



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA



**DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL PARA LA
MÁQUINA ENVASADORA Y ENTAPADORA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
DERIVADOS SINTÉTICOS, UTILIZANDO UN PLC SIEMENS LOGO 230RC**

Chin-Min Chu
C.I:82289978

Jorge J. Materán C.
C.I:16406570

BÁRBULA, JUNIO DE 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA



**DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL PARA LA
MÁQUINA ENVASADORA Y ENTAPADORA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE
DERIVADOS SINTÉTICOS, UTILIZANDO UN PLC SIEMENS LOGO 230RC**

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO PRESENTADO ANTE LA ILUSTRE
UNIVERSIDAD DE CARABOBO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

Tutor:

Prof. Whendy García

Autores:

Chin-Min Chu

C.I: 82289978

Jorge J. Materán C.

C.I: 16406570

BÁRBULA, JUNIO DE 2013



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA



CERTIFICACIÓN DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado asignado para evaluar el trabajo especial de grado titulado **“DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL PARA LA MÁQUINA ENVASADORA Y ENTAPADORA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE DERIVADOS SINTÉTICOS, UTILIZANDO UN PLC SIEMENS LOGO 230RC”**, realizado por los bachilleres: Chu, Chin-min, C.I:82.289.978,y Materán C. Jorge J, C.I:16.406.570, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo.

Prof. Whendy García
TUTOR

Prof. Aida Perez
JURADO

Prof. Ander Miranda
JURADO

BÁRBULA, JUNIO DE 2013



AGRADECIMIENTO



AGRADECIMIENTO

Deseamos agradecer a DIOS, por ofrecerme este aprendizaje y darme cada día nueva oportunidad de crecer.

A nuestros padres, por sus apoyos incondicionales a lo largo de mi formación académica.

A todo el personal de la Universidad de Carabobo, por hacer todo esto posible, a los profesores por su enseñanza, a los jefes de departamentos por su paciencia y ayuda a nuestra tutora por dirección y apoyo.

Al señor Miguelangel Castillo por todo el apoyo en la culminación de este proyecto de grado, a todo el personal de Derivados Sintéticos FP, por su colaboración y ayuda.

Y a todas las personas que directa o indirectamente apoyaron el desarrollo de mi carrera, familiares, profesores, amigos, etc., a todos ellos.



DEDICATORIA



DEDICATORIA

Este trabajo va a dedicar principalmente a nuestro señor, EL TODOPODEROSO, gracias por brindarme la salud para enfrentarme los desafíos de cada día y darme nuevas oportunidades para aprender y vivir la experiencia de la vida y crecerme tanto mental como espiritualmente.

A mis padres, gracias por sus apoyos incondicionales y las enseñanzas incesantes.

A mi hermano, quien siempre me ha prestado su gran ayuda cuando lo necesito.

A mis compañeros en esta lucha académica, Jesús Jiménez, Jorge Materán, Anaira Betancourt, Kairaba Estévez, ya lo logramos!

Y a todas las personas que de corazón desearon que este momento se hiciera realidad.

Chin-min,Chu



DEDICATORIA



DEDICATORIA

Primeramente a Dios por darme vida y la oportunidad de cumplir un paso más en mis metas, dándome fuerzas y acompañándome fielmente en los momentos buenos y difíciles esforzándome en todo momento para cumplir su propósito en mí.

A mi madre por su paciencia, por ser mi apoyo incesante, motivo y ejemplo a seguir en cada una de mis decisiones, por sus consejos que me llevan por buen camino.

A mi padre y hermana por todo su apoyo a lo largo de mi carrera por su cariño incondicional, siempre dándome fuerzas para seguir adelante

A mi sobrina Danna Isabella para que vea en mi un ejemplo a seguir.

A todos mis compañeros de estudio, Chu, Casella, Anaira, Kairaba, Salcedo, Jiménez, Eduin, y todos los demás compañeros por compartir todos los buenos y malos momentos de nuestra vida en la universidad siempre a mi lado.

A mi novia Ángeles Gaeta por ser un motivo de inspiración más, en el tramo final de mi carrera.

Jorge Materan



ÍNDICE



ÍNDICE GENERAL

Resumen	1
Dedicatoria	3
Agradecimiento	5
Introducción	17
Capítulo I	19
1.1 Planteamiento de problema	19
1.2 Justificación del problema	20
1.3 Objetivos	21
1.3.1 Objetivo general	21
1.3.2 Objetivos específicos	21
1.4 Alcance y limitación	22
Capítulo II	24
2.1 Antecedentes	24
2.2 Bases teóricas	28
2.2.1 Automatización	28
2.2.2 Tecnologías empleadas en la automatización	29
2.2.2.1 Automatización industrial en la actualidad	30
2.2.3 Historia del controlador lógico programable	31
2.2.4 Controlador lógico programable (PLC)	34
2.2.4.1 Estructura del PLC	36



ÍNDICE



2.2.4.2 Diagrama a escaleras ladder -----	37
2.2.4.3 Ejemplos básicos de circuitos en un diagrama ladder -----	41
2.2.5 Ventajas y desventajas del PLC -----	43
2.2.5.1 Ventajas del PLC -----	43
2.2.5.2 Desventajas del PLC -----	43
2.2.6 Controlador lógico programable SIEMENS -----	43
2.2.6.1 PLC SIEMENS LOGO! -----	43
2.2.6.2 Líneas del dispositivo hardware de LOGO! -----	46
2.2.6.3 PLC LOGO! BASIC y LOGO! PURE -----	48
2.2.6.4 PLC LOGO! y LOGO! BUS -----	49
2.2.6.5 Modo de programación de LOGO! -----	50
2.2.6.5.1 Contraste y bornes – Co -----	50
2.2.6.5.2 Funciones básicas – GF -----	51
2.2.6.5.3 Funciones especiales –SF -----	52
2.3 LOGO! Soft comfort V7.0 -----	56
2.3.1 Entorno de programación LOGO! Soft comfort V7.0 -----	58
2.3.2 Barra de menús -----	60
2.3.3 Barra de herramientas -----	60
2.3.4 Esquema de contactos (KOP) y diagrama de funciones (FUP) -----	64
2.3.4.1 Esquema de contactos (KOP) -----	65
2.3.4.2 Esquema de funciones (FUP) -----	66
2.3.4.3 Conversión entre KOP y FUP -----	66



ÍNDICE



2.3.5 Controlador lógico programable LOGO! 230RC -----	67
2.3.6 Diagrama de flujo -----	69
2.4 LabVIEW -----	71
2.4.1 Requisitos mínimos para la instalación -----	73
2.4.2 Módulo de LabVIEW -----	75
2.4.2.1 Módulo LabVIEW Real-Time -----	75
2.4.2.2 Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control ---	75
2.4.2.3 Módulo LabVIEW Touch Panel -----	76
2.4.2.4 Módulo LabVIEW MathScript RT -----	76
2.4.2.5 Módulo LabVIEW FPGA -----	76
2.4.2.6 Módulo LabVIEW Control Design and Simulation -----	77
2.4.2.7 Módulo LabVIEW Robotics -----	78
2.4.2.8 Módulo LabVIEW NI SoftMotion -----	78
2.4.2.9 Módulo LabVIEW Statechart -----	78
2.4.2.10 Módulo Vision Development para LabVIEW -----	78
2.4.3 Interface de usuario -----	79
2.4.3.1 Panel frontal -----	79
2.4.3.2 Diagrama de bloques -----	81
2.4.3.3 Paleta -----	83
2.4.3.3.1 Paleta de herramientas -----	83
2.4.3.3.2 Paleta de funciones -----	86



ÍNDICE



2.4.3.3.3 Paleta de controles -----	91
2.4.4 Ejecución de un VI -----	94
2.4.5 Estructuras -----	96
2.4.6 Case structure -----	97
2.4.7 Sequence structure -----	98
2.4.8 For loop -----	100
2.4.9 While loop -----	102
2.4.10 Fórmula node -----	102
Capítulo III -----	104
3.1 Tipo de investigación -----	104
3.2 Técnica de análisis, recolección y procesamiento de datos -----	104
3.3 Metodología -----	107
Capítulo IV -----	109
4.1 Desarrollo del sistema -----	109
4.2 Situación actual de la máquina -----	110
4.2.1 Piezas -----	110
4.3 Modificación del sistema original -----	115
4.4 Funcionamiento -----	124
4.4.1 Variables para el control de automatización -----	127
4.4.2 Diagrama de flujo -----	129
4.5 Equipos y dispositivos necesarios -----	131



ÍNDICE

4.6 Esquemas de conexión de entradas y salidas -----	133
4.7 Descripción del programa -----	135
4.8 Instrucción de operación -----	141
4.9 Puesta en marcha del sistema de control con la máquina -----	145
Capítulo V -----	148
5.1 Simulación en LabVIEW -----	148
Conclusión -----	160
Recomendación -----	163
Bibliografía -----	164
Anexo -----	165
Anexo A -----	166
Anexo B -----	167
Anexo C -----	168



ÍNDICE

ÍNDICE (Figuras y Tablas)

Figura 2.1 Automatización industrial	30
Figura 2.2 Estructura de PLC	35
Figura 2.3 Conformación interna de un PLC	35
Figura 2.4 Configuración ladder (And)	38
Figura 2.5 Configuración ladder (Or)	38
Figura 2.6 Configuración ladder (NAND)	39
Figura 2.7 Configuración ladder (NOR)	40
Figura 2.8 Configuración ladder (XOR)	40
Figura 2.9 Solenoide controlado por interruptores	41
Figura 2.10 Circuito de retención	42
Figura 2.11 Retención de un motor	42
Figura 2.12 PLC LOGO! con módulos de ampliación	45
Figura 2.13 Comparacion entre un módulo LOGO!Basic y un módulo LOGO! Pure -	48
Figura 2.14 Logo! Soft Comfort V7.0	57
Figura 2.15 Interfaz del entorno de programación con usuario	59
Figura 2.16 Barra de herramientas estándar	60
Figura 2.17 Barra de herramientas “Herramientas”	61
Figura 2.18 Pantalla de usuario	62
Figura 2.19 Ventana de información	62
Figura 2.20 Barra de estado	64
Figura 2.21 Esquema de contactos (KOP)	65
Figura 2.22 Diagrama de funciones (FUP)	66
Figura 2.23 Entradas del LOGO! 230RC	68
Figura 2.24 Descripción física del PLC LOGO!	68
Figura 2.25 LabVIEW V10	71



ÍNDICE



Figura 2.26 Panel frontal	79
Figura 2.27 Barra de herramienta	80
Figura 2.28 Barra de herramienta (ejecución)	80
Figura 2.29 Barra de herramienta (depuración)	80
Figura 2.30 Barra de herramienta (agrupación)	81
Figura 2.31 Barra de herramienta (VI)	81
Figura 2.32 Diagrama de bloques	82
Figura 2.33 Paleta de herramientas	83
Figura 2.34 Paleta de funciones	86
Figura 2.35 Paleta de controles	91
Figura 2.36 Paleta de estructura	96
Figura 2.37 Case structure	98
Figura 2.38 Sequence structure	99
Figura 2.39 Paso del frame 0 a la 1	99
Figura 2.40 For loop	100
Figura 2.41 Secuencia de iteraciones de inicial a la ultima	101
Figura 2.42 For loop que permite memorizar 3 iteraciones	101
Figura 2.43 While loop	102
Figura 2.44 Fórmula node 1	103
Figura 2.45 Fórmula node 1	103
Figura 3.1 Técnica de análisis	105
Figura 3.2 Filosofía de investigación	106
Figura 4.1 Maquina Envasadora	112
Figura 4.2 Maquina Envasadora	112
Figura 4.3 Tanque de almacenamiento	112
Figura 4.4 Maquina Entapadora	113
Figura 4.5 Motor para el riel Izquierdo	113
Figura 4.6 Conexiones de foto-eléctrico	116



ÍNDICE



Figura 4.7 Sensor foto-eléctrico	116
Figura 4.8 Sensor foto-eléctrico instalado	117
Figura 4.9 Sensor capacitivo	118
Figura 4.10 Sensor capacitivo instalado en la máquina envasadora	118
Figura 4.11 Posición de nivel a detectar utilizando los sensores instalados	119
Figura 4.12 Motor del riel derecho de la máquina envasadora	120
Figura 4.13 Comparación del gabinete de control (antes y después)	121
Figura 4.14 Contactores y relés añadidos con sus conexiones y el cajetín correspondiente	122
Figura 4.15 El cajetín agregado y el gabinete de control	122
Figura 4.16 Sistema de inyección del producto de la máquina envasadora	123
Figura 4.17 Sistema de inyección del producto de la maquina envasadora	124
Figura 4.18 Llave de selección	126
Figura 4.19 panel de control (lado izquierdo)	127
Figura 4.20 Diagrama de flujo	130
Figura 4.21 Esquema de conexiones de PLC	133
Figura 4.22 Configuración ladder (modo automático o manual)	135
Figura 4.23 Configuración ladder (Encendido de la entapadora y su banda)	136
Figura 4.24 Configuración ladder (Encendido de la banda derecha)	136
Figura 4.25 Configuración ladder (Encendido de la banda izquierda)	137
Figura 4.26 Configuración ladder (Tiempo de espera de la banda)	137
Figura 4.27 Configuración ladder (Tiempo de espera entre apertura de válvulas) ----	138
Figura 4.28 Configuración ladder (Carrete derecho)	138
Figura 4.29 Configuración ladder (Carrete izquierdo)	139
Figura 4.30 Configuración ladder (Válvulas derechas)	139
Figura 4.31 Configuración ladder (Válvulas izquierdas)	140
Figura 4.32 Configuración ladder (Policía derecho e izquierdo)	140
Figura 4.32 Configuración ladder (Policía derecho e izquierdo)	141
Figura 4.34 Esquema de operario manual	142



ÍNDICE



Figura 4.35 Panel de control (Derecho e izquierdo) -----	143
Figura 4.36 Esquema de operario automático -----	144
Figura 4.37 Comparación de las modificaciones de las mangueras del llenado (Antes y Después) -----	145
Figura 4.38 Sensores capacitivos instalados para detectar el nivel -----	146
Figura 4.39 Comparación de las modificaciones de los sensores capacitivos por las foto-eléctricos (Antes y Después) -----	147
Figura 4.40 Motor añadido para la banda derecha -----	147
Figura 5.1 Inicio LabVIEW -----	149
Figura 5.2 Pantalla (Block diagram y front panel) -----	149
Figura 5.3 Pantalla para la selección de herramienta en LabVIEW -----	150
Figura 5.4 Pantalla (Control palette y tolos palette) -----	150
Figura 5.5 Pantalla de visualización del front panel terminada, con el simulador LabVIEW -----	151
Figura 5.6 Configuración en LabVIEW (Selección del modo manual o automático) ---	152
Figura 5.7 Configuración en LabVIEW (Arranque de la máquina entapadora) -----	152
Figura 5.8 Configuración en LabVIEW (Los tiempos de espera de posicionamiento de los envases en cada lado) -----	153
Figura 5.9 Configuración en LabVIEW (Configuración válvula derecha) -----	154
Figura 5.10 Configuración en LabVIEW (Configuración válvula izquierda) -----	154
Figura 5.11 Configuración en LabVIEW (Configuración del tiempo de las bandas en modo automático) -----	155
Figura 5.12 Configuración en LabVIEW (Configuración banda derecha) -----	156
Figura 5.13 Configuración en LabVIEW (Configuración banda izquierda) -----	156
Figura 5.14 Configuración en LabVIEW (Configuración carrete derecho) -----	157
Figura 5.15 Configuración en LabVIEW (Configuración carrete izquierdo) -----	157
Figura 5.16 Configuración en LabVIEW (Configuración policía derecho) -----	158
Figura 5.17 Configuración en LabVIEW (Configuración policía izquierda) -----	158



ÍNDICE



Figura 5.18 Plano de conexión en LabVIEW	159
--	-----

TABLAS

Tabla 2.1 Simbología básica de la programación	37
Tabla 2.2 Dispositivos actuales de LOGO!	47
Tabla 2.3 Lista de funciones básicas	51
Tabla 2.4 Lista de funciones especiales de tiempos , contadores, interruptores y otros	52
Tabla 2.5 Iconos para el control de la simulación	63
Tabla 2.6 Elementos del control de tiempo	63
Tabla 2.7 Elementos básicos de un diagrama de flujo	70
Tabla 2.8 Requisitos mínimos para WINDOWS	73
Tabla 2.9 Requisitos mínimos para MAC OS X	74
Tabla 2.10 Requisitos mínimos para LINUX	74
Tabla 2.11 Iconos de la paleta de herramientas	84
Tabla 2.12 Iconos de la paleta de funciones	87
Tabla 2.13 Iconos de la paleta de controles	92
Tabla 2.14 Comparación de la ejecución de un VI en los sistema operativos	94
Tabla 2.15 Iconos de ejecución	95



ÍNDICE



Tabla 4.1 Especificaciones del motor para el riel izquierdo -----	115
Tabla 4.2 Especificaciones del motor para el riel de la máquina entapadora -----	115
Tabla 4.3 Especificaciones del motor de riel derecho -----	121
Tabla 4.4 Variables de entradas y salidas -----	134



RESUMEN



Universidad De Carabobo
Facultad De Ingeniería
Escuela De Ingeniería Eléctrica
Departamento De Sistemas Y Automática



DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL PARA LA MÁQUINA ENVASADORA Y ENTAPADORA DE UNA EMPRESA PRODUCTORA DE DERIVADOS SINTÉTICOS, UTILIZANDO UN PLC SIEMENS LOGO 230RC

Tutor:

Prof. Whendy García

Autores:

Chin-Min Chu

Jorge J. Materán C.

RESUMEN

“DERIVADOS SINTÉTICOS F.P” es una empresa que se encarga de la fabricación y distribución en el ramo de lubricantes automotrices, como fluidos para frenos aditivos coloidal, grasas automotrices, duchas anticorrosivas, etc. Actualmente la empresa cuenta con la etapa de envasado y entapado utilizando una maquinaria envasadora y entapadora que nunca ha puesto en su funcionamiento, la cual opera con 2 líneas de llenado de 10 envases simultáneos y luego converge en una tercera línea que se encarga del entapado, dicha máquina vino con un PLC siemens logo 230RC que nunca había sido programado para realizar las funciones de control y manipulación del proceso.

Se desarrolló un sistema de control para dicho proceso, e implementar la programación para el controlador lógico programable existente aumentando así la eficiencia y la productividad en línea de producción para la empresa.



RESUMEN



Además por petición de la misma empresa se agregó un motor a dicha maquinaria, con el fin de que las 2 líneas de llenado puedan trabajar de forma independiente y no paralelamente como vino construida inicialmente la máquina.

Específicamente para cumplir con la meta de este diseño, se propuso el estudio completo del proceso detallado de la maquinaria, detectando fallas y averías que se presentaron en algún componente de dicha máquina, ya que la misma nunca había puesto en marcha. Luego se procedió con la elaboración de los planos detallados del sistema de control, la programación en el autómata programable, posteriormente la simulación del proceso con el fin de hacer los ajustes pertinentes, y por último realizar la implementación y puesta en marcha del sistema.

Palabras claves: autómata programable, sistema automatizado, máquina de envasado y entapado.



INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Últimamente, el mundo se ha puesto a desarrollar la tecnología aplicada en el área de la automatización industrial con el fin de aumentar la productividad y reducir la cantidad de mano de obra. Existen cada vez más empresas con un gran alto de porcentaje de automatización aplicada para sus máquinas, las cuales por sí misma son capaces de llevar a cabo trabajos rutinarios que eran realizados por operario(s) calificado(s). La sustitución de máquinas automatizadas por ejecución manual trae varias ventajas: 1) mayor eficacia y efectividad en el proceso, 2) mayor calidad del producto terminado, 3) disminución de los costos de producción, 4) reducción de riesgos en el momento de ejecución, entre otros, permitiendo al personal desempeñar otras actividades menos rutinarias y más productivas para la empresa.

Actualmente, los procesos de automatización industrial dependen de herramientas computacionales, cuya funcionalidad son más modernas y actualizadas. Dichas herramientas computacionales ofrecen alternativas de operación que permiten visualizar, controlar y supervisar un proceso bien sea en el lugar de trabajo o a distancia.

Este proyecto de estudio e implementación de la automatización fue desarrollado en una empresa que se dedica a la fabricación y distribución de aceites sintéticos y productos similares. Dicha empresa últimamente adquirió una máquina envasadora y entapadora que nunca había sido puesta en marcha, debido a que la máquina vino con un PLC, marca SIEMENS, tipo LOGO 230RC sin ningún tipo de programación previa y se requería el diseño de la programación y configuración de ajustes necesarios a los componentes existentes de la máquina para poder cumplir con los objetivos de operación de dicha máquina que son aumentar la productividad, reducir la pérdida de material y mejor la calidad de sus productos.

El estudio presente está estructurado en cinco (5) capítulos para cumplir con los objetivos propuestos. En el capítulo I se describió la problemática encontrada que conllevó a la propuesta



INTRODUCCIÓN



de desarrollar un sistema automatizado de la etapa del envasado y entapado, así como los objetivos generales y específicos.

En el capítulo II se hizo referencia a algunos trabajos de investigación previos, que eran base para el diseño a presentar. Así mismo también se detallaron las bases teóricas necesarios para el desarrollo de un sistema automatizado de la etapa del llenado.

En el capítulo III, se explicó las etapas para realizar la elaboración del presente estudio, y la metodología a utilizar para el logro de los objetivos propuestos de acuerdo con el tipo de estudio y tipo de investigación.

En el capítulo IV, se mostró el desarrollo de la programación utilizando el software “LOGO!Soft”, y los ajustes mecánicos y eléctricos tales como, la instalación de los sensores foto-eléctricos para detectar la presencia de los envases, la colocación de los sensores capacitivos para detectar el nivel envasado del producto, la agregación de un motor nuevo para el riel derecho con sus protecciones eléctricas correspondientes y por el ultimo, la modificación en las mangueras para obtener la purgación optima del aire contenido en las mismas.

En el capítulo V, se presentó la simulación del proceso del llenado y entapado mediante el software LabVIEW para mayor visualización y entendimiento del proceso que se automatizó.

Y finalmente en las conclusiones se mencionaron los logros y los cambios realizados de acuerdo con los requerimientos de la empresa y los objetivos planteados a realizar en este estudio.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



CAPÍTULO I

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

La empresa “DERIVADOS SINTÉTICOS F.P” ubicada en el estado Aragua, sector Santa Rita municipio Linares Alcántara, se dedica a la fabricación y distribución de lubricantes, aditivos coloidal, fluidos para frenos, refrigerantes, grasas automotrices, ducha anticorrosiva, ambientadores, agua desmineralizada para baterías, todo esto referente en el ramo de lubricantes automotriz, el proceso de dichos derivados involucran las siguientes etapas:

Almacenaje: en esta fase se recibe el aceite de base sintético proveniente de las refinerías y se almacenan en un tanque principal.

Mezclado: en este proceso se lleva a cabo la unión del aceite de base sintético, con diferentes tipos de aditivos, o aceites a base mineral para lograr las viscosidades y calidades requeridas de los diferentes tipos de productos que genera la empresa.

Llenado y Envasado: en esta etapa los diferentes derivados se encuentran almacenados en distintos tanques según el tipo de producto. El llenado es realizado por los operarios manualmente por medio de llaves de descarga que están al lado de cada tanque, para posteriormente pasarlos a otros operadores encargados de tapar los envases.

En dicho proceso se cuenta con más de 6 operarios trabajando en conjunto, en donde se presentan gastos innecesarios en el momento de llenado y entapado debido a derrames del producto y descuido humano, generándose pérdidas adicionales de tiempo y a su vez menor productividad para la empresa. En muchas ocasiones la hora de entrega del producto a los diferentes compradores al mayor, ha tenido que postergarse por dichos problemas, ya que no se cumple con la cantidad de producto acordado entre el comprador y la empresa dando así una mala imagen de la misma, en el cual disminuye su credibilidad para futuros compradores.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



Estos tipos de acontecimientos que se presentan en esta etapa, merman directamente la producción estimada por la empresa, reduciendo así su nivel de competencia contra otras empresas de la misma índole.

Con el fin de evitar esta situación, se plantea automatizar y optimizar este proceso a través de la puesta en marcha de dicha máquina, reduciendo considerablemente el tiempo de llenado y envasado en más de un 50% al igual que se aminora las pérdidas del producto por derrame que se transforma en un aumento de productividad de la empresa.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.

En este proyecto se enfoca en la etapa de envasado y entapado de la empresa “DERIVADOS SINTETICOS F.P” con la intención de optimizar, automatizar e implementar dicho proceso. Dicha fase del proceso genera pérdidas ya que el proceso es totalmente manual y normalmente ocurre derrames en el llenado de envase por el descuido del operario, dicha pérdida ocasiona el retraso de la producción que se trasforma en la disminución de productividad de la empresa.

Mediante la puesta en funcionamiento de dicha maquinaria el número de operarios necesarios en esta fase se estima reducir de 6 a 3, que equivale a un 50 % reducción de mano de obra en esta etapa de proceso, donde los operarios sobrantes serán reubicados en otras etapas del proceso en labores que no son tan repetitivas como el de envasado y entapado.

La productividad de la empresa aumentaría considerablemente con la reducción de las pérdidas por derrame y descuido de los operarios. Según el protocolo de la empresa el tiempo máximo que se requiere para el proceso de envasado y entapado es de 10 minutos por cada envase, con la implantación de dicha máquina se estima que se podría reducir ese tiempo máximo de envasado y entapado a 5 minutos por cada 10 envases.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



Por medio de la implementación de dicha automatización, otras empresas que tengan procesos similares de envasado y entapado se pueden ver beneficiadas ya que este proceso es muy repetitivo y por ende tedioso al ser realizado manualmente, en donde se disminuirían errores humanos en cuanto a la distracción de los operarios.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar un sistema automatizado para una máquina de envasado y entapado en la empresa “DERIVADOS SINTETICOS F.P”, utilizando un PLC Siemens Logo 230RC.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- ✓ Estudiar el funcionamiento de la máquina de envasado y entapado, en la empresa “DERIVADOS SINTETICOS F.P”, para identificar las variables y componentes presentes en el proceso.
- ✓ Diseñar el sistema de control de la máquina para la automatización de la fase de envasado y entapado del proceso.
- ✓ Elaborar los planos del esquema de control, y una instrucción de operación de la máquina.
- ✓ Elaborar el programa del autómata seleccionado, tal que cumpla con los requerimientos del sistema control, para su simulación y verificación.
- ✓ Simular el proceso de control en LabVIEW a fin de verificar el funcionamiento del algoritmo de control.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



- ✓ Implementar el sistema de control diseñado, a través de la instalación del autómatas y demás dispositivos requeridos para la puesta en marcha.

1.4 ALCANCE Y LIMITACIÓN

En este proyecto se contempla el diseño y la implementación de un automatismo para una maquinaria de envasado y entapado, donde la tarea se enfoca en la ejecución del proceso de llenado de 10 envases simultáneos en una línea de producción, a su vez dicha línea opera en combinación con una 2da línea, las cuales son controladas por un PLC Siemens Logo 230RC, garantizando así la puesta en marcha de la máquina y su funcionamiento.

Dicho en otra manera, se llevará a cabo lo siguiente:

- ❖ Selección de los equipos necesarios para realizar el control del proceso.
- ❖ Elaboración de planos específicos de la máquina controlada, incluyendo esquema del controlador lógico programable.
- ❖ Programación del autómatas.
- ❖ Programación del LabVIEW.
- ❖ Simular la ejecución del programa de control (LabVIEW).
- ❖ La implementación que consistirá en la puesta en marcha de la máquina, con su respectiva instrucción de operaciones.

La máquina envasadora y entapadora adquirida por la empresa viene diseñada para envasar a un solo tipo de envase estándar, cuya medida viene siendo 8.5cm de diámetro y 22.5 cm de altura, sin embargo, para el caso en que se desea realizar el envasado y entapado a otra medida de



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



envase, es necesario que ajuste los finales de carrera, la ubicación de los sensores capacitivos que detectan el nivel envasado y la separación entre las válvulas.

Para la pre-etapa del llenado que es el suministro y la colocación de los envases vacíos, y la post- etapa del entapado que es bajar los envases terminados, en ambas operaciones son realizadas manualmente por los operarios, dicho en otra manera, para la etapa del llenado y entapado se requiere la consideración del tiempo que se necesitan los operarios a realizar las dos operaciones antes mencionadas.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

2.1 ANTECEDENTES.

Gonzales Adolfo et al. México (2008) “Propuesta para la implementación de un controlador lógico programable en el sistema de rebombeo de agua potable”. Este trabajo exterioriza un problema real de rebombeo de agua potable de la organización OAPAS que opera en municipio Naucalpan, proponen una solución sencilla y económica mediante la implementación de un LOGO! 230RC de la marca SIEMENS, debido a que cuenta con una pantalla que permite hacer un seguimiento del programa aplicado, el cual está elaborado de forma tal que el sistema guardará la simplicidad de operación con la factibilidad de cambiar a forma manual. Este programa alterna 3 bombas principales a un respectivo horario y en caso de alguna falla, la bomba de emergencia entrará en funcionamiento para sustituir a la que tiene algún desperfecto. Esta referencia pone en manifiesto el uso de un controlador lógico programable en particular el SIEMENS LOGO 230 RC, en el caso particular del trabajo de grado es el autómatas que se pretende utilizar como solución en el mejoramiento de la productividad de la empresa y también la disminución en cuanto a los derrames del producto a la hora del llenado, puesto que este autómatas es ideal para hacer tareas y rutinas industriales como se propone para satisfacer la exigencia de la empresa donde además nos podría servir como guía a la hora de crear la programación del mismo. El aporte de este trabajo fue que el uso de este controlador en particular por si solo (sin módulos adicionales) es capaz de manejar hasta dos señales analógicas y 6 digitales, por estas razones el uso de este dispositivo era más que suficiente para realizar los trabajos propuestos. Es de importancia mencionar también que cuenta con una pantalla donde se puede cambiar y seguir el comportamiento del programa directamente. [1].



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Espinoza, A. (2005), llevó a cabo el trabajo titulado “Automatización del Sistema de Secado de Nepe de la Cervecería Polar, Planta San Joaquín C.A; utilizando un PLC Siemens S5”. En donde la idea principal fue la de diseñar e implementar un automatismo para una maquinaria encargada del secado de NEPE, la cual se encontraba operando en la planta aproximadamente por 25 años, con un sistema de control ineficiente para realizar las tareas de secado, y además no posee una regulación sobre el porcentaje de humedad del producto a procesar.

Es por ello que dicho diseño se lleva a cabo mediante la implementación de un Controlador Lógico Programable (PLC) marca Siemens, Modelo S5-115U; además de un sistema de supervisión computarizado encargado del monitoreo del proceso de secado en cada una de las etapas, garantizando así un funcionamiento eficiente y mejora de la calidad del producto.

Este proyecto tiene similitud con el planteado, en cuanto la utilización de un controlador lógico programable para la automatización de un proceso industrial donde la principal tarea es el mejoramiento de una de las etapas de un proceso que actualmente es ineficiente, donde nos será de mucha ayuda ya que se estudiarán los pasos a seguir para identificar las variables y componentes presentes en el proceso y en lo que respecta al uso de un sistema de supervisión computarizado o SCADA [2].

Juan Carlos Sánchez Meyer (2007) “Propuesta para la aplicación de funciones de comunicación en el PLC de una máquina llenadora”. En este trabajo se enfoca en la implementación de un sistema de control mediante un controlador lógico programable para una máquina llenadora de pistón, la cual es una de las máquinas más comunes en la industria. En esta implementación se busca optimizar el funcionamiento de la máquina y que permita una comunicación efectiva de información del proceso hacia una computadora, debido a que la información sobre un proceso de producción es muy importante a la hora de tomar decisiones y la resolución de problema. Tradicionalmente, el proceso de llenado se ejecutaba junto con una máquina llenadora cuya operatividad era manual, es decir, el operario debe bajar los inyectores para introducir producto dentro de las envases hasta que el producto líquido alcance el nivel



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



deseado, el cual resulta un proceso sumamente tedioso y desagradable. Al implementar un Controlador Lógico Programable (PLC) se logra mejorar la eficiencia para la producción. Además se aprovecha las informaciones cruciales adquiridas a través de la programación hecha en un Controlador Lógico Programable (PLC). El proyecto citado anteriormente se asemeja al trabajo que se desea elaborar en esta propuesta, ya que antes de adquirir la máquina envasadora y entapadora, el proceso de las mismas se hacía de manera manual, la cual implica una pérdida de material que puede ser provocado por los obreros en el momento de llenado, por otro lado la operación manual implica una gran inversión de personal para poder satisfacer la demanda. Al implementar un sistema de control basado en controlador lógico programable facilita la adquisición de informaciones del proceso, aumentar la cantidad de producción y disminuye la pérdida de material provocado por errores humanos. [3].

Juan Pablo, Solórzano (2013) “Simulación computacional de una máquina para la formación de extremos de espirales cónicas para vehículos realizada en solidworks y controlada por LabVIEW”, Universidad De Carabobo, Venezuela. Este proyecto de grado está basado en la simulación de una máquina CNC de 5 ejes utilizando el enlace entre los software LabVIEW y Solidworks para la empresa MetalCar. Esta máquina es la encargada de realizar espirales cónicas (Cola de cochino) ya que con este diseño mejora el desempeño de la suspensión en los vehículos. Gracias al enlace entre el software Solidworks y el software LabVIEW a través de Softmotion, será posible observar el movimiento de la máquina para cada uno de los modelos de espirales. Además del movimiento, será posible realizar gráficas para cada uno de los ejes de distintas variables como torque, velocidad, aceleración. Estos modelos de espirales estarán en una base de datos creada para los modelos existentes, también dando la posibilidad al usuario de generar nuevos modelos introduciendo las dimensiones de la espiral. [4]

Martin A. Du Saire O (2004) “Reingeniería De La Línea De Envasado Del Laboratorio De Automatización Industrial II Para Ser Utilizado Como Soporte Práctico”, Universidad de Carabobo, Venezuela, el proyecto mencionado se planteó la ejecución y el desarrollo de mejoras a la línea de envasado de manera de adaptarla para su posterior uso como un método o



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



herramienta didáctica con la finalidad de conseguir que el estudiante tenga un conocimiento teórico práctico en lo que a automatismos industriales se refiere y cómo se pueden implementar en un proceso industrial muy comúnmente empleado por industrias que elaboran productos de consumo masivo. En este trabajo que ofrece mayor ayuda para el desarrollo del presente proyecto, debido a que en el mismo se plantean las características anteriores que se encontraba en la línea de llenado y envasado, para de esta manera emplear los cambios necesarios.[5].

López, J y Salinas, C (2005) “Diseño De Un Sistema Automatizado Del Proceso De Envasado De Jabón En Crema En INDUCHEM, C.A”, Universidad de Carabobo, Venezuela. En este desarrollo del proyecto se enfocan en un proceso similar al estudiado en el presente proyecto, ya que las líneas del proceso de envasado de jabón en crema de la empresa señalada se dividen en dosificación y colocación de tapas, de manera similar a las líneas de la empresa de “Derivados FP” en estudio que se dividen en llenado y entapado de las botellas, lo cual puede servir a manera de referencia para el desarrollo del proyecto. [6]



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 AUTOMATIZACIÓN [7]

El término “Automatización” proviene de la palabra griega “Auto” y significa la realización por mecanismos propios de un proceso, en el que información, materia o energía es sustituido o transformado.

En este proyecto la palabra “Automatización” se refiere a aquello sistema donde se entrega actividades repetitivas o rutinas manuales de producción, usualmente son ejecutados por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, ofrece algunos beneficios y ventajas principales como lo siguiente:

- ✓ Repetitividad constante: una vez que un proceso o una actividad se ha sido automatizado e implementado, las operaciones se repiten de forma exacta y continuadamente.
- ✓ Mejoramiento de calidad: al lograr la repetitividad es posible ajustar el proceso de manera que se consigan niveles óptimos de calidad.
- ✓ Disponibilidad total: una vez ajustadas, las máquinas pueden funcionar día y noche sin necesidad de descansar y de esta manera logra la mayor eficiencia y el rendimiento en la productividad.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.2.2 TECNOLOGIAS EMPLEADAS EN LA AUTOMATIZACION [7]

Las tecnologías empleadas en la automatización pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- ✓ Tecnología cableada
- ✓ Tecnología programada

La tecnología cableada se realiza a base de uniones físicas de los elementos que componen la parte de control. La tecnología cableada ha sido extensamente empleada, pero presenta los siguientes inconvenientes:

- ✓ Ocupa mucho espacio
- ✓ Es poco flexible ante modificaciones o ampliaciones.
- ✓ Es difícil de mantener
- ✓ No es útil en aplicaciones en controles complejos

Caros, debido al costo de sus componentes y a la gran cantidad de horas necesarias para el cableado. En la tecnología programada, la parte de control se realiza mediante la confección de un programa residente en la memoria de una unidad de control. Los autómatas Programables pertenecen a la tecnología programada, el cual entre sus ventajas están todos los inconvenientes de la tecnología cableada.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Figura 2.1 Automatización industrial

2.2.2.1 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL EN LA ACTUALIDAD [7]

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales: parte de mando; parte operativa

La Parte Operativa

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, etc.

La Parte de Mando

Suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta ahora se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas ó módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

2.2.3 HISTORIA DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) [7]

A medida de que la industrialización crecía se ha buscado procedimientos para que el trabajo se realice de manera ágil, rápida, segura y menos tediosa para el operador.

La historia del PLC comienza a partir de 1968 cuando Ford y General Motors estudian un sistema de control electrónico en el cual el equipo debía ser fácil de programar sin recurrir a las computadoras industriales que ya se encontraban en servicio en la industria y como respuesta a ello el PLC surge porque el control, la secuenciación y la lógica para la manufactura de automóviles se realizaban mediante relés, contadores y controladores dedicados.

Entre microcomputadoras y la lógica cableada aparecen los primeros modelos de autómatas, también llamados controladores lógicos programables (PLC's), como respuesta a las necesidades de automatización de la industria automotriz norteamericana y fue inventada por **Dick Morley**, fundador de la multinacional MODICON actualmente integrada en el grupo Schneider Automation, Inc.

Y aunque el desarrollo de la industria automotriz era alto, el proceso para actualizar la planta era costoso y muy tardado, además de que los sistemas basados en relés, el recableado tenía que llevarse a cabo por electricistas especializados.

En ese mismo año, GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors), ofertó un concurso para una propuesta del reemplazo electrónico de los sistemas cableados y la propuesta ganadora fue el MODICON 084 de Bedford Associates de



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Boston, Massachusetts, el primer PLC que en 1969 se instaló para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

Este nuevo controlador (el PLC) tenía que ser fácilmente programable, su vida útil tenía que ser larga y ser resistente a ambientes difíciles. Esto se logró con técnicas de programación conocidas y reemplazando los relés por elementos de estado sólido.

Fue llamado MODICON 084, debido a que fue el proyecto ochenta y cuatro y a partir de entonces se creó una nueva compañía dedicada al desarrollo, manufactura, venta y servicio para este nuevo producto: MODICON (MODular DIGital CONTroller o Controlador Digital Modular).

Ya en 1971, los PLC's se extendían a otras industrias siendo el estado secuencial la tecnología dominante en éstos pese a sus 4 bits de desplazamiento, siendo los más populares la AMD 2901 y 2903 eran muy populares entre los PLC MODICON y los PLC's A-B.

La marca MODICON fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía Alemana AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño y donde actualmente también se puede apreciar una unidad de los primeros modelos 084 que se construyeron, retirada tras casi veinte años de servicio ininterrumpido que se construyeron en la sede de MODICON en el Norte de Andover, Massachusetts donada por GM.

En los ochentas, los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits, reduciendo el volumen del PLC, lo que los popularizó en todo el mundo, además de un intento de estandarización de las comunicaciones con el protocolo MAP (Manufacturing Automation Protocol), se pasó a programación simbólica a través de computadoras personales en vez de los clásicos terminales de programación y se obtuvieron varias mejoras como mayor velocidad de respuesta, mayor concentración de números de



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



entrada/salidas en los módulos, desarrollo de módulos de control continuo (PID), servocontroladores y control inteligente (Fuzzy).

Ya en los años noventa, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLC's de diferentes marcas y PC's, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la terminal principal en "tiempo real". Se introdujeron nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores; el último estándar IEC 1131-3 ha intentado combinar los lenguajes de programación de los PLC en un solo estándar internacional.

Pese a que PLCTM es una marca registrada por Allen-Bradley Co, es empleado el término de forma genérica para nombrar a los controladores de diversas marcas y en la actualidad la principal virtud de los PLC's es su robustez y facilidad de interconexión en el proceso, su programación es mediante diagramas de bloques, listas de instrucciones, lenguaje C, etc. al mismo tiempo. Se ha dado el caso en que las computadoras personales han reemplazado a al PLC, tanto que la compañía original que diseño el primer PLC (MODICON) ahora crea sistemas de control basados en PC; pero no cabe duda que el PLC seguirán evolucionando ya que hoy en día podemos ver gran variedad de autómatas que van desde microautómatas y nanoautómatas que utilizan apertura y cierre de puertas, Domótica, control de iluminación, control de riego de jardines, etc. que dependen de un PLC, teniendo la nueva tendencia a dotarlo de funciones específicas de control, de canales de comunicación para que puedan conectarse entre sí y con ordenadores en red produciendo así redes autómatas.

La industria automotriz es todavía una de las más grandes usuarias de PLC, y MODICON todavía numera algunos de sus modelos de controladores con la terminación ochenta y cuatro. Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores. Algunas marcas con alto prestigio son ABB Ltd., Koyo, Honeywell, Siemens, Trend Controls, Schneider Electric, Omron,



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Rockwell (Allen-Bradley), General Electric, Tesco Controls, Panasonic (Matsushita), Mitsubishi e Isi Matrix.

2.2.4 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC)

En las viejas industrias el control de algún proceso se realizaban mediante cableado de contactores y relevadores, esto implicaba un conocimiento exigente de las conexiones de cada elemento, haciendo muy laborioso y fatigoso solucionar fallas en el sistema, ya que se tendría que hacer todo un barrido del él para llegar a dispositivo con desperfecto; además de que si se requería modificar el circuito, era necesario rehacer nuevamente todo el cableado.

En la actualidad las industrias optan por reemplazar esos sistemas por módulos conocidos como PLC (*Program Logic Controller*) o Controladores Lógicos Programables, también llamado Autómata Programable Industrial (API), ya que proporciona una solución óptima al control de circuitos complejos de automatización y se pueden entender simplemente como aparatos eléctricos que sustituyen a los mandos de los sistemas automáticos.

Además de controlar la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales; los PLC's son capaces de realizar operaciones aritméticas y controlar señales analógicas para estrategias de control como las Proporcional es Integrales Derivativas (PID).

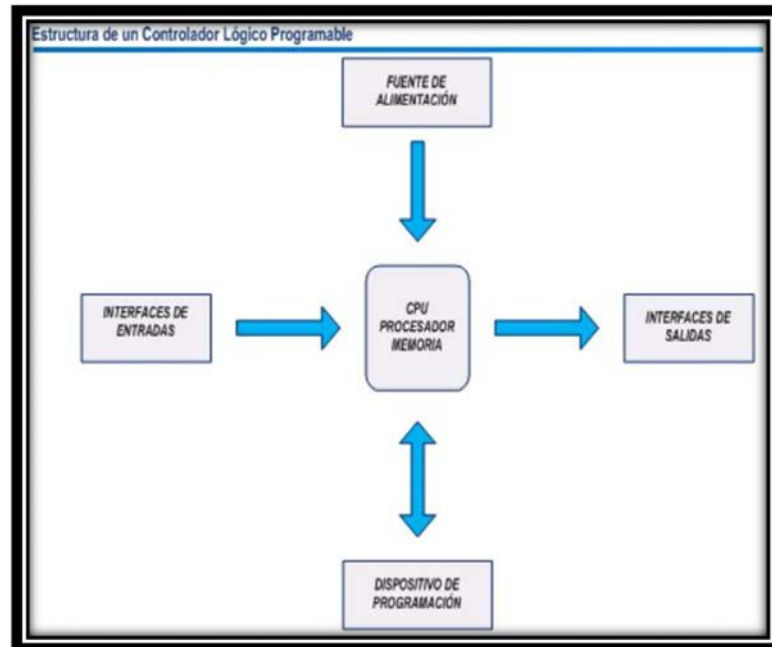


Figura 2.2 Estructura de PLC

Fuente: <http://www.monografias.com>

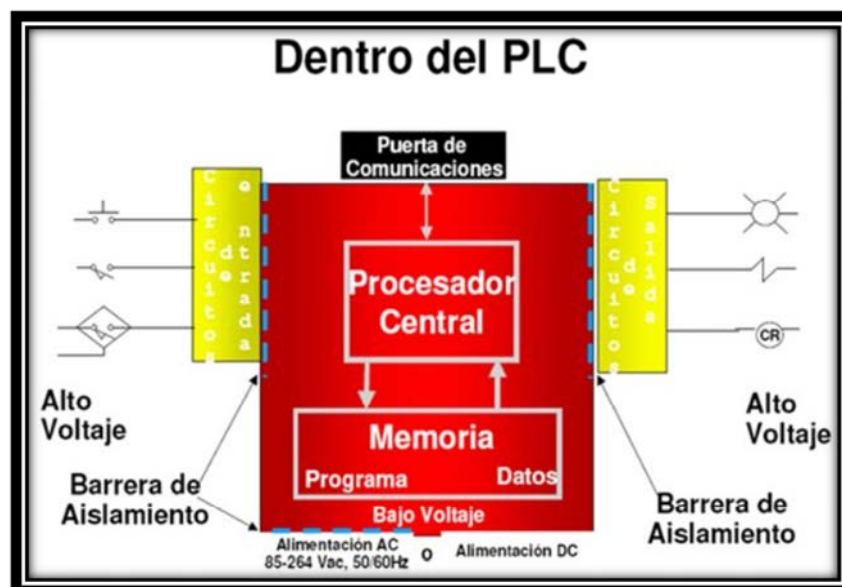


Figura 2.3 Conformación interna de un PLC

Fuente: <http://www.monografias.com/>



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.2.4.1 ESTRUCTURA DEL PLC

Una forma simple de describir un PLC, es observarlo como un ordenador el cual se conforma por el *Software* y el *Hardware*.

❖ HARDWARE DEL PLC

El hardware de un PLC se entiende como la parte tangible o física donde se puede dividir en:

- **Fuente de Alimentación (FA)**, que consiste en el suministro de las corrientes continuas que necesitan los circuitos eléctricos.
- **Unidad de Control de Proceso (CPU)**, microprocesador que es el elemento fundamental para coordinar y procesar datos, y actuar de acuerdo a estos datos.
- **Periféricos de Entrada (E)**, aquel que permite ingresar datos al PLC
- **Periféricos de Salida (S)**, son las unidades que nos muestren las operaciones o resultados.
- **Dispositivos de Memoria**, en el PLC cuenta con una memoria RAM y generalmente con una memoria ROM-Borrable Programable, EPROM (*Erasable Programmable Read-Only Memory*). **RACK**, también conocido como riel; es un bastidor para alojar todo el equipo electrónico que conforma al PLC y simplemente es un armazón metálico estandarizado.

❖ SOFTWARE DEL PLC

La parte intangible del PLC conformado por el programa que hace que el autómatas realice su trabajo.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

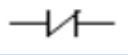
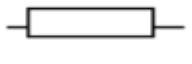


Existen una gran variedad de PLC's y de acuerdo al fabricante pueden variar también en su forma de programarse pudiendo ser mediante *listas de instrucciones* o programación a base de *diagrama de escaleras LADDER*, que es una lista de instrucción es simples y programación por estados familiarizada con reglas de circuitos de conmutación.

2.2.4.2 DIAGRAMA A ESCALERAS (LADDER)

El nombre Ladder de este método de programación, significa escalera en inglés y se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas. Donde es importante mencionar que en estos diagramas la línea vertical a la izquierda representa un conductor con tensión, y la línea vertical a la derecha representa tierra.

Tabla 2.1 Simbología básica de la programación

	La entrada como contactos que no se cierran hasta que reciben una entrada.
	La entrada como contactos que están cerrados hasta que reciben una entrada.
	Salida.
	Instrucción especial.

Mediante la simbología de la tabla 2.1 se pueden realizar combinaciones lógicas básicas que facilitan un programa, en donde los principales arreglos en un diagrama son:

Y (AND)

La figura 2.4 muestra un arreglo en diagrama eléctrico y su representación en diagrama de escaleras de una función AND, en donde se encuentran dos contactos normalmente



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



abiertos A y B o entradas 1 y 2, respectivamente en serie con un solenoide o bobina sin energía y que únicamente funcionará si ambos contactos o entradas se cierran.

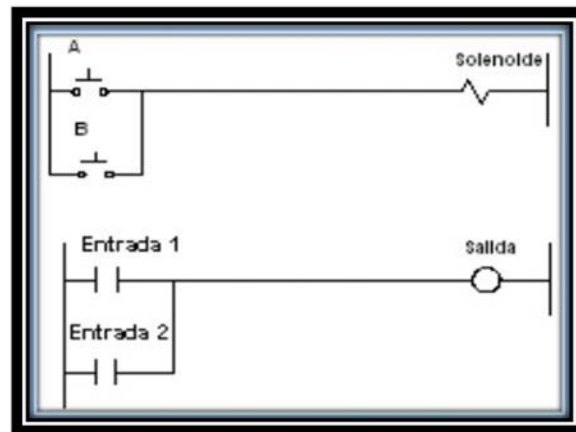


Figura 2.4 Configuración ladder (And)

✚ (OR)

En la figura 2.5 ejemplifica un sistema OR, donde los interruptores A y B (entradas 1 y 2) se encuentran en paralelo unidos a la bobina sin energía y que solo permitirá la activación de la misma si alguno de los interruptores se mantiene cerrado.

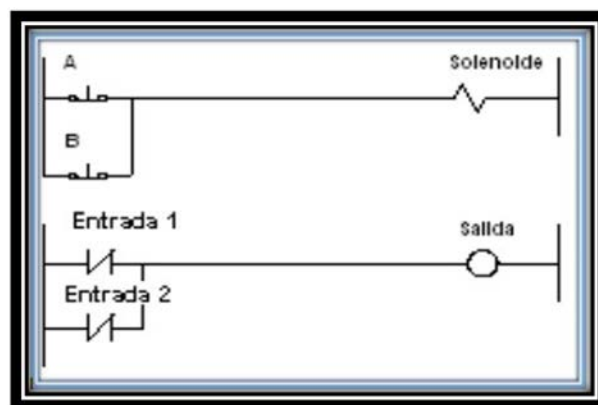


Figura 2.5 Configuración ladder (Or)



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



No-Y (NAND)

Un ejemplo de un sistema AND negada, también llamado NAND, se puede representar para su entendimiento, como dos contactos A y B (entradas 1 y 2 en el diagrama de escaleras), donde se encuentran normalmente cerrados y en paralelo. De acuerdo a la figura 2.6, la salida se encuentra energizada y solo será desactivada hasta que se mantengan abiertas las entradas 1 y 2 (contactos A y B) simultáneamente.

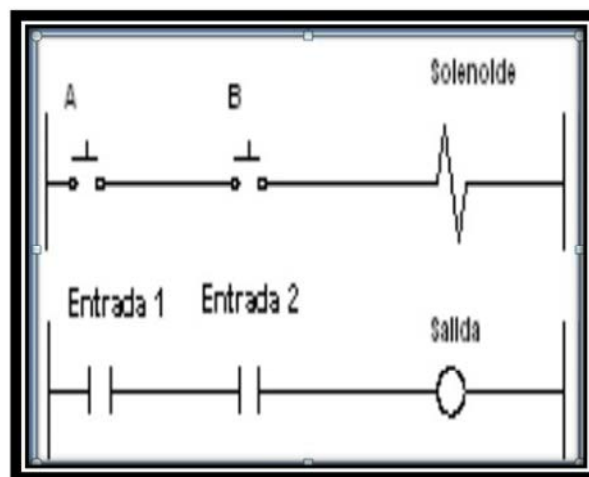


Figura 2.6 Configuración ladder (NAND)

No-O (NOR)

La función OR negada o NOR, representada en la figura 2.7, es un arreglo en serie de las entradas o contactos normalmente cerrados con el solenoide, es notorio que la salida se encuentra energizada y solo se desactivara si alguna de las entradas se mantiene abierta.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

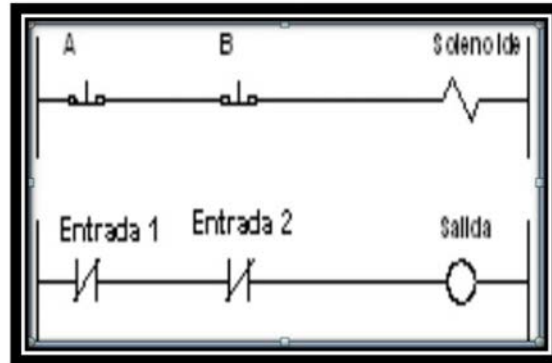


Figura 2.7 Configuración ladder (NOR)

✚ O exclusiva (XOR)

La función XOR u OR exclusiva mostrada en la figura 2.8, es un arreglo en serie de dos entradas (1 y 2) que a su vez se encuentran en paralelo. Nótese que se tiene entradas 1 y 2 normalmente abiertos y normalmente cerrados. La lógica es: si se mantiene activo la señal para la entrada 1, el contacto que le corresponde a la primera línea se cierra y en la línea 2 se abre permitiendo que la salida se active hasta que dicha señal se apague. Si se mantiene activa una señal para la entrada 2, en la primera línea se abre el contacto y en la segunda línea se cierra permitiendo así que la salida funcione. La salida no se energiza si las señales para entrada 1 y 2 están activadas o desactivadas al mismo tiempo.

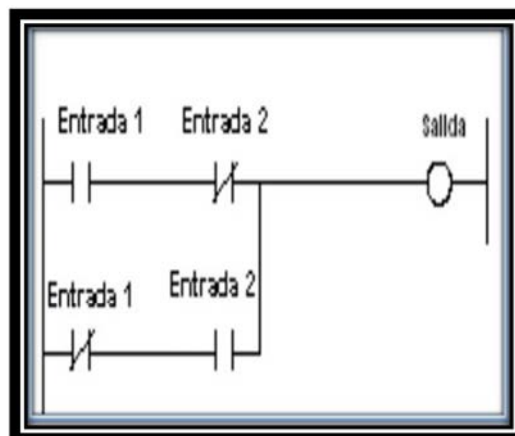


Figura 2.8 Configuración ladder (XOR)



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.2.4.3 EJEMPLOS BASICOS DE CIRCUITOS EN UN DIAGRAMA LADDER

En la figura 2.9 se observa un arreglo eléctrico y su representación en diagrama a escaleras, en donde se tienen tres entradas distintas (1, 2 y 3) y una salida. Obsérvese que la entrada 1 se encuentra en serie con la entrada 2 que está en paralelo con la entrada 3. La salida solo se activará si se mantiene la entrada 1 y cualquiera de las otras dos entradas, ya sea 2 o 3, activas.

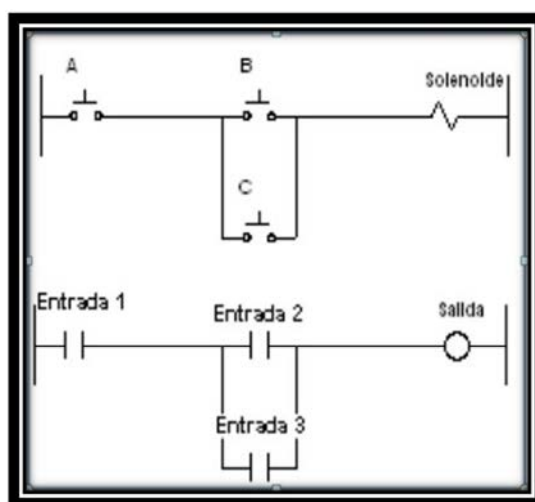


Figura 2.9 Solenoide controlado por interruptores.

La figura 2.10 es un ejemplo donde se quiere mantener activa la salida. Se manda una señal a la entrada 1 permitiendo así que la salida se active y se mantenga aunque no hubiese señal en la entrada 1. Esto se debe a que cuando entro en función la salida se activó el contacto que se encontraba en paralelo al de la entrada 1, manteniéndose hasta que la señal de salida se apague.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

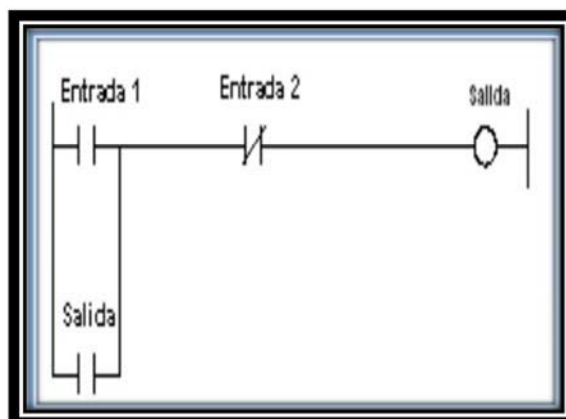


Figura 2.10 Circuito de retención.

En la figura 2.11 se muestra un ejemplo de retención de un motor, con señal de foco de encendido y foco de apagado. Se cuenta con un botón de arranque en paralelo con un contacto que a su vez se encuentran en serie con un contacto de botón de paro. Al presionar el botón de arranque, se activa el motor y se cierra el contacto correspondiente al motor, manteniéndolo de esta forma enclavado, a su vez se enciende el foco de encendido. En el momento que se presione el botón de paro el motor dejara de funcionar, se harán los cambios en los contactos de motor y se encenderá el foco de apagado.

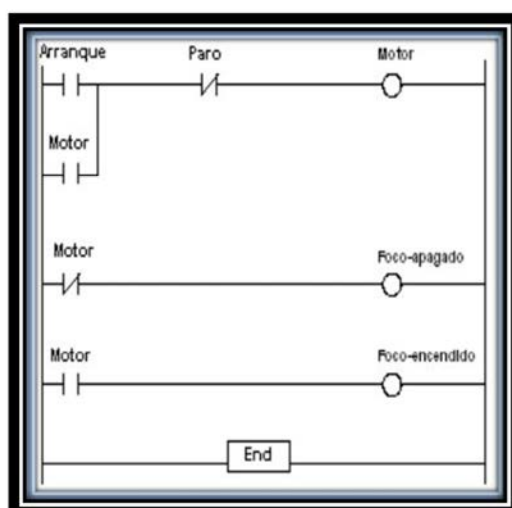


Figura 2.11 Retención de un motor.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.2.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL PLC

2.2.5.1 VENTAJAS DEL PLC

- Se pueden implementar en espacios reducidos
- Aplicables en procesos de producción periódicamente cambiantes
- Aplicables en procesos secuenciales
- Adaptable para maquinarias de procesos variables
- Se puede colocar en instalaciones complejas y amplias
- Cuenta con programación de chequeo centralizada en las partes del proceso
- Reduce los tiempos de elaboración de proyectos
- Permite hacer modificaciones sin necesidad de otros componentes
- Menor costo de mano de obra
- Permite gobernar varias máquinas con el mismo autómata
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento
- Siempre puede ser reutilizable en otros procesos industriales, máquinas o sistemas de producción

2.2.5.2 DESVENTAJAS DEL PLC

- Costo del PLC
- Adiestramiento de operador

2.2.6 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE SIEMENS

2.2.6.1 PLC SIEMENS LOGO! [8]

El PLC LOGO! es un módulo universal de la prestigiosa marca SIEMENS y actualmente es utilizado con éxito en los sectores industriales, artesanales y educativos, ya que cuenta con



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



grandes ventajas como lo que es instalaciones rápidas, reducción de los trabajos de cableado y creación sencilla de programas, reduce tiempo desde la configuración hasta el mantenimiento, permite ahorrar hasta 70% de espacio en el armario de distribución y en el almacén, además ahorra en accesorios como canales de cables, cables, perfiles y material de fijación.

Las unidades de la familia LOGO! cuentan con un diseño compacto ofreciendo una gran cantidad de funciones prácticas y de acuerdo al modelo tenemos 8 funciones básicas y de 21 hasta 28 funciones especiales para soluciones flexibles y económicos, además lleva integrados Control, Unidad de manejo e indicación con iluminación de fondo, Fuente de alimentación, Interfaz para módulos de ampliación, Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC, Temporizadores, Marcas digitales y analógicas y Entradas y Salidas en función del modelo.

Los PLC's LOGO! son totalmente robustos, cumplen con los requisitos más severos en materia de compatibilidad electromagnética, resistencia a las vibraciones y al medio ambiente, por ello es apto para resolver tanto tareas para las grandes industrias como para las domésticas sin mencionar que también pueden ser utilizados para zonas residenciales mixtas con pequeñas industrias. LOGO es adecuado en controles especiales como los de invernaderos o jardines de invierno, para procesamiento previo de señales de controles, la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios de distribución.

LOGO! cuenta con un repertorio funcional en las variantes **LOGO! Basic**, **LOGO! Pure**, **LOGO! Long** y **LOGO! Bus**, haciendo todos ellos módulos completos y compactos.



Figura 2.12 PLC LOGO! con módulos de ampliación.

Fuente: <http://machala.olx.com.ec>

Los modelos que existen son de dos clases de tensión

- Categoría 1 ≤ 24 V, es decir, 12 V DC, 24 V DC, 24 V AC
- Categoría 2 mayor a 24V, es decir, 115...240 V AC/DC

Contando diversos módulos de ampliación:

- LOGO! módulos digitales DM8... para 12 V DC, 24 V AC/DC y 115...240 V AC/DC con 4 entradas y 4 salidas.
- LOGO! módulos digitales DM16... para 24 V DC y 115...240 V AC/DC con 8 entradas y 8 salidas.
- LOGO! módulos analógicos para 24 V DC y en parte para 12 V DC, con entradas analógicas o con 2 entradas Pt 100 ó con 2 salidas analógicas.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los módulos digitales y analógicos están integrados en 2 o 4 unidades de división y disponen de dos interfaces de ampliación respectivamente, de modo que se puede conectar otro módulo a cada uno de ellos.

Es importante señalar que cada LOGO! puede ampliarse únicamente con módulos de ampliación de la misma tensión y otro punto a favor de LOGO! es que como medio de seguridad tienen modificaciones mecánicas, es decir, cuenta con pernos en la carcasa que impiden conectar entre sí dispositivos con una clase distinta de tensión diferente.

2.2.6.2 LÍNEAS DEL DISPOSITIVO HARDWARE DE LOGO! [8]

Existen diferencias específicas de cada dispositivo por lo que respecta a las funciones de LOGO!, no sólo hay que tener en cuenta el tipo de variante LOGO!, sino también la versión. Para averiguar la versión es importante consultar los últimos dígitos del número de referencia del LOGO! correspondiente. Las variantes LOGO! actuales pertenecen a la 6ª generación. Se reconocen por las últimas cifras del número de referencia: **0BA5**. Las tres primeras generaciones de dispositivos LOGO! se reconocen por las cifras finales **0**, **1** y **2**. La mayor diferencia con respecto a las tres primeras generaciones LOGO! es la modularidad de los dispositivos. A partir de la versión 0BA3 ya no existen ni la variante AS-Interface ni la variante larga.

Los dispositivos estándar disponen ahora de una interfaz de ampliación a la que puede conectar módulos de ampliación (módulos digitales, analógicos o de bus) para adaptar el LOGO! a sus propias necesidades. La modularidad apenas afecta a la creación de programas para LOGO! se puede continuar programando de la misma forma convencional, lo único que hay que tener en cuenta, es que las entradas y salidas analógicas y AS-Interfaz están determinadas por la posición en la que está insertado el módulo de ampliación correspondiente.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.2 Dispositivos actuales de LOGO!

Variante	Nombre	Referencia
Basic	LOGO! 12/24 RC *	6ED1052-1MD00-0BA6
	LOGO! 24 *	6ED1052-1CC00-0BA6
	LOGO! 24 RC (AC/DC)	6ED1052-1HB00-0BA6
	LOGO! 230 RC (AC/DC)	6ED1052-1FB00-0BA6
Basic sin display (puro)	LOGO! 12/24 RC ₀ *	6ED1052-2MD00-0BA6
	LOGO! 24 ₀ *	6ED1052-2CC00-0BA6
	LOGO! 24 RC ₀ (AC/DC)	6ED1052-2HB00-0BA6
	LOGO! 230 RC ₀ (AC/DC)	6ED1052-2FB00-0BA6
Módulos digitales	LOGO! DM 8 12/24R	6ED1055-1MB00-0BA1
	LOGO! DM 8 24	6ED1055-1CB00-0BA0
	LOGO! DM 8 24R	6ED1055-1HB00-0BA0
	LOGO! DM 8 230R	6ED1055-1FB00-0BA1
	LOGO! DM 16 24	6ED1055-1CB10-0BA0
	LOGO! DM 16 24R	6ED1055-1NB10-0BA0
	LOGO! DM 16 230R	6ED1055-1FB10-0BA0
Módulos analógicos	LOGO! AM 2	6ED1055-1MA00-0BA0
	LOGO! AM 2 PT100	6ED1055-1MD00-0BA0
	LOGO! AM 2 AQ (0...10V)	6ED1055-1MM00-0BA0
	LOGO! AM 2 AQ (0...10V,0/4...20mA)	6ED1055-1MM00-0BA1
Módulos de comunicación	CM EIB/KNX	6BK1700-0BA00-0AA1
	CM AS-Interface	3RK1400-0CE10-0AA2
Visualizador de textos	LOGO! TD	6ED1055-4MH00-0BA0

*: También con entradas analógicas

Fuente: Manual de LOGO Edición 06/200

El espacio de almacenamiento disponible es el mismo para todos estos aparatos y para los dispositivos básicos se pueden adquirir los módulos de ampliación digital o analógicos.

En la denominación se reconocerse de la siguiente manera:

- 12 significa versión de 12 V
- 24 significa versión de 24 V



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



- 230 significa versión de 115/230 V
- R significa salidas de relé (sin salidas de transistor R)
- C significa reloj/reloj programador integrado
- o significa sin display

2.2.6.3 PLC LOGO! BASIC Y LOGO! PURE [8]

LOGO! Basic y LOGO! Pure cuentan con 8 funciones básicas y 21 funciones especiales que pueden combinarse hasta 56 veces. Cuentan también con:

- 8 entradas
- 4 salidas a relevador
- 16 funciones horarias
- 24 funciones de contador
- 8 interruptores horarios
- 3 contadores de horas de funcionamiento
- 42 relés de impulso de corriente
- 42 relés con autorretención
- Funciones para procesar valores analógicos y textos de aviso

La diferencia entre LOGO! Basic y Pure es simplemente que LOGO Basic cuenta con una pantalla digital en el que podemos apoyar para realizar la programación, y LOGO! Pure no tiene pantalla, pero no por ello es menos ventajoso que el Basic.

LOGO! Basic tiene la gran ventaja de que visualiza todos los datos que se introduce durante la programación manual.

LOGO! Pure es ventajoso en el sentido de protección contra intervenciones no autorizadas, además de ser compatible con LOGO! Basic y la programación se realiza mediante LOGO! Soft

Comfort desde una Computadora Personal o mediante transferencia de programas desde un módulo de programa (Card) de LOGO!.

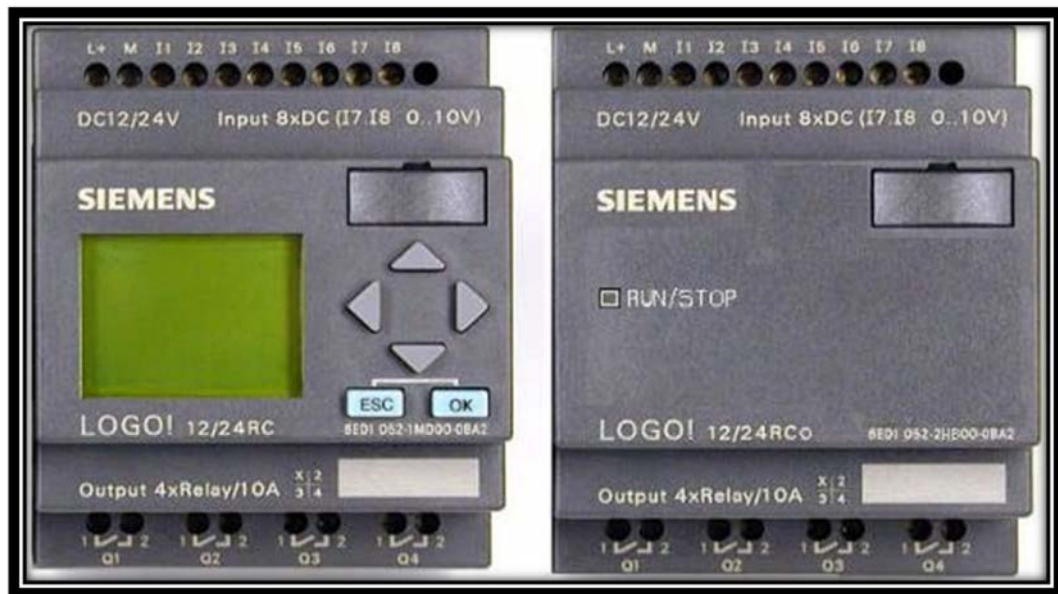


Figura 2.13 Comparación entre un Módulo LOGO! Basic y un Módulo LOGO! Pure.

2.2.6.4 PLC LOGO! LONG Y LOGO! BUS [8]

EL PLC LOGO! Long ofrece el doble que LOGO! Basic con 12 entradas y 8 salidas, haciendo lo muy cómodo si se requiere más entradas o salidas otorgándonos todavía ahorro de espacio.

Con LOGO! Bus nos referimos a conectividad integrada, con condición de esclavo para el bus ASInterfase (AS-i) inteligente, conservando aun su facilidad de uso ya que la comunicación no exige ninguna actividad de ingeniería adicional.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Un punto importante es que LOGO! Bus no es afectado por perturbaciones en el bus mientras sirven como esclavo para intercambiar en sistemas interconectados alarmas e informaciones de estado y mando con equipos de control de jerarquía superior.

2.2.6.5 MODO DE PROGRAMACIÓN DE LOGO! [8]

Realizar un programa para LOGO! consiste simplemente en un esquema de conexiones eléctricas representado mediante bloques lógicos. La programación de LOGO! se basa en una Lista de Bornes o Contactores, una lista de Funciones Básicas, una lista de Funciones Especiales.

2.2.6.5.1 CONTRASTES Y BORNES - Co

Los contrastes y los bornes identifican entradas, salidas, marcas virtuales y niveles de tensión fijos a los que se les conoce como constantes.

Las *entradas digitales* se identifican mediante una **I** y las *entradas analógicas* como **AI** llevando la numeración a la derecha (I1, I2, I3... AI1, AI2...). Las *salidas digitales* se representan mediante una **Q** y las *salidas analógicas* de forma **AQ** y de igual forma que las entradas, la numeración queda a la derecha (Q1, Q2... AQ1, AQ2).

Las *marcas* son salidas virtuales que poseen el mismo valor que hay aplicado a la entrada, y se identifican mediante una **M** o **AM**.

Los *bits de registro de desplazamiento* **S1** hasta **S8** permiten consultar el valor de una entrada y desplazarlo por bits. El valor de la salida corresponde a la del bit de registro de desplazamiento parametrizado.

Los *niveles de tensión* se identifican mediante **hi** (alto=1) y **lo** (bajo=0) y nos permite mantener un bloque en un constante estado ya sea alto o bajo.



CAPÍTULO II

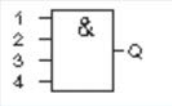
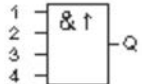
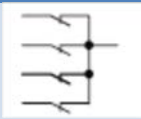
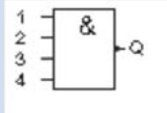
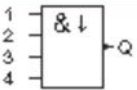
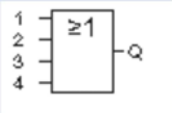
MARCO CONCEPTUAL



2.2.6.5.2 FUNCIONES BASICAS - GF

Las funciones básicas son elementos lógicos sencillos de álgebra de Boole: AND, OR, NOT, NAND, NOR y XOR (Ver tabla 2.3)

Tabla 2.3 Lista de funciones básicas.

Visualización en el esquema de conexiones	Visualización en LOGO!	Nombre de la función básica
 Conexión en serie con contacto NA		Y (AND)
		AND con evaluaciones de flanco
 Conexión en paralelo con contactos NC		Y- Negada (NAND)
		NAND con evaluación de flancos
 Conexión en paralelo con contactos NA		O (OR)

Fuente: Manual de LOGO Edición 06/200

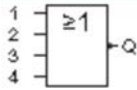
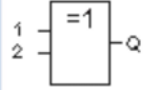
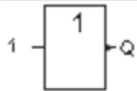


CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.3 Lista de funciones básicas. Continuación

 Conexión en serie con contactos NC		O- Negada (NOR)
 Contacto inversor doble		O- Exclusiva (XOR)
 Contacto NC		Inversor (NOT)

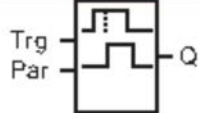
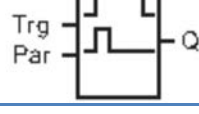
Fuente: Manual de LOGO Edición 06/200

2.2.6.5.3 FUNCIONES ESPECIALES – SF [8]

La lista de funciones especiales ya integrada en el PLC, son bloques que permiten las funciones de temporizadores, contadores, interruptores y otros que permiten realizar un programa completo y complejo.

En la tabla se indica también si la función en cuestión puede ser remanente (Rem). Existen las siguientes funciones especiales: (Ver tabla 2.4)

Tabla 2.4 Lista de Funciones especiales de tiempos, contador, interruptores y otros.

	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.4 Lista de Funciones especiales de tiempos, contador, interruptor y otros.

(Continuación)

	Relé de barridos activados por flancos	Rem
	Generador de pulsos asíncrono	Rem
	Interruptor bifuncional	Rem
	Generador aleatorio	
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barridos activados por flancos	Rem
	Generador de pulsos asíncrono	Rem
	Interruptor bifuncional	Rem



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.4 Lista de Funciones especiales de tiempos, contador, interruptor y otros.

(Continuación)

	Generador aleatorio	
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Temporizador anual	
CONTADORES		
	Contador adelante/atrás	Rem
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Selector de umbral	
ANALÓGICO		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Conmutador analógico de valor umbral diferencial	



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.4 Lista de Funciones especiales de tiempos, contador, interruptor y otros.
(Continuación)

	Vigilancia del valor analógico	
	Comparador analógico	
	Amplificador analógico	
	Modulación de ancho de impulsos	
	Aritmética analógica	
	Rampa analógica	
	Regulador PI	Rem
OTROS		
	Relé autoenclavador	Rem
	Relé de impulsos	Rem



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



**Tabla 2.4 Lista de Funciones especiales de tiempos, contador, interruptor y otros.
(Continuación)**

	Interruptor software	Rem
	Textos de aviso	
	Registro de desplazamiento	Rem
	Detección de errores de aritmética analógica	

2.3 LOGO! SOFT COMFORT V7.0 [8]

LOGO! Soft Comfort versión 7.0 es un software de programación multilingüe compatible con:

- Windows 98SE
- Windows NT 4.0
- Windows ME
- Windows XP (sólo 32 bits)
- Windows 2000
- Windows Vista (sólo 32 bits)
- Windows 7 (32 y 64 bits)
- Mac OS X 10.4
- Mac OS X 10.5
- Linux (comprobado con SUSE Linux 10 + SP2 y Kernel 2.6.16).



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Advertencia:

- **Windows Vista:**

A partir del LOGO! Soft Comfort V5.0 + SP3, el sistema operativo Windows Vista se soporta en todas las variantes (excepto la de 64 bits).

El programa LOGO!Soft ofrece una simulación en PC de un LOGO! preparado. Con el software de programación los programas de conmutación se pueden elaborar, ensayar, modificar, archivar e imprimir directamente en el PC. Esta elaboración off line del programa de conmutación aumenta muy notablemente la facilidad de manejo del LOGO!, para lo que la pantalla refleja una imagen del equipo a programar. Los programas pueden transferirse entonces entre el PC y el LOGO!.



Figura 2.14 LOGO! Soft Comfort V7.0



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Mediante este programa es muy simple de instalar y ofrece un claro interface de trabajo en el que puede visualizar y modificar su programa en vista general. El ambiente es completamente gráfico por tanto utilizando botones se activan conectores y funciones básicas y especiales en la barra de herramientas que se insertan en el programa mediante “plug & play”, es decir, simplemente con arrastrar a la hoja de trabajo el icono deseado, dichos elementos pueden moverse y conectarse de forma arbitraria.

2.3.1 ENTORNO DE PROGRAMACIÓN LOGO! SOFT COMFORT V5.0 [10]

Al abrir LOGO! Soft Comfort V5.0 aparece la interfaz de usuario vacía, para generar un proyecto nuevo, basta con ir a la barra de menú y seleccionar nuevo o simplemente hacer clic en el botón , dando como resultado un nuevo programa en donde la mayor parte de la pantalla la ocupa el área dedicada a la creación de esquemas eléctricos, llamada interfaz de programación. En esta plataforma de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa.

Para no perder la visión de conjunto, especialmente en el caso de trabajar con programas extensos, en la parte inferior y a la derecha de la interfaz de programación se dispone de unas barras de desplazamiento que permiten mover el esquema eléctrico en sentido horizontal y vertical.



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL

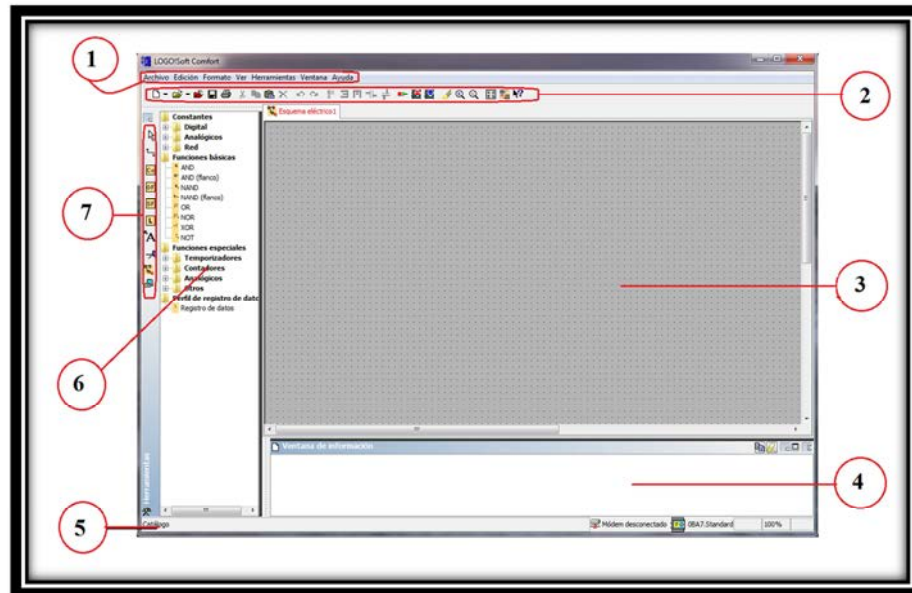


Figura 2.15 Interfaz del entorno de programación con usuario.

- 1) Barra de menús
- 2) Barra de herramientas estándar
- 3) Interfaz de programación
- 4) Ventana de información
- 5) Barra de estado
- 6)
 - 6.1 Constantes de bornes de conexión
 - 6.2 Funciones básicas (solo editor FUP)
 - 6.3 Funciones especiales
- 7) Barra de herramientas.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.3.2 BARRA DE MENÚS [10]

En la parte superior de la ventana de LOGO! Soft Comfort se encuentra la barra de menús que contiene los distintos comandos para editar y gestionar los programas. Esto incluye también configuraciones y funciones de transferencia del programa.

2.3.3 BARRAS DE HERRAMIENTAS

En LOGO! Soft Comfort cuenta con tres barras de herramientas:

- Barra de herramientas estándar
- Barra de herramientas “Herramientas”.
- Barra de herramientas de simulación.

❖ Barra de herramientas Estándar

Encima del entorno de programación se encuentra la barra de herramientas estándar proporciona acceso directo a las principales funciones de LOGO! Soft Comfort. Ver figura 2.16.



Figura 2.16 Barra de herramientas estándar.

Mediante los botones de esta barra se pueden realizar, entre otras, las siguientes operaciones: crear un programa; cargar, guardar o imprimir un programa ya existente; cortar, copiar y pegar objetos de un circuito o transferir datos desde y hacia LOGO!. La barra de herramientas Estándar se puede seleccionar y mover con el ratón. Si cierra la barra de herramientas Estándar, ésta permanecerá siempre acoplada a la barra de menús.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

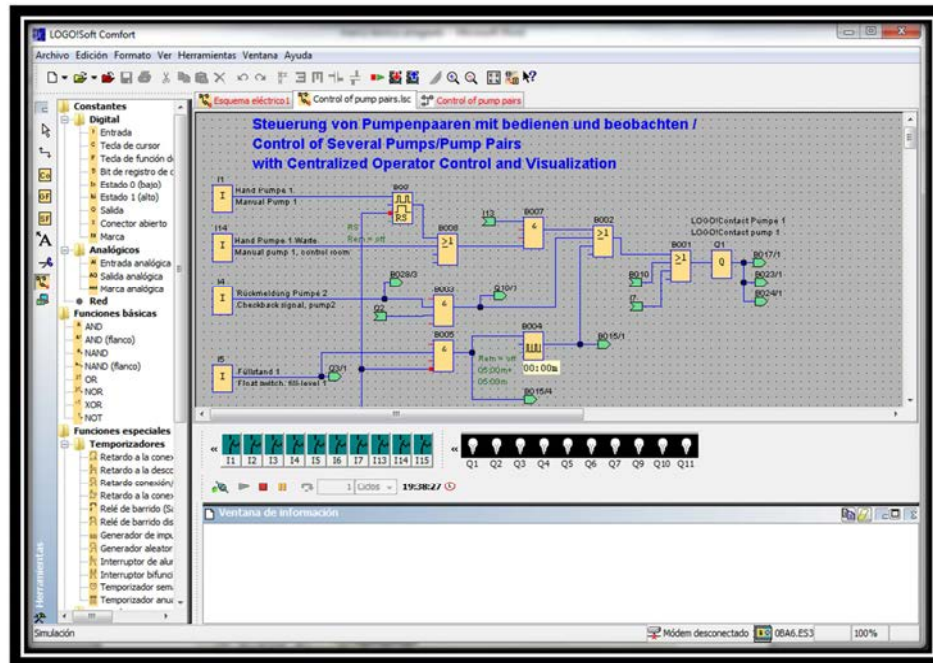


Figura 2.18 Pantalla de diseño

❖ Ventana de información

Bajo la interfaz de programación se encuentra la ventana de información. En esta ventana se muestran los datos y las indicaciones. Ver figura 2.19.

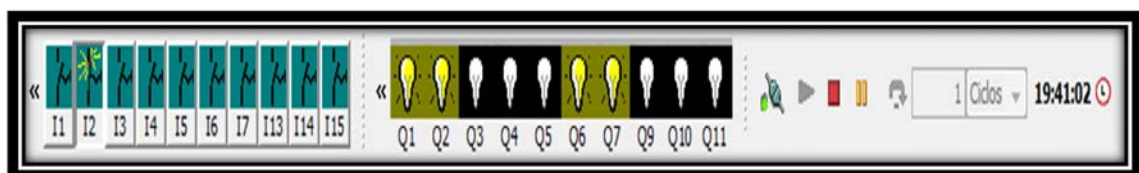


Figura 2.19 Ventana de información



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



En la tabla 2.5 se muestra Iconos para el control de la simulación

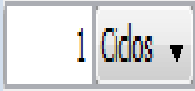
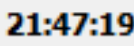
Tabla 2.5 Iconos para el control de la simulación

	Iniciar la simulación
	Detener la simulación
	Interrumpir la simulación (pausa)

❖ Control de tiempo

Si configuro el programa de manera que el tiempo represente un valor importante, utilice el control de tiempo (Ver tabla 2.6).

Tabla 2.6 Elementos del control de tiempo.

	Iniciar la simulación durante un tiempo determinado o durante un número determinado de ciclos. La duración y el número de ciclos se determinan con los siguientes iconos.
	Ajuste del tiempo de duración y de la base de tiempo para una simulación limitada en el tiempo o ajuste de un número determinado de ciclos
	Indica la hora actual del LOGO!Soft Comfort
	Modifica la hora actual del LOGO!Soft Comfort



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



❖ Barra de estado

En la parte inferior de la ventana de programación encontrará una barra de estado. Aquí se indica información acerca de la herramienta activa, el estado del programa, el valor de zoom ajustado, la página general del esquema y el dispositivo LOGO! seleccionado. (Ver figura 2.20)



Figura 2.20 Barra de estado.

Los programas pueden simularse en modo offline (fuera de línea), y muestra de forma simultánea el estado de diversas funciones especiales en diferentes ventanas.

Con LOGO! Soft Comfort se pueden crear programas para dispositivos LOGO! de varias generaciones. Las diferencias radican en el rendimiento, el tamaño de la memoria, la cantidad de bloques de programas (p. ej.: bloques de marcas) y en la estructura del dispositivo.

2.3.4 ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP) Y DIAGRAMA DE FUNCIONES (FUP) [10]

LOGO! Soft Comfort le proporciona dos métodos para configurar sus programas:

- Esquema de contactos (ladder diagram)
- Diagrama de funciones (function block diagram).



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.3.4.1 ESQUEMA DE CONTACTOS (KOP)

El editor KOP permite realizar diseños de esquemas de circuitos de lógica secuencial. (Ver figura 2.21)

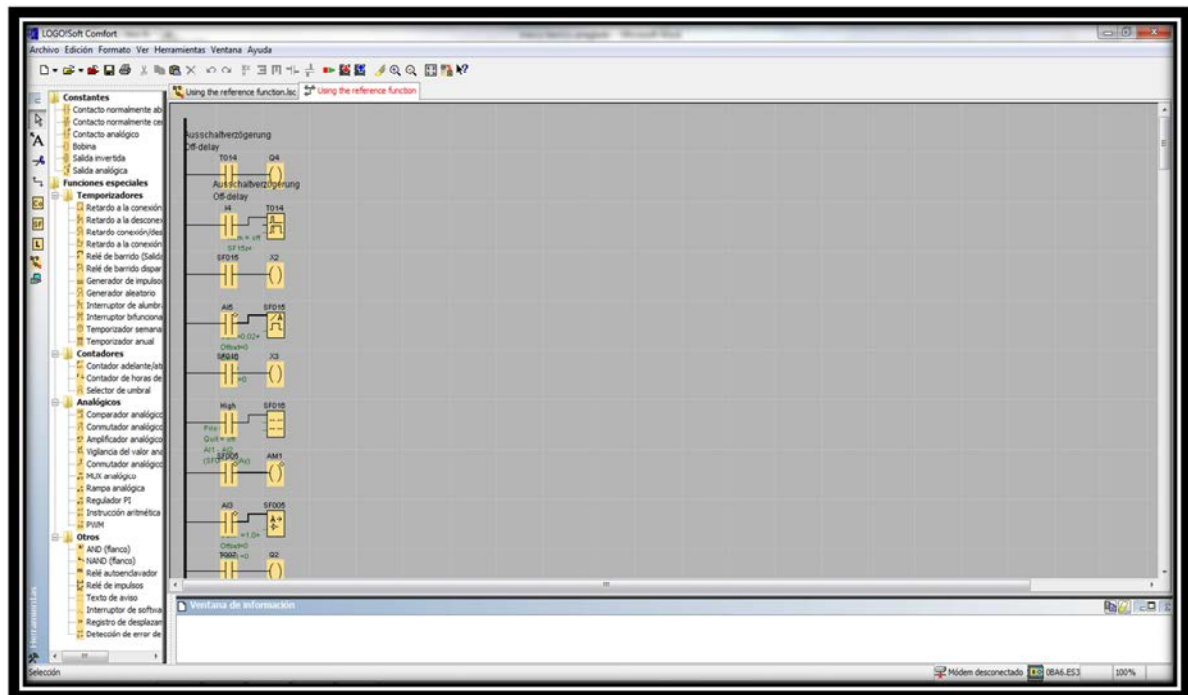


Figura 2.21 Esquema de contactos (KOP).



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.3.4.2 DIAGRAMA DE FUNCIONES (FUP)

Este ambiente es muy útil para usuarios familiarizados con los cuadros lógicos del álgebra booleanas. (Ver figura 2.22)

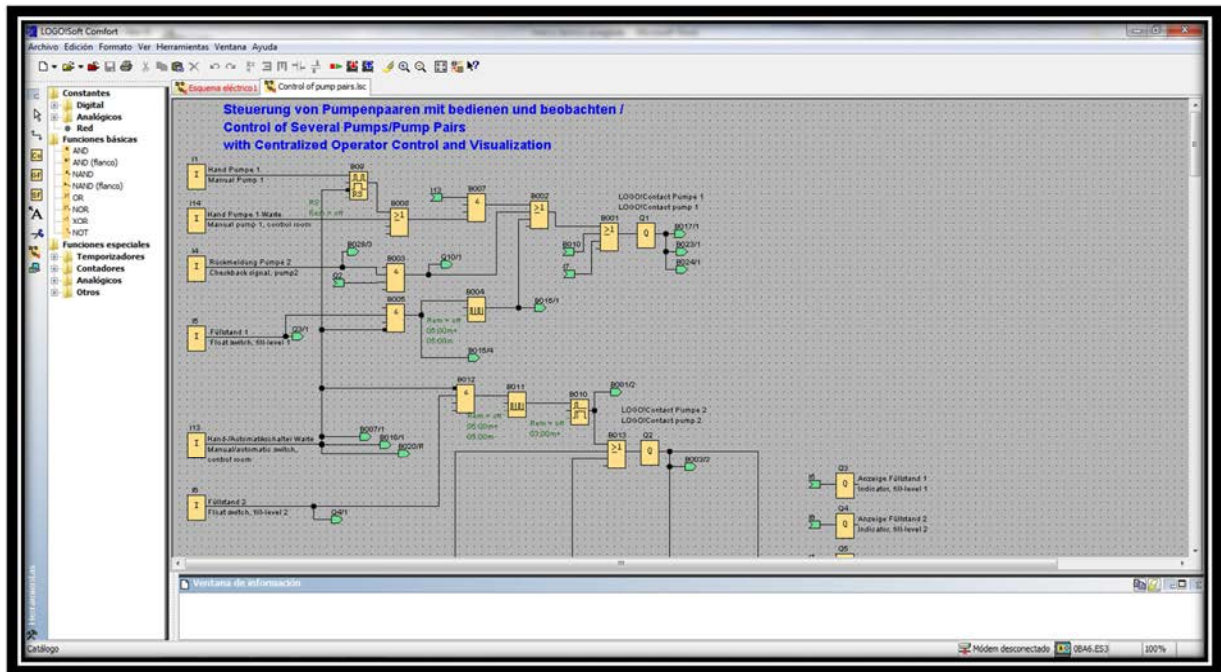


Figura 2.22 Diagrama de funciones (FUP).

2.3.4.3 CONVERSIÓN ENTRE KOP Y FUP

En la barra de herramientas Estándar se puede observar un iconito el cual simplemente al darle clic convierte un esquema de formato KOP a formato FUP y viceversa.

Para la conversión de KOP a FUP rigen las siguientes normas:

- Las conexiones en serie de contactos se transforman en bloques AND.
- Las conexiones en paralelo de contactos se transforman en bloques OR.
- Los comentarios libres no se transfieren, ya que su posición en el esquema no se puede determinar en función de los bloques.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



- Las conexiones en cruz, es decir, las conexiones en las que una salida de bloque está conectada a varias entradas de bloque y, al mismo tiempo, al menos una de dichas entradas de bloque está conectada a varias salidas de bloque, se transforman en un bloque OR.
- Como entradas del bloque OR se utilizan todas las salidas de bloque que forman parte de la conexión en cruz.
- La salida del bloque OR se conecta a todas las entradas de bloque que forman parte de la conexión en cruz.
- Las marcas internas se deshacen y los circuitos se juntan.

2.3.5 CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE LOGO! 230RC [10]

El PLC LOGO! 230 RC es una de las versiones del LOGO! Basic, que requiere una tensión de alimentación es de 115/230 V AC, con un margen admisible de 85 V a 265 V AC y con una intensidad de entrada 0.08 mA. Cuenta con 4 relés con intensidad permanente de 10 A con carga óhmica y 3 A con carga inductiva, sin necesidad de protección externa.

Trabaja a una frecuencia de maniobra de 2 Hz con carga óhmica y 0.5 Hz, con carga inductiva, contando con disipadores de 1.1 a 3.5 W (115V) y 2.3 a 4.6 W (230V). La temperatura ambiente que soporta es de 0 a +55 °C; su temperatura de almacenamiento es de -40 a +70 °C., y sus dimensiones son 72 x 90 x 55 mm.

Las entradas de estos dispositivos están divididas en dos grupos de cuatro entradas. Sólo puede haber fases distintas entre los bloques y no dentro de los mismos. (Ver figura 2.23 y figura 2.24)

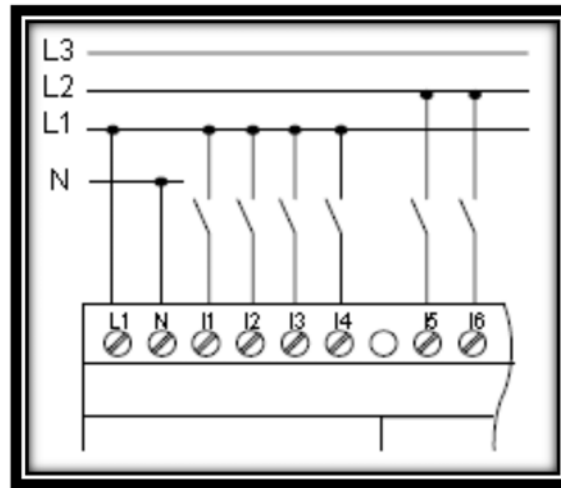


Figura 2.23 Entradas del LOGO! 230RC



Figura 2.24 Descripción física del PLC LOGO!



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Al comenzar el programa se puede visualizar en la pantalla:

- Salidas analógicas Q1 hasta Q2
- Maracas digitales M1 hasta M24
- Bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8
- 4 teclas de cursor
- Un estado de señal “hi”
- Un estado de señal “lo”.

2.3.6 DIAGRAMA DE FLUJO [10]

Una forma práctica a la solución del problema es representar todos los elementos y cuestiones que envuelven al problema en un diagrama de flujo, el cual es la forma más tradicional de especificar los detalles algorítmicos de un proceso, en donde se puede ver amplia aplicación en sector de programación, economía y procesos industriales. Los diagramas flujo utilizan una serie de símbolos con significados especiales. Son la representación gráfica de los pasos de un proceso, que se realiza para entenderlo mejor y también se entienden como modelos tecnológicos utilizados para comprender los rudimentos de la programación lineal; y que se encuentra estandarizado según la norma ISO 5807:1985.



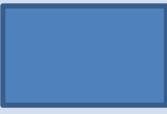
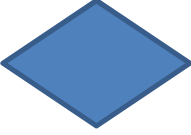
CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los principales elementos básicos que conforman un diagrama de flujo se muestran en la tabla 2.7

Tabla 2.7 Elementos básicos de un diagrama de flujo.

	Fleca: Indica el sentido y trayectoria del proceso de información.
	Rectángulo: Se usa para representar un evento o proceso determinado. Este es controlado dentro del diagrama de flujo en que se encuentra. Es el símbolo más comúnmente utilizado. Se usa para representar un evento que ocurre de forma automática y del cual generalmente se sigue una secuencia determinada.
	Rombo: Se utiliza para representar una condición. Normalmente el flujo de información entra por arriba y sale por un lado si la condición se cumple o sale por el lado opuesto si la condición no se cumple. El rombo además especifica que hay una bifurcación.
	Círculo: Representa un punto de conexión entre procesos. Se utiliza cuando es necesario dividir un diagrama de flujo en varias partes, por ejemplo por razones de espacio o simplicidad. Una referencia debe darse dentro para distinguirlo de otro. La mayoría de las veces se utilizan números en los mismos.

Es importante tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Existe siempre un camino que permite llegar a una solución (finalización del algoritmo).
- Existe un único inicio del proceso.
- Existe un único punto de fin para el proceso de flujo (salvo del rombo que indica una comparación con dos caminos posibles).



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4 LabVIEW

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un programa gráfico que se utiliza ampliamente en el área de ingeniería la cual fue creada por la compañía **“NATIONAL INSTRUMENTS”**, cuyo ambiente de programación se dedica al desarrollo de aplicaciones como el diseño de adquisición de datos, instrumentación y control industrial. LabVIEW permite al usuario a esquematizar y simular su sistema que desee monitorear a través de la especificación funcional, el diagrama de bloques o una notación de ingeniería.

Además LabVIEW se asemeja al lenguaje de programación que se usa comúnmente como el lenguaje C o BASIC. No obstante, LabVIEW posee un importante aspecto el cual hace diferente de las demás programaciones antes mencionados como por ejemplo, en el lenguaje C o BASIC se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW aplica la programación gráfica o lenguaje G para crear programas basados en diagramas de bloques. (Ver figura 2.25)

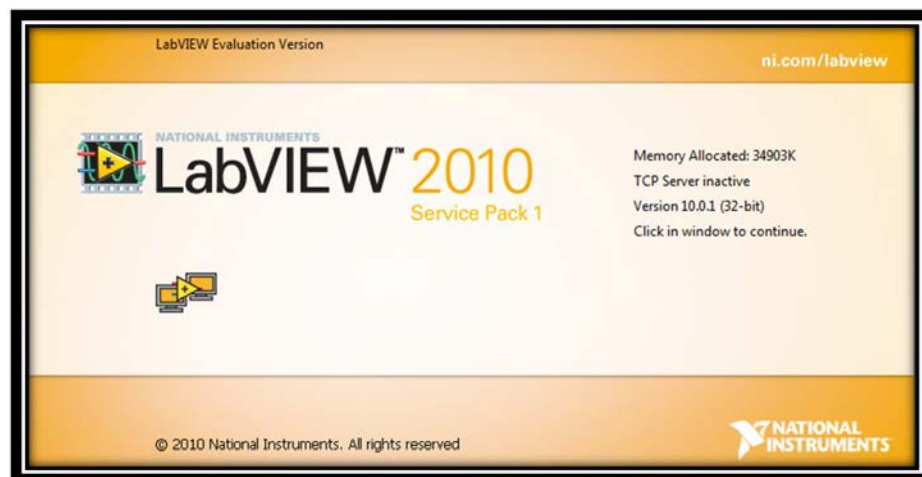


Figura 2.25 LabVIEW V10.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los programas desarrollados mediante LabVIEW se denominan “**Instrumentos Virtuales**” (VIs), debido a que su funcionamiento y apariencia imitan los de un instrumento real. Sin embargo, son similares a las funciones diseñadas con los lenguajes de programación convencionales.

Los VIs se caracterizan por: [9]

- ✓ Tener disponibilidad de una ventana con su respectivo símbolo relacionado con su funcionalidad.
- ✓ Tener disponibilidad de una interfaz con el usuario.
- ✓ Tener disponibilidad de entradas con su color de identificación de dato.
- ✓ Tener disponibilidad de una o varias salidas que pueden ser reutilizables.

Los VIs se estructuran como sigue: [9]

- ✓ La interface del usuario interactiva de un VI se llama el *panel frontal*, porque simula el tablero de un instrumento físico. El panel frontal puede contener perillas, botones, gráficos, y otros controles e indicadores. El usuario entra los datos usando el mouse y/o el teclado, y observa los resultados en la pantalla del computador.
- ✓ Los VI reciben instrucciones de un *diagrama de bloques* que se desarrolla en lenguaje G. El diagrama de bloques es una solución gráfica a un problema de programación y es también el código de fuente para los VI.
- ✓ Los VIs son jerárquicos y modulares. Pueden usarse como programas principales, o como subprogramas dentro de otros programas. Un VI dentro de otro VI se llama un subVI. El *icono* y *conector* de un VI trabaja como una lista del parámetro gráfica para que otros VIs puedan pasar datos a un subVI.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Con estos rasgos, LabVIEW promueve y adhiere al concepto de programación modular. El programador divide una aplicación de ingeniería en una serie de tareas hasta una aplicación compleja se vuelve una serie de sub-tareas simples. El usuario construye un VI para lograr la realización de las sub-tareas y entonces los combina en otro diagrama de bloques para obtener la tarea más grande. Finalmente, el VI principal contiene una colección de subVIs que representan funciones de la aplicación.

LabVIEW puede ejecutar cada subVI por sí mismo, aparte del resto de la aplicación, así poner a punto el programa final es más fácil

2.4.1 REQUISITOS MÍNIMOS PARA LA INSTALACIÓN [9]

Tabla 2.8 Requisitos mínimos para WINDOWS

<i>Sistema Windows</i>	<i>Run- Time Engine</i>	<i>Entorno De Desarrollo</i>
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Windows 7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits)	Windows 7/Vista (32 bits y 64 bits) Windows XP SP3 (32 bits) Windows Server 2003 R2 (32 bits) Windows Server 2008 R2 (64 bits)
Espacio En Disco	353MB	3.67 GB (incluye controladores predeterminados del DVD de Controladores de Dispositivos)



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.9 Requisitos mínimos para MAC OS X

<i>Mac OS X</i>	<i>Run-Time Engine</i>	<i>Entorno de Desarrollo</i>
Procesador	Procesador basado en Intel	Procesador basado en Intel
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Mac OS X 10.5, 10.6 o 10.7	Mac OS X 10.5, 10.6 o 10.7
Espacio en Disco	563 MB	1.2 GB para la instalación completa

Tabla 2.10: Requisitos mínimos para LINUX

	Run-Time Engine	Entorno de Desarrollo
Procesador	Pentium III/Celeron 866 MHz o equivalente	Pentium 4/M o equivalente
RAM	256 MB	1 GB
Resolución de Pantalla	1024 x 768 píxeles	1024 x 768 píxeles
Sistema Operativo	Linux kernel 2.2.x, 2.4.x, 2.6.x o 3.x para la arquitectura Intel x86, GNU C Library (glibc) Versión 2.4.4 o posterior	Red Hat Enterprise Linux Desktop + Workstation 5 o posterior, open SUSE 11.4 o posterior o Scientific Linux 6 o posterior
Espacio en Disco	115 MB	1.1 GB para la instalación completa (excluyendo controladores)



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.2 Módulos de LabVIEW [9]

2.4.2.1 Módulo LabVIEW Real-Time

Sistema de desarrollo completo o profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 200 MB de espacio adicional disponible en disco.
- ✓ Hardware de tiempo real y software controlador.
- ✓ La memoria mínima recomendada por LabVIEW dependiendo del tamaño de la aplicación que diseñe en LabVIEW en la PC principal.

2.4.2.2 Módulo LabVIEW Datalogging and Supervisory Control

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 800MB de espacio adicional disponible en disco.
- ✓ 512 MB de RAM como mínimo pero se recomienda 1 GB de RAM.
- ✓ Internet Explorer 6 Service Pack 1 o posterior.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.2.3 Módulo LabVIEW Touch Panel

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 250 MB de espacio adicional disponible en disco.
- ✓ (Windows CE) dispositivo con pantalla táctil, como el NI TPC-2006, ejecutando Windows CE 4.2 o 5.0.
- ✓ (Windows Embedded Standard) Dispositivo con pantalla táctil, como el NI TPC-2512, ejecutando Windows Embedded Standard.

2.4.2.4 Módulo LabVIEW MathScript RT

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 500 MB de espacio adicional disponible en disco.

2.4.2.5 Módulo LabVIEW FPGA

Sistema de desarrollo Completo o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 11 GB de espacio como lo mínimo en disco disponible para instalación completa.
- ✓ Procesador Pentium de 1.2 GHz o un procesador compatible de igual o mayor velocidad.
- ✓ Dispositivo FPGA.
- ✓ Software controlador de dispositivos, como NI-RIO 4.0 o posterior.
- ✓ Instalación de las herramientas de compilación Xilinx FPGA



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los requerimientos de memoria varían según el objetivo FPGA; aunque los 2 GB de memoria son apropiados para los Vis de FPGA típicos, las características únicas pueden afectar la cantidad de memoria necesaria:

Virtex-5 y anterior:

- ✓ Memoria de 3 a 4 GB de memoria (SO de 32 bits)

Virtex-6 y posterior:

- ✓ Memoria 4 GB o más de memoria (SO de 32 bits)

2.4.2.6 Módulo LabVIEW Control Design and Simulation

Sistema de desarrollo Completo o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 500 MB de espacio adicional como lo mínimo en disco para soporte de diseño de control y simulación de LabVIEW

(Opcional) Módulo LabVIEW MathScript RT

(Opcional) LabVIEW SignalExpress – Si planea instalar el LabVIEW Control Design Assistant, primero debe instalar LabVIEW SignalExpress.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.2.7 Módulo LabVIEW Robotics

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 350 MB de espacio adicional como lo mínimo en disco.

2.4.2.8 Módulo LabVIEW NI SoftMotion

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 250MB de espacio adicional disponible en disco.
- ✓ 2GB en RAM recomendado si se usa NI SoftMotion para SolidWorks.
- ✓ Se requiere el módulo LabVIEW Real-Time si se usa un objetivo PXI como opcional.

2.4.2.9 Módulo LabVIEW Statechart

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ 250 MB de espacio adicional disponible en disco

2.4.2.10 Módulo Vision Development para LabVIEW

Sistema de desarrollo Base, Complete o Profesional de LabVIEW (32 bits) para Windows más lo siguiente:

- ✓ Procesador mínimo: Pentium de 233 MHz o equivalente.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.3 INTERFAZ DE USUARIO [9]

2.4.3.1 Panel Frontal

Se refiere a la interfaz gráfica del VI con el usuario. En esta interfaz se recolecta las entradas introducidas por el usuario y manifiesta las salidas proveídas por el programa. El usuario puede diseñar el panel frontal utilizando una serie de botones, gráficos, pulsadores, etc. Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador y se los emplea en la interfaz.

Además deben tener una representación en el diagrama de bloques, que se explica luego, para proveer la información procesada al usuario. Los controles se emplean como las entradas al VI que pueden ser booleanos, numéricos, strings, un arreglo matricial o simplemente una combinación de los anteriores, y los indicadores como las salidas que puede ser como el caso de controles pero pudiéndose visualizar como tablas, gráficos, browser, entre otros para indicar los resultados generados. (Ver figura 2.26)

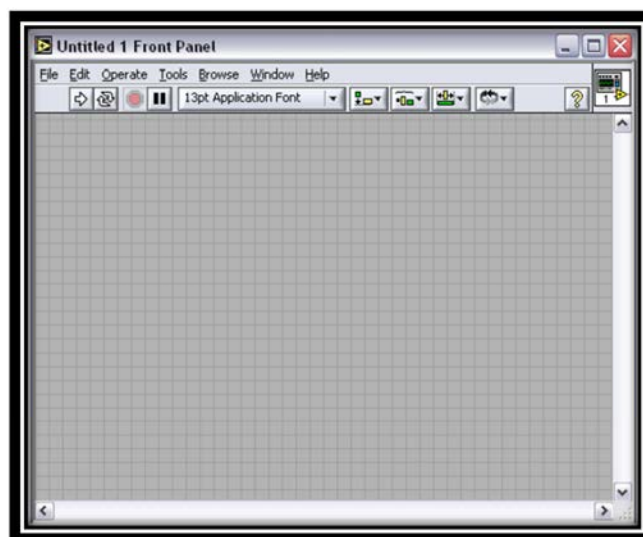


Figura2.26 Panel Frontal



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



En la parte superior de esta ventana se sitúa una barra con varias herramientas. (Ver figura 2.27)



Figura 2.27 Barra de herramienta

En el primer grupo (figura 2.28) de herramientas sirve para controlar la ejecución de un programa en LabVIEW. El primer botón indica si hay errores en el programa (flecha rota), y cuando no los hay (flecha completa), ejecuta una vez el programa. El segundo botón ejecuta de forma continua el programa, como regla general este botón no debe usarse, en su lugar se empleará un bucle en el programa. El tercer botón aborta la ejecución y el cuarto permite realizar una pausa. (Ver figura 2.28)



Figura 2.28 Barra de herramienta (ejecución)

El segundo grupo (figura 2.29) de botones sirve para ayudar a su depuración. El primer botón es *Highlight Execution*, una de las herramientas más útiles para depurar, ralentiza la ejecución permitiendo ver el camino que siguen los datos en el programa. Los tres siguientes se utilizan para ejecutar el programa paso a paso. (Ver figura 2.29)



Figura 2.29 Barra de herramienta (depuración)

El menú desplegable permite variar tamaños, color y estilos de textos, es recomendable usar los formatos predefinidos como *Application Font* o *System Font*. El



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



siguiente grupo se usa para alinear, distribuir, controlar el tamaño, agrupar y ordenar objetos. (Ver figura 2.30)



Figura 2.30 Barra de herramienta (agrupación)

En el lateral derecho tanto del panel frontal como del diagrama de bloques aparece el icono que representa al VI como la figura 2.31.



Figura 2.31 Barra de herramienta

2.4.3.2 DIAGRAMA DE BLOQUES [9]

El diagrama de bloques establece el enlace con el VI, y es el lugar donde se emplea la implementación del programa del VI para monitorear o aplicar cualquier introducido de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

En el diagrama de bloques el usuario puede desarrollar la programación utilizando gráficas y/o iconos que representen los datos numéricos e iconos que represente los procedimientos que deben realizar los VIs y luego se relacionan mediante una conexión simple para enlazar los elementos establecidos en la interfaz con el fin de determinar o precisar una operación y/o una función.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los cables enlazan terminales de entrada y salida con los objetos correspondientes, y por ellos fluyen los datos procedentes del usuario y en cada cable tiene un color o un estilo distinto, lo que varía unos tipos de datos de otros. El flujo de datos va desde el lado izquierdo al derecho en el panel de diagrama de bloques y está especificado por las operaciones o funciones que procesan los datos.

El diagrama de bloques abarca estructuras y funciones incorporadas en la biblioteca que anexa LabVIEW. Las estructuras se parece a las declaraciones causales y a los bucles en lenguajes convencionales, ejecutan el código que comprenden de forma condicional o repetitiva como *for*, *while*, *case*, etc.

Los controles e indicadores que se colocan previamente en el panel frontal, se concretan en el diagrama de bloques mediante los terminales. (Ver figura 2.32)

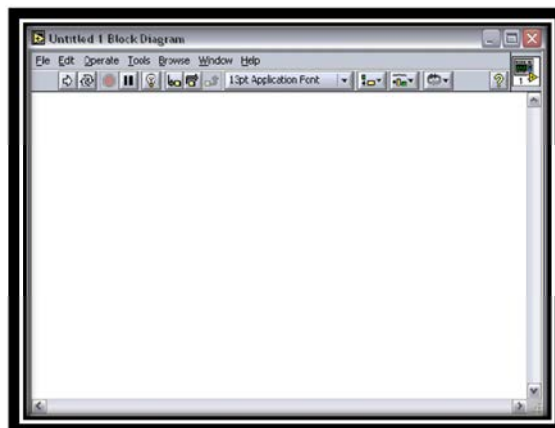


Figura 2.32 Diagrama de bloques



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.3.3 PALETA [9]

Las paletas de LabVIEW facilitan las herramientas que se necesitan para crear y modificar tanto el diagrama de bloques como el panel frontal.

Existen las siguientes paletas para realizar el sistema:

2.4.3.3.1 PALETA DE HERRAMIENTAS

Se puede aplicar tanto en el panel frontal como en el diagrama de bloques. Contiene las herramientas que el usuario requiera para modificar y editar el esquema. (Ver figura 2.33)



Figura 2.33 Paleta de herramientas



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Los iconos que se observa en ésta paleta son las siguientes: (Ver tabla 2.11)

Tabla 2.11 Iconos de la paleta de herramientas

	Herramienta de selección automática	Al habilitarse la selección automática de herramienta, cuando se mueve el cursor sobre los diferentes objetos en el panel frontal o diagrama de bloques, LabVIEW selecciona automáticamente la herramienta correspondiente de la paleta..
	Herramienta de operación	Permite cambiar los valores de los elementos en el panel frontal y permite modificar textos existentes.
	Herramienta de cableado	Permite realizar las conexiones entre diferentes bloques en el diagrama.
	Herramienta de desplazamiento	Permite deslizarse a través de una ventana sin utilizar las barras de desplazamiento.
	Herramienta de etiquetado	Permite modificar etiquetas, nombres de variables y modificar y cambiar las propiedades de los textos.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.11 Iconos de la paleta de herramientas (continuación)

	Herramienta de menú	Permite desplegar un menú con diferentes opciones en cada uno de los objetos, esta acción se realiza también al presionar click derecho sobre un elemento.
	Herramienta de posicionamiento	Permite seleccionar, mover o redimensionar objetos.
	Herramienta de puntos de detención	Permite definir “puntos de parada” en una aplicación, de tal manera que la aplicación termine cuando se llegue allí.
	Herramienta de copiado de color	Copia colores que aparecen en la ventana activa para ser usados en otros sitios.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.11 Iconos de la paleta de herramientas (continuación)

	Herramienta de pruebas	Permite colocar puntos de prueba en una aplicación. Los puntos de prueba permiten ver información de los valores calculados.
	Herramienta de color	Establece el color de fondo y el de los objetos.

2.4.3.3.2 PALETA DE FUNCIONES

Se utiliza en el diseño del diagrama de bloques. La paleta de funciones contiene todos los objetos que se aplican en la implementación del programa del VI tales como funciones aritméticas, entrada/salida de señales, entrada/salida de datos a fichero, adquisición de señales, temporización de la ejecución del programa, etc. (Ver figura 2.34)



Figura 2.34 Paleta de funciones



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Para elegir una función o estructura concretas, es necesario que despliegue el menú *functions* y seleccionar entre las opciones que aparecen. En la tabla 2.12 se alistan todas ellas:

Tabla 2.12 Iconos de la paleta de funciones

	Structures	Muestra las estructuras de control del programa, junto con las variables locales y globales.
	Boolean	Muestra funciones y constantes lógicas.
	String	Muestra funciones para manipular cadenas de caracteres, así como constantes de caracteres.
	Numeric	Muestra funciones aritméticas y constantes numéricas.
	Comparison	Muestra funciones que sirven para comparar números, valores booleanos o cadenas de caracteres.
	Cluster	Contiene funciones útiles para procesar datos procedentes de gráficas y destinados a ser representados en ellas, así como las correspondientes constantes.
	Array	Contiene funciones útiles para procesar datos en forma de vectores, así como constantes de vectores.



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.12 Iconos de la paleta de funciones (Continuación)

	Time & Dialog	Contiene funciones para trabajar con cuadros de dialogo, introducir contadores y retardados, etc.
	Communication	Muestra diversas funciones que sirven para comunicar varias computadoras entre sí, o para permitir la comunicación entre distintos programas.
	File I/O	Muestra funciones para operar con ficheros.
	NI Measurement	Contiene funciones que permiten trabajar con tarjetas u otros dispositivos adquisidores de datos.
	Instrument I/O	Muestra un submenú de Vis, que facilita la comunicación con instrumentos periféricos que siguen la norma ANSI/IEEE 488.2-1987, y el control del puerto serie.



CAPÍTULO II MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.12 Iconos de la paleta de funciones (Continuación)

	Advanced	Contiene diversos submenús que permiten el control de la ayuda, de los Vis, manipulación de datos, procesado de eventos, control de la memoria, empleo de programas ejecutables o incluidos de biblioteca DLL, etc.
	Report generation	Contiene variadas funciones para crear historiales de datos.
	User libraries	Muestra las bibliotecas definidas por el usuario. En este caso, la biblioteca mostrada contiene los drivers de la tarjeta de adquisición de datos de Advantech.
	Waveform	Contiene funciones que permiten construir formas de ondas, incluyendo sus valores, canales. Extrae y edita información.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.12 Iconos de la paleta de funciones (Continuación)

 Report Gener...	Report generation	Contiene variadas funciones para crear historiales de datos de una waveform.
 Application C...	Aplication control	Contiene varias funciones que regulan el funcionamiento de la propia aplicación en ejecución.
 Analyze	Analysis	Contiene un submenú en el que se puede seleccionar entre una extensa gama de funciones matemáticas de análisis.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.3.3.3 PALETA DE CONTROLES

Se emplean exclusivamente en el panel frontal. Al elegir objetos desde el menú *Controls* estos aparecen sobre el panel frontal. Comprende todos los controles e indicadores que se usarán para crear la interfaz del VI con el usuario. En la paleta de controles posee su propio menú desplegable el cual permite la configuración de algunos parámetros específicos de cada tipo de control. (Ver figura 2.35)



Figura 2.35 Paleta de controles



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



El menú *controls* de la ventana que pertenece al panel frontal contiene las siguientes opciones: (Ver tabla 2.13)

Tabla 2.13 Iconos de la paleta de controles

	Numeric	Para la introducción y visualización de cantidades numéricas.
	String & Path	Para la entrada y visualización de texto. Path permite conocer el directorio en el que se encuentra cierto texto procesado.
	Boolean	Para la entrada y visualización de valores booleanos.
	Graph	Para representar gráficamente los datos. Controles e indicadores de gráficas. Pueden ser gráficas de barrido, gráficas XY, o de tonos de colores.
	List & Table	Para visualizar y/o seleccionar una lista de opciones.
	Ring & Enum	Para gestión de archivos.
	containers	Entre otras cosas posee controles ActiveX que permiten transferir datos y programas de unas aplicaciones a otras dentro de Windows.
	Decorations	Para introducir decoraciones en el panel frontal. No visualizan dato.
	User Controls	Para seleccionar un control creado por el propio usuario.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.13 Iconos de la paleta de controles (Continuación)

 Select a Cont...	Select a Control	Para seleccionar cualquier control.
 Classic Controls	Classic Controls	Para visualizar los mismos controles e indicadores descritos anteriormente, pero con un formato más clásico.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.4 EJECUCIÓN DE UN VI [9]

Para ejecutar un VI, debe alambrar todos los subVI, funciones y estructuras con los tipos de datos de las terminales esperadas. Puede configurar la manera de ejecución de un VI para identificar problemas.

La ejecución de LabVIEW, depende del sistema operativo en que se esté trabajando y de la forma en como hay sido instalado. Generalmente la instalación permite iniciar el programa de una de las siguientes maneras: (Ver tabla 2.14)

Tabla 2.14 Comparación de la ejecución de un VI en los sistemas operativos

Windows	De no encontrar un acceso directo a LabVIEW en el escritorio, puede buscarlo en el menú de inicio por: Programas>>National Instruments >>LabVIEW 6>> LabVIEW
Mac OS	Debe existir un acceso directo en “launcher”. De lo contrario se debe buscar el archivo ejecutable LabVIEW en la carpeta LabVIEW.
Linux	Debe ejecutar un ambiente gráfico como openWin o CDE; o de forma remota con alguna aplicación cliente X.



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



A continuación se explica los botones necesarios para realizar la ejecución de programa: (Ver tabla 2.15)

Tabla 2.15 Iconos de ejecución

	Puede ejecutar un VI al presionar este botón aparece como una flecha blanca sólida. Y puede utilizar este VI como un SubVI se detiene cuando el VI completa su flujo de datos.
	Al presionar este botón se ejecuta continuamente hasta que se presione el botón de STOP.
	Botón STOP.
	Pausa/continúa
	Boton de ejecución para observar una animación de la ejecución del diagrama. Muestra los movimientos de los datos de un nodo a otro utilizando burbujas que se mueven a lo largo de los cables. Se utiliza a la par de los botones de Single stepping.
	Ejecución paso a paso dentro de sub VI.
	Ejecución paso a paso con ejecución rápida de sub VI.
	Salir al siguiente sub VI



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Tabla 2.15 Iconos de ejecución (continuación)

	Se encuentra en el menú de herramientas y sirve para mostrar el valor de los datos en tiempo de ejecución.
	Punto de ruptura. Se encuentra en el menú de herramientas y se utiliza para colocar un punto de ruptura en un VI, nodo o cable en el diagrama de bloques y detener la ejecución en ese lugar. Cuando se pone un punto de ruptura en un cable, la ejecución se detiene después de que los datos pasan a través de él.

2.4.5 ESTRUCTURAS [9]

En la paleta de funciones la primera opción es la de las estructuras. Estas controlan el flujo del programa, bien sea mediante la secuenciación de acciones, ejecución de bucles, etc. (Ver figura 2.36)

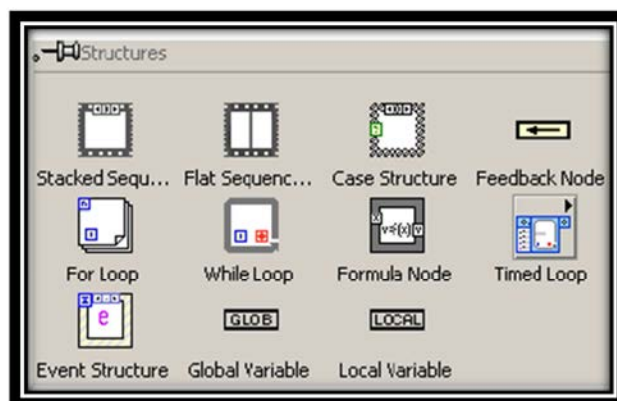


Figura 2.36 Paleta de estructura



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



Las estructuras se comportan como cualquier otro nodo en el diagrama de bloques, ejecutando automáticamente lo que están programado en su interior una vez tiene disponibles los datos de entrada, y una vez ejecutadas las instrucciones requeridas, suministran los correspondientes valores a los cables unidos a sus salidas. Sin embargo, cada estructura ejecuta su *sub-diagrama* de acuerdo con las reglas específicas que rigen su comportamiento, y que se especifican a continuación.

Un sub-diagrama es una colección de nodos, cables y terminales situados en el interior del rectángulo que constituye la estructura. El *For Loop* y el *While Loop* únicamente tienen un sub-diagrama. El *Case Structure* y el *Sequence Structure*, no obstante, pueden tener múltiples sub-diagramas superpuestos como si se tratara de cartas en una baraja, por lo que en el diagrama de bloques únicamente será posible visualizar uno a la vez. Los sub-diagramas se construyen del mismo modo que el resto del programa.

Las siguientes estructuras se encuentran disponibles en el *lenguaje G*.

2.4.6 CASE STRUCTURE [9]

Al igual que otras estructuras posee varios *sub-diagramas*, que se superponen como si de una baraja de cartas se tratara. En la parte superior del sub-diagrama aparece el identificador del que se está representando en pantalla. A ambos lados de este identificador aparecen unas flechas que permiten pasar de un *sub-diagrama* a otro.

En este caso el identificador es un valor que selecciona el sub-diagrama que se debe ejecutar en cada momento. (Ver figura 2.37)

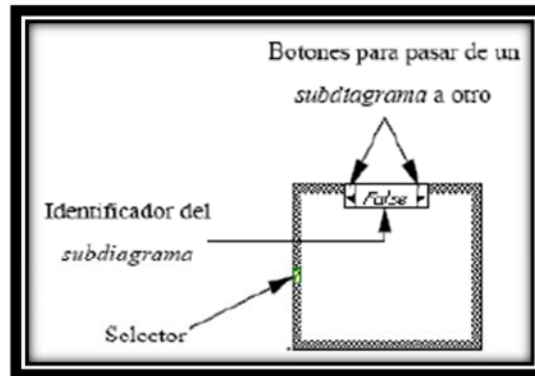


Figura 2.37 Case structure

La estructura *Case* tiene al menos 2 sub-diagramas (*True* y *False*). Únicamente se ejecutará el contenido de uno de ellos, dependiendo del valor de lo que se conecte al *Selector*.

2.4.7 SEQUENCE STRUCTURE [9]

Este tipo de estructuras presenta varios *sub-diagramas*, superpuestos como en una baraja de carta, de modo que únicamente se puede visualizar una en pantalla.

También poseen un identificador del *sub-diagrama* mostrado en su parte superior, con posibilidad de avanzar o retroceder a otros sub-diagrama gracias a las flechas situados a ambos lados del mismo. Estos sub-diagramas se insertan pulsando el botón derecho del ratón sobre el borde de la estructura, seleccionando la opción *Add Frame After*. En la figura 2.38 se muestra la estructura *Sequence*.

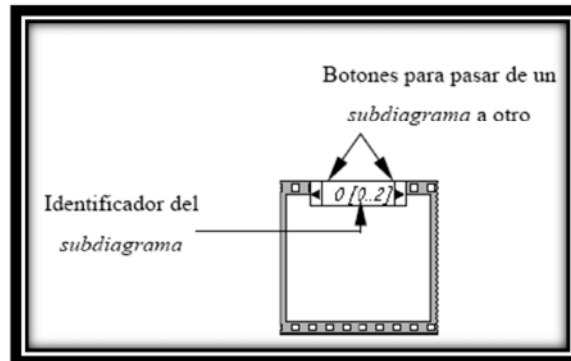


Figura 2.38 Sequence structure

Esta estructura secuencía la ejecución del programa. Primero ejecutará el subdiagrama del frame nº0 (círculo rojo) que ejecutará valores aleatorios entre 0 y 1, después se ejecutará el *frame* nº 1 que entregará el resultado (salida), y así sucesivamente. Para pasar datos de una hoja a otra se pulsará el botón derecho del ratón sobre el borde de la estructura, seleccionando la opción *Add sequence local*, se agregaran etiquetas similares a las encerradas en los círculos azules. (Ver figura 2.39)

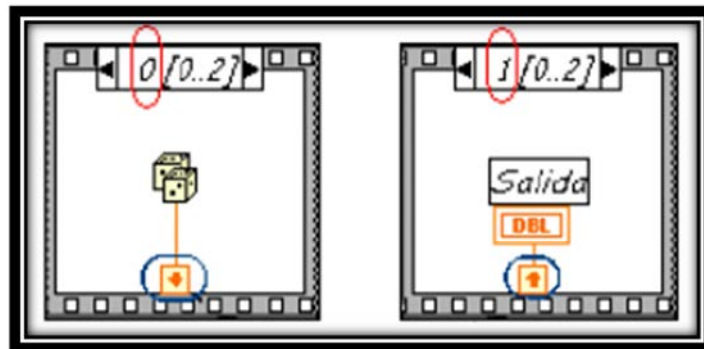


Figura 2.39 Paso del frame 0 a la 1

Las dos estructuras sequence mostradas arriba en realidad son solo una pero que posee dos frame (0 y 1 encerrados en un círculo rojo).



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.8 FOR LOOP [9]

Es el equivalente al bucle *for* en los lenguajes de programación convencionales. Ejecuta el código dispuesto en su interior un número determinado de veces. (Ver figura 2.40)

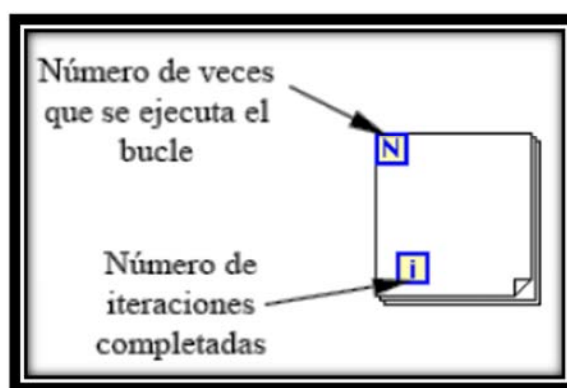


Figura 2.40 For loop

Para pasar valores de una iteración a otra se emplean los llamados *shift registers*. Para crear uno, se pulsará el botón derecho del ratón mientras éste se halla situado sobre el borde del bucle, seleccionando la opción *Add Shift Register*. El shift register consta de dos terminales, situados en los bordes laterales del bloque. El terminal izquierdo almacena el valor obtenido en la iteración anterior. El terminal derecho guardará el dato correspondiente a la iteración en ejecución. Dicho dato aparecerá, por tanto, en el terminal izquierdo durante la iteración posterior. La siguiente figura esquematiza lo anterior. (Ver figura 2.41)



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL

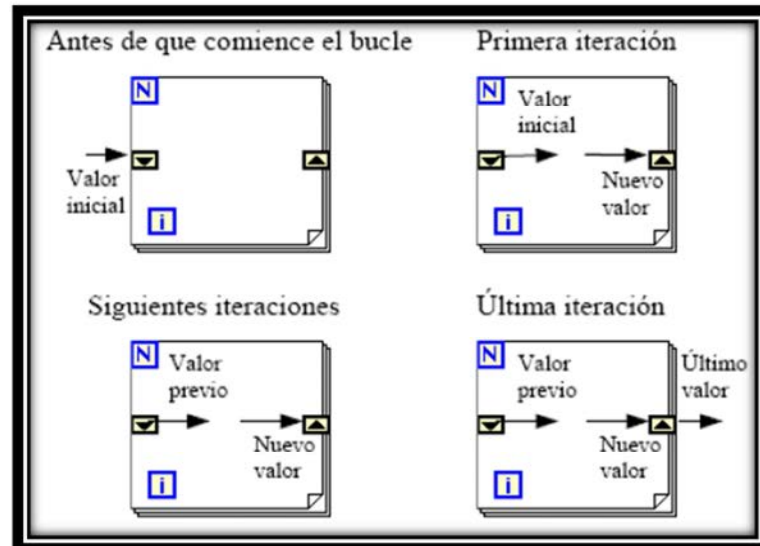


Figura 2.41 Secuencia de iteraciones de inicial a la última

Se puede configurar un *shift register* para memorizar valores de varias iteraciones previas. Para ello, con el ratón situado sobre el terminal izquierdo del *shift register* se pulsará el botón derecho, seleccionando a continuación la opción *Add Element*. (Ver figura 2.42)

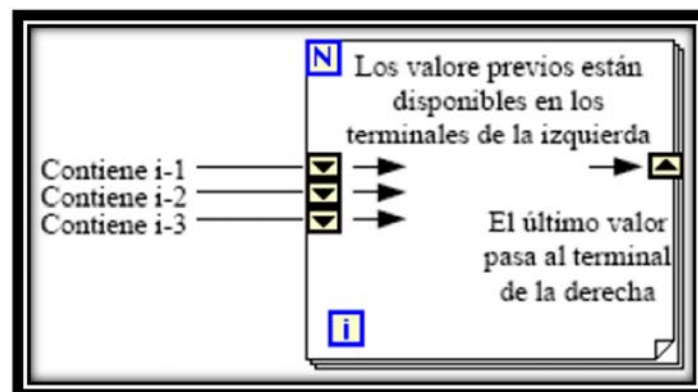


Figura2.42 For loop que permite memorizar 3 iteraciones



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



2.4.9 WHILE LOOP [9]

Es el equivalente al bucle *while* empleado en los lenguajes convencionales de programación. Su funcionamiento es similar al del bucle *for*. (Ver figura 2.43)

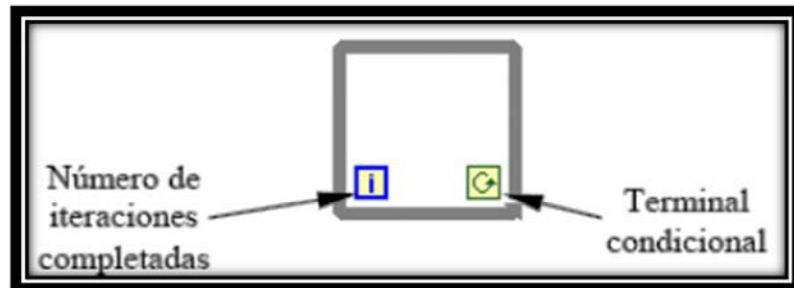


Figura 2.43 While loop

El programa comprueba el valor de lo que se halle conectado al terminal condicional para finalizar el bucle. Por lo tanto, el bucle siempre se ejecuta al menos una vez. Con esta estructura también se pueden emplear los *shift registers* para tener disponibles los datos obtenidos en iteraciones anteriores (es decir, para memorizar valores obtenidos), su empleo es análogo al de los bucles *for*, por lo que se omitirá su explicación.

2.4.10 FORMULA NODE [9]

La estructura denominada *Formula Node* se emplea para introducir en el diagrama de bloques fórmulas de un modo directo. Resulta de gran utilidad cuando la ecuación tiene muchas variables o es relativamente compleja. Por ejemplo, se desea implementar la ecuación:



CAPÍTULO II

MARCO CONCEPTUAL



$$y = x^2 + x + 1$$

Existen dos formas de resolver esta ecuación, según la figura 2.44 y 2.45 (la segunda es más fácil de programar que la primera) usando LabVIEW. Veamos la primera opción.

- En esta opción se utilizan funciones aritméticas que se pueden ubicar en el diagrama de bloques, en la paleta de funciones, en el menú *Numeric*. (Ver figura 2.44)
- La segunda opción utiliza un *Formula Node* en el que se puede escribir directamente la ecuación a calcular. (Ver figura 2.45)

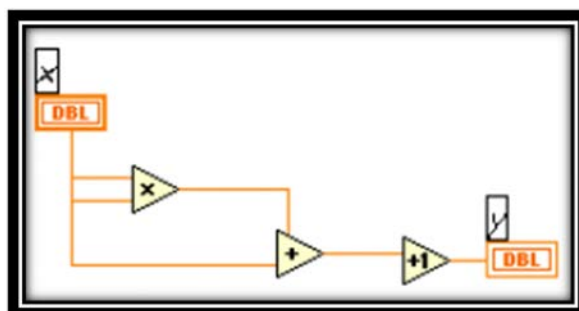


Figura 2.44 Fórmula node 1

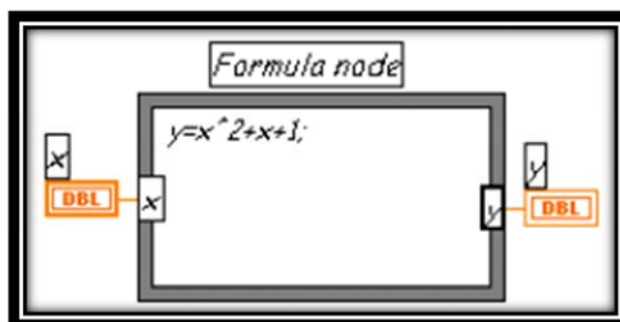


Figura 2.45 Fórmula node 2



CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO



CAPÍTULO III

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

En este trabajo se planteó un tipo de investigación proyectiva donde se propusieron soluciones y alternativas de cambio para el mejoramiento de la producción, dicho proyecto es de tipo factible perspectivo, debido a que se implementó un autómata programable en una línea de envasado y entapado de la empresa "DERIVADOS SINTÉTICOS FP".

La investigación proyectiva consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento.

En esta categoría entran los proyectos factibles y todas las que conllevan el diseño o creación de algo el término proyectivo está referido a proyecto en cuanto a propuesta; dentro de sus métodos esta la perspectiva implica ir en la planificación de la propuesta desde el presente hacia el futuro; por el contrario la prospectiva implica ubicarse en el futuro, diseñarlo y desde allí venir hasta el presente determinando los pasos para lograr el futuro concebido. La planificación holística por su parte integra la retrointrospección, es decir, abarca pasado presente y futuro.

3.2 TÉCNICA DE ANÁLISIS, RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Existe un amplio rango de instrumentos de recolección de datos útiles para las investigaciones. Algunos son lo suficientemente versátiles y adaptables para servir para los dos enfoques. La clasificación más general es entre instrumentos directos e indirectos. Con los primeros los datos se recolectan directamente desde la fuente; por ejemplo, experimentos y observación directa. Con los segundos, los datos se recolectan a través de canales secundarios o



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO



intermediarios; por ejemplo, utilizando encuestas entrevistas o haciendo revisión de fuentes secundarias. (Ver figura 3.1)

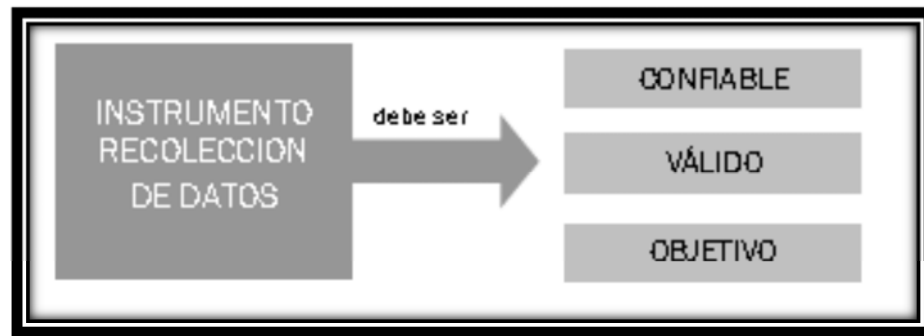


Figura 3.1 Técnica de análisis

Los instrumentos más utilizados en los seminarios de investigación son:

- Observación directa
- Encuestas
- Entrevistas
- Análisis de contenido
- Datos secundarios
- Experimentos

Para el desarrollo de la investigación los datos se obtuvieron mediante observación directa realizadas durante la visitas en las instalaciones de la planta en la cual se tomó apuntes y se realizó bosquejos de las conexiones existentes en la máquina que se llevó a la realización de los planos y sus posibles fallas, por otro lado practicando reuniones con los distintos operadores, técnicos y personal involucrado con el manejo de los equipos de las áreas correspondientes se tomó consultas y se hizo entrevistas con el fin de obtener datos sobre el funcionamiento de la maquinaria y los diferentes procesos que se llevaron a cabo dentro de las instalaciones, las cuales se dieron idea de los tiempos de producción en cada proceso.



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO



También se efectuaron análisis documentales y consultas bibliográficas referentes al funcionamiento, capacidades y limitaciones de los sistemas de envasado y entapado.

Los experimentos constituyen el modo de recolección de datos más característico y clásico de la investigación científica. En términos precisos, un experimento es un estudio en el cual se manipula intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes) y se analizan las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), por medio de ellos se basaron en la etapa de implementación, para tomar las medidas respectivas en el caso de ocurrir fallas en la líneas de entapado y envasado y a su vez la puesta en marcha del sistema en general. (Ver figura 3.2)



Figura 3.2 Filosofía de investigación



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO



3.3 METODOLOGÍA

En este proyecto se realizaron unas series de pasos para la culminación del mismo, como se muestra a continuación:

Fase 1: Estudio del funcionamiento de la máquina envasadora y entapadora en la empresa, para determinar las variables del proceso.

- Visitar a la empresa DERIVADOS SINTÉTICOS FP, para visualizar el mecanismo de la máquina envasadora y entapadora.
- Consultar con el técnico encargado, para una charla técnica del proceso de la máquina.
- Investigaciones bibliográficas acerca del funcionamiento de la máquina.

Fase 2: Diseño del sistema de control de la máquina envasadora y entapadora.

- Esquematizar el sistema de control de la máquina.
- Elaboración de un esquema donde se muestre las etapas y tiempos de espera en las diferentes fases del sistema a controlar.
- Creación de una lista de dispositivos necesarios para el correcto control de la máquina.

Fase 3: Realización de los planos del esquema de control junto con el manual del funcionamiento del sistema de la máquina envasadora y entapadora.

- Levantamiento de esquema eléctrico, que detalla las entradas y salidas del autómata programable.
- Elaboración de un manual que describa de forma completa y detallada el funcionamiento de la máquina.



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO



Fase 4: Creación del programa para el autómata programable.

- Programación del autómata usando el lenguaje ladder.
- Dividir la programación en pasos que realicen tareas específicas.

Fase 5: Diseño de un sistema de adquisición datos y supervisión de control (SCADA, LABVIEW).

- Creación de un sistema SCADA por medio del software LABVIEW donde muestra el funcionamiento de la máquina y que permita ejercer acciones de control sobre la misma.

Fase 6: Implementación del sistema de control diseñado.

- Realizar la puesta en marcha de la máquina con el sistema de control diseñado.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL

4.1 DESARROLLO DEL SISTEMA

En este capítulo se llevará a cabo un análisis, aplicando todas aquellas experiencias aprendidas y conocimientos adquiridos a lo largo de la formación académica, a la situación actual en la que se encuentra la máquina comprada por la empresa y también se describirán los esquemas de control a automatizar.

El estudio se realizó en esta investigación, se trata de una empresa que se desea desarrollar y modernizar un sistema del llenado y entapado con la aplicación del PLC marca SIEMENS LOGO 230RC que nunca ha sido programado para su funcionamiento.

Antes de iniciar la etapa del llenado y entapado, es necesario comentar que para la etapa del suministro y la colocación de los envases vacíos es manejado manualmente por los operarios, es decir, se requiere tomar en cuenta el tiempo necesario para que los operarios busquen y ubiquen los envases en la banda transportadora para luego ser trasladados hasta su posición del llenado. Y luego para la post-etapa del entapado, se necesita operarios para bajar los envases manualmente desde la banda para realizar su empaque correspondiente, por lo tanto, en este estudio solo se realizará el diseño, la programación y la implementación necesarias para automatizar la etapa del llenado y entapado.

En la etapa del llenado y entapado está conformado principalmente por una máquina envasadora y una entapadora (Ver figura 4.1 y figura 4.2). En el proceso del llenado se trabaja básicamente con 2 rieles independientes de banda transportadora, la cual se encarga de llevar los envases vacíos hasta donde se realiza el proceso de la inyección de producto que es ejecutado de manera alternada con 2 grupos de 10 válvulas surtidoras unidas en 2 barras independientes, una



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



en cada lado. Dichas válvulas son contraladas y manipuladas por 2 sensores capacitivos instalados posteriores que se ocupan de emitir la señal de abrir y cerrar cuando el producto envasado llegue a su nivel máximo y luego los envases son transportadas y unidas en un solo riel para aplicar su proceso del entapado que se lleva a cabo con la máquina entapadora antes mencionada.

Vale destacar que cuando la empresa obtuvo esta máquina envasadora y entapadora, la misma vino sin ningún tipo de identificación de fábrica ni especificaciones de uso, por lo tanto este capítulo se trata de una reingeniería a la misma, de acuerdo con el estado actual que fue comprado para la empresa con el objetivo final de poner en marcha dicha máquina.

4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA MÁQUINA

Para realizar la tarea de automatización a un equipo, una máquina o un proceso, es muy importante e indispensable la observación del sistema original, ya que desde allí se puede recopilar las informaciones necesarias, estudiar elementos existentes y analizar características significativas para determinar cuáles son las condiciones imprescindibles a la hora de llevar a cabo la automatización.

4.2.1 PIEZAS

Luego de efectuar una serie de observación a la máquina envasadora y entapadora, se pudo determinar y apreciar los componentes existentes:

1. Motores (Ver figura 4.4)
 - 1.1 Motor para el riel izquierdo (Ver tabla 4.1 y figura 4.5).
 - 1.2 Motor para el riel de la máquina entapadora (Ver tabla 4.2).
2. Válvulas de inyección de producto. (Ver figura 4.1)
3. Riel metálico con barandas. (Ver figura 4.2)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4. Tanque de almacenamiento para el producto. (Ver figura 4.3)
5. Sensores capacitivos (uno en cada lado de su riel respectivo). (Ver figura 4.1)
6. Gabinete de control. (Ver figura 4.2)
7. Recipiente de tapas. (Ver figura 4.4)
8. Canal del suministro de tapas. (Ver figura 4.4)
9. Selladora de tapa. (Ver figura 4.4)

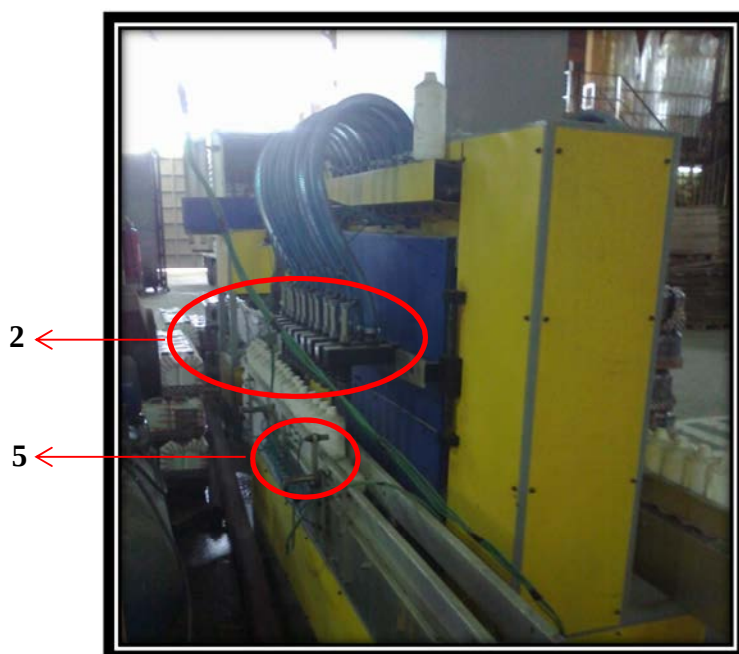


Figura 4.1 Máquina envasadora

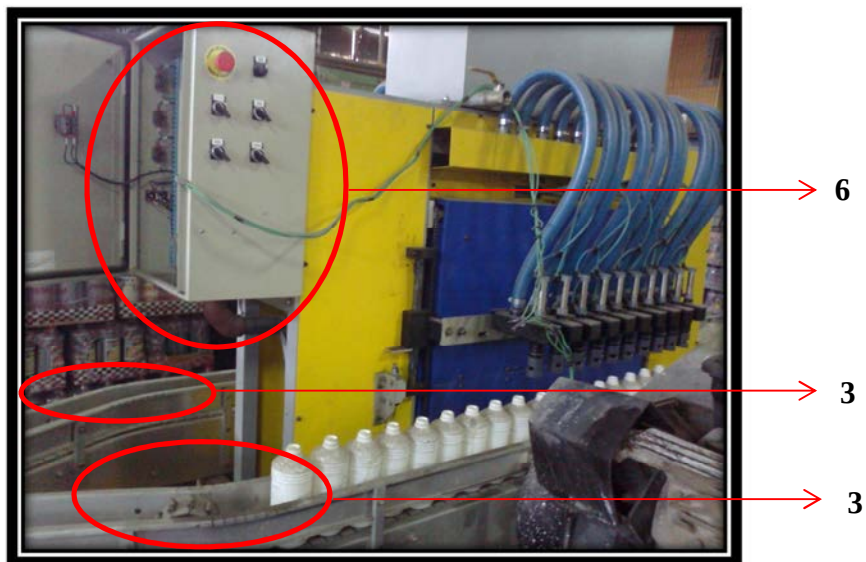


Figura 4.2 Máquina envasadora

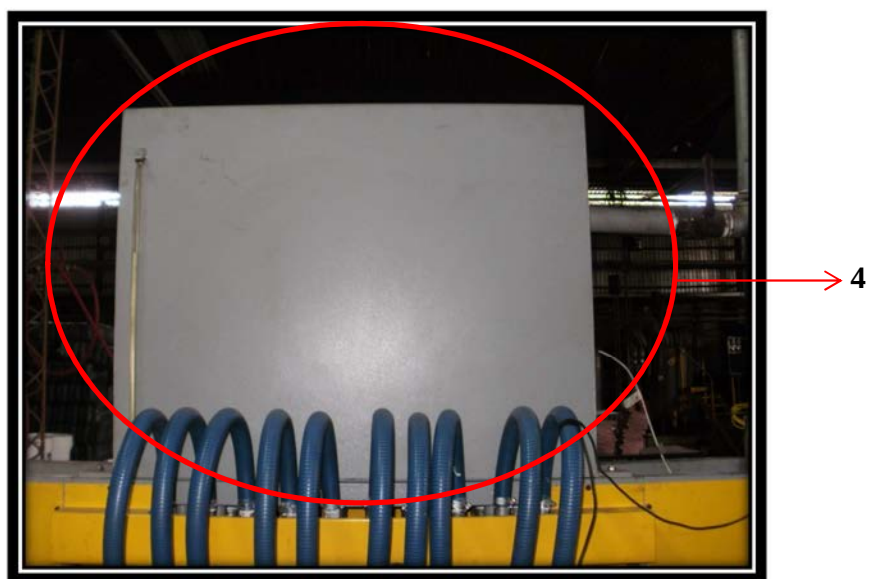


Figura 4.3 Tanque de almacenamiento

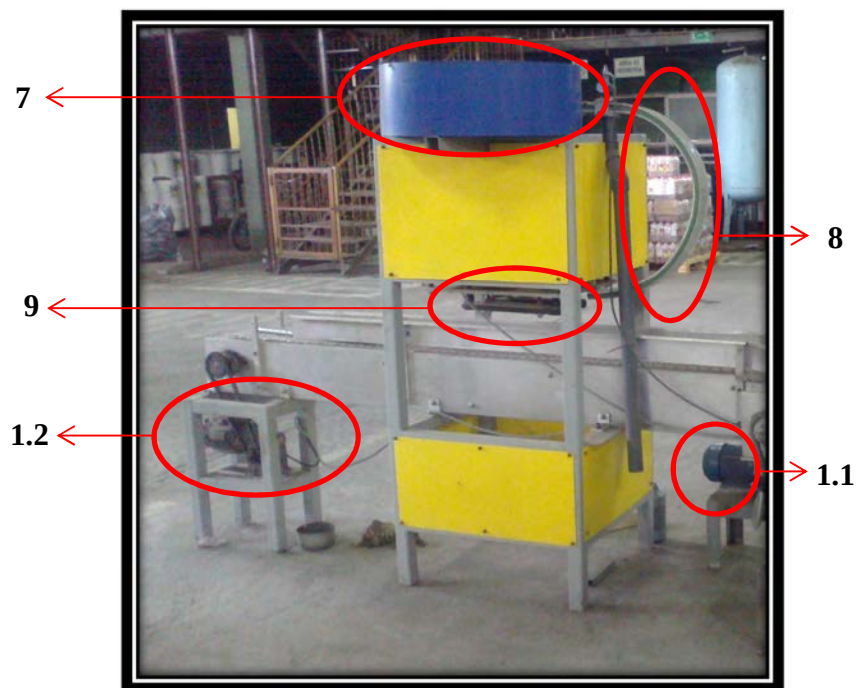


Figura 4.4 Máquina entapadora

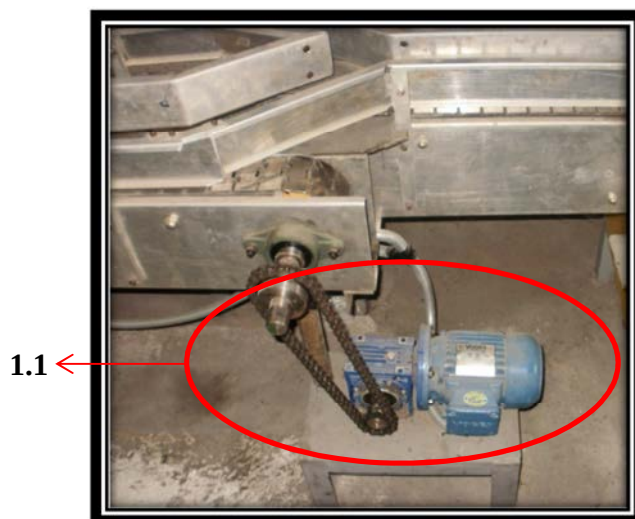


Figura 4.5 Motor para el riel izquierdo



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Tabla 4.1 Especificaciones del motor para el riel izquierdo

Motor de riel derecho		
Marca	VOGES	
Modelo	B 71 A4/Y1	
Potencia	0.37 Kw (0.5 Hp)	
Fp (Φ)	0.71	
Rpm	1700	
V (Δ/Y)	208/460	
I (Δ/Y)	2.0/1.84	
Hz	60	

Tabla 4.2 Especificaciones del motor para el riel de la máquina entapadora

Motor de maq. entapadora		
Marca	Motori Electtrici	
Modelo	1B/4	
Potencia	0.3 Kw (0.5 Hp)	
Fp (Φ)	0.71	
Rpm	1680	
V (Δ/Y)	260/440	
I (Δ/Y)	2.1/1.2	
Hz	60	



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4.3 MODIFICACIÓN DEL SISTEMA ORIGINAL

Una vez cumplida la fase de observación, se determinaron cuáles son las modificaciones que se desean llevar a cabo en la máquina envasadora y entapadora, y estas fueron consultadas con el dueño de la empresa quien recomendó que se realizaran los cambios en 3 etapas, las cuales se dividen en lo siguiente:

Etapas 1: Como parte del objetivo planteado de poner la máquina en marcha y corregir fallas existentes, debido a que la empresa adquirió la máquina envasadora y entapadora sin ningún tipo de identificación técnica, se efectuó un mantenimiento correctivo de los componentes existentes en el sistema, se consideró el cambio de empacaduras y estoperas en las válvulas, la colocación de los sellos del cilindro neumático, ya que no estaban presentes en la misma, y elaboración del sistema de conexión de alimentación neumática para el sistema.

Para dicha elaboración de conexión se procedió al cambio de mangueras de llenado, uniones universales, válvulas check y abrazaderas. Luego, para determinar la cantidad de envases que se acceden a la operación del llenado, se reemplazaron los 2 sensores capacitivos (uno por cada línea) existentes por 2 foto-eléctricos (Ver figura 4.7), debido a que los sensores capacitivos ya habían perdido su sensibilidad, lo cual impedía detectar con precisión la cantidad de envases que se ingresaban al proceso del llenado. La selección de los sensores foto-eléctricos consiste en que los envases siempre venían con el grosor variable debido a que existen varios proveedores de envases quienes los fabrican de acuerdo con sus criterios del uso de materia prima.

Estos sensores foto-eléctricos son marca TELEMECANIQUE, modelo XUK1ARCNL2, cuyo voltaje de funcionamiento es de 24V-240V con un valor de corriente 3A, y una distancia de detección de 7 metros. A continuación se presenta los diagramas de conexiones en forma gráfica: (figura 4.6)

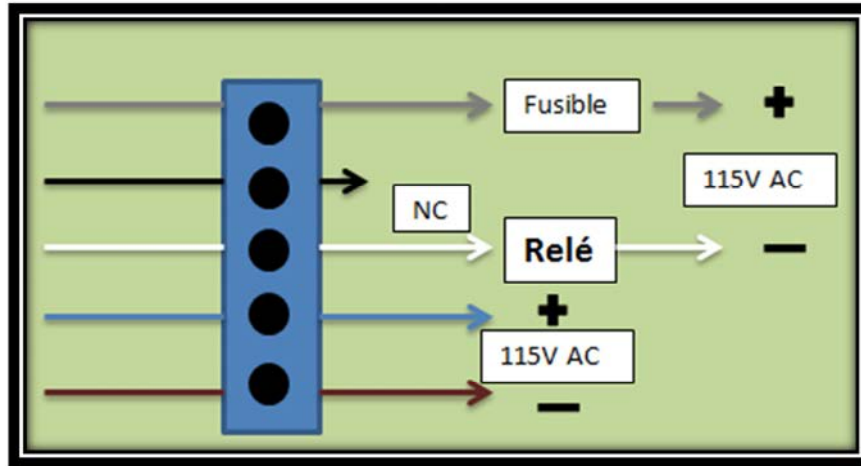


Figura 4.6 Conexiones de foto-eléctrico

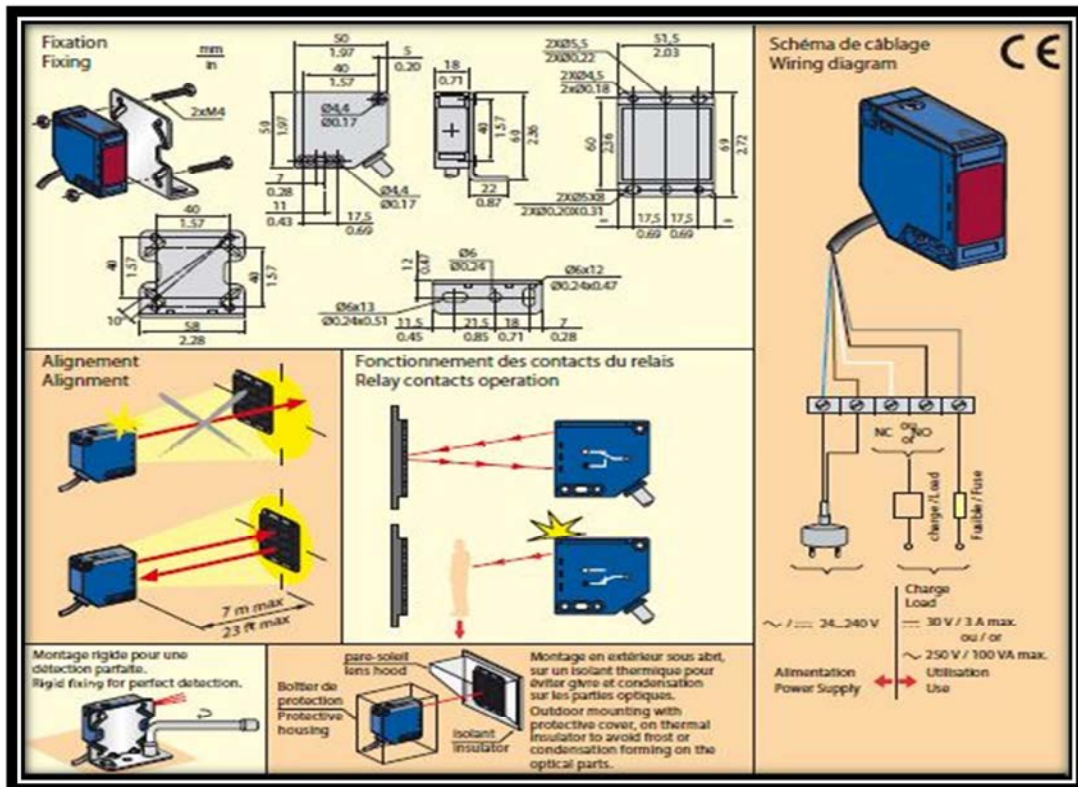


Figura 4.7 Sensor foto-eléctrico

Fuente: <http://www.schneider-electric.com>



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



En la figura 4.8 se muestra el sensor foto-eléctrico del riel derecho luego de su instalación con su reflector correspondiente:



Figura 4.8 Sensor foto-eléctrico instalado

Etapa 2: Para una operación del llenado en el área de la automatización industrial, el tiempo que se requiere para envasar el producto es uno de los agentes imprescindibles e importantes para obtener la operación exitosa y reducir la pérdida de material provocada por el manejo manual.

En el momento de realizar la observación a la máquina envasadora, se notó que el producto que se desea envasar posee su grado de viscosidad variable, lo cual dificulta en realizar la toma del tiempo exacto para procesar la operación del llenado. Luego de informar este problema al personal de la empresa, se decidió instalar dos sensores capacitivos en las barras tanto la de izquierda como la de derecha donde se ubican las válvulas (Ver figura 4.10) con el fin de determinar el nivel del producto envasado cuando la barra desciende para ejecutar la operación del llenado. (Ver figura 4.11)

Los sensores a instalar se encargarán de emitir la señal de abrir y cerrar a las válvulas. Para de esta manera lograr el control de nivel del llenado en cada envase. La marca seleccionada para



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



satisfacer tal fin fue AUTONICS, modelo CR18-8AO (Ver figura 4.9). Este sensor capacitivo seleccionado tiene una distancia de detección de $8\text{mm} \pm 10\%$, el rango de voltaje de 100V-240VAC, corriente máxima de 2.2mA. (Ver figura 4.9)



Figura 4.9 Sensor capacitivo (100V-240VAC, 2.2mA max)

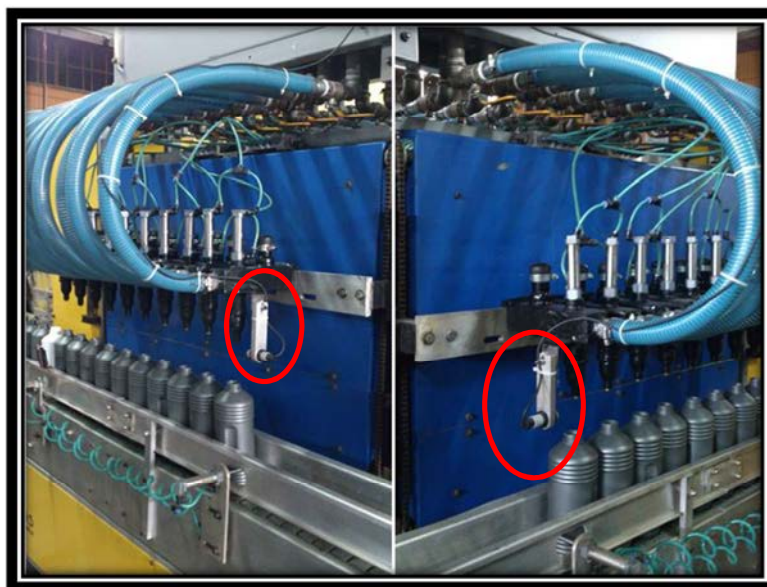


Figura 4.10 Sensor capacitivo instalado en la máquina envasadora

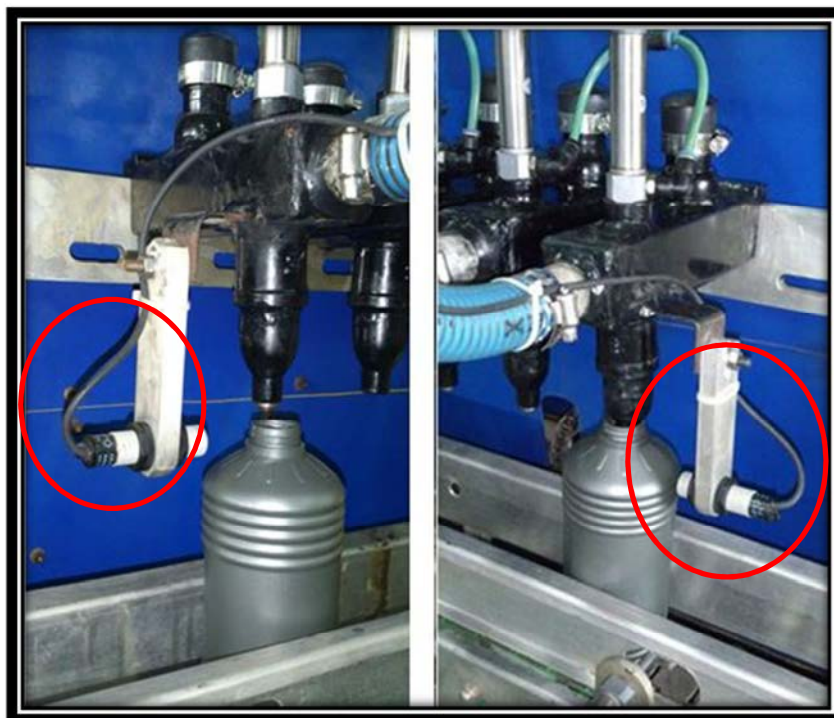


Figura 4.11

Posición de nivel a detectar utilizando los sensores instalados

Etapa 3: Cuando la empresa adquirió la máquina envasadora y entapadora se hicieron las conexiones eléctricas relacionadas al motor que viene junto con la máquina para trabajar con las bandas transportadoras de manera paralela. No obstante, luego de la observación y el análisis al funcionamiento de la máquina envasadora y entapadora, se recomendó a la empresa que para mejorar la eficiencia y aumentar la productividad es preferible trabajar las bandas de forma independiente. Después de una serie de estudios, la empresa decidió establecer un motor adicional para el riel derecho (Ver figura 4.12 y tabla 4.3) con las especificaciones similares al motor izquierdo que inicialmente poseía y realizar toda la conexión eléctrica necesaria para el mismo.

Dicha conexión eléctrica consta de la colocación de los cableados y los relés juntos con sus protecciones obligatorias en el gabinete de control (Ver figura 4.13 y figura 4.14). Una vez



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



realizado y cumplido toda conexión eléctrica, se llevó a cabo la asignación de las variables de entradas y salidas de acuerdo con las modificaciones efectuadas en el gabinete de control para el diseño de programación.

Vale destacar que en el momento de modificar la conexión eléctrica al gabinete de control, se tuvieron que añadir unos contactores adicionales que trabajan con el voltaje de 24V debido a los nuevos componentes instalados como el motor para el riel derecho de las líneas del llenado y sus protecciones correspondientes. No obstante, por falta de espacio disponible y la exigencia de la empresa, se añadió 1 cajetín para los contactores adicionales (Ver figura 4.15).

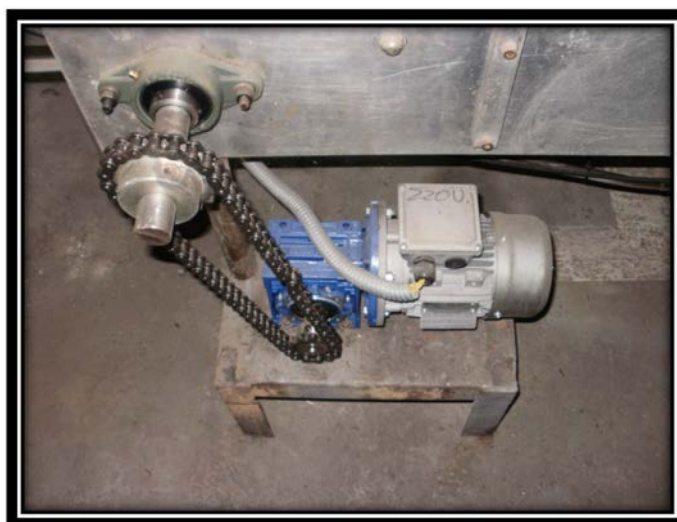


Figura 4.12

Motor del riel derecho de la máquina envasadora



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



Tabla 4.3 Especificaciones del motor de riel derecho

Motor de riel izquierdo			
Marca		DR drives	
Modelo		TS71B4	
Potencia		0.44 Kw (0.5 Hp)	
Fp (Φ)		0.74	
Rpm		1640	
V (Δ/Y)		277/480	
I (Δ/Y)		1.92/1.11	
Hz		60	

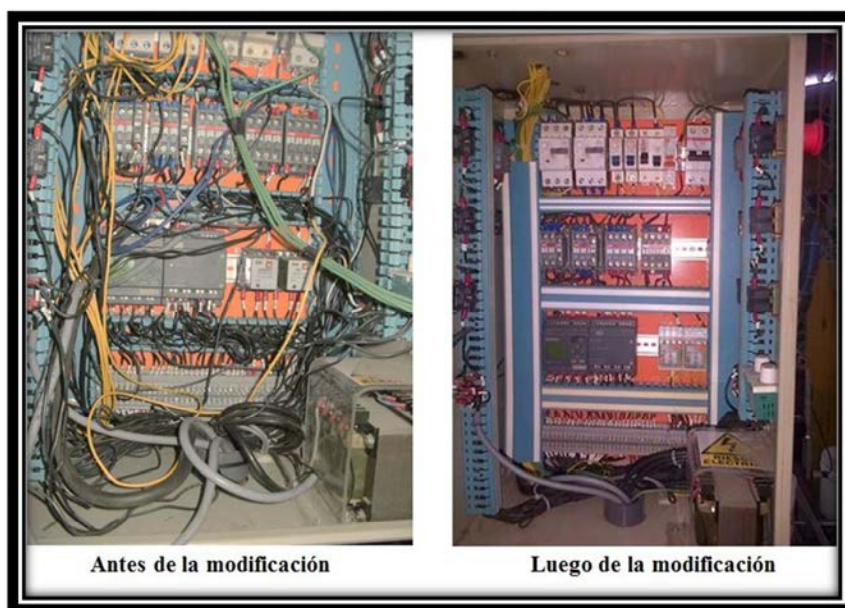


Figura 4.13
Comparación del gabinete de control (antes y después)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Figura 4.14

Contactores y relés añadidos con sus conexiones y el cajetín correspondiente



Figura 4.15 El cajetín agregado y el gabinete de control



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Etapa 4: Luego de haber realizado todas modificaciones para cumplir los requerimientos de la empresa, se procedió a llevar a cabo la primera prueba y en el momento de la prueba se observó que dentro de las mangueras contenían aire residual debido a la curvatura generada al subir el carrete (ver figura 4.16). Dicho aire retenido en las mangueras, tanto en el lado izquierdo como en el lado derecho, no podía ser purgado por la curvatura y también por los codos que unen al tanque y esta situación impidió la salida uniforme del flujo de producto y por consiguiente la máquina envasadora no podía envasar el producto en los envases hasta su nivel ideal.

Luego de estudiar el caso y manifestarlo a la empresa, se decidió realizar unos ajustes mecánicos para la facilidad de la purgación del aire retenido en las mangueras. Dichos ajustes consisten en eliminar los codos de 90° que unen entre las mangueras y el tanque principal y cambiar la unión superior entre las mangueras y las válvulas a la unión frontal (ver figura 4.17).

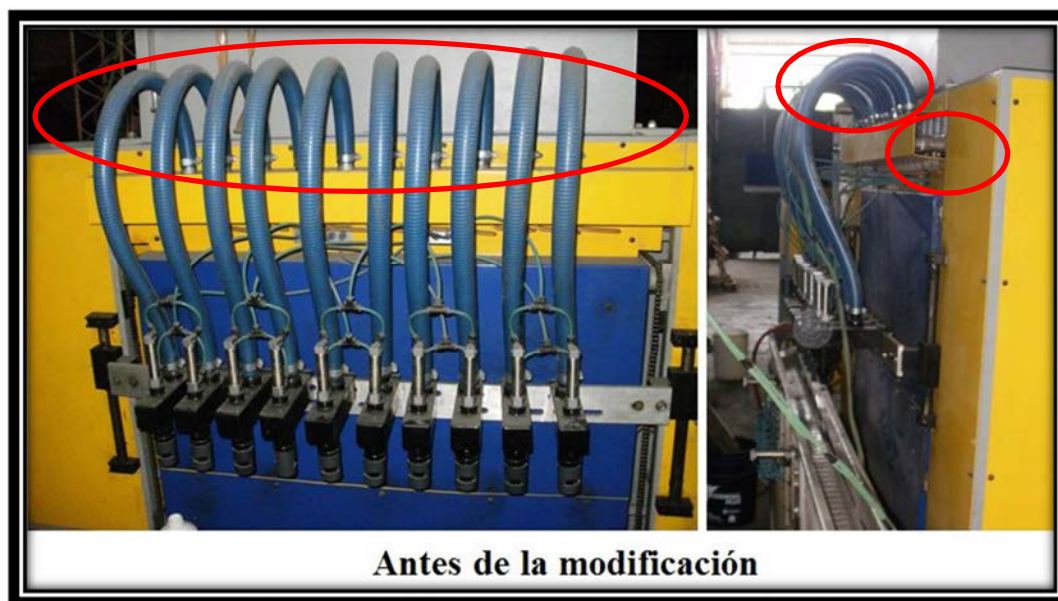


Figura 4.16 Sistema de inyección del producto de la maquina envasadora

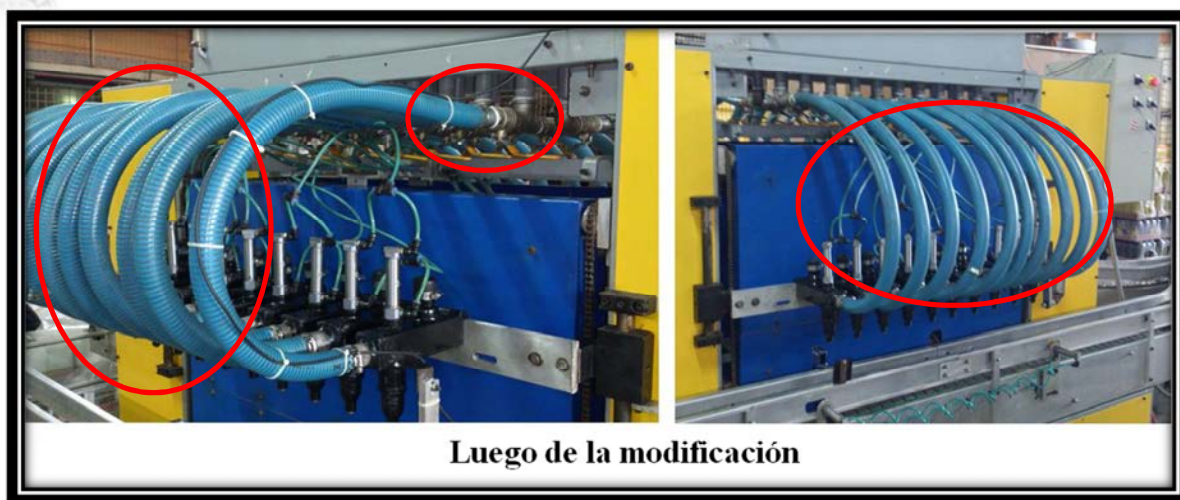


Figura 4.17 Sistema de inyección del producto de la maquina envasadora

4.4 FUNCIONAMIENTO

La empresa en la que se desea desarrollar en este estudio se encarga de la fabricación y distribución en el ramo de lubricantes automotrices, como fluidos para frenos aditivos coloidal, grasas automotrices, duchas anticorrosivas, etc. Inicialmente, la máquina fue adquirida para trabajar los 2 rieles simultáneos. Sin embargo, luego de una serie de estudios y modificaciones con el fin del mejoramiento de la eficiencia y la productividad, la máquina envasadora y entapadora actualmente opera con 2 líneas de llenado en forma independiente y alternada, y después converge en una tercera línea que se encarga del entapado.

La máquina se puede realizar la operación del llenado con 10 envases simultáneos en cada riel, y el procedimiento de ejecución será explicado como lo siguiente:

El proceso de dichos derivados involucran los siguientes pasos:

1. El producto con el que desea llenar el envase es almacenado en el tanque de almacenamiento ubicado en la parte superior de la máquina envasadora.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



2. Una vez verificado que el producto esté contenido en el tanque de almacenamiento en su nivel ideal de suministro, lo cual viene preestablecido en el tanque, se procesará al llenado y al entapado.
3. Se procede a la ejecución del proceso a través de la introducción de la llave. El operario puede seleccionar el modo a trabajar, para lo cual dispone de una opción de modo automático y otra de modo manual (Ver figura 4.18). El modo automático se lleva a cabo una vez que el sistema chequea el nivel de producto que alcanza al nivel preestablecido; y el modo manual requiere la presencia del operario quien se encargará de maniobrar el proceso mediante las perillas de operación instaladas en el tablero de control (Ver figura 4.19). Se disponen 4 perillas de operación y un botón de emergencia, las cuales se explicará en lo siguiente:
 - ✓ Botón de parada de emergencia: se encargará de detener el proceso en caso de falla.
 - ✓ Bajar/Subir Carro: se encargará de subir y bajar el carrete de válvulas del producto.
 - ✓ Abrir Llenado: se encargará de abrir las válvulas para realizar el proceso del llenado.
 - ✓ Policía: se encargará de limitar la cantidad de envases, en este caso son 10 envases para cada ejecución del llenado.
 - ✓ Banda transportadora: se encargará de la ejecución del movimiento de carril metálico.
4. Los envases una vez llenado con el producto son transportados a la máquina entapadora a través del carril metálico para su proceso del entapado.
5. Se debe verificar la existencia de tapas, las cuales son depositadas en el recipiente de tapas.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



De este funcionamiento vale destacar que en el tablero de control se dispone de un variador de velocidad donde se puede ajustar la velocidad del suministro de tapas y la de entapadora con el fin de obtener mayor rapidez y eficiencia en el momento del entapado.



Figura 4.18
Llave de selección
(Derecha: modo automático, Izquierda: modo manual)



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



Figura 4.19 Panel de Control (lado izquierdo)

4.4.1 VARIABLES PARA EL CONTROL DE AUTOMATIZACIÓN

Luego de estudiar y analizar el funcionamiento de la máquina envasadora y entapadora se detectaron algunas variables que se convertirán en la base para la automatización de la misma.

- ❖ El sensor de nivel ubicado en el tanque principal del suministro del producto:

Este sensor se encargará de determinar si el tanque principal del suministro del producto esté en su nivel ideal para cumplir y satisfacer la demanda. Esta variable es el factor principal para acceder al sistema de automatización.

- ❖ El sensor capacitivo instalado en los rieles para verificar el nivel del llenado de los envases:



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Este sensor se ocupará de verificar si el nivel del llenado para cada envase está uniforme y esta manera garantizará la calidad del producto. Es imprescindible llevar el control esta variable, ya que el nivel del llenado en cada envase es uno de los factores de automatización que influenciará un buen funcionamiento en la operación del llenado.

- ❖ El sensor foto-eléctrico establecido en los rieles para controlar el ingreso de los envases:

Este sensor se encargará de controlar los envases que se ingresan al sistema del llenado. Esta variable es muy importante llevarlo el control, debido a que una vez ingresan la cantidad establecida de envases, el sistema se procederá la operación del llenado, y al mismo tiempo el sensor foto-eléctrico mandará una señal al cilindro neumático (policía) para impedir el paso de los envases sobrantes.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO

Lo que se muestra en la figura 4.20 es el proceso esquematizado con el cual se pretende dar solución al problema que se plantea este estudio.

Principalmente, la máquina envasadora y entapadora se puede trabajar en 2 modos de operación, el modo automático y el manual dependiendo de la selección del operario. Para elegir el modo de operación, se puede activarlo a través de la llave de selección (ver figura 4.18) y al entrar al modo seleccionado, el sistema verificará si el tanque de almacenamiento de producto está en su nivel estándar para ejecutar la operación del llenado y entapado.

En esta máquina envasadora y entapadora se trabaja con un solo tipo de envase y el tiempo que se requiere para realizar el envasado es controlado mediante el sensor capacitivo instalado en la barra de válvulas de cada lado (figura 4.10). Dichos sensores se encargarán de emitir la señal a las válvulas para abrir y cerrar a medida que el producto llegue a su nivel de empaque. Vale mencionar que los rieles se trabajan de manera alternada e independiente, es decir, mientras que un lado se está realizando el proceso del llenado, los envases del otro riel ya se están ingresando para su proceso del envasado y una vez que lo ejecuta cuando culmine el proceso del llenado del otro lado.

Una vez que termine la operación del envasado, los envases se unirán en un solo riel que es para el proceso del entapado.



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL

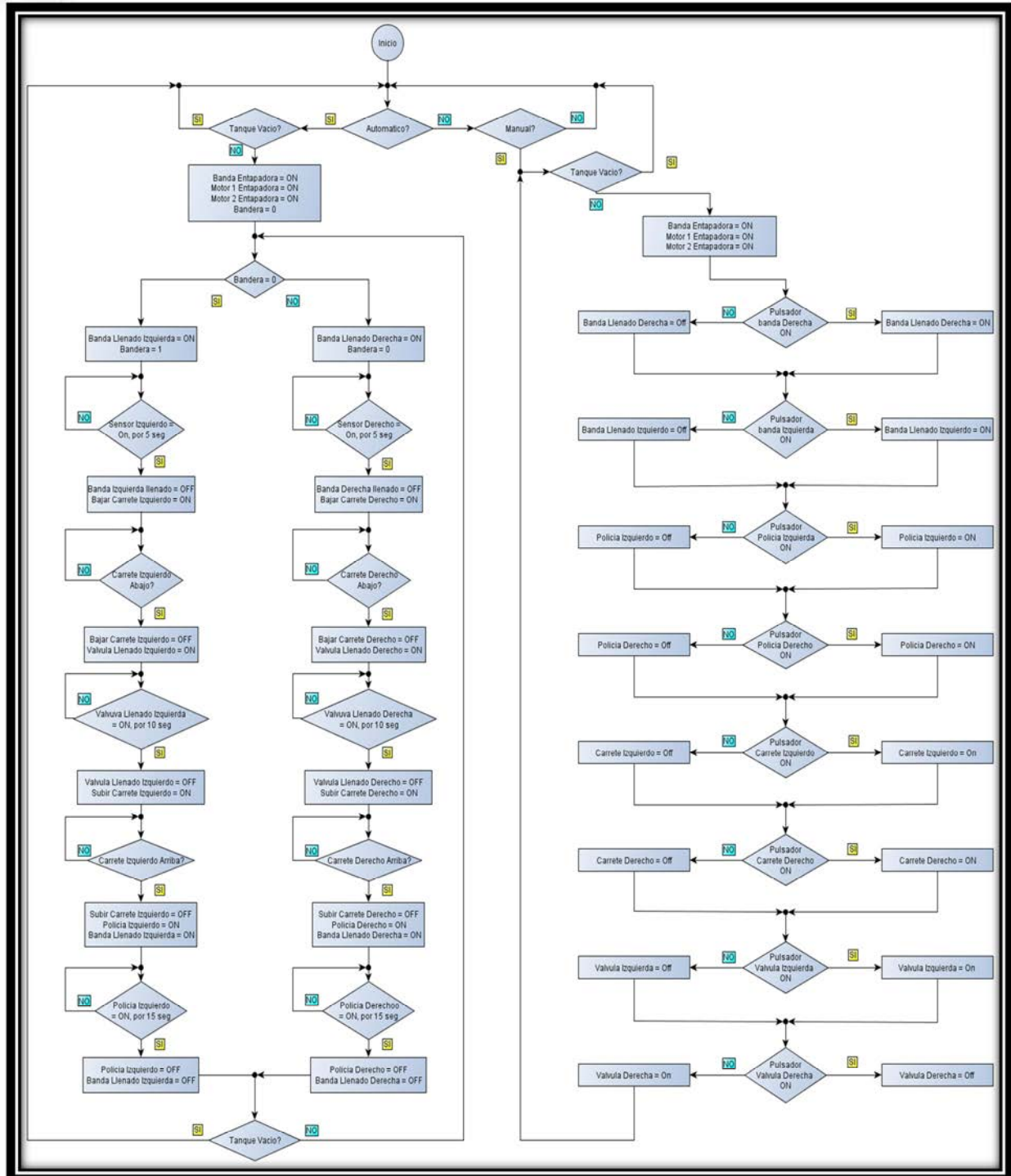


Figura 4.20 Diagrama de flujo



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



4.5 EQUIPOS Y DISPOSITIVOS NECESARIOS

- ✓ 1 Autómata programable (Siemens Logo 230RC).
- ✓ 1 Transformador de (110v / 24 v VAC, 750VA).

Para las entradas de la máquina envasadora y entapadora:

En la lista de entradas vale destacar que en cada riel se dispone un panel de control independiente, el cual se encargará de maniobrar la operación de cada riel, por ende cada botón y perilla los tiene establecidos tanto en el lado derecho como en el lado izquierdo.

- ✓ 1 pulsador de parada de emergencia, los cuales se encargarán de detener el proceso en caso de falla. Al pulsarlo el proceso se detiene totalmente.
- ✓ 1 llave de selección, para elegir el modo automático o el manual para la operación.
- ✓ 1 perilla de bajar/subir carro cuyo funcionamiento se encargará de subir y bajar la barra de válvulas para realizar el trabajo del llenado.
- ✓ 1 perilla de abrir llenado cuyo funcionamiento se encargará de abrir las válvulas para realizar el proceso del llenado.
- ✓ 1 perilla para el control de policía cuyo funcionamiento se encargará de limitar la cantidad de envase que están en la fila de espera para su llenado, en este caso son 10 envases para cada ejecución del llenado.
- ✓ 1 perilla de banda transportadora cuyo funcionamiento se encargará de la ejecución del movimiento de carril metálico.

Salidas de la máquina envasadora y entapadora:

- ✓ 1 contactor (3 ϕ), para accionar el motor de la banda transportadora del riel derecho.
- ✓ 1 contactor (3 ϕ), para accionar el motor de la banda transportadora del riel izquierdo.
- ✓ 1 contactor(1 ϕ), para accionar el motor de la máquina entapadora.
- ✓ 1 contactor (3 ϕ), para accionar la banda transportadora de la máquina entapadora.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



- ✓ 2 contactores (3 ϕ), para subir y bajar el carrete.

En las siguientes salidas se dispone tanto en el lado derecho como en el lado izquierdo debido a que se tiene instalado 2 rieles para la operación del envasado y del entapado.

- ✓ 1 carrete, para la subida y bajada del juego de válvulas llenadoras.
- ✓ 1 válvula neumática (3/2 vías), para accionar la apertura y el cierre de la válvula envasadora.
- ✓ 1 cilindro neumático (policía), para limitar el paso de los envases.

Otros componentes existentes la máquina envasadora y entapadora:

- ✓ 1 variador de resistencia que regula la corriente que entre al motor para cambiar la velocidad del suministro de tapas.
- ✓ 1 variador de resistencia que regula la corriente que entre al motor para cambiar la velocidad de la máquina entapadora.
- ✓ 1 gabinete que contiene la mayoría de los componentes (50cm X 70cm, IP63).
- ✓ Cable para la conexión de entradas y salidas.
- ✓ 4 relés (10A, 250VAC, 60HZ).
- ✓ Protecciones eléctricas (Tipo termo-protector, 415VAC, 3A, 60HZ, Clase C6 y C3)
- ✓ 1 transformador (110v / 24v VAC, 750VA)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4.6 ESQUEMAS DE CONEXIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS

En el siguiente se presenta el esquema de conexiones de entradas y salidas del PLC marca SIEMENS LOGO 230RC, el cual se aplica en este trabajo de estudio. . (Ver figura 4.21)

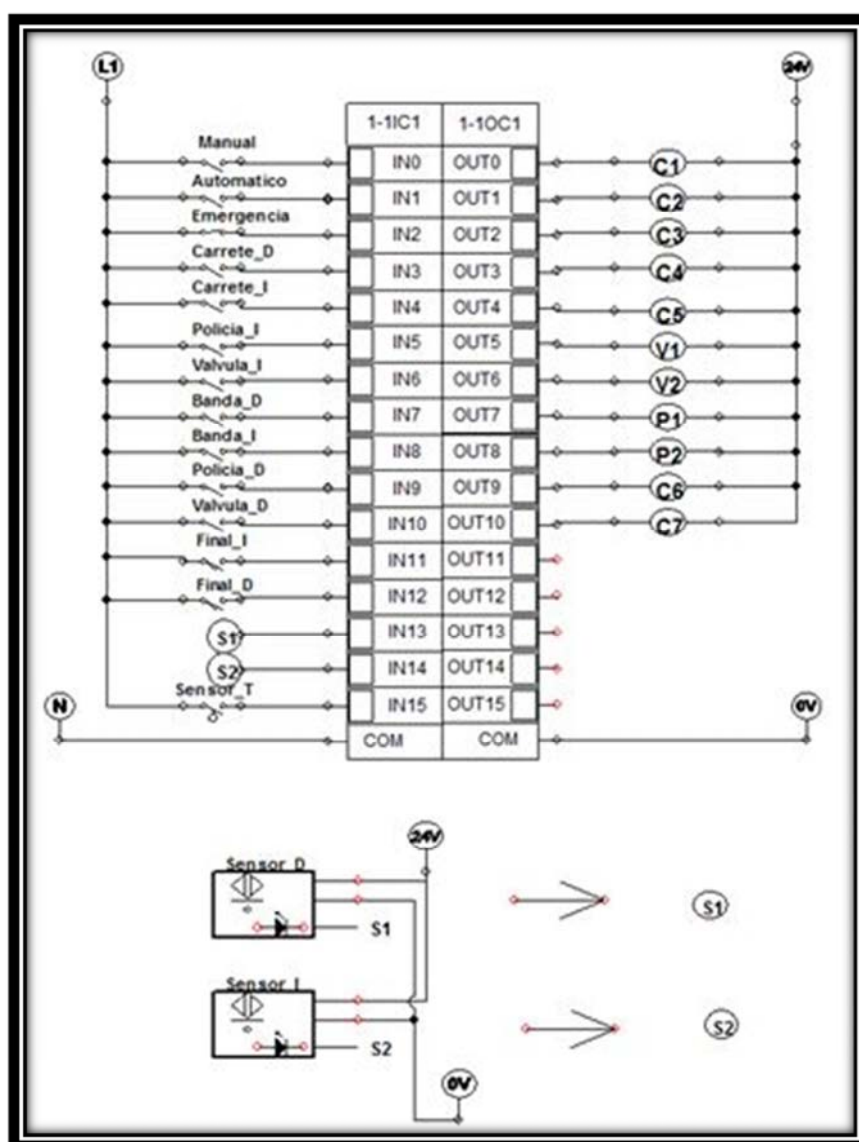


Figura 4.21 Esquema de conexiones de PLC



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Tabla 4.4 Variables de entradas y salidas

Bornes de entrada		Bornes de salida	
I1	Modo manual	Q1	Carrete izquierdo
I2	Modo automático	Q2	Carrete derecho
I3	Parada de emergencia	Q3	Banda entapadora
I4	Interruptor carrete derecho	Q4	Entapadora 1
I5	Interruptor carrete izquierdo	Q5	Entapadora 2
I6	Interruptor policía izquierda	Q6	Válvula izquierda
I7	Interruptor válvula izquierda	Q7	Válvula derecha
I8	Interruptor banda derecha	Q8	Policía derecha
I9	Interruptor banda izquierda	Q9	Policía izquierda
I10	Interruptor policía derecha	Q10	Banda derecha
I11	Interruptor válvula derecha	Q11	Banda izquierda
I12	Final de carrera izquierdo		
I13	Final de carrera derecha		
I14	Sensor derecho		
I15	Sensor izquierdo		
I16	Sensor tanque		



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



4.7 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA

El programa presente fue desarrollado mediante el software LOGO! Soft Comfort V7.0 en base a los requerimientos hechos por la empresa de acuerdo con el estado inicial que fue adquirida la máquina envasadora y entapadora por la empresa. La metodología que se aplicó para la programación fue por etapas.

A continuación se explica secuencialmente cómo fue desarrollada cada etapa para automatizar el sistema:

Antes de iniciar el sistema automatizado del llenado y entapado, el operario debe seleccionar el modo de operación que se desea trabajar bien sea el modo manual o automático (figura 4.22), las cuales están regidas por la entrada I3 como parada de emergencia que interrumpirá la señal si se presenta alguna falla en el momento del proceso.

Las salidas luego de la selección se dirigen hacia una memoria interna (M1, M2) que registrarán las demás instrucciones ya sea modo automático o modo manual.

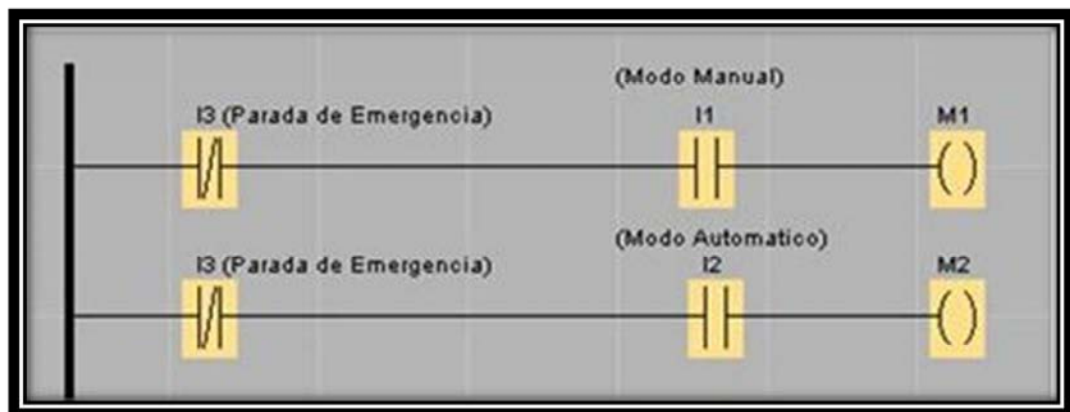


Figura 4.22 Configuración ladder (modo automático o manual)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Una vez seleccionado el modo de operación, en la figura 4.23 se muestra el encendido del sistema de entapado de la máquina, el cual se activa ya sea en modo manual o automático, dicho sistema consta de 3 motores, en el cual (Q3) activan la banda transportadora del entapado y (Q4 Y Q5) son los motores internos de la entapadora.

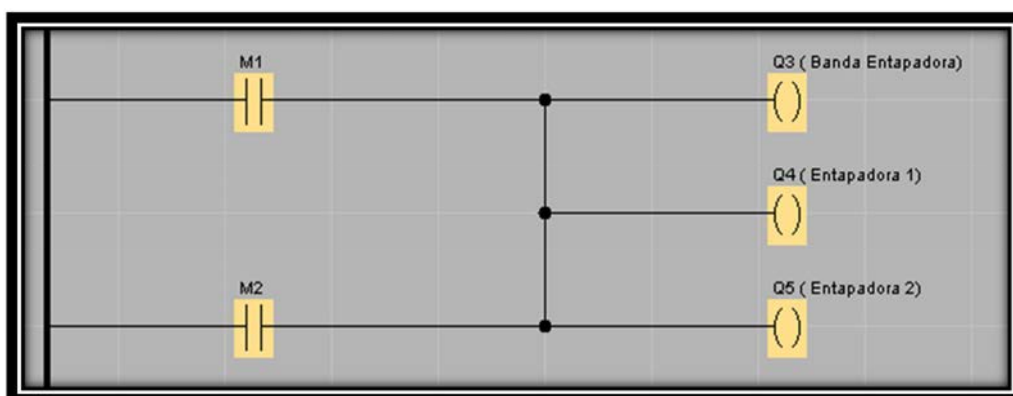


Figura 4.23 Configuración ladder (Encendido de la entapadora y su banda)

En la figura 4.24 se observa la configuración del manejo de la banda derecha de la máquina, representado por la salida (Q10) ya sea modo manual o automático.

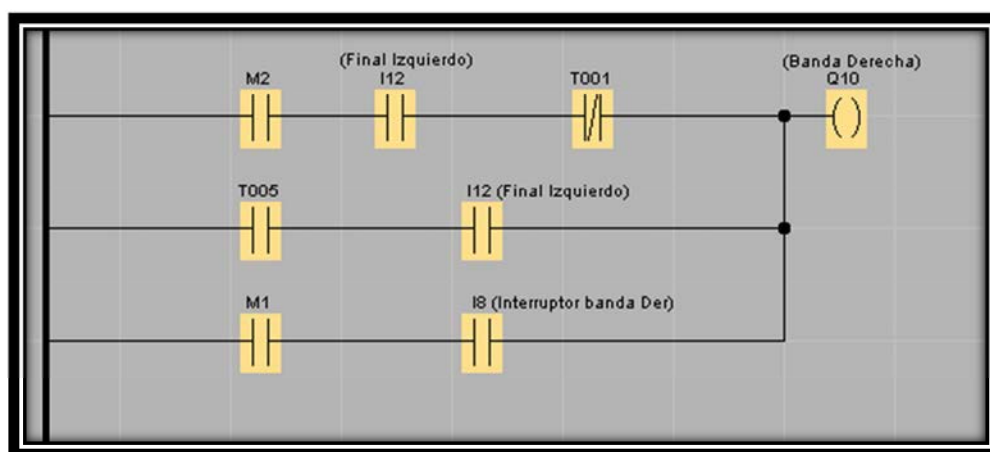


Figura 4.24 Configuración ladder (Encendido de la banda derecha)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



En la figura 4.25 se detalla la configuración similar a la figura 4.24 que gobierna el funcionamiento de la banda izquierda de la máquina que es representado por la salida (Q11) ya sea modo manual o automático.

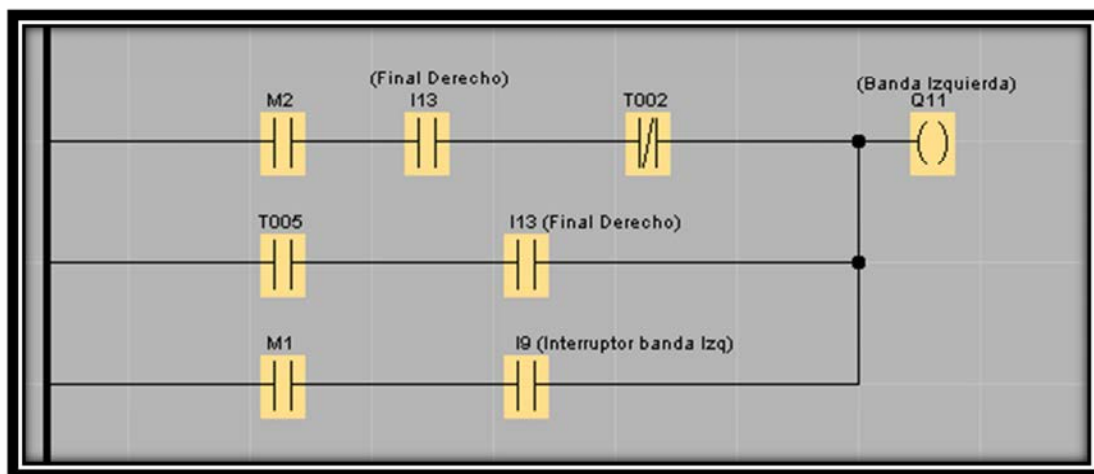


Figura 4.25 Configuración ladder (Encendido de la banda izquierda)

En la figura 4.26 se explica el tiempo de espera de la máquina cuando los envases ubicados en la banda derecha o izquierda han sido llenados correctamente, solo en modo automático, dicho tiempo es de 5 segundos.



Figura 4.26 Configuración ladder (Tiempo de espera de la banda)



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



En la figura 4.27 se observa el tiempo de espera del sistema para que el carrete opuesto avance y los envases ubiquen en su posición mientras el otro lado este envasando el producto, este tiempo es común entre las dos bandas.

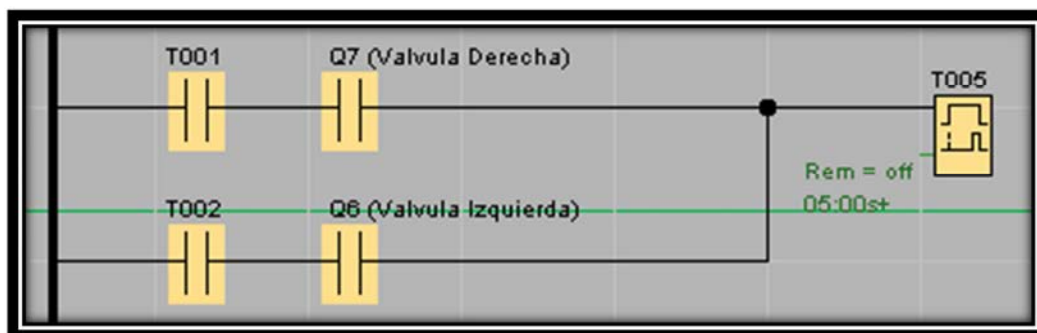


Figura 4.27 Configuración ladder (Tiempo de espera entre apertura de válvulas)

En la figura 4.28 se muestra la configuración para bajar el carrete derecho donde se encuentran las válvulas de llenado, el cual acciona un motor que se le identifica con (Q2) y donde se puede ver los dos modos de funcionamiento de la maquina tanto manual como automático.

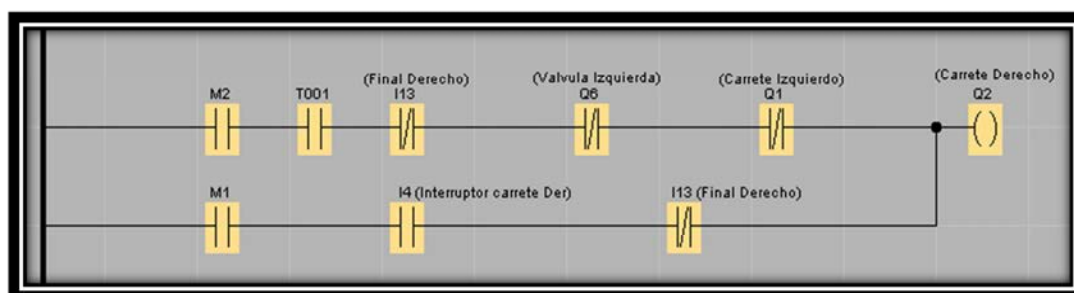


Figura 4.28 Configuración ladder (Carrete derecho)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



En la figura 4.29 se asemeja a la configuración ilustrada en la figura 4.28 pero la figura presente se orienta para el bajado del carrete izquierdo, cabe destacar que tanto el carrete derecho como el izquierdo están unidos mediante una cadena, por lo tanto si uno realiza cualquier movimiento de subir o bajar, altera al otro.

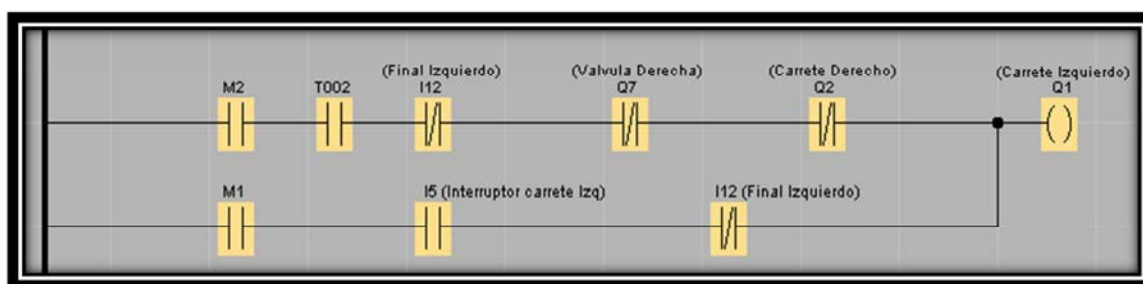


Figura 4.29 Configuración ladder (Carrete izquierdo)

En la figura 4.30 se observa la configuración para abrir las válvulas derechas, tanto manual como automáticamente. Para el modo automático cuenta con un contador de 15 segundos, el tiempo que se estima para llenar los envases.

Vale mencionar que a la maquina se le agregaron 2 sensores capacitivos, uno en cada carrete que al llegar el nivel deseado interrumpen la señal de apertura de las válvulas en un tiempo promedio de 5 a 7 segundos, por ende dicho contador ofrece un rango de tiempo en el llenado para eliminar el goteo de las válvulas (Ver figura 4.30).

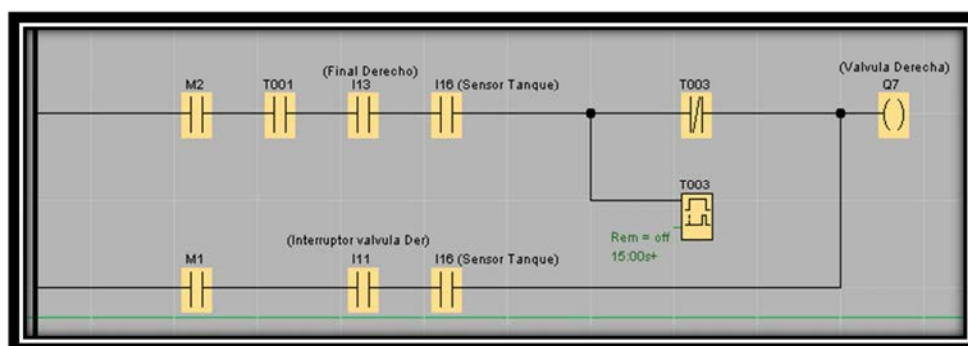


Figura 4.30 Configuración ladder (Válvulas derechas)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



En la figura 4.31 se observa la misma configuración que en la figura 4.31, pero aplicada para las válvulas izquierdas.

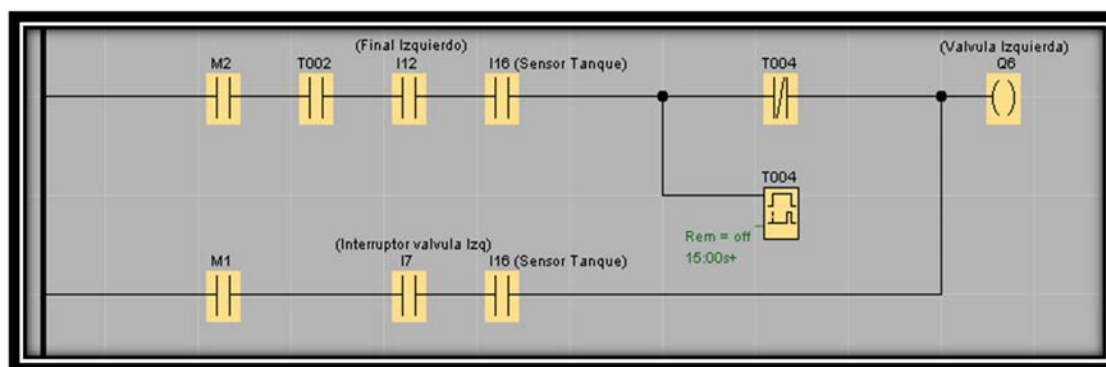


Figura 4.31 Configuración ladder (Válvulas izquierdas)

En la figura 4.32 se detalla la configuración de la instrucción para abrir los policías tanto derechos como izquierdos, en los 2 modos manual y automático. Dichos policías se encargan del paso y la puesta en posición de los envases por medio de las bandas transportadoras.

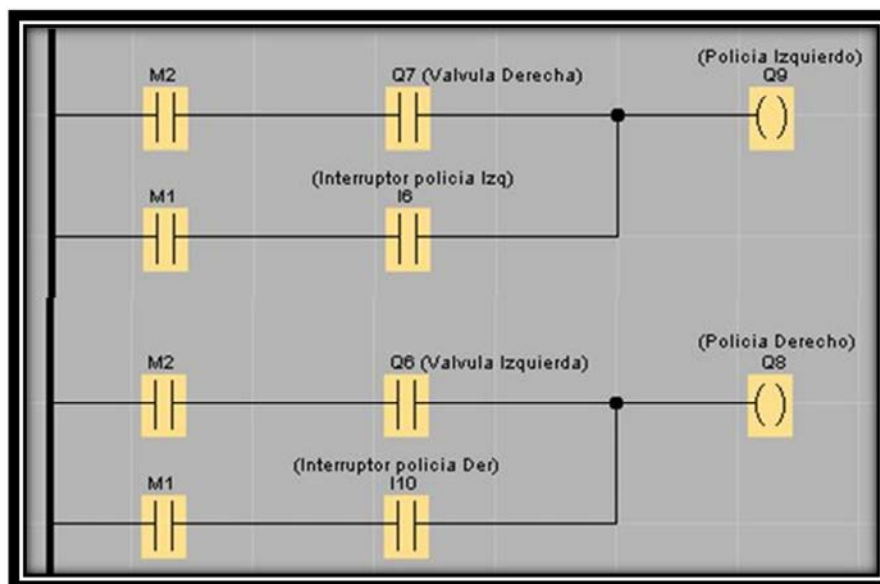


Figura 4.32 Configuración ladder (Policía derecho e izquierdo)



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4.8 INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN

Antes de la puesta en marcha de la máquina, se debe cerciorar que la alimentación del tablero este activa, al igual que la alimentación neumática de toda la máquina. Igualmente los operarios que se asignarán al manejo de la maquinaria, deben tener conocimiento previo del proceso y de la maquinaria.

La máquina llenadora y Entapadora cuenta con 2 modos de operación, manual y automática (figura4.33), a continuación se explicara el manejo de dicha maquina en sus 2 estados. La selección de cada modo se hace en el panel frontal del tablero por medio de una llave selectora, como se muestra a continuación.



Figura4.33 Llave de selección



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



✓ MODO MANUAL:

En este modo la manipulación de la máquina, es necesario tener un mínimo de 4 operarios como se muestra a continuación (Ver figura 4.34):

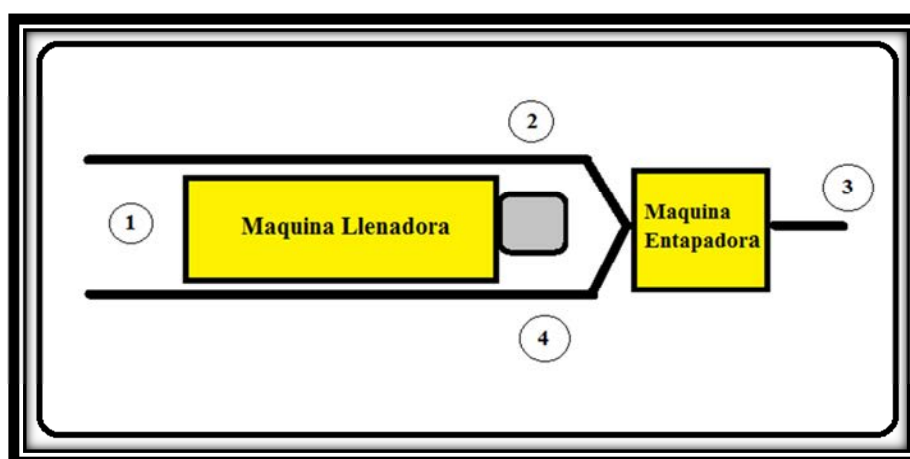


Figura 4.34 Esquema de operario manual

En donde el operario 1 se encargará de suministrar los envases en cada línea de llenado y el operario 3 se encargará de recoger y almacenar los envases ya finalizado el proceso. El operario 2 y 4 son los que se encargan del manejo del panel en cada lado del tablero como muestra en la figura 4.35.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



Figura 4.35 Panel de control (Derecho e izquierdo)

Por medio de estos tableros se hace el control manual ya sea el lado derecho (panel derecho) o el lado izquierdo (panel izquierdo), en cada panel está el interruptor de:

- ✓ Carrete.
- ✓ Policía.
- ✓ Banda Transportadora.
- ✓ Abrir Llenado (Apertura de Válvulas).
- ✓ Parada de emergencia.

Cabe destacar que aunque cada panel se puede operar independientemente del otro lado, el carrete del lado derecho está gobernado con el carrete del lado izquierdo, así que si el operario sube el carrete izquierdo, el derecho bajará automáticamente, esto se debe de tomar en cuenta para que no ocurran errores en el llenado.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



✓ MODO AUTOMÁTICO:

Antes de seleccionar este modo se debe tener en cuenta que el carrete debe estar totalmente en su final de carrera, ya sea del lado derecho o del lado izquierdo, si el carrete está en el final de carrera del lado derecho, el proceso comenzará el ciclo del lado izquierdo y si está en el final de carrera del lado izquierdo el proceso comenzará del lado derecho.

Para este modo solo se es necesario 2 operadores, un operador encargado para el suministro de envases en cada línea, y un segundo operador encargado del almacenaje del producto terminado como se observa en la figura 4.36:

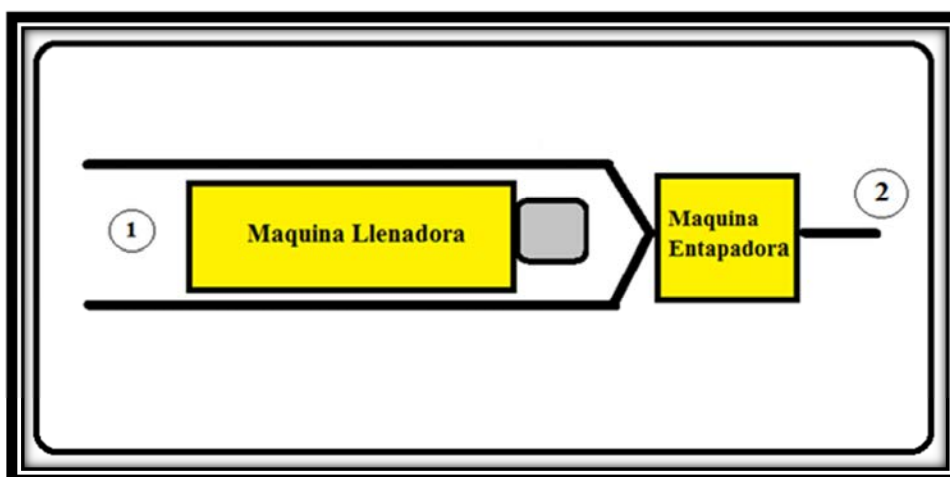


Figura 4.36 Esquema de operario automático

Al presionar la parada de emergencia, ya sea en modo manual o modo automático, todo el sistema se detendrá y luego al salir de este estado de emergencia, el proceso quedará justo donde se encontraba antes de ser interrumpido.



CAPÍTULO IV

MARCO OPERACIONAL



4.9 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE CONTROL CON LA MÁQUINA

En la implementación final de la maquina se logró el funcionamiento correcto de toda la maquina eliminando pérdidas del producto y aumentando la producción. A continuación se explicará los cambios realizados en la maquina envasadora y sus mejoras:

➤ **Modificación de las mangueras del llenado en las válvulas del sistema**

Se logró eliminar el aire retenido causado por la curvatura al subir el carrete, como se observa en la figura 4.37. Luego de la modificación se consiguió la salida del flujo uniforme del producto.



Figura 4.37

Comparación de las modificaciones de las mangueras del llenado (Antes y Después)

➤ **Nivel deseado en los envases**

Se agregaron 2 sensores capacitivos en cada carrete, los cuales detectan el nivel deseado a envasar en los envases como se observa en la figura 4.38. Después de la implementación de dichos sensores, los 10 envases de cada riel llegan a su nivel deseado de este modo se logró eliminar la pérdida del producto. Ya que anteriormente el nivel del llenado era controlado por un tiempo a través de la programación, pero la



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



maquina es usada con diferentes productos, los cuales vienen con diferente grado de viscosidad y cuando el grado de viscosidad es menor se provocaba derrame.



Figura 4.38 Sensores capacitivos instalados para detectar el nivel

➤ **Instalación de sensores foto-eléctricos para el posicionamiento correcto de los envases**

Se añadieron 2 sensores foto-eléctricos, uno en cada banda del llenado que indican el posicionamiento correcto cuando los envases ingresaban al proceso del llenado, este proceso anteriormente eran con sensores capacitivos, pero la diferencia del grosor de los envases (no todos envases son de mismo espesor ni del mismo material), provocaban que los sensores capacitivos no los detectaran. (Ver figura 4.39)



CAPÍTULO IV MARCO OPERACIONAL



Figura 4.39

**Comparación de las modificaciones de los sensores capacitivos por las foto-eléctricos
(Antes y Después)**

➤ **Instalación de un motor adicional para el funcionamiento de la banda derecha**

Se agregó un motor adicional en la banda derecha, para el funcionamiento independiente en cada banda, como se observa en la figura 4.40, donde anteriormente las bandas trabajaban con un solo motor paralelamente, esto causaba que el tiempo de llenado fuera mucho mayor de 10 envases cada 5 minutos.



Figura 4.40 Motor añadido para la banda derecha



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



CAPÍTULO V

5.1 SIMULACIÓN EN LABVIEW

LabVIEW es un entorno de programación destinado al desarrollo de aplicaciones, similar a los sistemas de desarrollo comerciales que utilizan el *lenguaje C* o *BASIC*. Sin embargo, LabVIEW se diferencia de dichos programas en un importante aspecto: los citados lenguajes de programación se basan en líneas de texto para crear el código fuente del programa, mientras que LabVIEW emplea la programación gráfica o *lenguaje G* para crear programas basados en diagramas de bloques, siendo un simulador ideal para dicho proyecto, ya que es muy fácil su programación.

Para el empleo de LabVIEW no se requiere gran experiencia en programación, ya que se emplean iconos, términos e ideas familiares a científicos e ingenieros, y se apoya sobre símbolos gráficos en lugar de lenguaje escrito para construir las aplicaciones. Por ello resulta mucho más intuitivo que el resto de lenguajes de programación convencionales.

A continuación se observará y explicará el desarrollo de la programación del LabVIEW para la simulación de la maquina llenadora y entapadora, partiendo de la programación realizada en el Logo Soft.

Se procederá a la construcción de un nuevo proyecto en el programa LabVIEW en la pantalla principal en el menú **FILE > New VI** como muestra la figura 5.1



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW

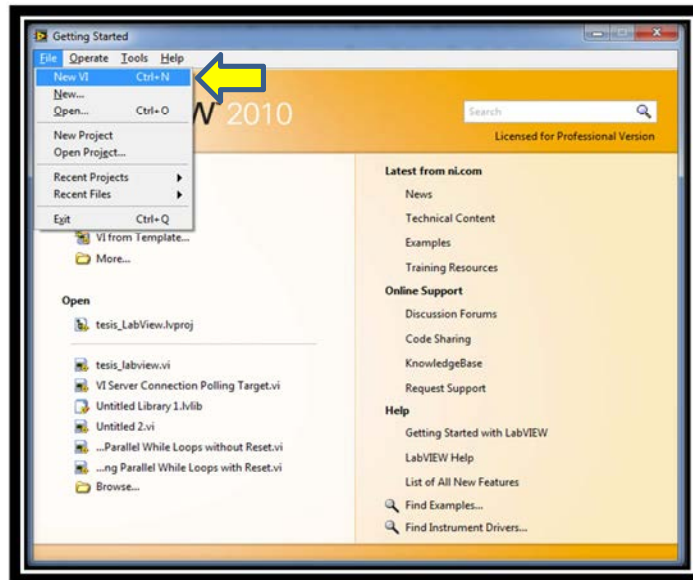


Figura 5.1 Inicio labview

Luego aparecerá 2 pantallas, **Block Diagram** y **Front Panel** como muestra la figura 5.2

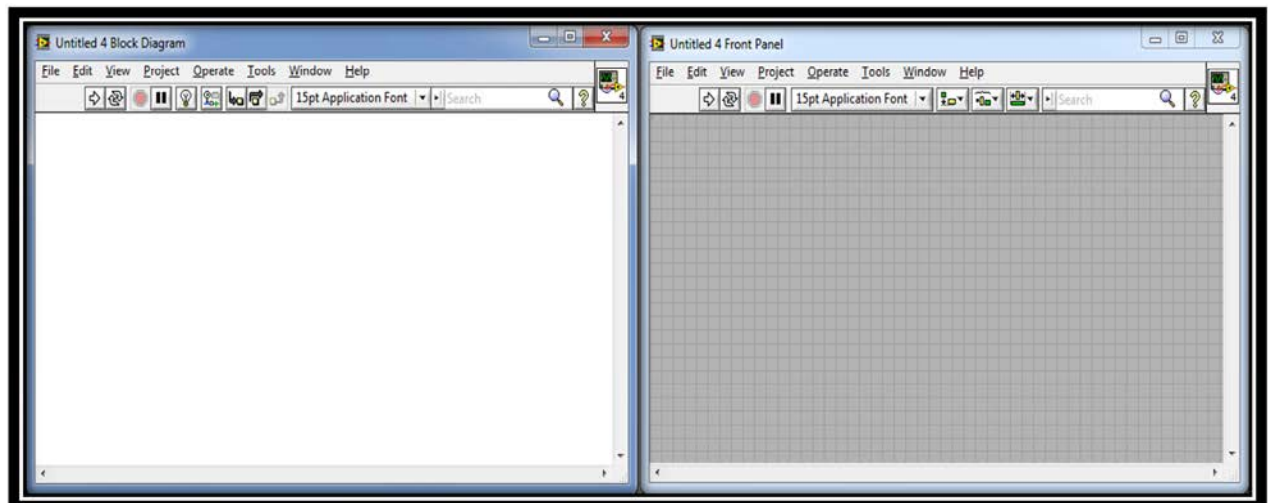


Figura 5.2 Pantalla (Block diagram y front panel)

En donde **Front Panel** será la interfaz de comunicación con el usuario y será donde se cree los paneles de la maquinaria, botones, pulsadores, etc. Y la pantalla **Block Diagram** es donde se



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



presentes en el sistema y el encendido y apagado de cada uno de los componentes presente en el sistema (motores, válvulas, policías, etc), dicha pantalla es la simulación del comportamiento y la visualización, de cada una de las variables presentes en el sistema, donde podemos alterar las entradas y observar cómo reaccionarían las salidas de la maquina en condiciones reales, como se muestra en la figura 5.5

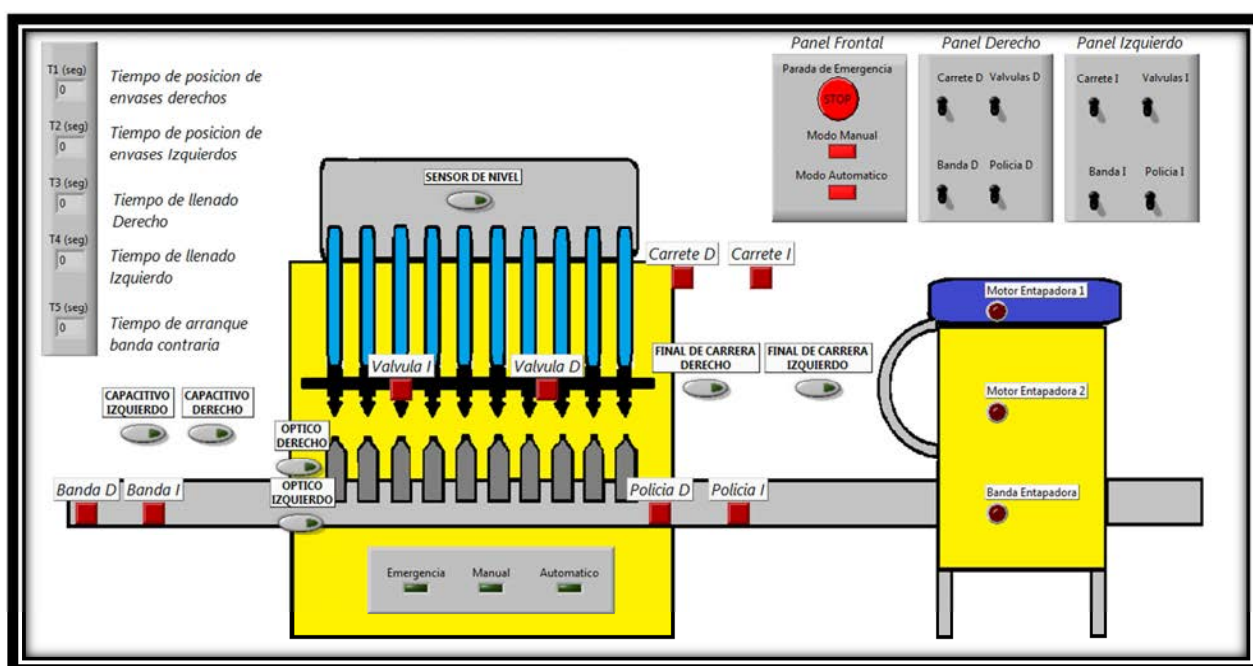


Figura 5.5

Pantalla de visualización del Front Panel terminada, con el Simulador LabVIEW

Ahora bien como se partió del lenguaje ladder usado en Logo Soft, se mostrará cada una de las configuraciones usadas en dicho programa y su semejante en diagrama de bloque usado en el LabVIEW para el proceso.



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Selección del modo manual o automático en LabVIEW, ver figura 5.6

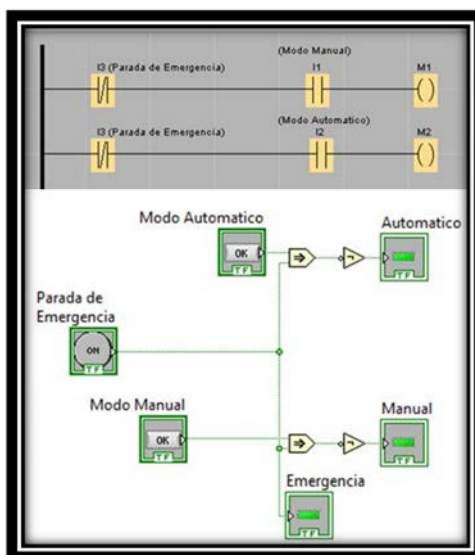


Figura 5.6 Configuración en LabVIEW (Selección del modo manual o automático)

- Arranque de la maquina entapadora, ver figura 5.7

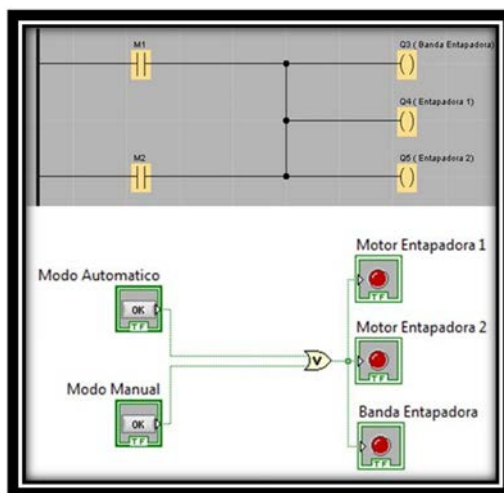


Figura 5.7 Configuración en LabVIEW (Arranque de la maquina entapadora)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración de los tiempo de espera de posicionamiento de los envases, en cada lado, ver figura 5.8

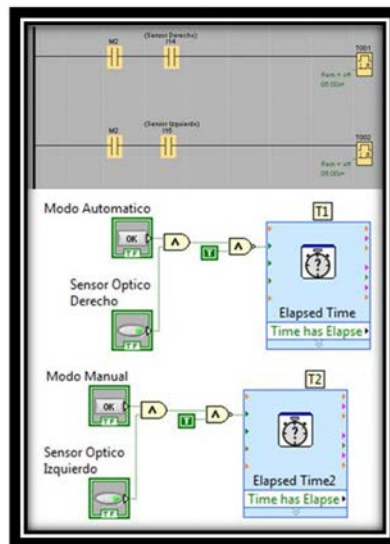


Figura 5.8 Configuración en LabVIEW (Los tiempos de espera de posicionamiento de los envases en cada lado)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración válvula derecha, ver figura 5.9

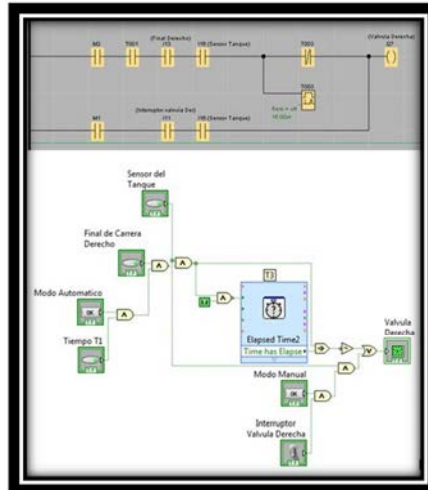


Figura 5.9 Configuración en LabVIEW (Configuración válvula derecha)

- Configuración válvula izquierda, ver figura 5.10

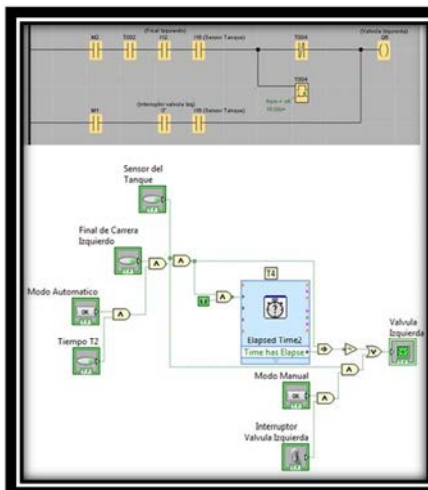


Figura 5.10 Configuración en LabVIEW (Configuración válvula izquierda)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración del tiempo de las bandas en modo automático, ver figura 5.11

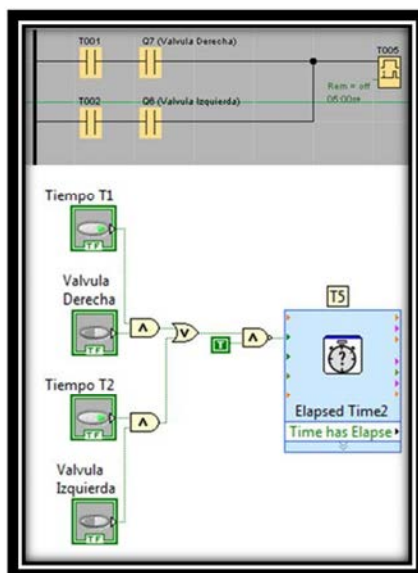


Figura 5.11 Configuración en LabVIEW
(Configuración del tiempo de las bandas en modo automático)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración banda derecha, ver figura 5.12

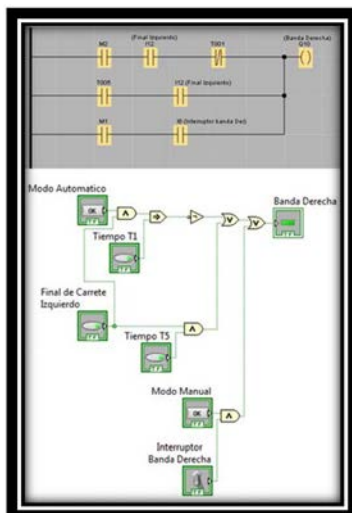


Figura 5.12 Configuración en LabVIEW (Configuración banda derecha)

- Configuración banda izquierda, ver figura 5.13

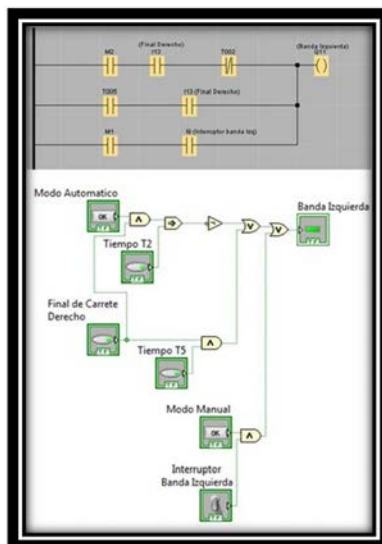


Figura 5.13 Configuración en LabVIEW (Configuración banda izquierda)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración carrete derecho, ver figura 5.14

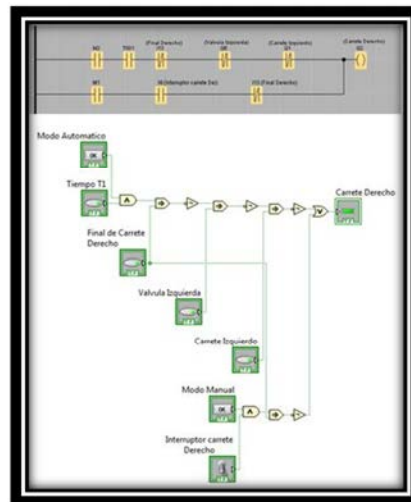


Figura 5.14 Configuración en LabVIEW (Configuración carrete derecho)

- Configuración carrete izquierdo, ver figura 5.15

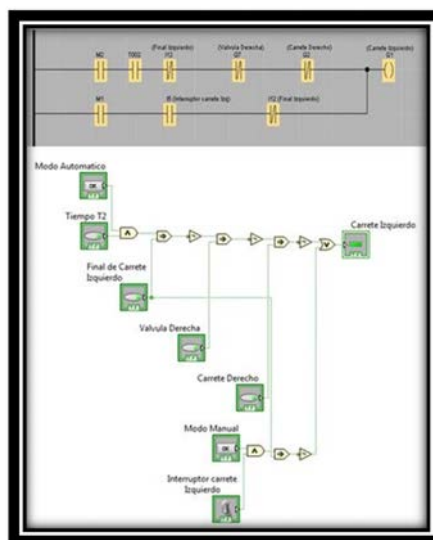


Figura 5.15 Configuración en LabVIEW (Configuración carrete izquierdo)



CAPÍTULO V SIMULACIÓN EN LABVIEW



- Configuración policía derecho, ver figura 5.16

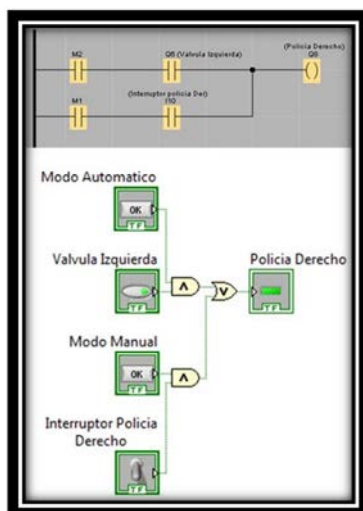


Figura 5.16 Configuración en LabVIEW (Configuración policía derecho)

- Configuración policía izquierdo, ver figura 5.17

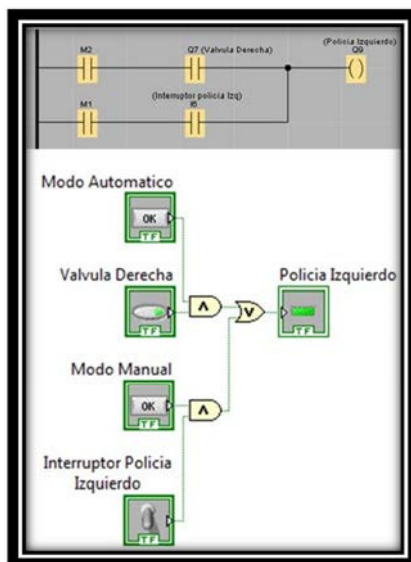


Figura 5.17 Configuración en LabVIEW (Configuración policía izquierdo)

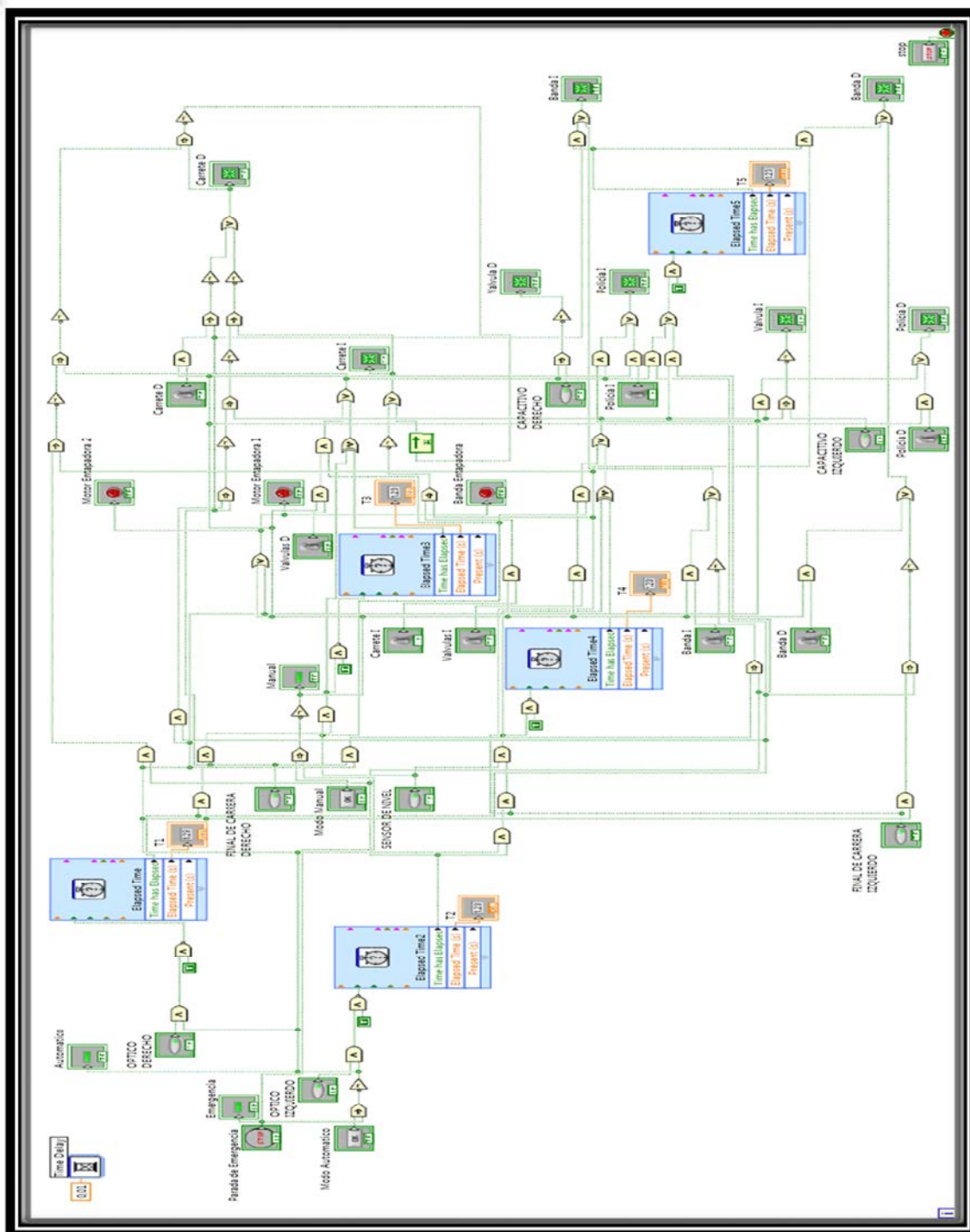


Figura 5.18 Plano de conexión en Labview



CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

El análisis del funcionamiento de la máquina envasadora y entapadora, agregado a los requerimientos pedidos por la parte de la empresa luego de una serie de estudio que permitió la realización y el cumplimiento de unas propuestas en la implementación para la optimización en el proceso del envasado y entapado. A continuación se detalla las propuestas logradas:

- Luego de estudiar la etapa del llenado y entapado, la cual se pudo dividir en cuatro (4) etapas, una etapa del mantenimiento correctivo de los componentes existentes en el sistema y también el reemplazo de los sensores capacitivos antiguos por los de foto-eléctrico; una etapa de la agresión de dos (2) sensores capacitivos en las barras donde se ubican las válvulas con el fin de detectar el nivel envasado y emitir la señal de apertura y cierre a las válvulas inyectoras; una etapa del establecimiento de un motor nuevo para el riel derecho con el objetivo de trabajar los rieles de manera independiente y alternada; y por la última fue la realización de unos ajustes mecánicos debido al aire no purgado existente en las mangueras que unen a las válvulas, cuyo aire impedía la salida uniforme del flujo del producto cuando llevaba a cabo el proceso del llenado.
- Al observar y estudiar el proceso del llenado se encontró que es necesario controlar las variables de nivel en el mismo para llevar a cabo de manera exitosa la automatización.
- Debido a la velocidad del llenado que realizan las válvulas en modo normal, donde 10 envases son llenado simultáneamente en 5 segundos, y la colocación de los envases vacíos en la líneas de llenado y la descarga de los envases ya terminado el proceso son realizados por operarios manualmente, se consideró en el modo automático, un tiempo de llenado de 15 segundos, tiempo el cual es muy grande para una automatización, pero necesario para evitar la sobrecarga en operadores.
- Una vez estudiado todo el proceso del llenado y entapado, se pudo automatizar de manera satisfactoria, controlando la velocidad del llenado mediante las válvulas inyectoras y el nivel deseado en los envases a través de los sensores capacitivos instalados. No fue necesario hacer un control de presión, ya que el sistema neumático no fue implementado.



CONCLUSIONES

- Una vez estudiado y analizado todas variables existentes en la máquina envasadora y entapadora, se pudo llevar a cabo la implementación de la programación para el PLC marca SIEMENS LOGO 230RC, utilizando todas las entradas y salidas disponibles en el mismo y su extensión.
- Cumpliendo todos los requisitos pedidos por la empresa, se procedió a su implementación, llevando a cabo todos los objetivos planteados y comprobando su correcto funcionamiento, donde se mejoró los tiempos de llenado de 15 envases en 5 minutos, a 20 envases en 1 minuto, lo que generó completa satisfacción por parte de la empresa interesada, aumentando su productividad y reduciendo considerablemente las pérdidas del producto.



RECOMENDACIONES



RECOMENDACIONES

- Debido al diseño de la máquina envasadora, la separación fija entre las válvulas inyectoras y el nivel donde se encuentran ubicados los sensores capacitivos, si se desea envasar el producto en un recipiente diferente de la medida utilizada en este estudio se recomienda reajustar la separación entre las válvulas inyectoras y el nivel de los sensores capacitivos para obtener el llenado óptimo.
- Se recomienda diseñar una programación utilizando el software LOGO! Soft Comfort V7.0 para ser aplicada en la situación cuando los carretes de las válvulas inyectoras se encuentran en la posición media, ya que la premisa de la programación diseñada para este proyecto consiste en que uno de los carretes se encuentra ubicando en su final de carrera inferior.
- Se recomienda realizar un estudio y análisis para la implementación de un mecanismo utilizado para sustituir el suministro y la colocación de los envases vacíos de manera manual a la automática.
- Se recomienda diseñar un mecanismo de alerta para el depósito de tapas de la etapa del entapado, ya que el suministro de tapas es de forma manual.
- Se recomienda que para la post-etapa del entapado se necesita la presencia por lo menos 2 operarios con el fin de evitar la sobrecarga en operadores, puesto que en el modo automático el proceso es rápido (20 envases por minuto), aunque es necesario la automatización de la etapa final del proceso, ya sea extendiendo la banda de recolección del producto terminado o la implementación de una mesa receptora del producto terminado.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. Gonzales Adolfo et al. México (2008, Junio) “Propuesta para la implementación de un controlador lógico programable en el sistema de rebombeo de agua potable”. Trabajo de grado, Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Disponible: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/bitstream/123456789/1665/1/Tesis%20Control%20de%20Rebombeo.pdf> [Consulta: 2012, julio 11]
- [2]. Espinoza, A. (2005). Automatización del Sistema de Secado de Nepe de la Cervecería Polar, Planta San Joaquín C.A; utilizando un PLC Siemens S5. Tesis de Pre-Grado publicada, Universidad de Carabobo, Valencia.
- [3]. Juan Carlos Sánchez Meyer (2007) “Propuesta para la aplicación de funciones de comunicación en el PLC de una maquina llenadora”. Tesis de Pre-Grado publicada, Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible: <http://es.scribd.com/doc/96736978/Tesis-de-Llenadora> [Consulta: 2012, Octubre 17]
- [4]. Juan pablo, Solórzano (2013) “Simulación computacional de una máquina para la formación de extremos de espirales cónicos para vehículos realizada en solidworks y controlada por LabVIEW”, Universidad De Carabobo, Valencia.
- [5]. Martin A. Du Saire O (2004)“Reingeniería De La Línea De Envasado Del Laboratorio De Automatización Industrial II Para Ser Utilizado Como Soporte Práctico”, Tesis de Pre-Grado publicada, Universidad de Carabobo, Valencia.
- [6]. López, J y Salinas, C (2005) “Diseño De Un Sistema Automatizado Del Proceso De Envasado De Jabón En Crema En INDUCHEM, C.A”, Tesis de Pre-Grado publicada, Universidad de Carabobo, Valencia.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



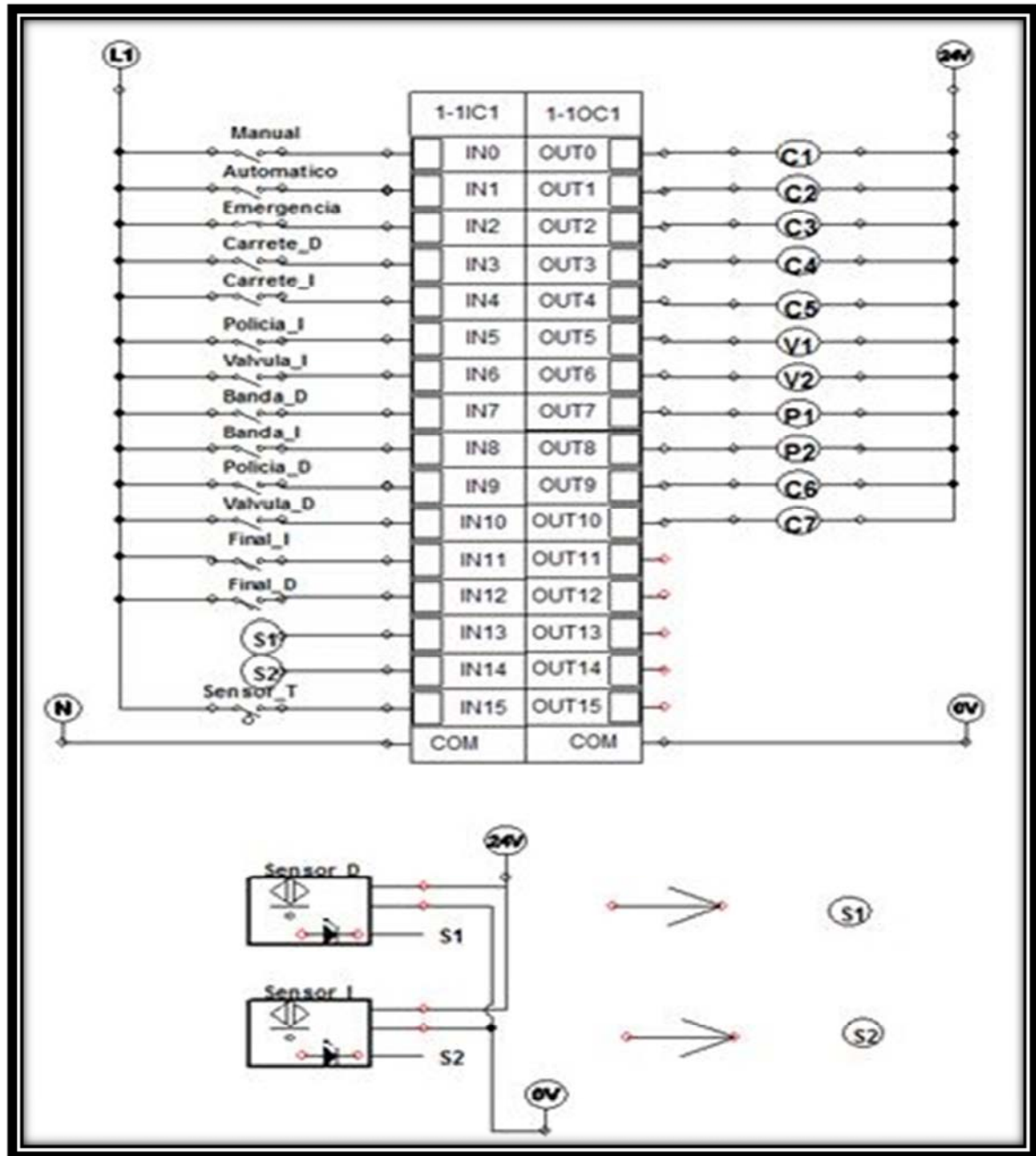
- [7] Monografía, Automatización, Disponible:
<http://www.monografias.com/trabajos76/automatizacion/automatizacion.shtml>
[Consulta: 2012, Octubre 10].
- [8] SIEMENS, Manuel de LOGO Edición 06/200, Disponible:
<http://www.siemens.com> [Consulta: 2012, Diciembre 15].
- [9] Henry Antonio, Roncancio (2001) “Tutorial de LabVIEW”, Universidad distrital Francisco José de Caldas. [Consulta: 2012, Diciembre 15].
- [10] SIEMENS, Manuel de LOGO Soft Comfort Versión 1.0 Disponible:
<http://www.siemens.com> [Consulta: 2012, Diciembre 15].



ANEXO



ANEXOS



Conexiones del PLC SIEMENS LOGO 230RC

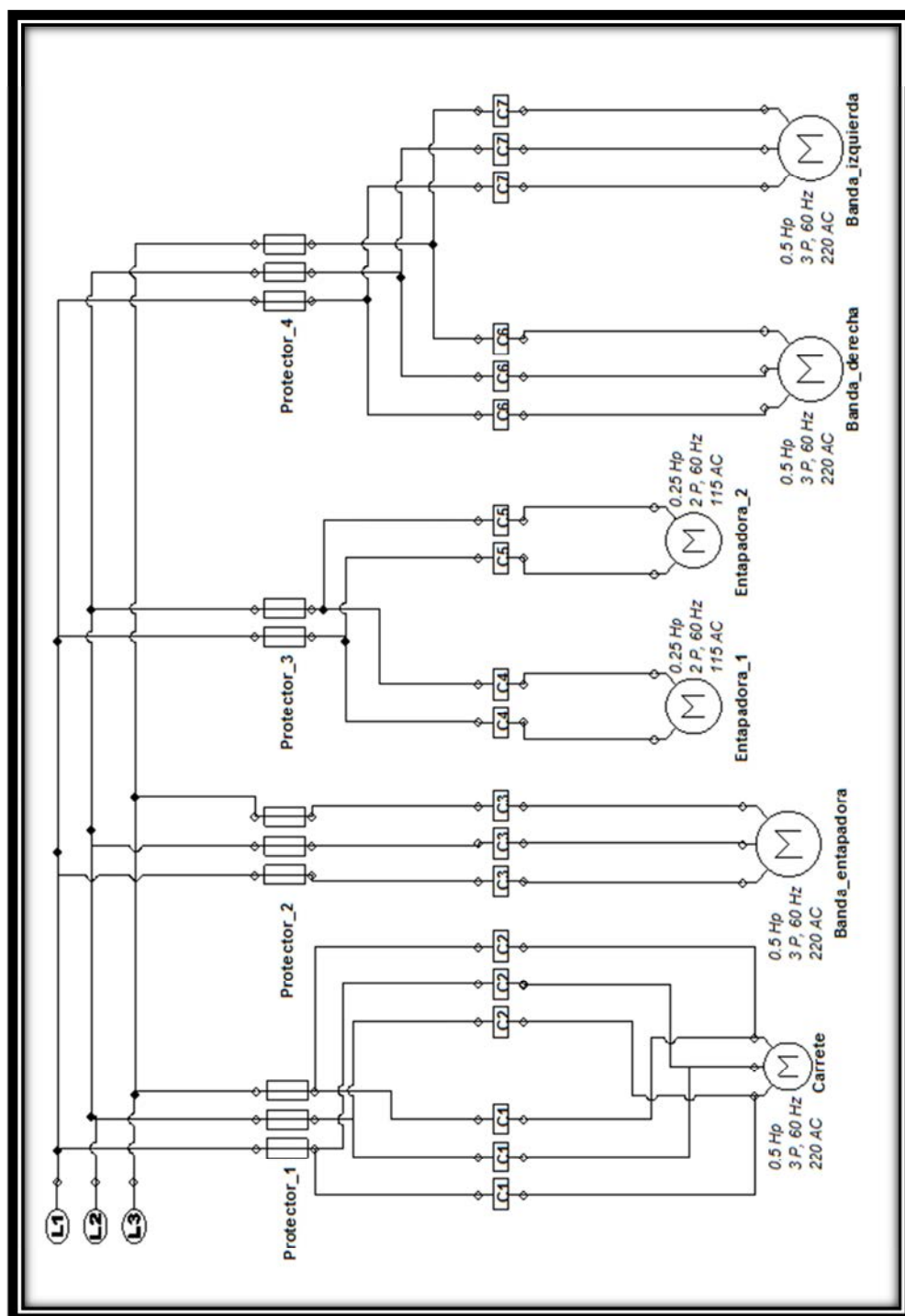
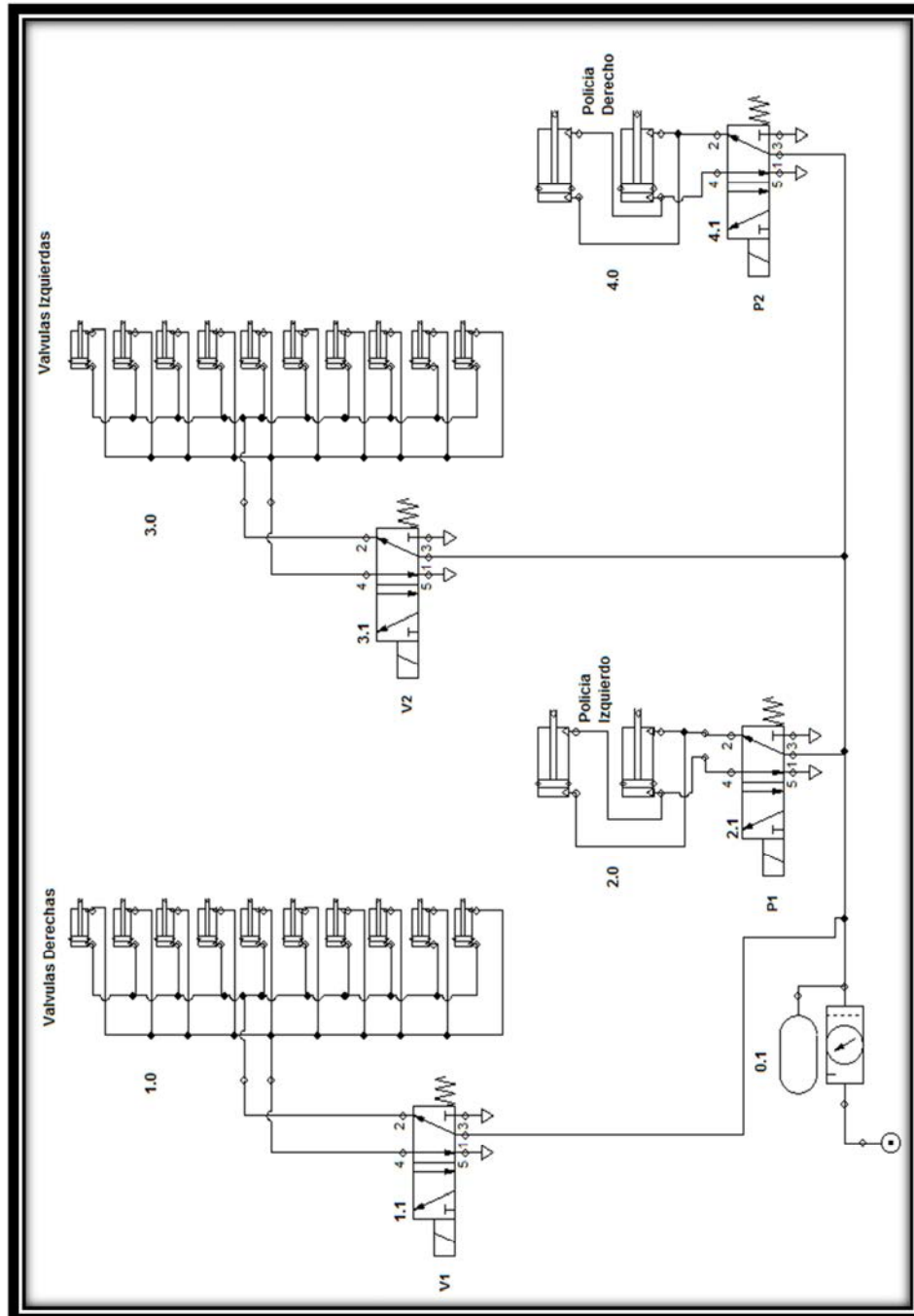


Diagrama de fuerzas de la máquina envasadora y entapadora



Esquema de conexiones neumáticas de la máquina envasadora