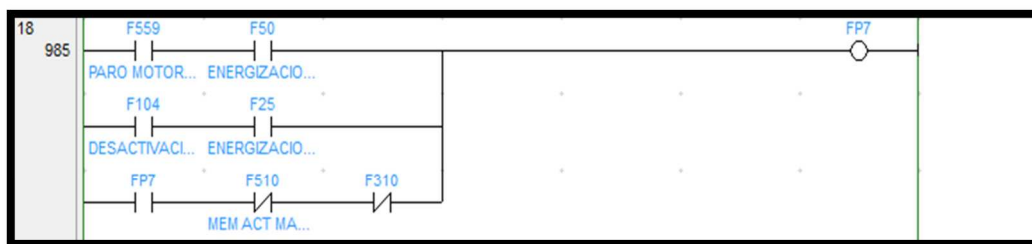


Figura 4. 187: Activación Memoria de Parpadeo 7 (Fuente Propia, 2012).

FP8 (Memoria Parpadeo 8) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM036 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.188.

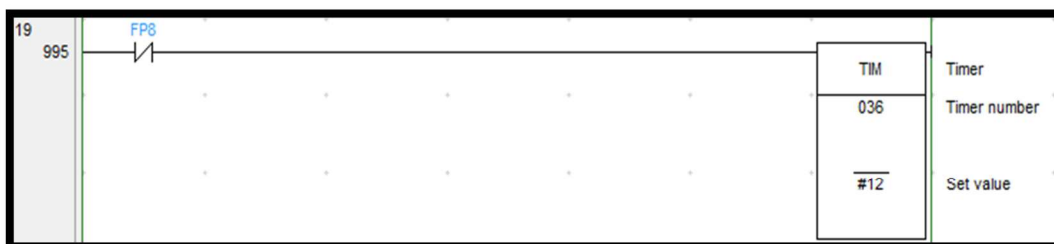


Figura 4. 188: Activación Timer de Parpadeo 7 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM036 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP8 (Memoria Parpadeo 8). La cual reiniciará los timers, Figura 4.189.

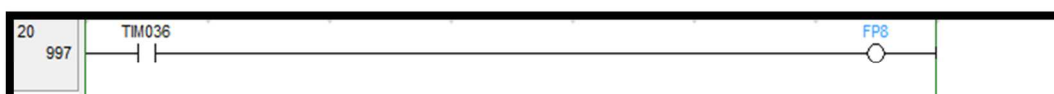


Figura 4. 189: Activación Memoria de Parpadeo 8 de Reset de Timer 7 y 8 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.190, FP8 (Memoria Parpadeo 8) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM037 seteado a 0,8 segundos.

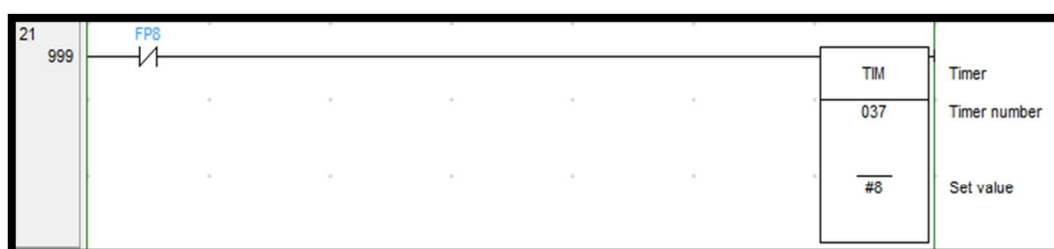


Figura 4. 190: Activación Timer de Parpadeo 8 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.191 si FP7 (Memoria Parpadeo 7) (Normalmente Abierto) está activo, TIM037 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM1B1 (Parpadeo Motor 1 Barco 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 191: Activación memoria de Parpadeo FPM1B1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.192 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP9_LP25 (Luz Piloto Motor 1 Barco 1) se activa si F70 (Motor 1 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente

Abierto) está activo o F44 (Motor 1 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM1B1 (Parpadeo Motor 1 Barco 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Motor 1 Barco 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F6 (Motor 1 Barco 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

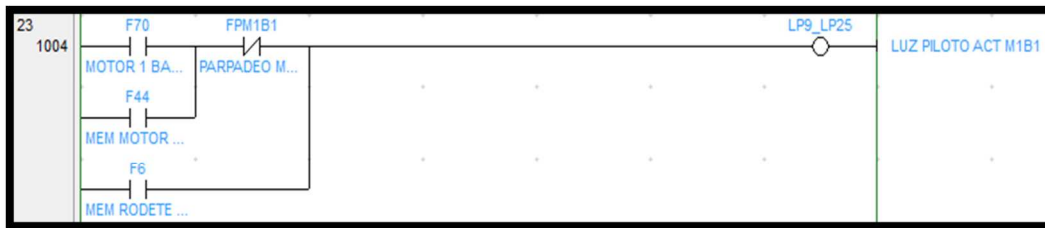


Figura 4. 192: Activación Luz Piloto Motor 1 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F558 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.193 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F103 (Paro Motor 2 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP9 (Memoria Parpadeo 9), y se enclava con FP9 (Normalmente Abierto) y si F509 (Memoria auxiliar de activación) y F309 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

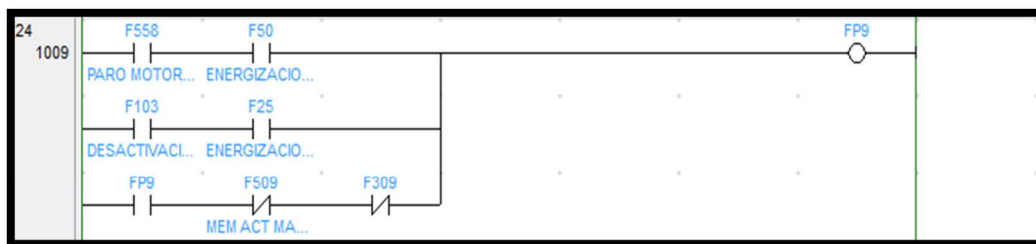


Figura 4. 193: Activación Memoria de Parpadeo 9 (Fuente Propia, 2012).

FP10 (Memoria Parpadeo 10) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM038 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.194.

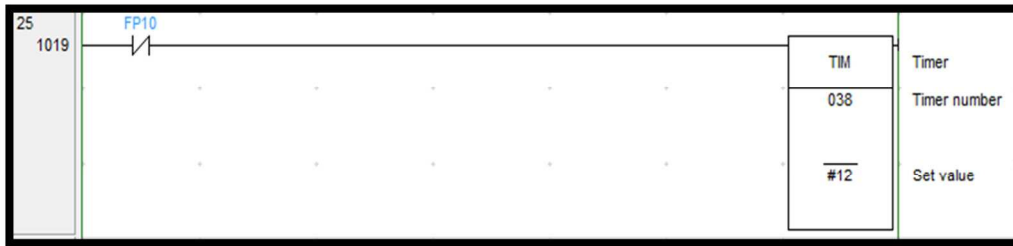


Figura 4. 194: Activación Timer de Parpadeo 9 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM038 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP10 (Memoria Parpadeo 10). La cual reiniciará los timers, Figura 4.195.

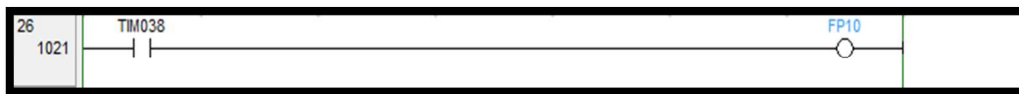


Figura 4. 195: Activación Memoria de Parpadeo 10 de Reset de Timer 9 y 10 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.196, FP10 (Memoria Parpadeo 10) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM039 seteado a 0,8 segundos.

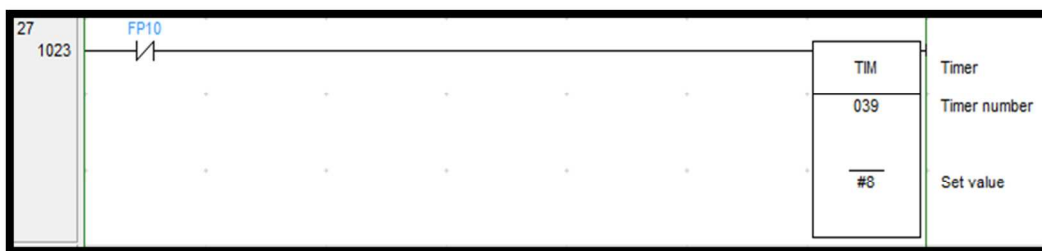


Figura 4. 196: Activación Timer de Parpadeo 10 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.197 si FP9 (Memoria Parpadeo 9) (Normalmente Abierto) está activo, TIM039 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM2B1 (Parpadeo Motor 2 Barco 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

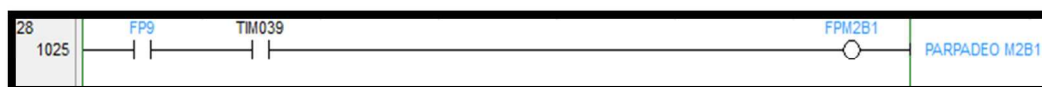


Figura 4. 197: Activación memoria de Parpadeo FPM2B1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.198 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP10_LP26 (Luz Piloto Motor 2 Barco 1) se activa si F69 (Motor 2 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente

Abierto) está activo o F43 (Motor 2 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM2B1 (Parpadeo Motor 2 Barco 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Motor 2 Barco 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F7 (Motor 2 Barco 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

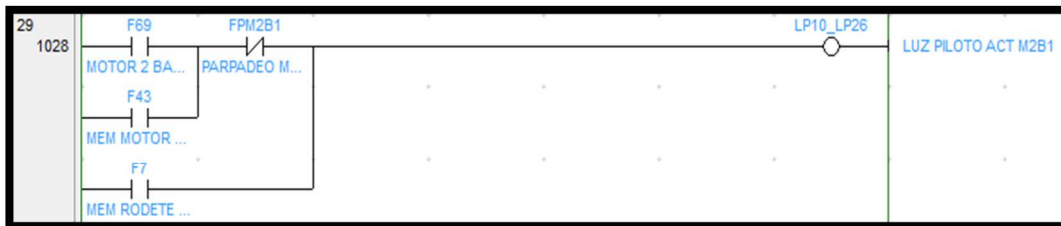


Figura 4. 198: Activación Luz Piloto Motor 2 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F557 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.199 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F102 (Paro Motor 3 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP11 (Memoria Parpadeo 11), y se enclava con FP11 (Normalmente Abierto) y si F508 (Memoria auxiliar de activación) y F308 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

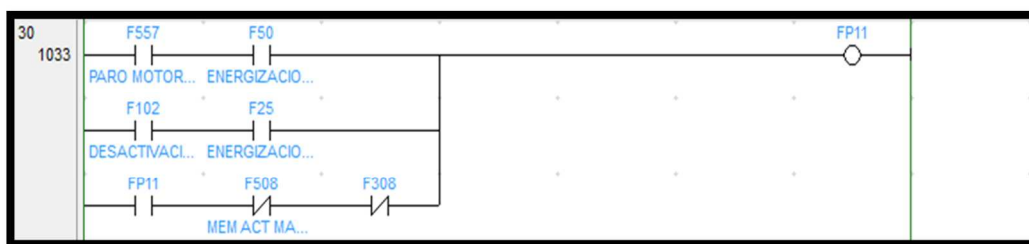


Figura 4. 199: Activación Memoria de Parpadeo 11 (Fuente Propia, 2012).

FP12 (Memoria Parpadeo 12) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM040 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.200.

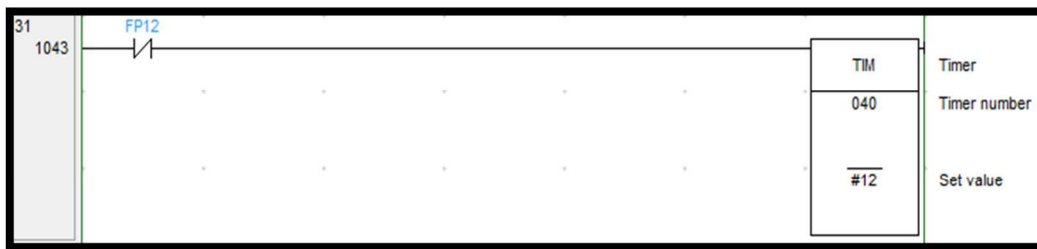


Figura 4. 200: Activación Timer de Parpadeo 11 (Fuente Propia, 2012).

Con TIM040 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP12 (Memoria Parpadeo 12). La cual reiniciará los timers, Figura 4.201.

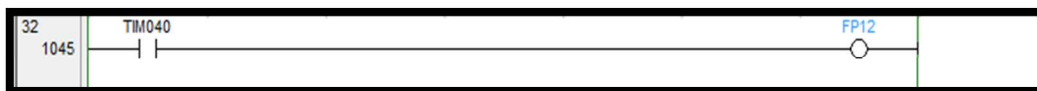


Figura 4. 201: Activación Memoria de Parpadeo 12 de Reset de Timer 11 y 12 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.202, FP12 (Memoria Parpadeo 12) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM041 seteado a 0,8 segundos.

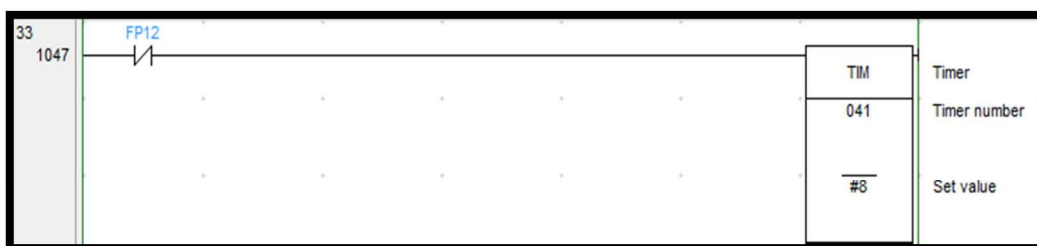


Figura 4. 202: Activación Timer de Parpadeo 12 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.203 si FP11 (Memoria Parpadeo 11) (Normalmente Abierto) está activo, TIM041 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM3B1 (Parpadeo Motor 3 Barco 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 203: Activación memoria de Parpadeo FPM3B1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.204 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP11_LP27 (Luz Piloto Motor 3

Barco 1) se activa si F68 (Motor 3 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F42 (Motor 3 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM3B1 (Parpadeo Motor 3 Barco 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Motor 3 Barco 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F8 (Motor 3 Barco 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

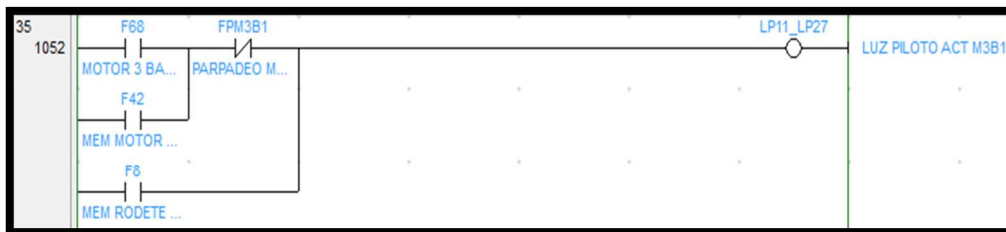


Figura 4. 204: Activación Luz Piloto Motor 3 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F556 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.205 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F101 (Paro Motor 4 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP13 (Memoria Parpadeo 13), y se enclava con FP13 (Normalmente Abierto) y si F507 (Memoria auxiliar de activación) y F307 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

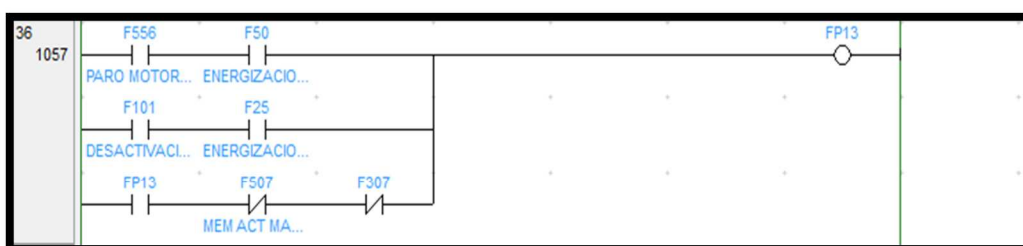


Figura 4. 205: Activación Memoria de Parpadeo 13 (Fuente Propia, 2012).

FP14 (Memoria Parpadeo 14) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM042 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.206.

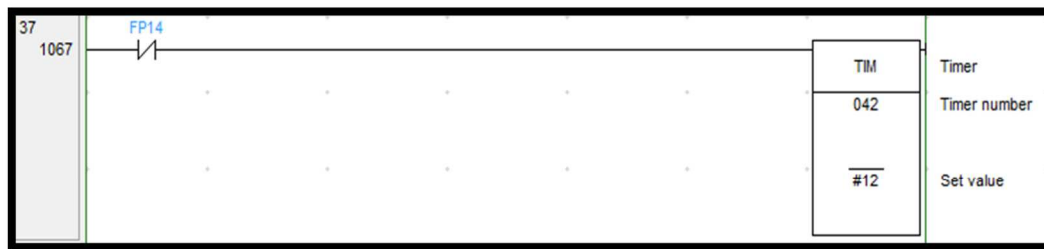


Figura 4. 206: Activación Timer de Parpadeo 13 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM042 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP14 (Memoria Parpadeo 14). La cual reiniciará los timers, Figura 4.207.



Figura 4. 207: Activación Memoria de Parpadeo 14 de Reset de Timer 13 y 14 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.208, FP14 (Memoria Parpadeo 14) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM043 seteado a 0,8 segundos.

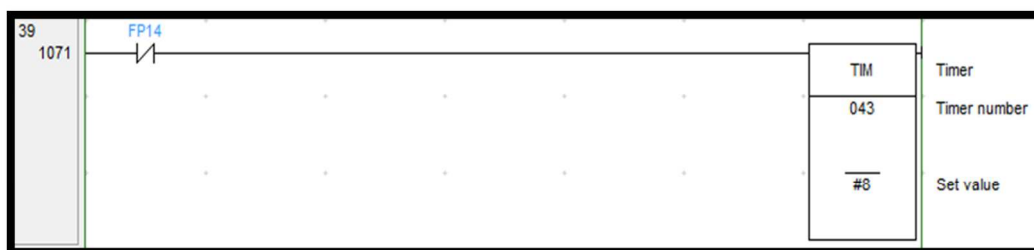


Figura 4. 208: Activación Timer de Parpadeo 14 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.209 si FP13 (Memoria Parpadeo 13) (Normalmente Abierto) está activo, TIM043 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM4B1 (Parpadeo Motor 4 Barco 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

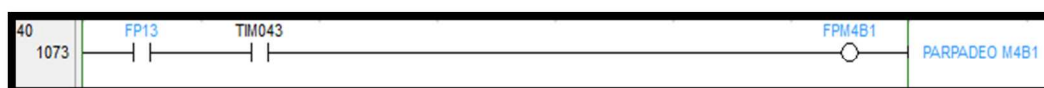


Figura 4. 209: Activación memoria de Parpadeo FPM4B1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.210 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP12_LP28 (Luz Piloto Motor 4 Barco 1) se activa si F67 (Motor 4 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente

Abierto) está activo o F41 (Motor 4 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM4B1 (Parpadeo Motor 4 Barco 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Motor 4 Barco 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F9 (Motor 4 Barco 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

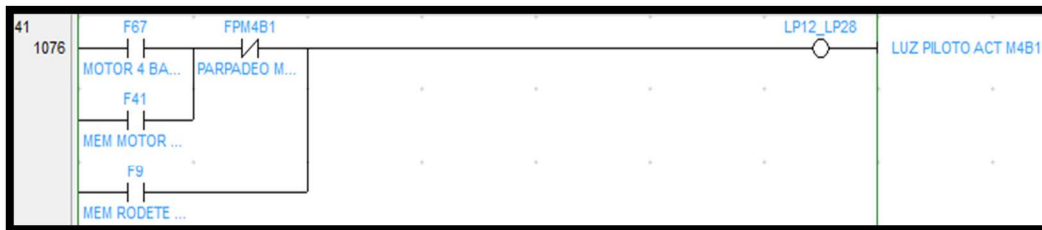


Figura 4. 210: Activación Luz Piloto Motor 4 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F555 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.211 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F100 (Paro Motor 5 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP15 (Memoria Parpadeo 15), y se enclava con FP15 (Normalmente Abierto) y si F506 (Memoria auxiliar de activación) y F306 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

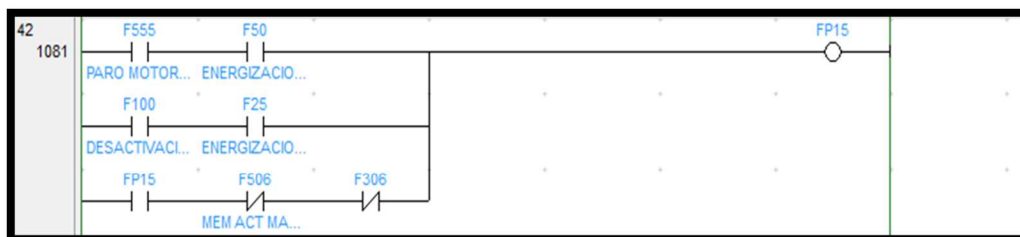


Figura 4. 211: Activación Memoria de Parpadeo 15 (Fuente Propia, 2012).

FP16 (Memoria Parpadeo 16) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM044 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.212.

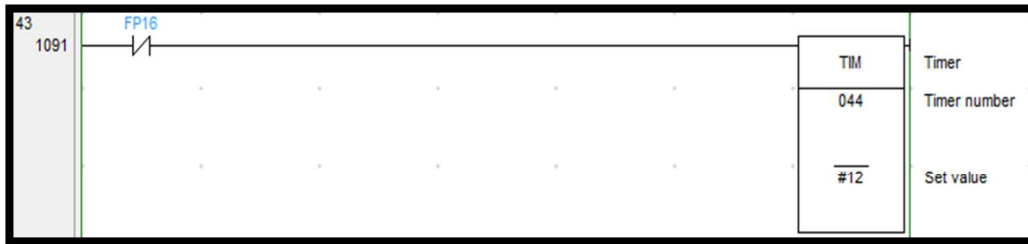


Figura 4. 212: Activación Timer de Parpadeo 15 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM044 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP16 (Memoria Parpadeo 16). La cual reiniciará los timers, Figura 4.213.

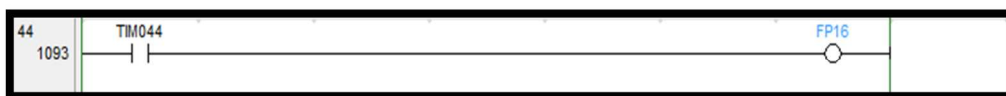


Figura 4. 213: Activación Memoria de Parpadeo 16 de Reset de Timer 15 y 16 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.214, FP16 (Memoria Parpadeo 16) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM045 seteado a 0,8 segundos.

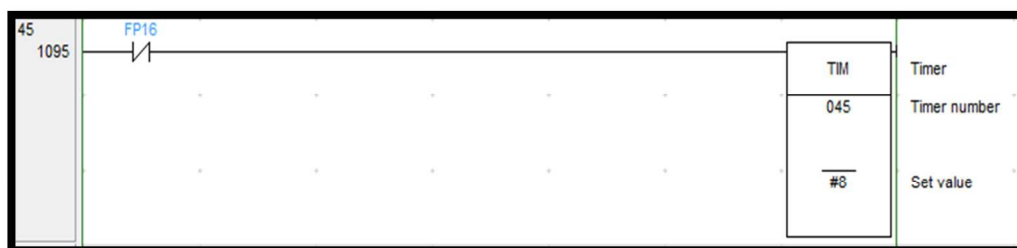


Figura 4. 214: Activación Timer de Parpadeo 16 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.215 si FP15 (Memoria Parpadeo 15) (Normalmente Abierto) está activo, TIM045 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM5B1 (Parpadeo Motor 5 Barco 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 215: Activación memoria de Parpadeo FPM5B1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.216 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva Ahora para observar la luz piloto

parpadeante se procede a accionar la salida, entonces LP13_LP29 (Luz Piloto Motor 5 Barco 1) se activa si F66 (Motor 5 Barco 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F32 (Motor 5 Barco 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM5B1 (Parpadeo Motor 5 Barco 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Motor 5 Barco 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F10 (Motor 5 Barco 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

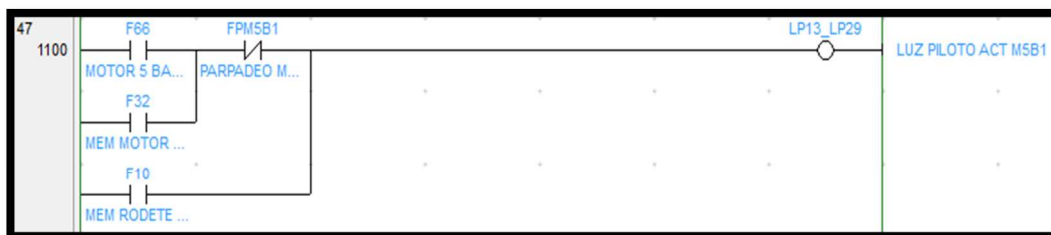


Figura 4. 216: Activación Luz Piloto Motor 5 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F554 (Paro Cóclea 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.217 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F86 (Paro Cóclea 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP17 (Memoria Parpadeo 17), y se enclava con FP17 (Normalmente Abierto) y si F505 (Memoria auxiliar de activación) y F305 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

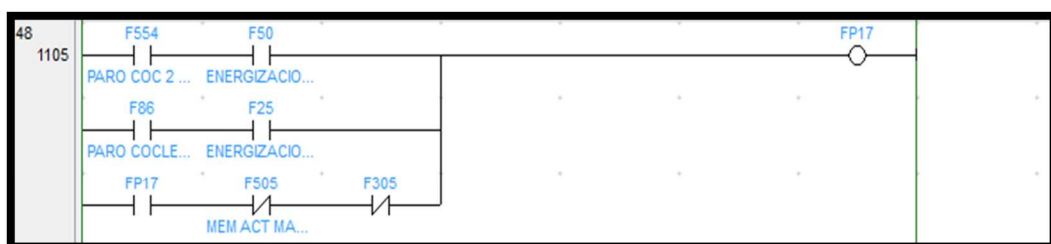


Figura 4. 217: Activación Memoria de Parpadeo 17 (Fuente Propia, 2012).

FP18 (Memoria Parpadeo 18) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM046 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.218.

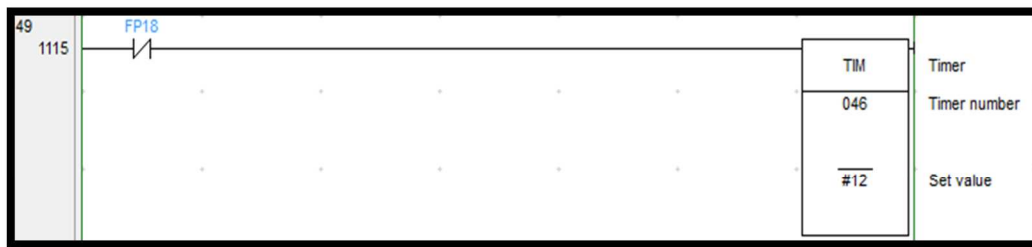


Figura 4. 218: Activación Timer de Parpadeo 17 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM046 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP18 (Memoria Parpadeo 18). La cual reiniciará los timers, Figura 4.219.

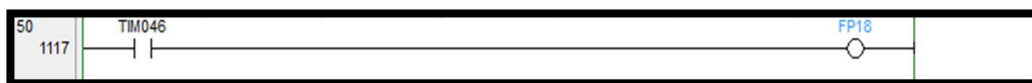


Figura 4. 219: Activación Memoria de Parpadeo 18 de Reset de Timer 17 y 18 de Parpadeo.

En la Figura 4.220, FP18 (Memoria Parpadeo 18) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM047 seteado a 0,8 segundos.

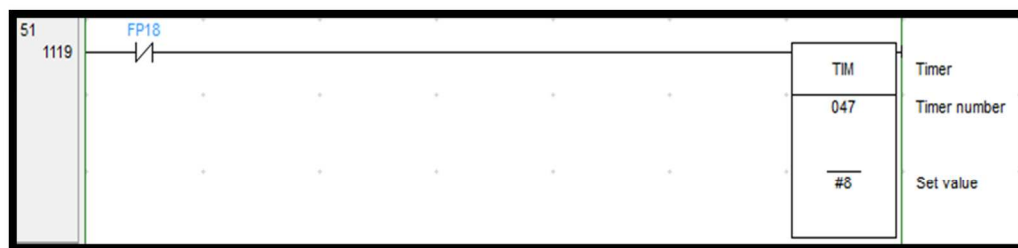


Figura 4. 220: Activación Timer de Parpadeo 18 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.221 si FP17 (Memoria Parpadeo 17) (Normalmente Abierto) está activo, TIM047 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCOC2 (Parpadeo Cóclea 2) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

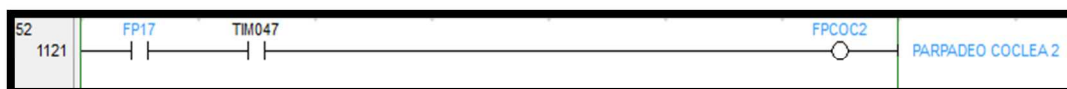


Figura 4. 221: Activación memoria de Parpadeo FPCOC2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.222 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP14_LP30 (Luz Piloto Cóclea 2) se activa si F65 (Cóclea 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F31 (Cóclea 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego

tenemos FPCOC2 (Parpadeo C6clea 2) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la C6clea 2 permitir6 el parpadeo. Tenemos F11 (C6clea 2 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que tambi6n activar6 la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

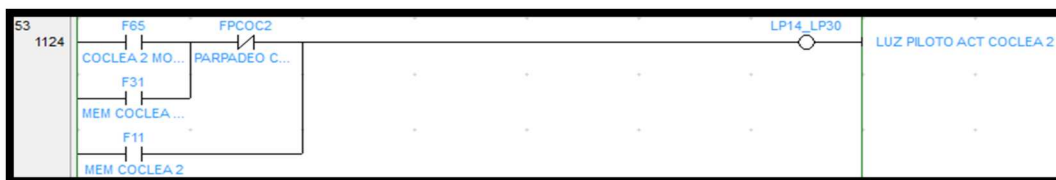


Figura 4. 222: Activaci6n Luz Piloto C6clea 2 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F553 (Paro Centrifugadora 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.223 y F50 (Energizaci6n Sistema Manual) est6 activo o F87 (Paro Centrifugadora 1 Mando Autom6tico) (Normalmente Abierto) y F25 (Energizaci6n Sistema Autom6tico) est6 activo, se activa la memoria FP19 (Memoria Parpadeo 19), y se enclava con FP19 (Normalmente Abierto) y si F504 (Memoria auxiliar de activaci6n) y F304 (Memoria auxiliar de activaci6n) no est6n activos.

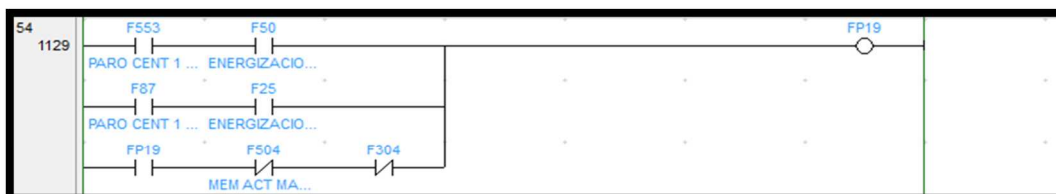


Figura 4. 223: Activaci6n Memoria de Parpadeo 19 (Fuente Propia, 2012).

FP20 (Memoria Parpadeo 20) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM048 seteado a 1,2 segundos con la l6gica expuesta al inicio de esta secci6n del programa, Figura 4.224.

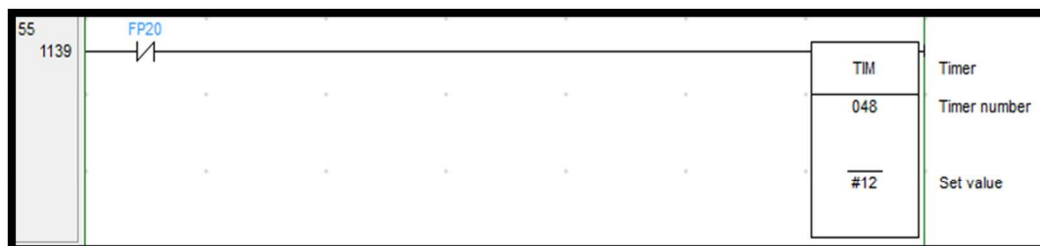


Figura 4. 224: Activaci6n Timer de Parpadeo 19.

Con el contacto TIM048NA se activa la memoria FP20 (Memoria Parpadeo 20). La cual reiniciará los timers, Figura 4.225.



Figura 4. 225: Activación Memoria de Parpadeo 20 de Reset de Timer 19 y 20 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.226, FP20 (Memoria Parpadeo 20) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM049 seteado a 0,8 segundos.

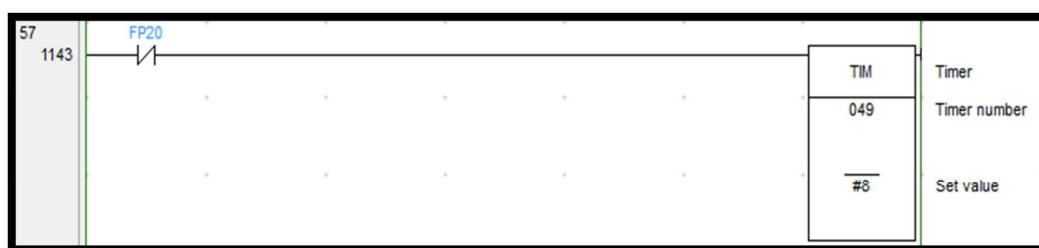


Figura 4. 226: Activación Timer de Parpadeo 20 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.227 si FP19 (Memoria Parpadeo 19) (Normalmente Abierto) está activo, TIM049 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCENT1 (Parpadeo Centrifugadora 1) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

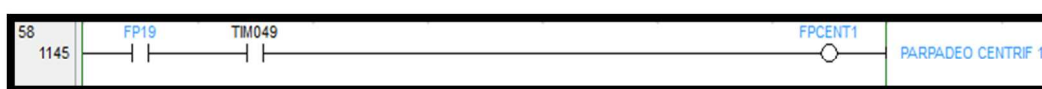


Figura 4. 227: Activación memoria de Parpadeo FPCENT1 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.228 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP15_LP31 (Luz Piloto Centrifugadora 1) se activa si F64 (Centrifugadora 1 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F30 (Centrifugadora 1 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPCENT1 (Parpadeo Centrifugadora 1) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Centrifugadora 1 permitirá el parpadeo. Tenemos F12 (Centrifugadora 1 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz

piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

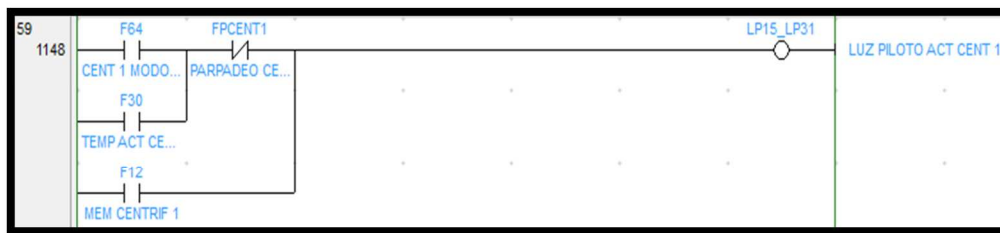


Figura 4. 228: Activación Luz Piloto Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F552 (Paro Barco 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.229 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F88 (Paro Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) están activo, se activa la memoria FP21 (Memoria Parpadeo 21), y se enclava con FP21 (Normalmente Abierto) y si F503 (Memoria auxiliar de activación) y F303 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

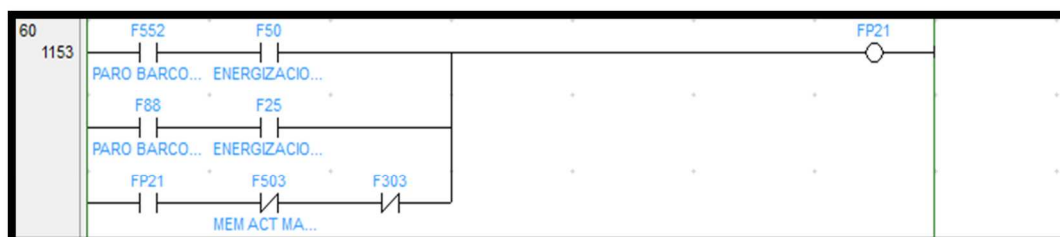


Figura 4. 229: Activación Memoria de Parpadeo 21 (Fuente Propia, 2012).

FP22 (Memoria Parpadeo 22) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM050 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.230.

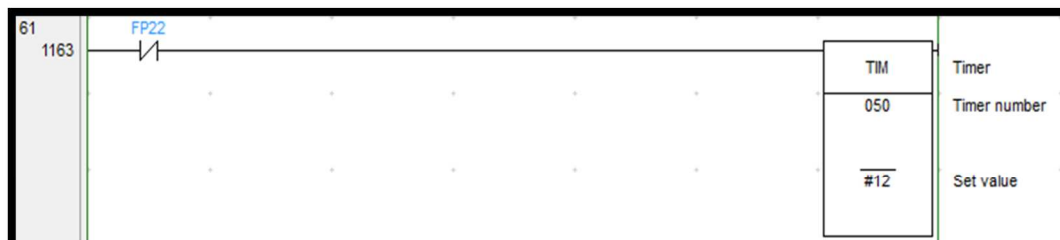


Figura 4. 230: Activación Timer de Parpadeo 21 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM050 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP22 (Memoria Parpadeo 22). La cual reiniciará los timers, Figura 4.231.

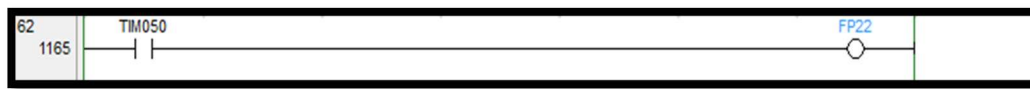


Figura 4. 231: Activación Memoria de Parpadeo 22 de Reset de Timer 21 y 22 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.232, FP22 (Memoria Parpadeo 22) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM051 seteado a 0,8 segundos.

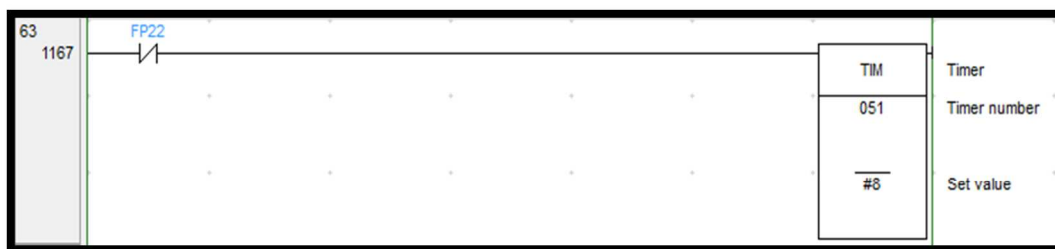


Figura 4. 232: Activación Timer de Parpadeo 22 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.233 si FP21 (Memoria Parpadeo 21) (Normalmente Abierto) está activo, TIM051 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPM1_M2_B2 (Parpadeo Barco 2) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 233: Activación memoria de Parpadeo FPM1_M2_B2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.234 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP16_LP32 (Luz Piloto Motor 1 Barco 2) se activa si F63 (Barco 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F28 (Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM1_M2_B2 (Parpadeo Barco 2) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Barco 2 permitirá el parpadeo. Tenemos F13 (Motor 1 Barco 2 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

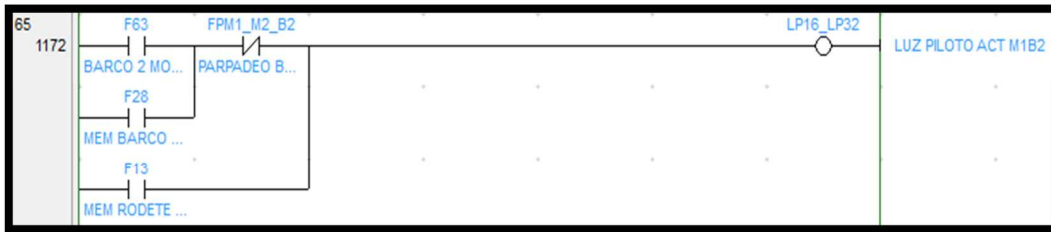


Figura 4. 234: Activación Luz Piloto Motor 1 Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.235 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP17_LP33 (Luz Piloto Motor 2 Barco 2) se activa si F63 (Barco 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F28 (Barco 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPM1_M2_B2 (Parpadeo Barco 2) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro del Barco 2 permitirá el parpadeo. Tenemos F14 (Motor 2 Barco 2 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

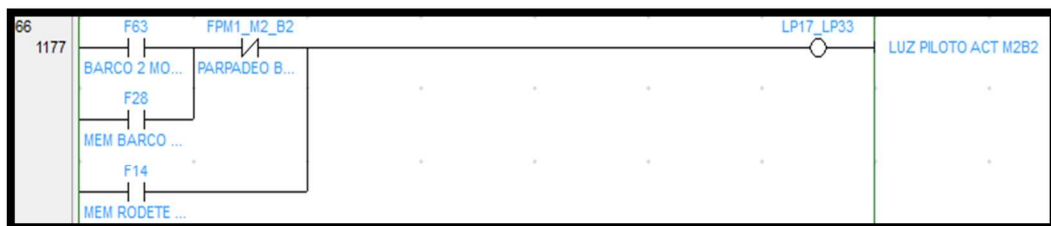


Figura 4. 235: Activación Luz Piloto Motor 2 Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F551 (Paro Cóclea 3 Mando Manual) (Normalmente Abierto) y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F89 (Paro Cóclea 3 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP23 (Memoria Parpadeo 23), y se enclava con FP23 (Normalmente Abierto) y si F502 (Memoria auxiliar de activación) y F302 (Memoria auxiliar de activación) no están activos, como se muestra en la Figura 4.236.

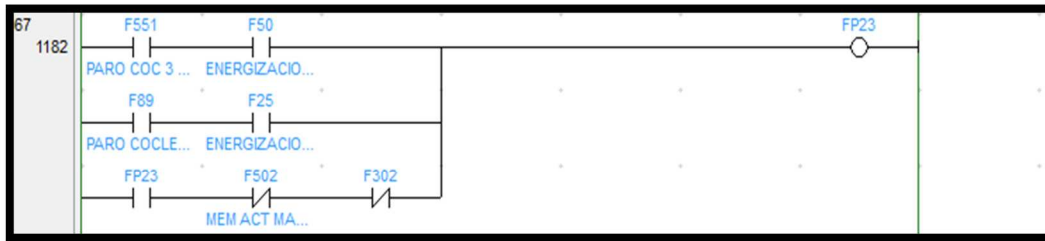


Figura 4. 236: Activación Memoria de Parpadeo 23 (Fuente Propia, 2012).

FP24 (Memoria Parpadeo 24) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM052 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.237.

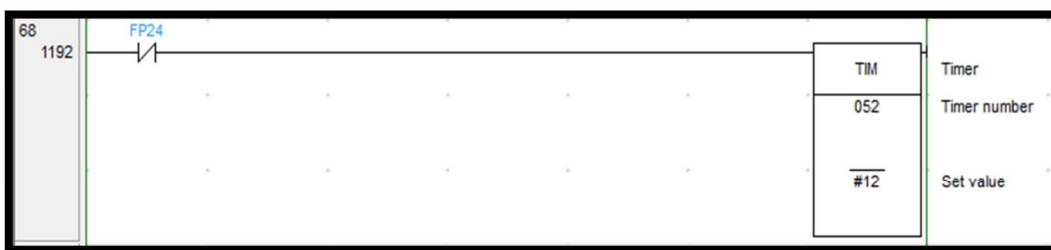


Figura 4. 237: Activación Timer de Parpadeo 23 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM052 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP24 (Memoria Parpadeo 24). La cual reiniciará los timers, Figura 4.238.

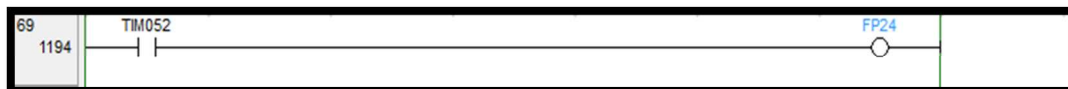


Figura 4. 238: Activación Memoria de Parpadeo 24 de Reset de Timer 23 y 24 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.239, FP24 (Memoria Parpadeo 24) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM053 seteado a 0,8 segundos.

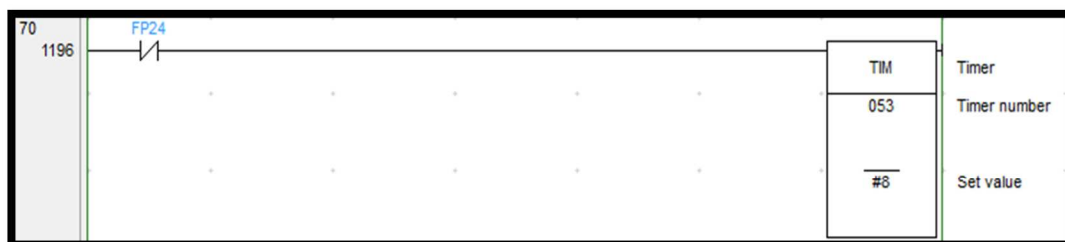


Figura 4. 239: Activación Timer de Parpadeo 24 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.240 si FP23 (Memoria Parpadeo 23) (Normalmente Abierto) está activo, TIM053 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCOC3 (Parpadeo Cóclea 3) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.



Figura 4. 240: Activación memoria de Parpadeo FPCOC3 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.241 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP18_LP34 (Luz Piloto Cóclea 3) se activa si F62 (Cóclea 3 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F27 (Cóclea 3 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPCOC3 (Parpadeo Cóclea 3) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Cóclea 3 permitirá el parpadeo. Tenemos F15 (Cóclea 3 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

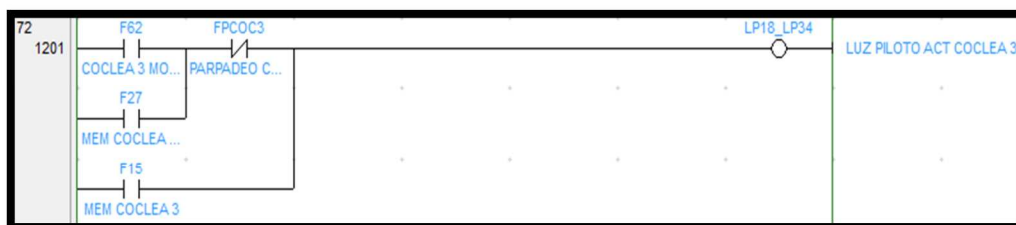


Figura 4. 241: Activación Luz Piloto Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F550 (Paro Centrifugadora 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.242 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F90 (Paro Centrifugadora 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP25 (Memoria Parpadeo 25), y se enclava con FP25 (Normalmente Abierto) y si F501 (Memoria auxiliar de activación) y F301 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.

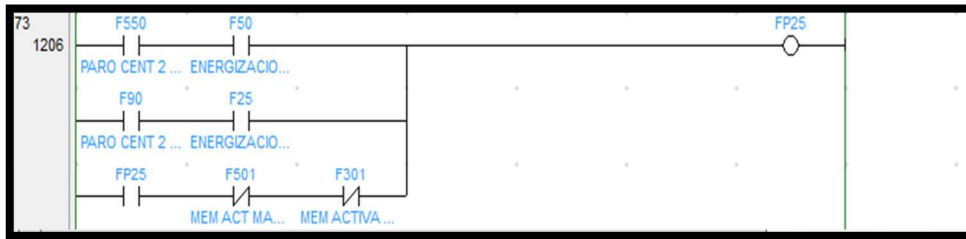


Figura 4. 242: Activación Memoria de Parpadeo 25 (Fuente Propia, 2012).

FP26 (Memoria Parpadeo 26) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM054 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.243.

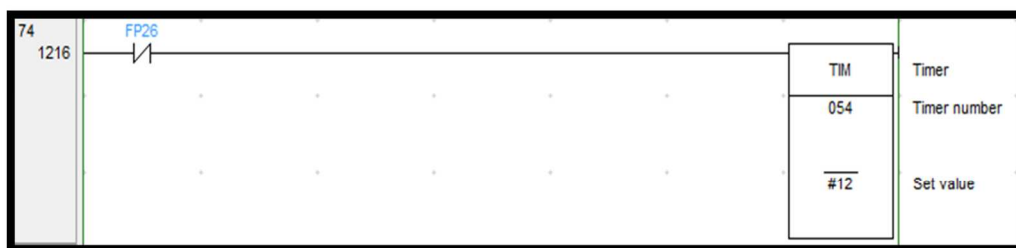


Figura 4. 243: Activación Timer de Parpadeo 25 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM054 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP26 (Memoria Parpadeo 26). La cual reiniciará los timers, Figura 4.244.

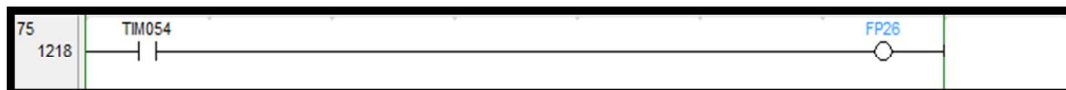


Figura 4. 244: Activación Memoria de Parpadeo 26 de Reset de Timer 25 y 26 de Parpadeo.

En la Figura 4.245, FP26 (Memoria Parpadeo 26) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM055 seteado a 0,8 segundos.

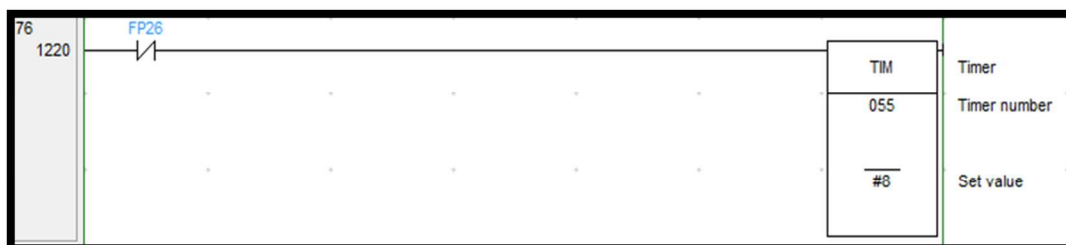


Figura 4. 245: Activación Timer de Parpadeo 26 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.246 si FP25 (Memoria Parpadeo 25) (Normalmente Abierto) está activo, TIM055 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su

activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPCENT2 (Parpadeo Centrifugadora 2) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

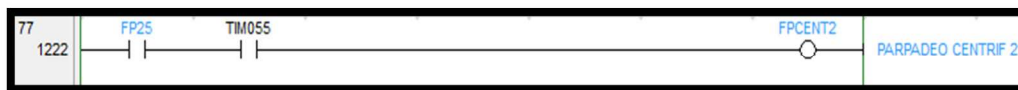


Figura 4. 246: Activación memoria de Parpadeo FPCENT2 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.247 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP19_LP35 (Luz Piloto Centrifugadora 2) se activa si F61 (Centrifugadora 2 Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F26 (Centrifugadora 2 Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPCENT2 (Parpadeo Cóclea 3) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Centrifugadora 2 permitirá el parpadeo. Tenemos F16 (Centrifugadora 2 Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

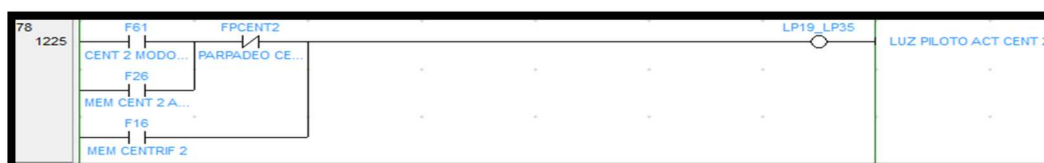


Figura 4. 247: Activación Luz Piloto Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

Si se acciona F563 (Paro Banda Transportadora Mando Manual) (Normalmente Abierto) como se muestra en la Figura 4.248 y F50 (Energización Sistema Manual) está activo o F81 (Paro Banda Transportadora Mando Automático) (Normalmente Abierto) y F25 (Energización Sistema Automático) está activo, se activa la memoria FP27 (Memoria Parpadeo 27), y se enclava con FP27 (Normalmente Abierto) y si F514 (Memoria auxiliar de activación) y F314 (Memoria auxiliar de activación) no están activos.



Figura 4. 248: Activación Memoria de Parpadeo 27 (Fuente Propia, 2012).

FP28 (Memoria Parpadeo 28) (Normalmente Cerrado) acciona el TIM056 seteado a 1,2 segundos con la lógica expuesta al inicio de esta sección del programa, Figura 4.249.

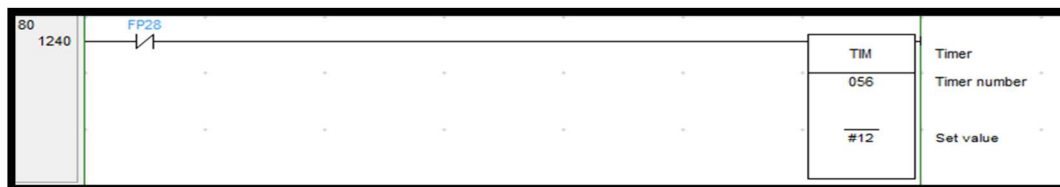


Figura 4. 249: Activación Timer de Parpadeo 27 (Fuente Propia, 2012).

Con el contacto TIM056 (Normalmente Abierto) se activa la memoria FP28 (Memoria Parpadeo 28). La cual reiniciará los timers, Figura 4.250.

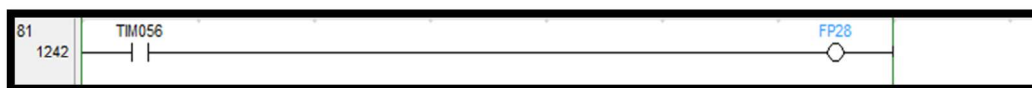


Figura 4. 250: Activación Memoria de Parpadeo 28 de Reset de Timer 27 y 28 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.251, FP28 (Memoria Parpadeo 28) (Normalmente Cerrado) acciona también el TIM057 seteado a 0,8 segundos.

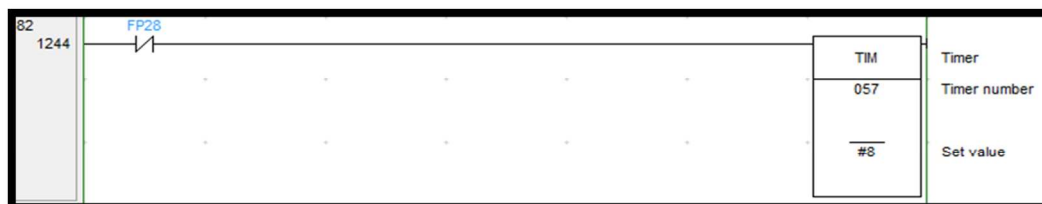


Figura 4. 251: Activación Timer de Parpadeo 28 (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.252 si FP27 (Memoria Parpadeo 27) (Normalmente Abierto) está activo, TIM057 (Normalmente Abierto) tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria FPBT (Parpadeo Banda Transportadora) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido.

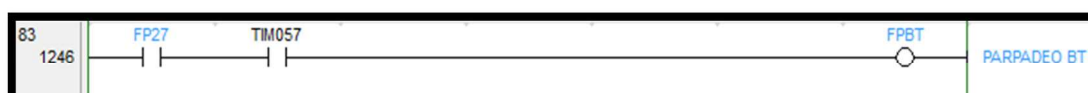


Figura 4. 252: Activación memoria de Parpadeo FPCBT (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.253 podemos observar la luz piloto parpadeante mediante el accionamiento de la salida respectiva, entonces LP5_LP21 (Luz Piloto Banda Transportadora) se activa si F74 (Banda Transportadora Mando Manual) (Normalmente Abierto) está activo o F36 (Banda Transportadora Mando Automático) (Normalmente Abierto) está activo, luego tenemos FPBT (Parpadeo Banda Transportadora) (Normalmente Cerrado) que en caso de activarse el paro de la Banda Transportadora permitirá el parpadeo. Tenemos F1 (Banda Transportadora Mando Mantenimiento) (Normalmente Abierto) que también activará la luz piloto pero sin parpadeo ya que en el mando de mantenimiento no es requerido.

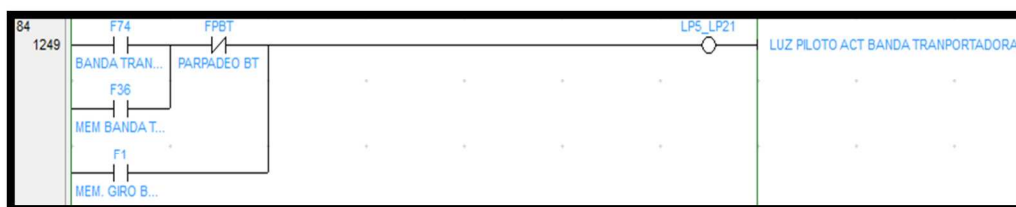


Figura 4. 253: Activación Luz Piloto Banda Transportadora (Fuente Propia, 2012).

4.4.3.8 Desactivación Mando Automático.

La última sección indica la secuencia contraria a la activación en el mando automático y entrará en funcionamiento al presionar P37 (Desactivación Mando Automático).

Este mando de desactivación tiene la función de que las máquinas se desactiven evacuando la materia prima que se encuentre en cada una para con esto evitar que se atasquen las máquinas cuando el proceso vuelva a iniciar, entonces su lógica es de desactivación contraria a la de activación, es decir, se desactivará desde M2 (Motor Molino) hasta M15 (Motor Centrifugadora 2)

Si se pulsa P37 (Desactivación Mando Automático), se acciona la memoria F200 si F25 (Energización Sistema Automático) esta activo, y se enclava con F200 Normalmente Abierto y si P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) y F214 (Reset Desactivación Automática) no están activos, Figura 4.254.

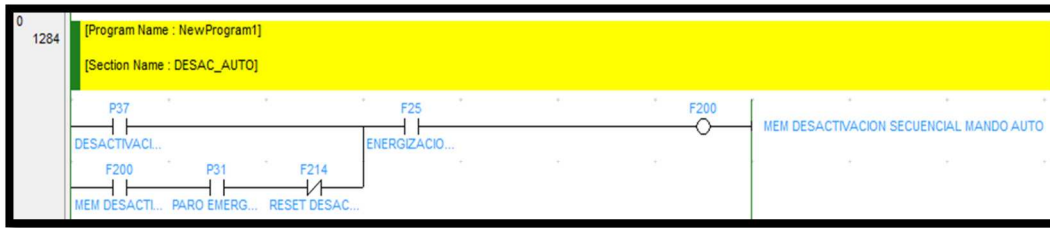


Figura 4. 254: Accionamiento de la Secuencia de Desactivación Automática (Fuente Propia, 2012).

Inicia la desactivación con el accionamiento de F200 (Desactivación Mando Automático) Normalmente Abierto, el cual acciona el temporizador TIM 060 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima el Molino), Figura 4.255.

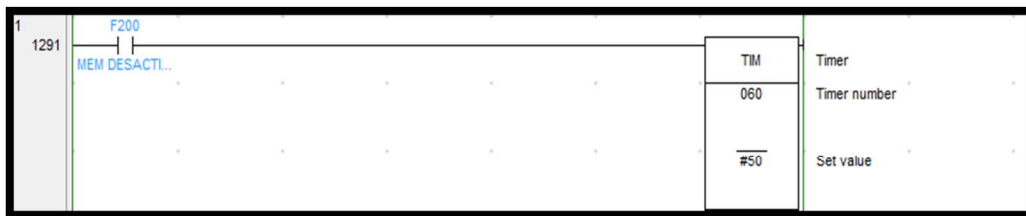


Figura 4. 255: Temporizador de Desactivación del Molino (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM060 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F201 (Desactivación Secuencial Molino). Véase Figura 4.256.

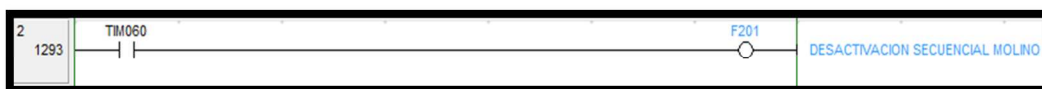


Figura 4. 256: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Molino (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F201 (Desactivación Secuencial Molino) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 061 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Cóclea Interna), Figura 4.257.

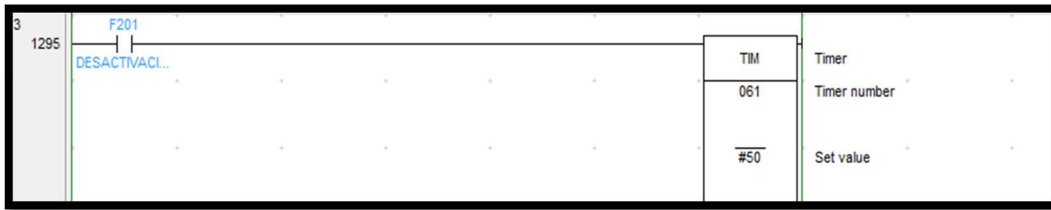


Figura 4. 257: Temporizador de Desactivación de la Cóclea Interna (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM061 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F202 (Desactivación Secuencial Cóclea Interna). Véase Figura 4.258.

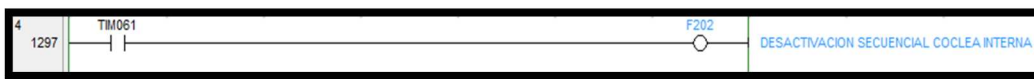


Figura 4. 258: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea Interna (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F202 (Desactivación Secuencial Cóclea Interna) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 062 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Cóclea 1), Figura 4.259.

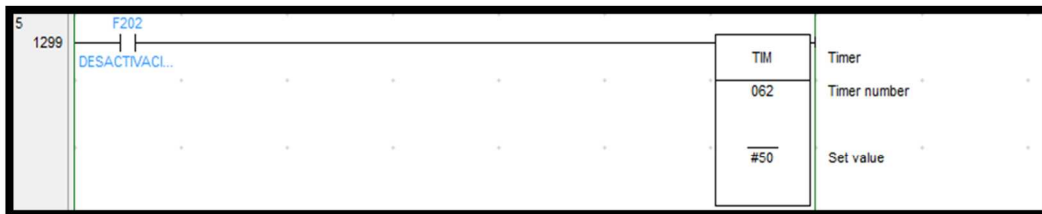


Figura 4. 259: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM062 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F203 (Desactivación Secuencial Cóclea 1). Véase Figura 4.260.



Figura 4. 260: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F203 (Desactivación Secuencial Cóclea 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 063 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Motor 1 Barco 1), observar Figura 4.261.

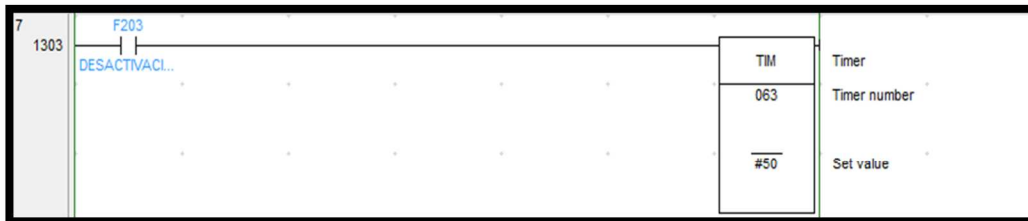


Figura 4. 261: Temporizador de Desactivación del Motor 1 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM063 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F204 (Desactivación Secuencial Motor 1 Barco 1). Véase Figura 4.262.



Figura 4. 262: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 1 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F204 (Desactivación Secuencial Motor 1 Barco 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 064 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Motor 2 Barco 1), Figura 4.263.

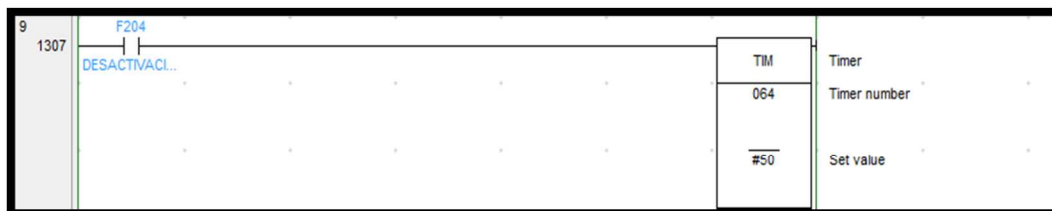


Figura 4. 263: Temporizador de Desactivación del Motor 2 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM064 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F205 (Desactivación Secuencial Motor 2 Barco 1). Véase Figura 4.264.



Figura 4. 264: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 2 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F205 (Desactivación Secuencial Motor 2 Barco 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 065 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Motor 3 Barco 1), Figura 4.265

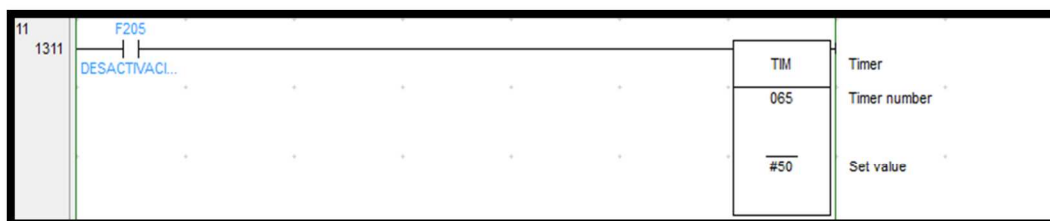


Figura 4. 265: Temporizador de Desactivación del Motor 3 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM065 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F206 (Desactivación Secuencial Motor 3 Barco 1). Véase Figura 4.266.

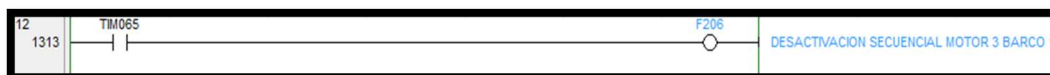


Figura 4. 266: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 3 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F206 (Desactivación Secuencial Motor 3 Barco 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 066 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Motor 4 Barco 1), Figura 4.267.

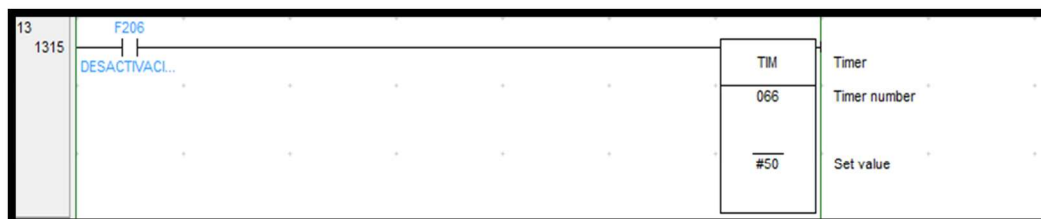


Figura 4. 267: Temporizador de Desactivación del Motor 4 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM066 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F207 (Desactivación Secuencial Motor 4 Barco 1). Véase Figura 4.268.

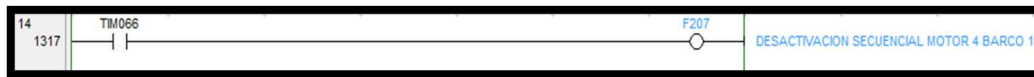


Figura 4. 268: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 4 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F207 (Desactivación Secuencial Motor 4 Barco 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 067 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Motor 5 Barco 1), observar Figura 4.269.

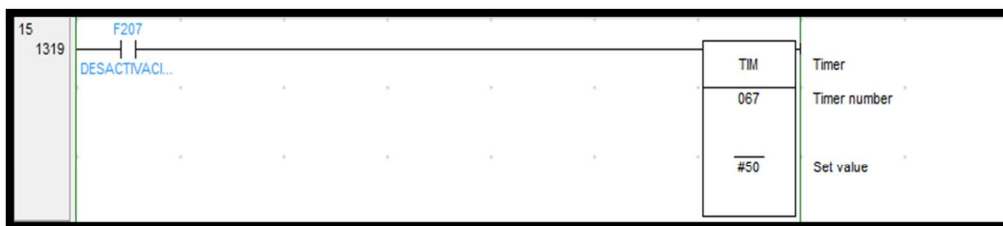


Figura 4. 269: Temporizador de Desactivación del Motor 5 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM067 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F208 (Desactivación Secuencial Motor 5 Barco 1). Véase Figura 4.270.

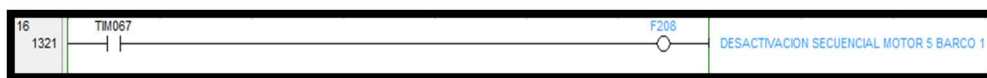


Figura 4. 270: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Motor 5 Barco 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F208 (Desactivación Secuencial Motor 5 Barco 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 068 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Cóclea 2), ver Figura 4.271



Figura 4. 271: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM068 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F209 (Desactivación Secuencial Cóclea 2). Véase Figura 4.272.

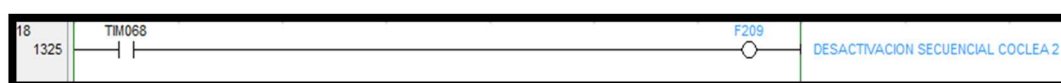


Figura 4. 272: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 2 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F209 (Desactivación Secuencial Cóclea 2) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 069 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Centrifugadora 1), observar la Figura 4.273.

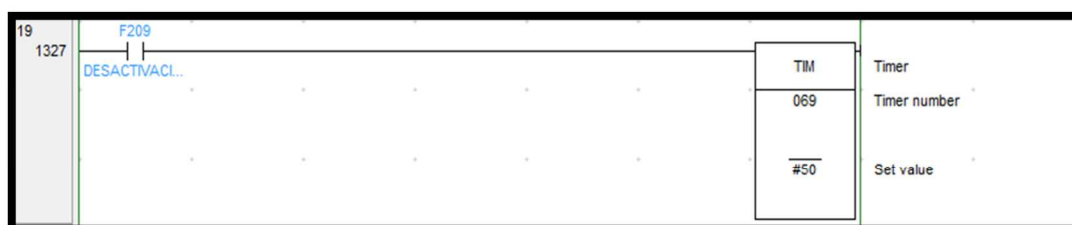


Figura 4. 273: Temporizador de Desactivación de la Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM069 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F210 (Desactivación Secuencial Centrifugadora 1). Véase Figura 4.274.



Figura 4. 274: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Centrifugadora 1 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F210 (Desactivación Secuencial Centrifugadora 1) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 070 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en el Barco 2). Véase Figura 4.275.

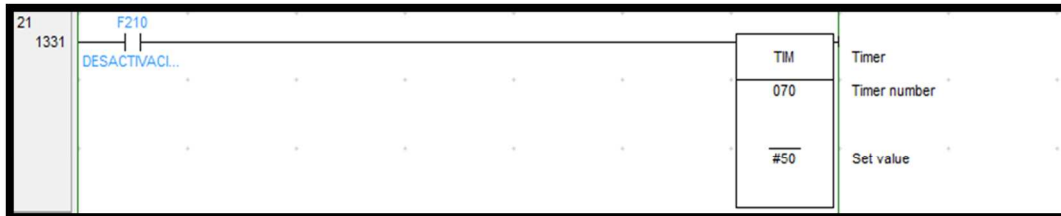


Figura 4. 275: Temporizador de Desactivación del Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM070 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F211 (Desactivación Secuencial Motores Barco 2). Véase Figura 4.276.

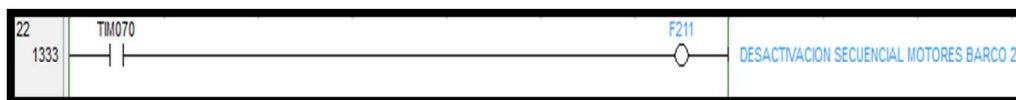


Figura 4. 276: Accionamiento de la Memoria de Desactivación del Barco 2 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F211 (Desactivación Secuencial Motores Barco 2) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 071 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Cóclea 3). Véase Figura 4.277.

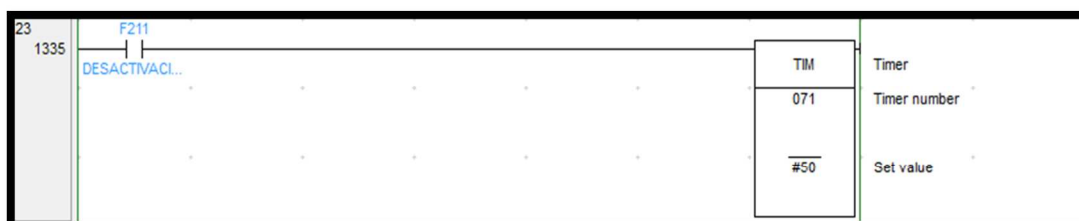


Figura 4. 277: Temporizador de Desactivación de la Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM071 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F212 (Desactivación Secuencial Cóclea 3). Véase Figura 4.278.

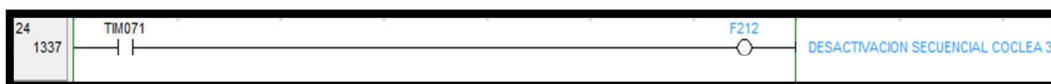


Figura 4. 278: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Cóclea 3 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F212 (Desactivación Secuencial Cóclea 3) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 072 el cual se encuentra seteado en 5 segundos (tiempo a ser seteado de acuerdo al tiempo que se demore en evacuar la materia prima en la Centrifugadora 2). Véase la Figura 4.279.

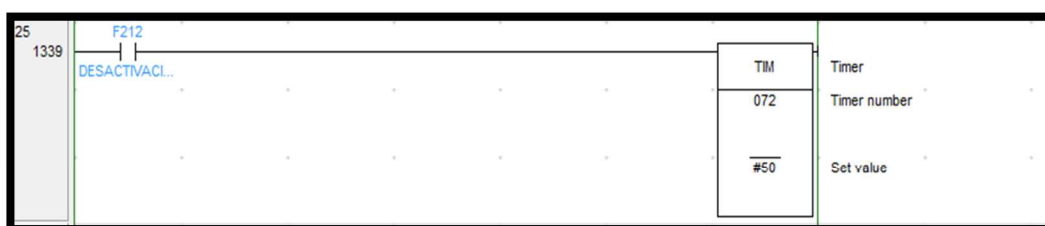


Figura 4. 279: Temporizador de Desactivación de la Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM072 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto (NA), del mismo se acciona la memoria F213 (Desactivación Secuencial Centrifugadora 2). Véase la Figura 4.280.

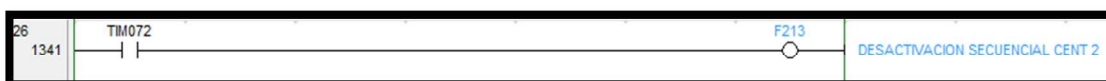


Figura 4. 280: Accionamiento de la Memoria de Desactivación de la Centrifugadora 2 (Fuente Propia, 2012).

Con la activación de F213 (Desactivación Secuencial Centrifugadora 2) Normalmente Abierto, se acciona el temporizador TIM 073 el cual se encuentra seteado en 5 segundos, como se puede observar en la Figura 4.281.

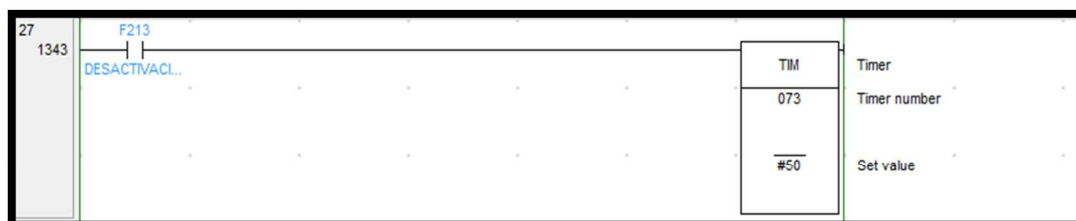


Figura 4. 281: Temporizador de Activación Reset (Fuente Propia, 2012).

Una vez que TIM073 finaliza su conteo con un Contacto Normalmente Abierto del mismo se acciona la memoria F214 (Reset Desactivación Automática), la cual desactivará la secuencia de desactivación para volverla a iniciar si el proceso vuelve a estar en marcha. Véase en la Figura 4.282.

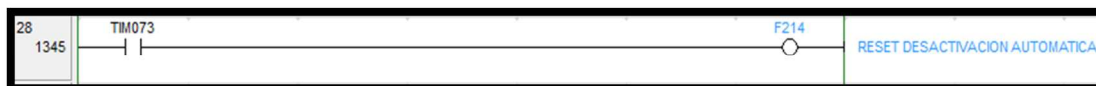


Figura 4. 282: Accionamiento de la Memoria de Reset (Fuente Propia, 2012).

Para visualizar que el proceso se encuentra en la secuencia de desactivación la luz piloto del mando automático LP2 parpadeará mientras las máquinas se desactiven.

En la Figura 4.283, si se acciona F37 (Desactivación Mando Automático) Normalmente Abierto (NA), se activa la memoria F215 (Activación Parpadeo Luz Piloto Mando Automático), y se enclava con F215 Normalmente Abierto (NA) y si P31 (Paro de Emergencia Global del Proceso) y F214 (Reset Desactivación Automática) no están activos.

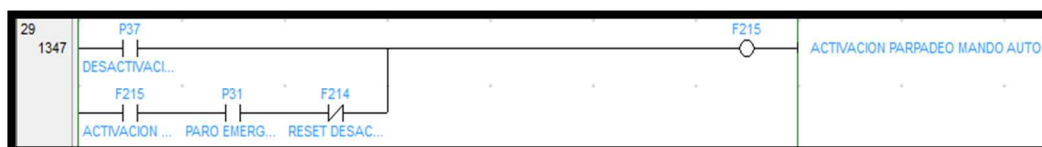


Figura 4. 283: Accionamiento de Parpadeo de la Luz Piloto del Accionamiento Automático (Fuente Propia, 2012).

F216 (Memoria Parpadeo LP1) Normalmente Cerrado (NC) acciona el TIM074 seteado a 1,2 segundos, como se puede observar en la Figura 4.284.

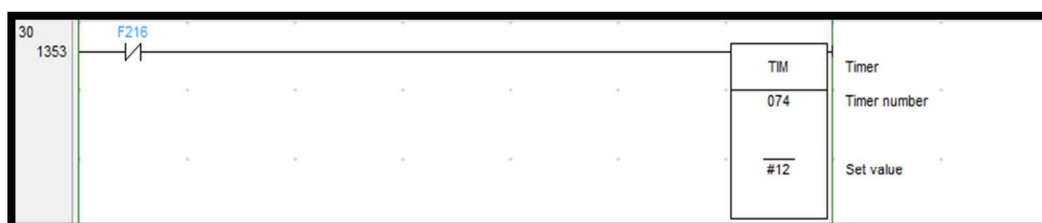


Figura 4. 284: Temporizador 1 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

Con TIM074 NA se activa la memoria F216 (Memoria Parpadeo LP1). La cual reiniciará los timers 74 y 75. Figura 4.285.



Figura 4. 285: Activación de la Memoria de Reset de Temporizadores (Fuente Propia, 2012).

En la Figura 4.286, F216 (Memoria Parpadeo LP1) Normalmente Cerrado (NC) acciona también el TIM075 seteado a 0,8 segundos.

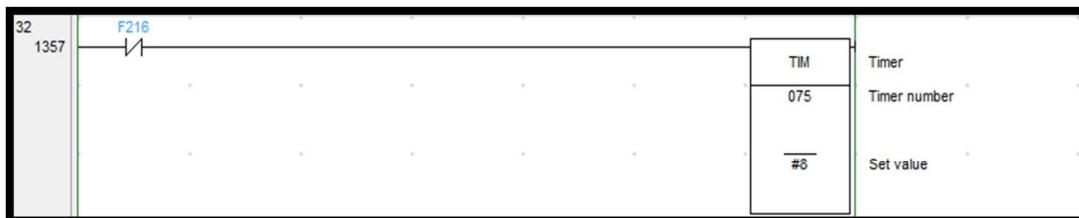


Figura 4. 286: Temporizador 2 de Parpadeo (Fuente Propia, 2012).

Entonces si F215(Activación Parpadeo Luz Piloto Mando Automático) Normalmente Abierto (NA) está activo, TIM075 NA tendrá una intermitencia en su activación de 0,4 segundos, y con esto la memoria F217(Parpadeo Mando Automático) se accionará el mismo tiempo lo que generará el parpadeo requerido. F217 se encuentra en la sección 1 del programa en la activación de la salida de LP2 (Luz Piloto Accionamiento Automático). Véase en la Figura 4.287.



Figura 4. 287: Accionamiento Memoria de Parpadeo de Luz Piloto (Fuente Propia, 2012).

CAPÍTULO 5: IMPLEMENTACIÓN, PRUEBAS Y PUESTA A PUNTO

5.1 CONSTRUCCIÓN

Se definió las características del armario de control en base a la cantidad de elementos que intervienen en el proceso y sus dimensiones. De esta manera, buscando en la bodega de la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A., se encontró el armario que cumplía con todos los requerimientos del diseño, sus dimensiones son en alto 2 m, largo 1.8 m y en ancho 0.5 m, como se puede observar en la Figura 5.1 (Revisar Plano N° 25) (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 1: Armario proporcionado por la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A., que cumple con los requerimientos necesarios para la implementación (Fuente Propia, 2012).

Una vez establecido el armario de control, se procedió a limpiarlo y a dejarlo listo para la implementación de todos los elementos que forman parte del sistema de automatización del proceso (Fuente Propia, 2012).

5.1.1 Colocación de Canaletas.

La utilización de canaletas es muy importante ya que, facilita el traslado de cables y conexión de los diferentes elementos, como se puede observar en la Figura 5.2(Ver ANEXOS 33 y 34)(Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 2: Canaletas (Fuente Propia, 2012).

5.1.2 Colocación de Barras DIN tipo C y tipo G.

Las barras DIN se utilizan para colocar los elementos Eléctricos y Electrónicos, todos estos dispositivos vienen estandarizados para ser ubicados mediante una barra DIN tipo C, como contactores, guardamotores, relés, PLC, etc. Y las barras DIN tipo G son utilizadas para diferentes borneras, como se puede observar en la Figura 5.3 (Ver ANEXO 36) (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 3: Barras DIN y Canaletas (Fuente Propia, 2012).

5.1.3 Ubicación de Elementos.

Siguiendo el diseño establecido en el Plano N° 25, se procede a colocar los elementos de la forma más práctica y más entendible para los operarios y técnicos que manipulen el armario e control y el proceso en sí, , como se puede observar en la Figura 5.4 y la Figura 5.5 (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 4: Ubicación de Elementos (Fuente Propia, 2012).

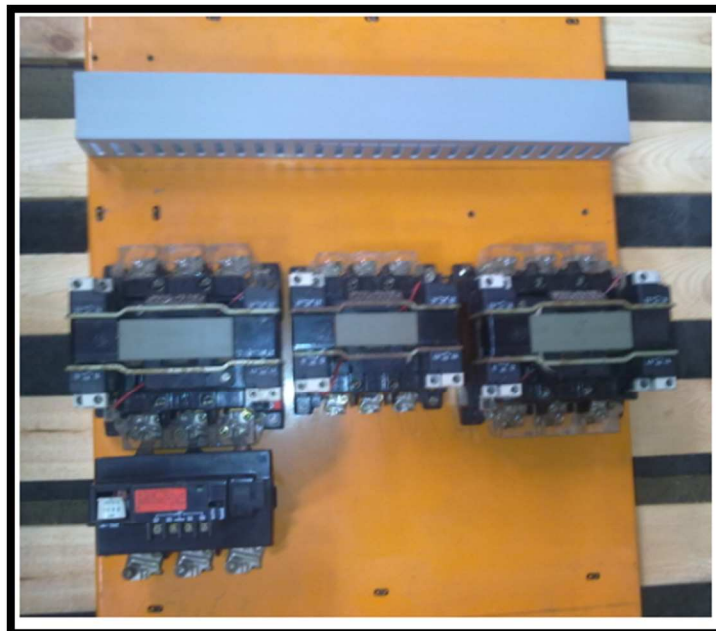


Figura 5. 5: Contactores del Molino, configuración Estrella – Delta (Fuente Propia, 2012).

5.1.4 Colocación de los dispositivos eléctricos en las puertas del armario.

Se realizan los agujeros necesarios para la colocación de los pulsadores, luces piloto, gráfico del proceso y control de corriente.

- a) Realización de agujeros, como se puede observar en la Figura 5.6.



Figura 5. 6: Realización de Agujeros (Fuente Propia, 2012).

- b) Agujero para el Control de Corriente, como se puede observar en la Figura 5.7.



Figura 5. 7: Agujero para el Control de Corriente (Fuente Propia, 2012).

- c) Puertas con sus respectivos agujeros, como se puede observar en la Figura 5.8.

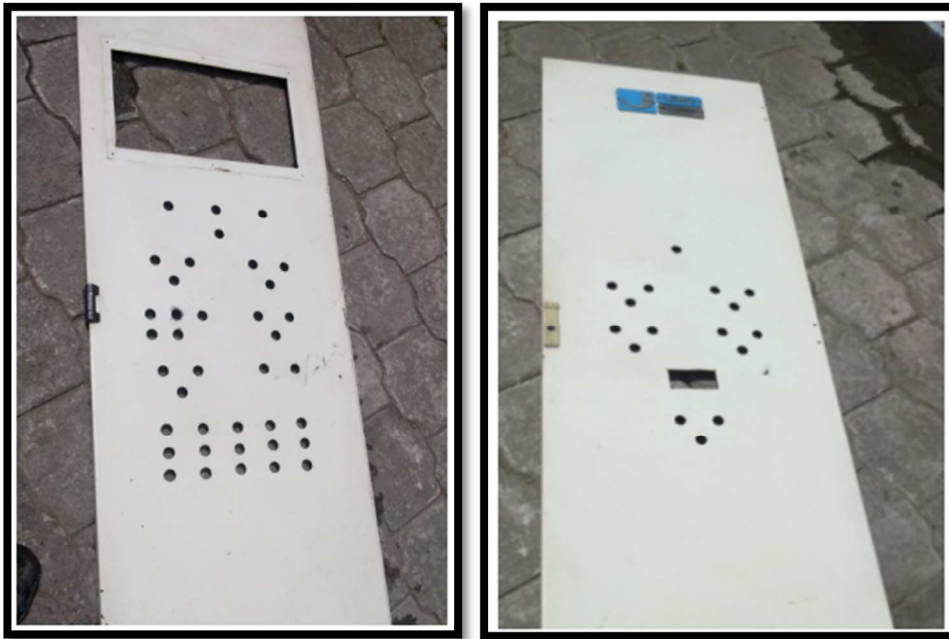


Figura 5. 8: Lavado y secado de las puertas después de realizar los agujeros (Fuente Propia, 2012).

- d) Colocación de los elementos eléctricos en las puertas, como se puede observar en la Figura 5.9.



Figura 5. 9: Colocación de los elementos en las puertas (Fuente Propia, 2012).

- e) Colocación del Gráfico del Proceso, como se puede observar en la Figura 5.10.



Figura 5. 10: Parte exterior completa del armario de control (Fuente Propia, 2012).

- f) Gráfico del Proceso con Luces Piloto, como se puede observar en la Figura 5.11.



Figura 5. 11: Gráfico del Proceso (Fuente Propia, 2012).

5.1.5 Cableado.

Siguiendo los Planos de Conexión realizados, se procede a conectar todos los elementos, como se puede observar en la Figura 5.12 y Figura 5.13(Fuente Propia, 2012).

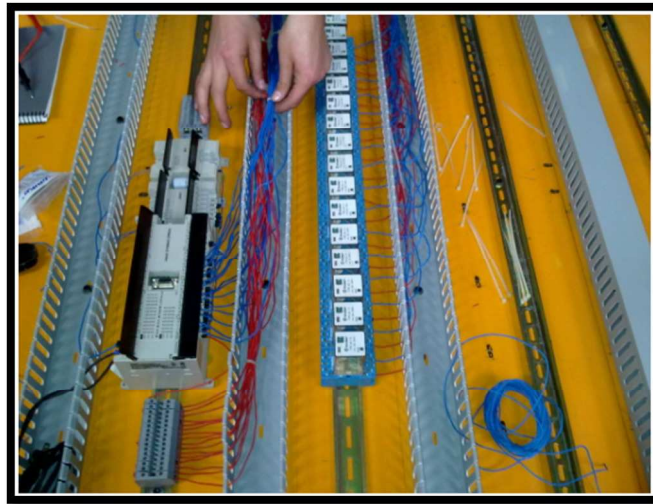


Figura 5. 12: Conexión del PLC OMRON a los Relés Finder 60.13 (Fuente Propia, 2012).

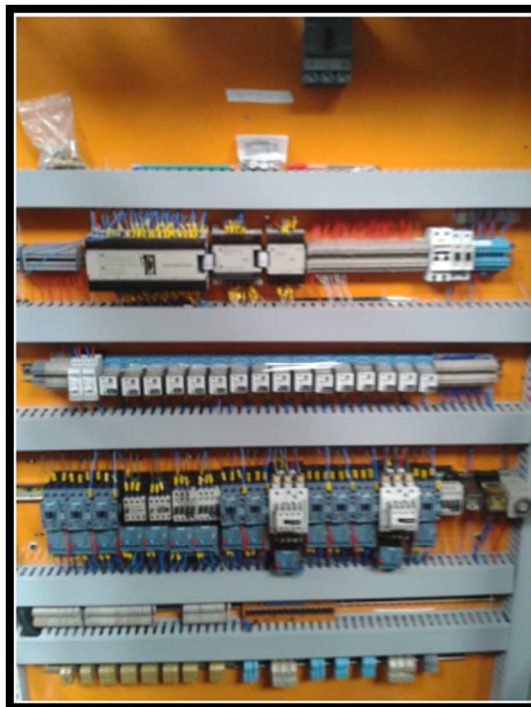


Figura 5. 13: Conexión Completa (Fuente Propia, 2012).

5.2 PRUEBAS

A medida que se va realizando el programa del PLC y estructurando el diseño eléctrico del sistema de automatización del proceso es importante ir comprobando el correcto funcionamiento de cada elemento. A continuación se presentan las principales pruebas en los diferentes componentes que forman parte del sistema de control (Fuente Propia, 2012).

5.2.1 Funcionamiento PLC.

La mejor manera para poder observar el funcionamiento del programa cargado en el PLC es observando la activación y desactivación de los focos indicadores que representan las entradas y salidas del proceso, como se puede observar en la Figura 5.14 (Fuente Propia, 2012).

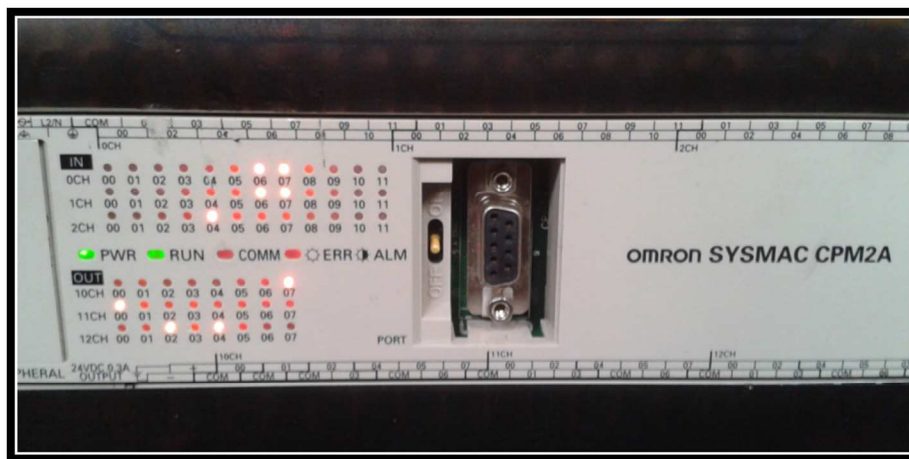


Figura 5. 14: Activación y Desactivación de Luces Indicadoras del PLC (Fuente Propia, 2012)

5.2.2 Funcionamiento de Relés.

Para verificar el funcionamiento de un Relé es suficiente conectar la bobina de alimentación de acuerdo a las características específicas de cada Relé, en este caso tenemos bobinas de 24 VDC, 110 VDC y 110 VAC, como se puede observar en la Figura 5.15 (Fuente Propia, 2012).

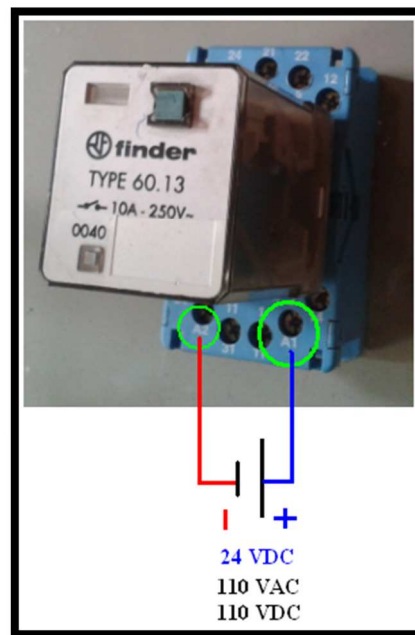


Figura 5. 15: Prueba de funcionamiento del Relé alimentando su bobina (Fuente Propia, 2012).

Una vez comprobado el adecuado funcionamiento de cada Relé, se procede a conectarlos a las salidas del PLC basándose según los Planos de Conexión realizados, entonces, al instante de activarse una salida del PLC al mismo tiempo se irán activando las bobinas y los contactos Normalmente Abiertos (NO) y Normalmente Cerrados (NC) de los Relés, como se aprecia en la Figura 5.16 (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 16: Conexión PLC – Relés.

5.2.3 Funcionamiento de Contactores.

De igual forma que los Relés, los contactores se puede verificar su funcionamiento alimentando sus bobinas (A1 y A2) de 110 VAC a la red pública para que conmuten, como se aprecia en la Figura 5.17 (Fuente Propia, 2012).

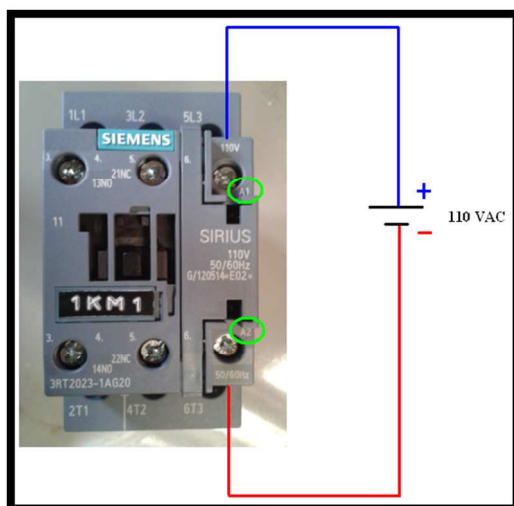


Figura 5. 17: Prueba de funcionamiento del contactor alimentando su bobina (Fuente Propia, 2012).

Después de comprobar su buen estado, se procede a conectarlos siguiendo los Planos de Conexión realizados para el control del proceso, como se puede observar en la Figura 5.18 (Fuente Propia, 2012).

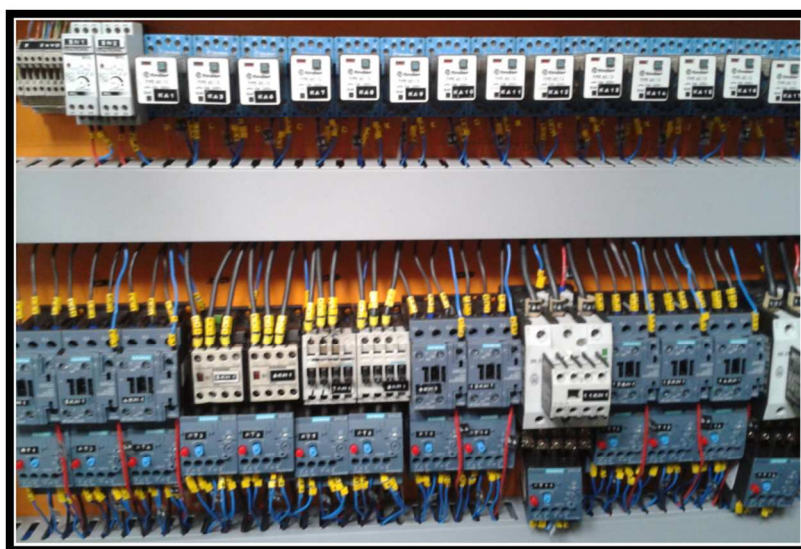


Figura 5. 18: Conexión Relés – Contactores – Relés Térmicos (Fuente Propia, 2012).

5.2.4 Funcionamiento de Relés Térmicos.

Los Relés Térmicos presentan una perilla de regulación de corriente, con la cual, se establece el rango que puede soportar cada motor contra una sobrecarga, de esta manera al sobrepasar este rango se va a activar la Luz Piloto Roja en el armario de control y al mismo tiempo la Sirena, por lo tanto, al instante de girar la perilla de regulación de corriente podemos verificar su funcionamiento, como se observa en la Figura 5.19 (Fuente Propia, 2012).

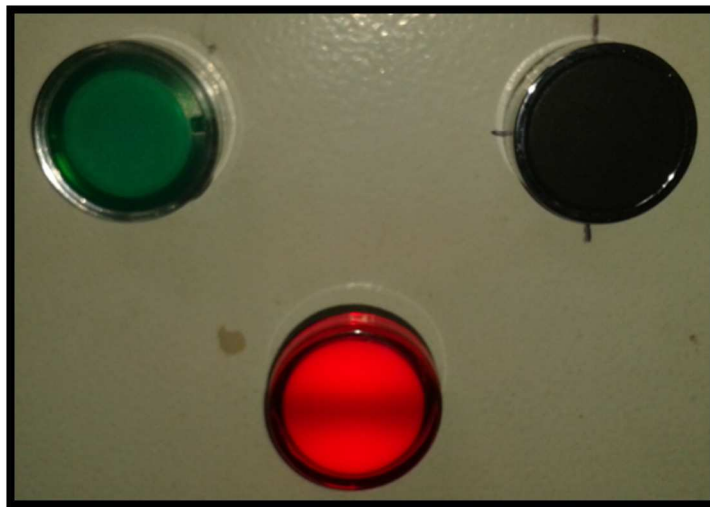


Figura 5. 19: Activación de la Luz Piloto por sobrecargas en el sistema (Fuente Propia, 2012)

5.2.5 Seguimiento de Continuidad de Conexiones.

Esta etapa de la verificación de funcionamiento y de seguimiento de las conexiones tanto de cables como de elementos se la realiza mediante la utilización de un multímetro, el cual, tiene en su interior una alarma sonora que se activa mediante la continuidad entre puntos o líneas de conexión. Esta herramienta se utiliza especialmente para seguir conexiones de larga distancia en las cuales no se tiene en claro donde inicia y donde termina la conexión y también para verificar que las conexiones realizadas se encuentre de una forma correcta, ya que, si se conecta mal algún elemento se puede crear un cortocircuito el cual provocaría el daño del elemento o en el peor de los casos de varios elementos que forman parte del sistema de automatización del armario de control. A continuación en la Figura 5.20 se puede observar un

ejemplo muy claro del seguimiento de continuidad en las conexiones entre elementos (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 20: Seguimiento de las líneas de conexión con ayuda del multímetro (Fuente Propia, 2012).

5.2.6 Funcionamiento del Proceso mediante la activación de las Luces Piloto del Gráfico del armario de control.

En el Gráfico del Proceso que se encuentra en el armario de control se puede observar claramente el funcionamiento del proceso, ya que, cada Luz Piloto representa:

- Activación del Paro de Emergencia, como podemos observar en la Figura 5.21 (Fuente Propia, 2012).

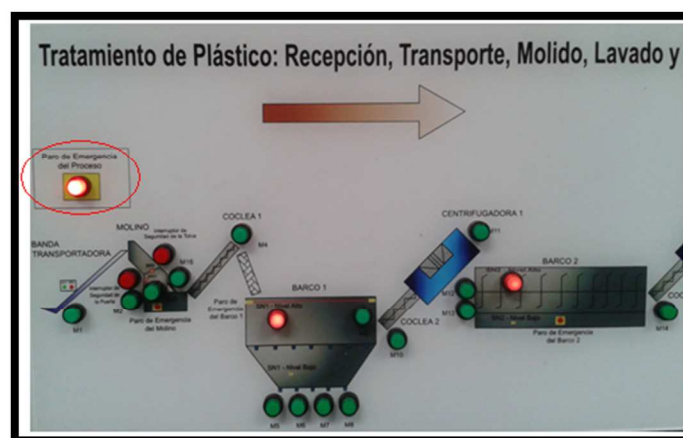


Figura 5. 21: Paro de Emergencia del Proceso Activado (Fuente Propia, 2012).

- Activación de los Interruptores de Seguridad del Molino, como podemos observar en la Figura 5.22 (Fuente Propia, 2012).

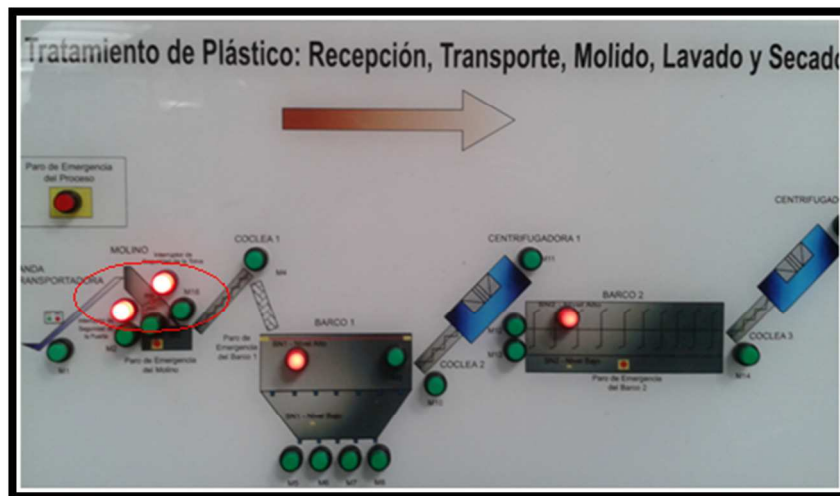


Figura 5. 22: Interruptores de Seguridad Activados (Fuente Propia, 2012).

- Activación de los Sensores de Nivel, como podemos observar en la Figura 5.23 (Fuente Propia, 2012).

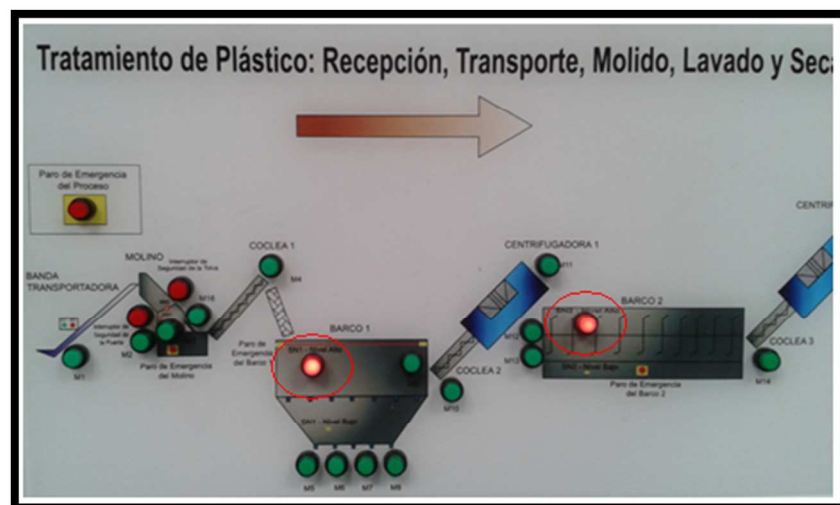


Figura 5. 23: Sensores de Nivel Activados (Fuente Propia, 2012).

- Activación de las Máquinas que intervienen en el Proceso, como podemos observar en la Figura 5.24 (Fuente Propia, 2012).

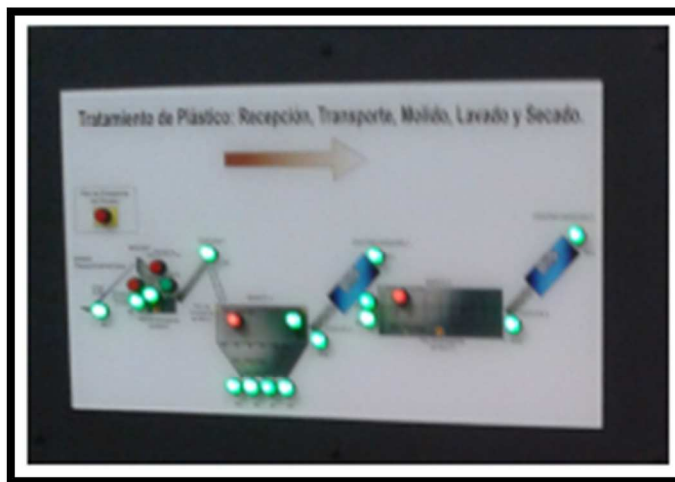


Figura 5. 24: Proceso activado, visualizado desde el gráfico del armario de control (Fuente Propia, 2012).

5.2.7 Funcionamiento de todo el sistema.

Una vez terminado la conexión se puede comprobar el funcionamiento del proceso desde el armario de control, tomando en cuenta que cada contactor permite la activación de un motor trifásico con excepción del motor del Molino que necesita 3 contactores por su cambio de configuración de Estrella a Delta, en la Figura 5.25 se puede observar el funcionamiento de todo el armario de control (Fuente Propia, 2012).



Figura 5. 25: Armario de control activado (Fuente Propia, 2012).

5.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo al dimensionamiento determinado teóricamente se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento de elementos de protección de motores en conjunto con el sistema completo, también de las fuentes de alimentación para el PLC y luces piloto del armario de control, con lo que se pudo evidenciar ya con una prueba en caliente que los cálculos realizados fueron correctos ya que el sistema se probó durante un determinado tiempo en el que no presentó inconvenientes.

Otro aspecto importante que se logró comprobar fue la elección de los cables que se utilizó para distribuir la energía trifásica tanto en 480VAC como en 220VAC de acuerdo a la potencia de cada motor del proceso y del sistema de control implementado en 110 VAC, los cuales, de igual manera se observó su correcto funcionamiento comprobando individualmente su continuidad a través de la trayectoria por cada uno de los elementos de potencia del sistema.

Todos los elementos tienen un sobredimensionamiento en su valor el cual se lo considera como seguridad dado el caso que pueda surgir una sobrecarga o cortocircuito que pueda aumentar la corriente que circula por los mismos, pero como se explicó anteriormente los elementos de protección utilizados, es decir, los breakers termomagnéticos, guardamotores y relés térmicos se encargan de la desconexión automática si existe un exceso de energía, pero en el sistema está tomado en cuenta estos factores para evitar daños en el cableado y elementos.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS ECONÓMICO – FINANCIERO

En el presente capítulo se realizará el análisis económico y financiero del proyecto, para lo cual se tendrá en cuenta los beneficios que se obtienen de la implementación del sistema de automatización en el proceso de tratamiento y reciclaje de desperdicios plásticos para la obtención de polietileno, que son los siguientes:

1. Ahorro de electricidad
2. Tratamiento y transporte del plástico
3. Mayor Producción

6.1 ANÁLISIS ECONÓMICO

Conociendo el beneficio generado por el sistema de automatización en lo que respecta el ahorro de energía, a continuación se presenta el consumo eléctrico en kilovatios y su equivalente en dólares, tomando en cuenta que el valor del kWh según el (CONELEC, 2012) es de \$ 0.052, como se puede observar en la Tabla 23 y la Tabla 24 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 23. Consumo Eléctrico del Armario Antiguo (Fuente Propia, 2012)

CONSUMO ELÉCTRICO ARMARIO ANTIGUO											
ELEMENTO	NOMENCLATURA	POTENCIA			CONSUMO MENSUAL						
		HP	Watts	kW	Días	Horas al día	kWh	Costo kWh	Cantidad	kWhTc.u	Costo (\$)
Banda Transportadora	M1	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Molino	M2	100	74600	74,6	22	22	36106,4	0,052	1	36106,4	1865,50
Cóclea Interna Molino	M3	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Cóclea 1	M4	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Motor 1 Barco 1	M5	5	3730	3,73	22	22	1805,32	0,052	1	1805,32	93,27
Motor 2 Barco 1	M6	5	3730	3,73	22	22	1805,32	0,052	1	1805,32	93,27
Motor 3 Barco 1	M7	5	3730	3,73	22	22	1805,32	0,052	1	1805,32	93,27
Motor 4 Barco 1	M8	5	3730	3,73	22	22	1805,32	0,052	1	1805,32	93,27

Motor 5 Barco 1	M9	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Cóclea 2	M10	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Centrifugadora 1	M11	22	16412	16,412	22	22	7943,408	0,052	1	7943,408	410,41
Motor 1 Barco 2	M12	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Motor 2 Barco 2	M13	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Cóclea 3	M14	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Centrifugadora 2	M15	22	16412	16,412	22	22	7943,408	0,052	1	7943,408	410,41
Bomba Hidráulica	M16	2	1492	1,492	22	22	722,128	0,052	1	722,128	37,31
Contactador	x	x	4320	4,32	22	22	2090,88	0,052	25	52272	2700,72
Contactador	x	x	7200	7,2	22	22	3484,8	0,052	10	34848	1800,48
Contactador	x	x	14400	14,4	22	22	6969,6	0,052	4	27878,4	1440,38
Contactador	x	x	48000	48	22	22	23232	0,052	3	69696	3600,96
Relés	x	x	120	0,12	22	22	58,08	0,052	5	290,4	15,00
Relés	x	x	550	0,55	22	22	266,2	0,052	1	266,2	13,75
Relés	x	x	550	0,55	22	22	266,2	0,052	4	1064,8	55,01
Guardamotor	x	x	3024	3,024	22	22	1463,616	0,052	12	17563,392	907,44

Guardamotor	x	x	3520	3,52	22	22	1703,68	0,052	8	13629,44	704,19
Guardamotor	x	x	24000	24	22	22	11616	0,052	2	23232	1200,32
Guardamotor	x	x	48000	48	22	22	23232	0,052	1	23232	1200,32
Relés Térmicos	x	x	1536	1,536	22	22	743,424	0,052	9	6690,816	345,69
Relés Térmicos	x	x	7680	7,68	22	22	3717,12	0,052	4	14868,48	768,20
Relés Térmicos	x	x	15360	15,36	22	22	7434,24	0,052	2	14868,48	768,20
Relés Térmicos	x	x	48000	48	22	22	23232	0,052	1	23232	1200,32
Temporizadores	x	x	550	0,55	22	22	266,2	0,052	20	5324	275,07
										KWhTOTAL	Costo TOTAL
										(kWh)	(\$)
										394670,06	20391,29

Tabla 24. Consumo Eléctrico del Armario del Proyecto de Tesis (Fuente Propia, 2012)

CONSUMO ELÉCTRICO PROYECTO DE TESIS											
ELEMENTO	NOMENCLATURA	POTENCIA			CONSUMO MENSUAL						
		HP	Watts	kW	Días	Horas al día	kWh	Costo kWh	Cantidad	kWhTc.u	Costo (\$)
Banda Transportadora	M1	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01
Molino	M2	100	74600	74,6	22	23	37747,6	0,052	1	37747,6	1950,29
Cóclea Interna Molino	M3	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01
Cóclea 1	M4	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01
Motor 1 Barco 1	M5	5	3730	3,73	22	23	1887,38	0,052	1	1887,38	97,51
Motor 2 Barco 1	M6	5	3730	3,73	22	23	1887,38	0,052	1	1887,38	97,51
Motor 3 Barco 1	M7	5	3730	3,73	22	23	1887,38	0,052	1	1887,38	97,51
Motor 4 Barco 1	M8	5	3730	3,73	22	23	1887,38	0,052	1	1887,38	97,51
Motor 5 Barco	M9	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01

1												
Cóclea 2	M10	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01	
Centrifugadora 1	M11	22	16412	16,412	22	23	8304,472	0,052	1	8304,472	429,06	
Motor 1 Barco 2	M12	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01	
Motor 2 Barco 2	M13	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01	
Cóclea 3	M14	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01	
Centrifugadora 2	M15	22	16412	16,412	22	23	8304,472	0,052	1	8304,472	429,06	
Bomba Hidráulica	M16	2	1492	1,492	22	23	754,952	0,052	1	754,952	39,01	
Contactador SIEMENS SIRIUS 3RT 2023 – 1AG20	1KM1 al 4KM1, 9KM1, 10KM1, 12KM1 al 14KM1 y 16KM1	x	4320	4,32	22	23	2185,92	0,052	9	19673,28	1016,45	
Contactador SIEMENS 3TB – 40, Contactador SIEMENS 3TF – 30	5KM1, 6KM1, 7KM1 y 8KM1	x	7200	7,2	22	23	3643,2	0,052	4	14572,8	752,93	

Contactor MOELLER DIL 2M	11KM1 y 15KM1	x	14400	14,4	22	23	7286,4	0,052	2	14572,8	752,93
Contactor MOELLER DIL 4-22 y 3-22	2KM1, 2KM2 y 2KM3	x	48000	48	22	23	24288	0,052	3	72864	3764,64
Relé Finder, Type 60.13 y Base de acoplamiento	KA1 al KA16	x	120	0,12	22	23	60,72	0,052	16	971,52	50,20
Relé OMRON, Type: MK3P – 5 y Base de acoplamiento	KA21	x	550	0,55	22	23	278,3	0,052	1	278,3	14,38
Relé STRUTHERS - DUNN, Type: A- 314 XCX48P y Base de acoplamiento	KA20	x	550	0,55	22	23	278,3	0,052	1	278,3	14,38
PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A, 60 puntos de E/S	PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A	x	2200	2,2	22	23	1113,2	0,052	1	1113,2	57,52

(36 entradas y 24 salidas)												
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1011- 1GA10	G1 al G4, G9, G10, G12 al G14 y G16	x	3024	3,024	22	23	1530,144	0,052	9	13771,296	711,52	
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1021-4AA10	G5 al G8	x	3520	3,52	22	23	1781,12	0,052	4	7124,48	368,10	
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1041-4JA10	G11 y G15	x	24000	24	22	23	12144	0,052	2	24288	1254,88	
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1041- 4MA101	G2	x	48000	48	22	23	24288	0,052	1	24288	1254,88	
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 –	RT1 al RT4, RT9, RT10, RT12 al RT14 y RT16	x	1536	1,536	22	23	777,216	0,052	9	6994,944	361,41	

1DB0												
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4AB0	RT5 al RT8	x	7680	7,68	22	23	3886,08	0,052	4	15544,32	803,12	
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4EB0	RT11 y RT15	x	15360	15,36	22	23	7772,16	0,052	2	15544,32	803,12	
Relé Térmico KLOCKNER MOELLER Z-4- 100 CNA	RT2	x	48000	48	22	23	24288	0,052	1	24288	1254,88	
Temporizadores	KT1 y KT2	x	550	0,55	22	23	278,3	0,052	2	556,6	28,76	
										KWh TOTAL (kWh)	Costo TOTAL (\$)	
										325424,79	16813,61	

Considerando el ahorro de 69245,26 kWh mensuales proyectado con la implementación de la automatización del sistema, se lograría un ahorro de \$ 3577,67 mensuales, lo que en un año representaría para la empresa un ahorro de \$ 42.932,06, como se puede observar en la Tabla 25 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 25. Relación entre el Sistema Antiguo y el Proyecto de Tesis (Fuente Propia, 2012)

	ANTIGUO	PROYECTO DE TESIS	AHORRO EN kWh	AHORRO EN \$	PORCENTAJE DE AHORRO
kWh TOTALES AL MES	394670,06	325424,79	69245,26	3577,67	17,55
COSTO TOTAL AL MES	20391,29	16813,61			17,55

6.1.1 Análisis beneficio/costo.

En el presente proyecto se realizó la adquisición correspondiente a los materiales utilizados para el sistema de automatización, el valor total de la inversión es de \$ 7.427,37 (Fuente Propia, 2012).

Mediante la relación entre ingresos y egresos se puede determinar si el proyecto genera un beneficio a la empresa PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A., para este cálculo se toma en cuenta la inversión para la automatización del proceso (costo) y el ahorro en consumo eléctrico que genera el proyecto en 3 meses, ya que a partir del tercer mes se empieza a generar los beneficios, entonces, al tercer mes el ahorro será de \$ 10.733,01 (Fuente Propia, 2012).

BENEFICIO / COSTO

$$\$10.733,01 / \$7.427,37 = 1,45$$

Esto significa que por cada dólar invertido en el proyecto, el beneficio será de \$ 0.45, a partir del tercer mes. A continuación en la Tabla 26 se puede observar los costos de los elementos utilizados para el proyecto de tesis.

Tabla 26. Costo del Proyecto de Tesis (Fuente Propia, 2012)

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Control de Nivel Altronic	SN1 y SN2	ANEXO 1	2	55,33	61,97	123,94
Electrodos de Referencia de Nivel del Líquido	ES y ER	ANEXO 2	4	7,6	8,51	34,05
Interruptores de Seguridad con actuador separado / AZ 15	SW1 y SW2	ANEXO 3	2	43	48,16	96,32
Selectores y Pulsadores	SW3-SW4 y P1, P3 al P36	ANEXO 4	26	2,5	2,80	72,80
Pulsadores con Luz Piloto Incluida			18	7,5	8,40	151,20
Paro de Emergencia Tipo Zeta	P3.1, P5.1, P22.1 y P31	ANEXO 5	4	10	11,20	44,80
Paro de Emergencia por cuerda del Barco 1 PIZZATO ELETTRICA	P15	ANEXO 6	1	60	67,20	67,20
Contactador SIEMENS SIRIUS 3RT 2023 – 1AG20	1KM1 al 4KM1, 9KM1, 10KM1, 12KM1 al 14KM1 y 16KM1	ANEXO 7	9	18,31	20,51	184,56

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Contactador SIEMENS 3TB – 40	5KM1 y 6KM1	ANEXO 8	2	25	28,00	56,00
Contactador SIEMENS 3TF – 30	7KM1 y 8KM1	ANEXO 9	2	25	28,00	56,00
Contactador MOELLER DIL 2M	11KM1 y 15KM1	ANEXO 10	2	55	61,60	123,20
Contactador MOELLER DIL 4-22	2KM1 y 2KM2	ANEXO 11	2	285	319,20	638,40
Contactador MOELLER DIL 3-22	2KM3	ANEXO 12	1	250	280,00	280,00
Relé Finder, Type 60.13 y Base de acoplamiento	KA1 al KA16	ANEXO 13	16	20	22,40	358,40
Relé OMRON, Type: MK3P – 5 y Base de acoplamiento	KA21	ANEXO 14	1	15	16,80	16,80
Relé STRUTHERS - DUNN, Type: A-314 XCX48P y Base de acoplamiento	KA20	ANEXO 15	1	15	16,80	16,80

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Temporizador Love Control LCT 016 – 30	KT1	ANEXO 16	1	45	50,40	50,40
Temporizador OMRON H3CR A	KT2	ANEXO 17	1	60	67,20	67,20
Luces Piloto AD212 y AD210	LP4, LP21 al LP40	ANEXO 18	21	1	1,12	23,52
Luces Piloto AD22-22S	LT1 al LT16 y LP42	ANEXO 18	17	3,5	3,92	66,64
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1011-1GA10	G1 al G4, G9, G10, G12 al G14 y G16	ANEXO 19	9	44,26	49,57	446,14
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1021-4AA10	G5 al G8	ANEXO 19	4	54,12	60,61	242,46
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1041-4JA10	G11 y G15	ANEXO 19	2	158,58	177,61	355,22
Guardamotor SIEMENS SIRIUS 3RV1041- 4MA101	G2	ANEXO 19	1	225,07	252,08	252,08
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 1DB0	RT1 al RT4, RT9, RT10, RT12 al RT14 y RT16	ANEXO 20	9	33,62	37,65	338,89

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4AB0	RT5 al RT8	ANEXO 21	4	33,62	37,65	150,62
Relé Térmico SIEMENS SIRIUS 3RU2126 – 4EB0	RT11 y RT15	ANEXO 22	2	46,86	52,48	104,97
Relé Térmico KLOCKNER MOELLER Z-4-100 CNA	RT2	ANEXO 23	1	250	280,00	280,00
Interruptor Termomagnético Bifásico SIEMENS 5SX12, C32	FU1	ANEXO 24	1	12,58	14,09	14,09
Interruptor Termomagnético Monofásico SIEMENS Legrand 02304, C10	FU2	ANEXO 25	2	4,03	4,51	9,03
Breaker Trifásico SIEMENS 3VT1716- 2DC36-0AA0	QF2	ANEXO 26	1	139,54	156,28	156,28

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Breaker Trifásico SETRON – SIEMENS FXD63B250	QF1	ANEXO 27	1	127,32	142,60	142,60
PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A, 60 puntos de E/S (36 entradas y 24 salidas)	PLC OMRON CPM2A – 60 CDR – A	ANEXO 28	1	700	784,00	784,00
Módulo de Expansión Modelo CPM1A – 20EDT de 20 puntos de E/S (12 entradas y 8 salidas)	Módulo de Expansión Modelo CPM1A – 20EDT	ANEXO 29	1	280	313,60	313,60
Módulo de Expansión Modelo CPM1A – 8ET de 8 salidas	Módulo de Expansión Modelo CPM1A – 8ET	ANEXO 29	1	196	219,52	219,52
Borneras Tipo C, W - Compacto	x	ANEXO 30	70	4	4,48	313,60
Borneras Tipo V	x	ANEXO 31	30	4	4,48	134,40
Borneras Tipo G	x	ANEXO 32	30	3,5	3,92	117,60
Canaleta 60x60X2000 mm	x	ANEXO 33	8	5	5,60	44,80

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL PROYECTO DE TESIS						
ELEMENTO	NOMENCLATURA	REFERENCIA	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Canaleta 40x40X2000 mm	x	ANEXO 34	4	2,5	2,80	11,20
Organizaciones de Cable Tipo Espiral	x	ANEXO 35	10	1	1,12	11,20
Barras DIN Tipo C y G	x	ANEXO 36	9	4,5	5,04	45,36
Terminales para Cables	x	ANEXO 37	1000	0,03	0,03	33,6
Control de Corriente CET LAM 73	CET LAM 73	ANEXO 38	1	200	224,00	224
Etiquetas Numeradas para Cables	x	x	18	1	1,12	20,16
Diodos 6A	D1 al D16	Plano N° 24	16	0,2	0,22	3,58
Placa	x	Plano N° 24	1	5	5,60	5,60
Borneras Placa	x	Plano N° 24	16	0,45	0,50	8,06
Sistema de Alarma Sobrecargas	Sirena	Plano N° 24	1	35	39,20	39,20
Brocas	x	x	2	4,5	5,04	10,08
Abrazaderas	x	x	100	0,15	0,17	16,80
Impresión del Gráfico del Proceso en Acrílico	x	Plano N° 27	1	45	50,40	50,4
					TOTAL	7427,37

6.1.2 Ahorro en depreciación y repuestos.

6.1.2.1 Depreciación de maquinaria.

El valor total de las máquinas utilizadas en el proceso de tratamiento y reciclaje de desperdicios plásticos para la obtención de polietileno se puede observar a continuación en la Tabla 27 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 27. Costo de la maquinaria del Proceso de Reciclaje y Tratamiento de Plástico (Fuente Propia, 2012)

COSTOS MAQUINARIA DEL PROCESO DE RECICLAJE		
Número	MÁQUINA	COSTO
1	Banda Transportadora	2000
2	Molino	15000
3	Cóclea 1	1000
4	Barco 1	25000
5	Cóclea 2	1000
6	Centrifugadora 1	3000
7	Barco 2	10000
8	Cóclea 3	1000
9	Centrifugadora 2	3000
TOTAL		61000

La depreciación de la maquinaria que interviene dentro del proceso se calcula al 10% anual, es decir, tiene una vida útil de 10 años; el valor de depreciación anual de la maquinaria sería de \$ 6.100,00 y mensualmente sería \$ 508,33 (Fuente Propia, 2012).

De acuerdo a la información obtenida por el personal que labora en las instalaciones de la empresa, se han detectado los principales problemas presentados en el proceso, que son los siguientes:

1. Existencia de piedras o palos que se filtran en el plástico ingresado dentro del proceso (Fuente Propia, 2012).

2. Sobrecarga de las máquinas, ya que al no detectar inmediatamente el lugar afectado, las máquinas continúan trabajando sin material, lo que produce una sobrecarga (Fuente Propia, 2012).
3. Cortocircuitos y sobrecargas en el sistema (Fuente Propia, 2012).

Con la finalidad de disminuir los problemas citados anteriormente, se instalaron sensores, interruptores de seguridad y elementos de protección del sistema que permiten detectar elementos extraños al plástico, los interruptores son para dar seguridad a los operarios y los elementos de protección del sistema identifican la máquina en la cual se encuentra el problema y se detienen aquellas que realizan el proceso anterior, garantizando que no ingrese material en la/las máquinas que se encuentre el problema y además las máquinas que se encuentran a continuación del sector donde se produjo el daño van a continuar funcionando, ya que se encuentran con material en su interior (Fuente Propia, 2012).

No es posible determinar un tiempo específico que pueda prolongarse la vida útil de las maquinarias, sin embargo los sensores instalados permitirán que las máquinas sigan funcionando más tiempo y en mejores condiciones que en la actualidad (Fuente Propia, 2012).

6.1.2.2 Ahorro en repuestos

En lo que respecta al armario de control antiguo se tiene un monto de \$ 8.635,75, del cual existían partes que ya no estaban en funcionamiento y sectores que se encuentran desactivados debido a que no se están en óptimas condiciones para su maniobra, como se puede observar en la Tabla 28 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 28. Costo de los elementos del Armario de Control Antiguo (Fuente Propia, 2012)

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL ANTIGUO				
ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Selectores y Pulsadores	20	2,5	2,80	56,00
Paro de Emergencia Tipo Zeta	4	10	11,20	44,80
Paro de Emergencia por cuerda del Barco 1 PIZZATO ELETTRICA	1	60	67,20	67,20
Contactor 9 A	25	25	28,00	700,00
Contactor 20 A	10	25	28,00	280,00
Contactor 30 A	10	32	35,84	358,40
Contactor 60 A	4	55	61,60	246,40
Contactor 100 A	3	285	319,20	957,60
Relé 24 VDC	16	20	22,40	358,40
Relé 110 VAC	1	15	16,80	16,80
Relé 110 VDC	1	15	16,80	16,80
Temporizador	20	45	50,40	1008,00
Luces Piloto AD22-22S	10	3,5	3,92	39,20
Guardamotor 6 A	12	44,26	49,57	594,85
Guardamotor 16 A	8	54,12	60,61	484,92
Guardamotor 32 A	8	60,05	67,26	538,05
Guardamotor 60 A	2	158,58	177,61	355,22
Guardamotor 100 A	1	225,07	252,08	252,08
Relé Térmico 3,2 A	9	33,62	37,65	338,89
Relé Térmico 16 A	4	33,62	37,65	150,62
Relé Térmico 32 A	2	46,86	52,48	104,97
Relé Térmico 100 A	1	250	280,00	280,00
Interruptor Termomagnético Bifásico	15	12,58	14,09	211,34
Interruptor Termomagnético Monofásico	10	4,03	4,51	45,14
Breaker Trifásico	4	120	134,40	537,60
Canaletas	16	5	5,60	89,60

ELEMENTOS ARMARIO DE CONTROL ANTIGUO				
ELEMENTO	CANTIDAD	PRECIO (c/u) (\$)	PRECIO + IVA (c/u) (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
Barras DIN Tipo C y G	14	4,5	5,04	70,56
Terminales para Cables	2500	0,03	0,03	84
Control de Corriente CET LAM 73	1	200	224,00	224
Borneras	180	0,45	0,50	90,72
Abrazaderas	200	0,15	0,17	33,60
TOTAL:				8635,75

Con la implementación del nuevo armario de control se obtienen los siguientes beneficios:

- Mejor funcionamiento de todo el sistema de automatización y de cada dispositivo que se encuentra en el armario de control (Fuente Propia, 2012).
- El tiempo de vida útil de cada elemento se incrementa, ya que son elementos nuevos, tecnología actualizada, mayor adaptabilidad al trabajo que debe desempeñar; por lo tanto los periodos de mantenimiento de los elementos se los realizará en tiempos más prolongados que los del armario anterior y no se incurrirá en gastos y en paros del proceso (Fuente Propia, 2012).

6.2 ANÁLISIS FINANCIERO

El departamento de producción de polietileno estableció que las maquinarias deben trabajar 24 horas diarias y 5 días a la semana, no obstante del análisis realizado en las instalaciones de la empresa se llegó a determinar que debido a los daños producidos, las máquinas trabajan 22 horas al día durante 22 días al mes (Fuente Propia, 2012).

A continuación en la Tabla 29 se presenta el total de kilogramos producidos durante el último año de producción:

Tabla 29. Producción de Polietileno Granulado (Fuente Propia, 2012)

MES	PRODUCCIÓN POLIETILENO GRANULADO	
	Producción Diario	Producción Mensual
NOVIEMBRE	6700	147.400
DICIEMBRE	7000	154.000
ENERO	6900	151.800
FEBRERO	6800	149.600
MARZO	7300	160.600
ABRIL	5900	129.800
MAYO	6200	136.400
JUNIO	7000	154.000
JULIO	7200	158.400
AGOSTO	7100	156.200
SEPTIEMBRE	7300	160.600
OCTUBRE	7000	154.000
TOTAL		1.812.800
Promedio:	6867	151.067

Tomando en cuenta los beneficios que la implementación del proyecto generará y que se han mencionado en el presente capítulo, se determina que la producción se incrementaría en una hora de trabajo al día, de lo cual se obtendrán los siguientes resultados, como se puede observar en la Tabla 30 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 30. Producción mensual de Polietileno Granulado (Fuente Propia, 2012)

MES	PRODUCCIÓN POLIETILENO GRANULADO					
	PRODUCCIÓN ARMARIO ANTIGUO			PRODUCCIÓN ARMARIO NUEVO		
	Producción Diario (22 horas)	Producción por hora (22 horas)	Producción Mensual (22 días)	Producción Diario (23 horas)	Incremento de producción diaria	Incremento Producción Mensual (23 días)
NOVIEMBRE	6700	305	147.400	7005	305	154.100
DICIEMBRE	7000	318	154.000	7318	318	161.000
ENERO	6900	314	151.800	7214	314	158.700
FEBRERO	6800	309	149.600	7109	309	156.400
MARZO	7300	332	160.600	7632	332	167.900
ABRIL	5900	268	129.800	6168	268	135.700
MAYO	6200	282	136.400	6482	282	142.600
JUNIO	7000	318	154.000	7318	318	161.000
JULIO	7200	327	158.400	7527	327	165.600
AGOSTO	7100	323	156.200	7423	323	163.300
SEPTIEMBRE	7300	332	160.600	7632	332	167.900

MES	PRODUCCIÓN POLIETILENO GRANULADO					
	PRODUCCIÓN ARMARIO ANTIGUO			PRODUCCIÓN ARMARIO NUEVO		
	Producción Diario (22 horas)	Producción por hora (22 horas)	Producción Mensual (22 días)	Producción Diario (23 horas)	Incremento de producción diaria	Incremento Producción Mensual (23 días)
OCTUBRE	7000	318	154.000	7318	318	161.000
TOTAL			1.812.800	TOTAL		1.895.200
Promedio:	6867		151.067		7179	157.933

El departamento de producción de polietileno proporcionó los siguientes datos (Productos Paraíso del Ecuador S.A., 2006):

- Costo de producción: \$ 0,45
- Precio de venta: \$ 0,75

En base al costo de producción, precio de venta y el valor promedio mensual (actual y proyectado), se calculó de la utilidad bruta mensual de la siguiente manera, como se observa en la Tabla 31 (Fuente Propia, 2012).

Tabla 31. Utilidad del Proyecto (Fuente Propia, 2012)

	PROMEDIO MENSUAL ANTIGUO	PROMEDIO MENSUAL CON EL PROYECTO	INCREMENTO DE LA UTILIDAD	PORCENTAJE DE INCREMENTO
COSTO TOTAL	113.300,00	118.450,00	2.060,00	4,35%
COSTO DE PRODUCCIÓN	67.980,00	71.070,00		
UTILIDAD	45.320,00	47.380,00		

De lo anterior se tiene que el incremento de la producción generado por la automatización del proceso, generará aproximadamente \$ 2.060,00 mensuales, siendo un 4,35% más que la utilidad generada anteriormente (Fuente Propia, 2012).

CAPÍTULO 7: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El diseño e implementación del sistema de automatización para el proceso de tratamiento y reciclaje de plástico para la obtención de polietileno en PRODUCTOS PARAISO DEL ECUADOR S.A. permitió aumentar la producción en un 4,35% generando un incremento en la utilidad, extender en una hora más de trabajo el proceso, el cual, se incrementó a 23 horas de trabajo diarias, disminución del gasto económico por producción de \$20.391,29 a \$16.813,61 y un considerable decremento del consumo eléctrico de 39.4670,06 kWh a 32.5424,79 kWh.
- La inspección de los equipos existentes junto con el levantamiento técnico de la planta ayudó a determinar el correcto funcionamiento de la banda transportadora, molino, cóclea 1, barco 1, cóclea 2, centrifugadora 1, barco 2, cóclea 3 y centrifugadora 2, los cuales, forman parte del proceso, pero los elementos que forman parte del armario de control no se encontraron en buenas condiciones, por lo tanto, fue necesario utilizar otros elementos y de esta manera garantizar el correcto funcionamiento del sistema de automatización.
- El sistema de automatización realizado se basa en el seguimiento del proceso, es importante definir e identificar las características de cada máquina junto con sus elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de su funcionamiento, en base a esto se desarrolla el diseño mecánico de accesorios, diseño eléctrico y diseño electrónico de las máquinas y sus componentes siguiendo las normas estandarizadas que rigen a cada diseño, el control de cada máquina y del proceso en general se lo realiza mediante la programación del PLC Omron en el cual se establece toda la lógica de automatización, condiciones de

activación/desactivación, tiempos de funcionamiento y detención del proceso, con la implementación de sensores y de interruptores de seguridad, garantizando el funcionamiento más adecuado, confiable y amigable del proceso y de las personas que se encuentran trabajando en él.

- La corriente de protección del sistema de 250 A para los motores de 480 VAC y 90 A para los motores de 220 VAC de los elementos eléctricos y electrónicos se determinaron en base a las características técnicas de los motores trifásicos que conforman cada máquina del proceso. Además, el sistema de control se trabaja con 110 VAC porque las bobinas de los contactores conmutan con esta alimentación y las bobinas de los relés Finder que se encuentran a las salidas del PLC conmutan con 24 VDC ya que el PLC genera este voltaje de salida.
- Los tiempos para activar y desactivar el proceso y cada máquina, se realizó experimentalmente definiendo las necesidades del procedimiento y tomando en cuenta los tiempos de estabilización de cada motor trifásico, por lo tanto, se estableció una demora de 5 segundos en el encendido de cada máquina hasta que se estabilicen los motores que conforman cada máquina después de sus picos de arranque con excepción del molino ya que este debe cumplir primero un cambio de configuración de estrella a delta ya que maneja una corriente muy alta, además el sistema de desactivación automática del proceso requiere más tiempo ya que en el interior de cada máquina se encuentra material, entonces, es necesario desactivar desde la última máquina que conforma el proceso, es decir, desde la centrifugadora 2 hasta la primera máquina que es el molino, tomando en cuenta que la banda transportadora es independiente para que los operarios la hagan trabajar según las necesidades de la producción. El proceso de desactivación de cada motor es de 1 minuto aproximadamente con excepción del motor del molino porque en su interior se acumula una mayor cantidad de material.

- El análisis Económico-Financiero del proyecto de tesis permitió determinar un ahorro de consumo eléctrico del 17,55% lo que representa un ahorro económico de \$ 3577,67 mensuales con respecto al armario de control anterior. A partir del tercer mes se podrá ya obtener un beneficio económico desde el consumo eléctrico con respecto a la inversión realizada, esto significa que por cada dólar invertido en el proyecto, el beneficio será de \$ 0.45. Se produce un ahorro en repuestos y reparaciones ya que todos los elementos del nuevo armario de control son nuevos y correctamente dimensionados.

7.2 RECOMENDACIONES

- Entender claramente el proceso en el cual se va a realizar el sistema de automatización, definiendo máquinas, accesorios, elementos, ubicación y condiciones de cada etapa del proceso.
- Analizar las características técnicas de los motores trifásicos como voltaje, corriente y potencia para determinar los elementos que son necesarios para su protección como relés térmicos y guardamotors y para su activación como es el caso de contactores.
- Es importante analizar los manuales de funcionamiento de cada elemento que conforman el sistema de control del proceso para comprobar sus características técnicas y poder observar sus modos de conexión.
- Familiarizarse con la interfaz del software de control CX Programmer para la programación del PLC Omron y de esta manera realizar el correcto diseño del programa con la asignación de entradas, salidas y variables necesarias para el proceso de automatización del proceso.
- Seguir la nomenclatura y simbología establecida con las normas internacionales para desarrollar los diferentes planos mecánicos, control eléctrico y electrónico, de esta manera garantizar el completo entendimiento de cualquier persona que lea los planos diseñados.
- Realizar pruebas experimentales para comprobar la efectividad de la programación del PLC como es la utilización de luces piloto y/o relés, y de esta manera con la activación y desactivación de estos elementos saber si cumple con las condiciones y necesidades del proceso.

- Comprobar el funcionamiento de cada elemento eléctrico como contactores y relés mediante la conmutación de sus bobinas de 110 VAC y 24 VDC respectivamente, además energizando con las líneas trifásicas de 480 VAC y 220 VAC para verificar el paso del voltaje y corriente en los elementos de protección como relés térmicos y guardamotores.
- Para el proceso se recomienda realizar el mantenimiento de las cuchillas del motor del molino cada 6 días.
- Seguir las conexiones de cada punto mediante el multímetro y su herramienta de continuidad.
- Calcular la corriente que debe soportar en todo el proceso el PLC mediante el cálculo de corrientes de los elementos que se encuentran conectados a este, ya que, la fuente interna del PLC Omron maneja máximo una corriente de 0.3 A y 24 VDC, entonces, siempre es necesario la utilización de una fuente de alimentación externa de 24 VDC y la corriente debe establecerse mediante el cálculo del amperaje que generan los elementos que están conectados al PLC.

BIBLIOGRAFÍA

- Altronic. (2011). *Controlador de nivel REL/REP*. Obtenido de http://www.rjl.com.br/pdf/altronic/nivel/REL_REP.pdf
- Altronic. (2011). *Sensores de nivel EPA*. Obtenido de <http://www.rjl.com.br/pdf/altronic/nivel/Sensores.pdf>
- CET s.r.l. (2008). *VISUALIZED AMMETER WITH SET POINT*. Obtenido de http://www.cet-italy.it/italy/software/_fogli_istruzione/lam00_en.pdf
- Chavarría, R. (2010). *Paros de Emergencia Tipo Zeta*. España: Centro de Investigación y Asistencia Técnica.
- CONELEC. (2012). Empresa Eléctrica Quito.
- Courtinho, F., Mello, I., & Santa María, L. (2003). Polietileno: Principais tipos, propriedades e aplicações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13(1), 1-13.
- Cristán, A., Ize, I., & Gavilanez, A. (2005). La situación de los envases de plástico en México. *Gaceta ecológica*, 68-82.
- Emission. (2011). *Recuperación de Plásticos*. Obtenido de <http://www.emison.com/5194.htm>
- FIDA. (2012). *Polietileno de Baja Densidad*. Obtenido de [http://www.fida.es/es-ES/medio%20ambiente/112/712_Polietileno%20de%20baja%20densidad%20\(PEBD\).aspx](http://www.fida.es/es-ES/medio%20ambiente/112/712_Polietileno%20de%20baja%20densidad%20(PEBD).aspx)
- Fuente Propia, V. Z. (2012). Ecuador.
- Hernández, J. (2012). *Interruptor Automático Magnetotérmico*. Obtenido de <http://www.tuveras.com/aparamenta/magnetotermico.htm>
- Laboratorio de Instrumentación EPN. (2011). *Sensores de nivel*. Obtenido de <http://ciecfie.epn.edu.ec/Automatizacion/Laboratorios/instrumentacion/hojasguias/sensores%20de%20nivel.pdf>
- Miyara, F. (2002). *RECTIFICACIÓN*. Argentina: Universidad Nacional de Rosario, Escuela de Ingeniería Electrónica .
- Navarro, D. (2001). *Conexión e Interfaces de Entrada/Salida*. Venezuela: Departamento de Electricidad, Controlador Lógico Programable.
- Norma AISI. (2011). *Clasificación de los aceros inoxidables según la Norma AISI*. Obtenido de <http://www.multimet.net/pdf/clasificacionaceros.pdf>
- OMRON SYSMAC CPM1/CPM1A/CPM2A/CPM2C. (2011). *Autómatas Programables Industriales, Manual de Instalación*. Obtenido de http://www.atcon.cl/descargas/plc/cpm2a/Manual-Operacion_CPM2A-InstallGuide.pdf

- OMRON SYSMAC CX - PROGRAMMER. (2011). *Manual de Programación CX - PROGRAMMER*.
Obtenido de <http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/introduccionmanualdeprogramacioncj1m.pdf>
- Perdomo, G. (2003). Plásticos y medio ambiente. *EIP*, 1-14.
- Pillapa, O., & Hurtado, E. (2010). *Diseño, construcción e implementación de tableros didácticos para el laboratorio de control eléctrico y PLC de la ESPE extensión Latacunga*. Ecuador.
- Pizzato Elettrica Lift Devices. (2008). *Manual de funcionamiento FD*. Italia.
- Power Stream. (2012). *Wire Gauge and Current Limits Including Skin Depth and Strength*.
Obtenido de http://www.powerstream.com/Wire_Size.htm
- Productos Paraíso del Ecuador. (2005). *Manual de Operaciones del Proceso de Reciclaje*. Italia: SOREMA.
- Productos Paraíso del Ecuador S.A. (2006). *Productos Paraíso del Ecuador*. Obtenido de <http://www.paraisodelecuador.com/indexspanish.htm>
- Roldán. (2010). *Arranque de Motores Asíncronos Trifásicos*. Obtenido de <http://www-app.etsit.upm.es/departamentos/teat/asignaturas/lab-ingenel/arranque%20motor%20asinc%20trifas.pdf>
- San Andrés, M., Chércoles, R., Gómez, M., & De la Roja, J. M. (2011). Materiales sintéticos utilizados en la manipulación, exposición y almacenamiento de obras de arte y bienes culturales. Caracterización por espectroscopia FTIR–ATR. *Convenio de Investigación*, 9-27.
- Santiesteban, O., & Solis, D. (2009). *PROBADOR DE RELÉ TÉRMICO (0-300A) Y CARGADOR DE BATERÍA REGULABLE (0-50A)*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/72916404/6/ANTECEDENTES>
- Schmersal. (2012). *Interruptor de seguridad con actuador separado*. Obtenido de <http://www.schmersal.net/datenblatt?lang=es&produkt=06v732919uy6tj9l34k513035tbgcx>
- Schmersal. (2012). *Safety switch with separate actuator*. Obtenido de <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/07ca/0900766b807ca08a.pdf>
- Zylbersztajn, I. (2008). *Tableros Eléctricos*. Obtenido de <http://jcz-tableroselectricos.blogspot.com/>