

UNIVERSIDAD ISRAEL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE BEBIDAS GASEOSAS, QUE CONTROLE EL LLENADO DE LÍQUIDO, UTILIZANDO ENVASES DESCARTABLES DE TRES LITROS.

ESTUDIANTE:

FRANKLIN OSMAR MOROCHO JUMBO

TUTOR:

ING. ENRIQUE CALVACHE, MBA.

QUITO, AGOSTO DEL 2013

CERTIFICACIÓN

Una vez culminada la elaboración del proyecto de tesis cuyo tema es **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE BEBIDAS GASEOSAS, QUE CONTROLE EL LLENADO DE LÍQUIDO, UTILIZANDO ENVASES DESCARTABLES DE TRES LITROS”** certifico que el mismo se encuentra habilitado para su defensa pública.

Ph.D. Oswaldo M. Pastor
**COORDINADOR DE LA FACULTAD DE ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES.**

CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente, certifico que el Señor Franklin Osmar Morocho Jumbo ha realizado y concluido su proyecto de grado cuyo tema es: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE BEBIDAS GASEOSAS, QUE CONTROLE EL LLENADO DE LÍQUIDO, UTILIZANDO ENVASES DESCARTABLES DE TRES LITROS”**, para obtener el título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, bajo mi tutoría.

Ing. Enrique Calvache A. MBA.
DIRECTOR DE PROYECTO DE GRADO

DECLARACIÓN.

Yo, Franklin Osmar Morocho Jumbo, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi auditoria; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Israel, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Franklin Osmar Morocho Jumbo

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios por ser lámpara y guía en todas las acciones de mi vida.

A mi madre Mery, por su lucha constante, su inagotable fuerza, por el valor mostrado siempre para salir adelante y su infinito amor.

A mis hermanos Cristhian, Reina y Franklin por su cariño y apoyo constante.

A mis tíos María y José.

A ti Leyla, por el amor que me das día a día, las palabras de ánimo, por las vidas robadas, el apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios su infinita bondad en darme las facultades necesarias para alcanzar la meta propuesta. Al maestro Enrique Calvache por acertados consejos y su desinteresada colaboración, a todas las personas que con su granito de arena han ayudado al desarrollo de este proyecto.

Gracias a todos y no se venguen tantos olvidados.

RESUMEN

El proyecto mostrado en este documento consiste en el estudio y diseño de un prototipo dispensador automático de bebidas gaseosas y su implementación a través de un controlador lógico programable PLC, además una pantalla HMI, en la cual se despliega un menú para escoger el sabor de bebida y la cantidad de gaseosa a dispensar en un vaso de 15 onzas.

Se considera importante incluir en este documento la arquitectura y la técnica de construcción del dispensador, debido a que las características del prototipo en cuestión determinan el tipo de control para el dispensado de bebidas gaseosas.

El diseño y la implementación de este proyecto se detallada a manera de guía de elaboración con el fin de lograr el mejor entendimiento del mismo, incluyendo el análisis del proceso, la selección de la técnica más adecuada para el control de llenado de diferentes tipos de gaseosa, la selección de los componentes, la programación del PLC, desarrollo del interfaz HMI en la pantalla, instalación del sistema, su puesta en marcha y por ultimo su respectiva evaluación.

ABSTRACT

The project shown in this document is the study and design of a prototype automatic soda dispenser and its implementation through a programmable logic controller PLC, and HMI screen, which displays a menu to choose the flavor of drink and the amount of gas to be dispensed into a 15-ounce glass.

It is considered important to include in this paper the architecture and the construction technique of the dispenser, because the characteristics of the prototype in question determines the type of control for dispensing soft drinks.

The design and implementation of this project as a guide detailed processing in order to achieve better understanding thereof, including analysis of the process, the selection of the most appropriate technique for controlling different types of filling gas , selection of components, PLC programming, HMI development on screen, system installation, start-up and finally its evaluation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. Antecedentes	1
1.1. Problema Investigado	2
1.2. Problema Principal	3
1.3. Problemas Secundarios	3
1.4. Formulación del problema	3
1.5. Justificación	4
1.6. Objetivos	4
1.6.1. Objetivo General	4
1.6.2. Objetivo Específicos	4
1.7. Metodología Científica	5
2. Marco Teórico	6
2.1. Bebidas Carbonatadas o Gaseosas	6
2.2. Sensores	7
2.2.1. Terminología del funcionamiento	7
2.2.2. Selección de sensores	9
2.3. Medición de Nivel	10
2.4. Medidores de nivel de líquidos	11
2.5. Sensor de proximidad.....	13
2.5.1. Sensores Capacitivos	13
2.5.2. Sensores Fotoeléctricos	17

2.6. Válvulas	22
2.7. Electroválvulas	22
2.8. Relevadores o Relé	23
2.9. Motores	26
2.10. Controlador Lógico Programable.....	27
2.10.1. Estructura Básica.....	28
2.10.2. Nomenclatura de las entradas y salidas digitales	32
2.10.3. Ventajas de Utilizar un PLC	33
2.11. Selección de un PLC	35
2.12. HDMI	36
2.12.1. Funciones de un Software HMI.....	37
2.13. Banda Transportadora.....	38
2.13.1. Características generales	38
2.13.2. Tipos de cintas.....	39
2.13.3. Partes de una cinta	39
2.14. Métodos de diseño	40
2.14.1. Consideraciones para el ancho y velocidad de la cinta	41
3. Diseño del prototipo – Introducción	42
3.1. Descripción del sistema.....	42
3.2. Proceso de Dispensado Manual.....	44
3.3. Criterios de diseño y requerimientos funcionales	45

3.3.1.	Pasos considerados para diseñar el prototipo	46
3.3.2.	Especificaciones del prototipo dispensador	48
3.3.3.	Representación de Comportamiento o Funcional	49
3.4.	Descripción del Proceso	52
3.5.	Modos de Operación del Prototipo	53
3.5.1.	Modo Manual	53
3.5.2.	Modo Automático	53
3.6.	Encendido del prototipo	55
3.7.	Etapas Dispensado	56
3.8.	Modo Automático	56
3.8.1.	Proceso General	56
3.8.2.	Sensores de Nivel	56
3.9.	Proceso de Dispensado	58
3.9.1.	Detector de Vaso	58
3.10.	Modo Manual	60
3.11.	Requerimientos Generales	61
3.12.	Requerimientos Específicos	62
3.13.	Matriz de decisión	64
3.13.1.	Matriz de Decisión PLC	64
3.13.2.	Matriz de Decisión HDMI	65
3.13.3.	Matriz de Decisión Sensor de Nivel	66

3.13.4.	Matriz de Decisión Sensor Fotoeléctrico.....	67
3.13.5.	Matriz de Decisión Electroválvulas	78
3.13.6.	Matriz de Decisión Motores.....	69
3.13.7.	Matriz de Decisión Fuente de Voltaje	70
3.13.8.	Matriz de Decisión Relés	71
3.14.	Representación Estructural de Dispensador De Gaseosas.....	73
3.15.	Diseño del Prototipo dispensador.....	74
3.15.1.	Diagrama Circuitos de Mando	74
3.15.2.	Diagrama Circuitos de Fuerza	75
3.16.	Armario.....	75
3.17.	Ubicación de Elementos.....	76
3.18.	Representación Física del prototipo dispensador.....	76
3.19.	Contenedor de gaseosa	80
3.20.	Desarrollo del Software	82
3.20.1.	Software PLC Thinget, XC Series Program Tool V3.3	82
3.21.	Diseño de configuración del HDMI	88
3.22.	Software OP20 Series Edit Tool V8.0n I.....	88
3.22.1.	Modo Manual	94
3.22.2.	Modo Automático	95
4.	Implementación	97
4.1.	Selección de los componentes para la implementación.....	97
4.1.1.	Controlador lógico programable PLC.....	97

4.1.2.	Conexión del cable de programación.....	98
4.1.3.	Motor Monofásico HUANING	102
4.1.4.	Sensor capacitivo HCP 18R – UOT NPN	102
4.1.5.	Sensor fotoeléctrico PZ1- R40N	103
4.1.6.	Relés	104
4.1.7.	Fuente de voltaje de 24 VDC	105
4.2.	Diagramas de Conexiones Entradas/Salidas PLC	106
4.3.	Protección para los relés , Entradas/ salidas del PLC	107
4.4.	Diseño e Implementación del Tablero de control.....	108
4.5.	Revisión del Prototipo.....	113
4.6.	Pruebas realizadas.....	115
4.6.1.	Tabulación de Resultados de las Pruebas.....	119
4.7.	Costos del Prototipo	128
4.7.1.	Cálculo de costos de la estructura metálica.....	128
4.7.2.	Elementos de estructura interna del prototipo.....	129
4.8.	Mano de obra directa de fabricación	131
4.9.	Costos Indirectos de Fabricación	133
4.10.	Matriz FODA.....	136
4.11.	Conclusiones y recomendaciones.....	137
4.12.	Bibliografía	138
4.13.	Anexos	140

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Marcas de Bebidas Gaseosas	6
Figura 2.2. Diagrama de bloques del sensor capacitivo	14
Figura 2.3. Aplicaciones sensor capacitivo	16
Figura 2.4. Vista trasera sensor capacitivo	16
Figura 2.5. Ajuste de sensibilidad	17
Figura 2.6. Ejemplos de sensores fotoeléctricos	18
Figura 2.7. Sistema de detección Auto-réflex	19
Figura 2.8. Curva Exceso de ganancia Vs. Distancia.	20
Figura 2.9. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)	23
Figura 2.10. Relevador a) Símbolo del relevador b	24
Figura 2.11. Simbología de un relevador	25
Figura 2.12. Simbología del relevador con contactos abiertos y cerrados	25
Figura 2.13. Controlador lógico programable (PLC)	27
Figura 2.14. Arquitectura de un PLC	29
Figura 2.15. Canal de entrada	30
Figura 2.16. Salida tipo relevador	31
Figura 2.17. Salida tipo transistor	31
Figura 2.18. Rangos de trabajo de entradas y salidas	33
Figura 2.19. HMI	36
Figura 2.20. Cinta plana	39

Figura 3.1. Dispensador de Gaseosa	43
Figura 3.2. Proceso de dispensado manual	44
Figura 3.3. Diagrama de bloques dispensado manual.....	45
Figura 3.4. Proceso de dispensado del prototipo	47
Figura 3.5. Diagrama de bloque del prototipo.....	50
Figura 3.6. Diagrama de bloque control de procesos del dispensado	50
Figura 3.7. Diagrama de bloque gaseosa.....	51
Figura 3.8. Diagrama de bloque modos de operación	51
Figura 3.9. Diagrama de bloque detector de vaso	52
Figura 3.10. Diagrama de flujo del principio de funcionamiento sistema de control	54
Figura 3.11. Diagrama de flujo Encendido del prototipo	55
Figura 3.12. Diagrama de flujo proceso general modo automático	57
Figura 3.13. Proceso paro de emergencia	58
Figura 3.14. Proceso de dispensado y detección de vaso	59
Figura 3.15. Diagrama de flujo modo manual	61
Figura 3.16. Diagrama de Bloques del sistema de control	73
Figura 3.17. Circuito de mando	74
Figura 3.18. Circuito de Fuerza	75
Figura 3.19. Vista Superior Estructura prototipo dispensador	77
Figura 3.20. Vista Frontal prototipo dispensador	77
Figura 3.21. Estructura prototipo dispensador	78

Figura 3.22. Vista Frontal prototipo dispensador	79
Figura 3.23. Vista Interior Estructura dispensador	79
Figura 3.24. Base Banda Transportadora	80
Figura 3.25. Contenedor de gaseosa	80
Figura 3.26. Dimensiones contenedor de gaseosa	81
Figura 3.27. Contenedor de gaseosa	81
Figura 3.28. Ventana de inicio del software XC Series Program Tool	82
Figura 3.29. Selección del modelo de PLC Thinget a programar	83
Figura 3.30. Programación en diagramas en escalera	83
Figura 3.31. Ventana de inicio del software OP320 Edit Tool	89
Figura 3.32. Selección del tipo de pantalla	90
Figura 3.33. Selección de Marca de PLC a utilizar	90
Figura 3.34. Programación y edición de títulos	91
Figura 3.35. Selección de botones en el HMI	92
Figura 3.36. Programación de botones en HMI	92
Figura 3.37. Programación saltos de página en HMI	93
Figura 3.38. Pantalla de Bienvenida	93
Figura 3.39. Modos de Operación Manual/Automático	93
Figura 3.40. Menú modo manual	94
Figura 3.41. Sabores de gaseosa	94
Figura 3.42. Control dispensado de vasos	94

Figura 3.43. Opciones de control banda transportadora en Modo manual	95
Figura 3.44. Sabores de gaseosa	95
Figura 3.45. Tamaño de vaso a escoger	95
Figura 3.46. Confirmación sabor/tamaño de gaseosa a dispensar	96
Figura 4.1. PLC Thinget XC3-14RT	97
Figura 4.2. Conexión del cable de programación del PLC	98
Figura 4.3. Dimensiones del PLC	98
Figura 4.4. HMI OP – 320.....	99
Figura 4.5. Dimensiones HMI OP–320	100
Figura 4.6. Conector DB9 pantalla HMI	100
Figura 4.7. Cable de programación de la HMI	101
Figura 4.8. Conexión PLC - pantalla HMI OP–320	101
Figura 4.9. Motor Huaning	102
Figura 4.10. Diagramas de conexión Motor Huaning	102
Figura 4.11. Sensor capacitivo	102
Figura 4.12. Esquema de conexión Sensor Capacitivo HCP 18R	103
Figura 4.13. Sensor fotoeléctrico	103
Figura 4.14. Dimensiones Sensor fotoeléctrico PZ1-R40N	104
Figura 4.15. Diagrama de conexión Sensor fotoeléctrico PZ1-R40N	104
Figura 4.16. Relé Schneider Electric	104
Figura 4.17. Diagrama de conexión Relé Schneider Electric	105

Figura 4.18. Fuente de voltaje Mean Well 24VDC	105
Figura 4.19. Conexiones Entradas/Salidas PLC	106
Figura 4.20. Circuito de protecciones	107
Figura 4.21. Diseño de Tablero de Control	108
Figura 4.22. Implementación de Tablero de Control.....	108
Figura 4.23. Implementación de Tablero de Control	109
Figura 4.24. Tablero de Control	109
Figura 4.25. Implementación de elementos del Prototipo dispensador	110
Figura 4.26. Implementación de electroválvulas	110
Figura 4.27. Cableado de la Estructura Prototipo Dispensador parte trasera.....	110
Figura 4.28. Cableado de la Estructura Prototipo Dispensador frontal	111
Figura 4.29. Alojamiento del tablero de control en la estructura del prototipo dispensador.....	111
Figura 4.30. Instalación de luz piloto en la estructura del prototipo dispensador ...	112
Figura 4.31. Prototipo dispensador de gaseosas	112
Figura 4.32. Revisión Entradas/Salidas PLC - HMI Tablero de Control	114
Figura 4.33. Revisión de sensores capacitivo.....	114
Figura 4.34. Pruebas dispensado de vasos	115
Figura 4.35. Pruebas de llenado cantidad 15 onzas	116
Figura 4.36. Pruebas de llenado cantidad 15 onzas	116
Figura 4.37. Pruebas de llenado cantidad 12 onzas	117

Figura 4.38. Pruebas de llenado cantidad 12 onzas	117
Figura 4.39. Resultados de pruebas dispensado de vasos	119
Figura 4.40. Resultados de pruebas dispensado de vasos	120
Figura 4.41. Resultados de pruebas llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.....	121
Figura 4.42. Resultados de pruebas llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.....	121
Figura 4.43. Resultados de pruebas dispensado de vasos	122
Figura 4.44. Resultados de pruebas dispensado de vasos	123
Figura 4.45. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas....	124
Figura 4.46. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas....	124
Figura 4.47. Resultados de pruebas dispensado de vasos	125
Figura 4.48. Resultados de pruebas dispensado de vasos	126
Figura 4.49. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general.....	127
Figura 4.50. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general.....	127

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1. Medidores de nivel de líquidos	12
Tabla 2.2. Constantes dieléctricas de varios materiales	14
Tabla 2.3. Distancia mínima requerida	21
Tabla 2.4. Símbolos que identifican cada elemento en sensor fotoeléctrico	21
Tabla 3.1. Especificaciones del prototipo dispensador	48
Tabla 3.2.. Descripción de elementos de mando y fuerza	53
Tabla 3.3. Matriz de decisión PLC	65
Tabla 3.4. Matriz de decisión HMI	66
Tabla 3.5. Matriz de Sensor de nivel.....	67
Tabla 3.6. Matriz de Sensor fotoeléctrico	68
Tabla 3.7. Matriz de decisión Electroválvulas	69
Tabla 3.8. Matriz de decisión Motores	70
Tabla 3.9. Matriz de decisión Fuente de voltaje	71
Tabla 3.10. Matriz de decisión Relés	72
Tabla 3.11. Descripción Entradas PLC	84
Tabla 3.12. Descripción Salidas PLC	84
Tabla 3.13. Descripción de Memorias internas utilizadas en PLC y HMI	87
Tabla 3.14. Descripción de Temporizadores PLC	88
Tabla 4.1. Parámetros de entrada del PLC	98

Tabla 4.2. Parámetros de salida del PLC	99
Tabla 4.3. Especificaciones Eléctricas pantalla HMI OP-320.....	100
Tabla 4.4. Parámetros de comunicación PLC - pantalla HMI OP-320.....	101
Tabla 4.5. Revisiones y Pruebas del prototipo.....	118
Tabla 4.6. Resultados de pruebas dispensado de vasos	119
Tabla 4.7. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.	120
Tabla 4.8. Resultados de pruebas dispensado de vasos.....	122
Tabla 4.9. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas.	123
Tabla 4.10. Resultados de pruebas dispensado de vasos.....	125
Tabla 4.11. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general.....	126
Tabla 4.12. Costos de los materiales de la estructura metálica	128
Tabla 4.13. Costos dispositivos internos eléctricos	129
Tabla 4.14. Costos del cableado	130
Tabla 4.15. Costos estructura interna Otros del prototipo dispensador	131
Tabla 4.16. Costo total de materiales.....	131
Tabla 4.17. Costos Mano de Obra mensual.....	132
Tabla 4.18. Costo Mano de Obra por Día y Hora	132
Tabla 4.19. Costos Mano de Obra directa Tota	133
Tabla 4.20. Costo de Suministro	134
Tabla 4.21. Costos de Herramientas.....	134

Tabla 4.22. Costo total del prototipo (Los precios ya incluyen el 12% del IVA)..... 135

Tabla 4.23. Matriz FODA Prototipo Dispensado 136

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

Según el sitio web <http://es.wikipedia.org> desde el inicio de la industria de las gaseosas, han surgido desafíos como la distribución de esta bebida que hasta ese momento debía ser mezclada en el momento del consumo. La solución era embotellar la bebida, pero existían problemas técnicos de lograr un sellado hermético que permitiera conservar el gas. Se hicieron muchos intentos de cierre hasta que se inventa la tapa tipo corona que permite cerrar una botella de vidrio. Con el tiempo a la botella le sucederían otras alternativas de envasado como la lata y la botella de plástico. Actualmente las botellas de plástico ofrecen una solución liviana, libre de olor e irrompible.

En locales de comida rápida el dispensado de bebidas gaseosas se realiza por medio de una máquina que almacena la esencia de la gaseosa en cuatro contenedores según el sabor: vainilla (negra), fresa, naranja, limón; una vez escogido el sabor de la gaseosa pasa a ser mezclada con agua provista desde una manguera conectada directamente a una de las tuberías del suministro de agua potable, las cantidades de agua y esencia de líquido gaseoso según el sabor son parámetros establecidos por el fabricante (Coca Cola, Pepsi Cola, etc.); el resultado final de esta solución es depositada en un vaso con la ayuda de una llave tipo grifo accionada manualmente por el vendedor.

En bares y restaurantes el dispensado de bebidas gaseosas se realiza de forma manual, utilizando botellas de tres litros descartables, este proceso no optimiza tiempo y líquido gaseoso en horarios donde hay mayor afluencia de clientes, esto se debe a que el encargado tiene que levantar la botella, luego llenar de gaseosa los vasos requeridos dedicándose a una sola tarea. Los dueños de estos locales obtienen mayores ganancias al vender gaseosa por vaso, gracias a que en una botella de tres litros contiene aproximadamente 10 a 12 vasos de 10 onzas, con esto evitan el molesto almacenaje de botellas de gaseosa de vidrio.

1.1. PROBLEMA INVESTIGADO

En Quito no existen proveedores de máquinas dispensadoras de bebidas gaseosas que controlen la dosificación líquido y utilicen envases desechables de tres litros, las máquinas existentes dispensan el líquido de la gaseosa de manera manual con el apoyo de una llave tipo grifo, este tipo de máquinas generan desperdicio de gaseosa al retirar el vaso; estas máquinas son fabricadas para uso exclusivo de marcas como Coca Cola, Pepsi, etc. restringiendo el uso de marcas nacionales como Big Cola, Mas, Tropical, etc.

No se conoce que tipo de tecnología se puede utilizar en la construcción del prototipo dispensador, este tipo de máquinas usan válvulas que permiten el paso de líquido, usan mecanismos que acoplan a todo el sistema de manera mecánica, para

este prototipo no existe el método apropiado que valide el correcto funcionamiento entre dispositivos electrónicos, mecánicos y electromecánicos.

Aquí se inscribe el siguiente proyecto: construcción de un prototipo dispensador automático, que permita escoger la cantidad de líquido utilizando envases desechables tres litros.

1.2. PROBLEMA PRINCIPAL

No existe un prototipo de máquina dispensadora automática de bebidas gaseosas que dosifique la cantidad necesaria de líquido y que además utilice envases descartables de tres litros.

1.3. PROBLEMAS SECUNDARIOS

- Se desconoce las características y componentes necesarios con que debe contar el diseño del prototipo dispensador automático de bebidas gaseosas.
- No se cuenta con una implementación de un prototipo dispensador de gaseosas y sus pruebas.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿El Diseño e implementación de un prototipo dispensador automático de gaseosas, que dosifique la cantidad necesaria de líquido, utilizando envases descartables de tres litros, ayudará a reducir el tiempo en el llenado de bebidas en bares, restaurantes y locales de comida rápida?

1.5. JUSTIFICACIÓN

El diseño y construcción de un prototipo dispensador de gaseosas que permita escoger la cantidad de líquido a llenar, es una alternativa que brinda al usuario un manejo interactivo del proceso.

Este ejemplar realiza el dosificado de forma automática, no necesita depósitos de almacenaje para la esencia de sodas y de una manguera conectada al suministro de agua potable, el prototipo usa envases descartables de tres litros de donde extraerá la bebida; el prototipo es capaz de dispensar cualquier marca de refrescos.

1.6. OBJETIVOS

1.6.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo dispensador automático de bebidas gaseosas, que controle el llenado de líquido, utilizando envases descartables de tres litros.

1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las características y componentes necesarios para el diseño del sistema.
- Implementar el prototipo dispensador automático de bebidas gaseosas y realizar pruebas.

1.7. METODOLOGÍA CIENTÍFICA

En la realización de este proyecto de tesis, se utiliza el método de conocimiento teórico, para recopilar información de: libros de Electrónica, mecánica y navegación en Internet. Con esta información se pudo profundizar y deducir diferentes conceptualizaciones que son de utilidad para alcanzar los objetivos planteados.

Aplicando los métodos inductivo y deductivo se diseña la parte electrónica para el sistema de control del prototipo, cumpliendo con los requerimientos propuestos.

Los métodos de observación, análisis y síntesis, permitieron determinar en forma tangible la realidad en la que se encuentra este proyecto en relación al mercado.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

El capítulo II en su marco teórico presenta información de sensores, controladores lógicos programables, banda transportadora, etc., e información necesaria para entender el funcionamiento del prototipo dispensador.

2.1. Bebidas Carbonatadas o Gaseosas.

Según el sitio web monografias.com

Las bebidas carbonatadas son el resultado de ensayos para producir aguas efervescentes semejantes a las de las fuentes naturales, para luego agregar saborizantes, y de ahí nacieron las diversas bebidas gaseosas, que son esencialmente agua cargada con "*dióxido de carbón*"¹ a la que se ha añadido azúcar y algún ácido, materia colorante y un agente de sabor. Para que se conserve el gas, se envasa la bebida gaseosa en recipiente herméticamente cerrado.



Figura 2.1. Marcas de Bebidas Gaseosas²

¹ http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono

² http://www.google.com.ec/imgres?imgurl=http://club-nutricional.com/dietas/wp-content/uploads/2010/09/tapitas_de_gaseosas.jpg&imgrefurl=http://club-nutricional.com/dietas/2010/09/15/gaseosas-lo-que-sucede-en-tu-cuerpo-despues-de-

2.2. Sensores

De acuerdo al libro W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Páginas 17-20.

El término sensor se refiere a un elemento que produce señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, en el caso de un elemento para medir temperatura mediante resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio de la resistencia.

2.2.1. Terminología del funcionamiento

Los siguientes términos se emplean para definir el funcionamiento de los sensores y con frecuencia el de sistemas de medición como un todo.

Rango y margen

El rango de un sensor define los límites entre los cuales puede variar la entrada. El margen es el valor máximo de la entrada menos el valor mínimo. Por ejemplo, una celda utilizada para medir fuerzas, podría tener un rango de 0 a 50kN y un margen de 50K.

Error

El error es la diferencia entre el resultado de una medición y el valor verdadero de la cantidad que se mide.

$$\text{Error} = \text{Valor medido} - \text{Valor real}$$

Fórmula 1. Ecuación Error

Exactitud

La exactitud es el grado hasta el cual un valor producido por un sistema de medición podría estar equivocado. Es por lo tanto, es igual a la suma de todos los errores posibles más el error en la exactitud de la calibración del sensor. Por ejemplo, si la exactitud de un instrumento para medir temperatura se especifica como un valor de ± 2 °C, la lectura del instrumento estará entre +2 y -2 °C del valor real.

Sensibilidad

La sensibilidad es la relación que indica qué tanta salida se obtiene por unidad de entrada, es decir, salida/entrada.

Estabilidad

La estabilidad de un sensor es su capacidad para producir la misma salida cuando se emplea para medir una entrada constante en un periodo. Para describir el cambio en la salida que ocurre en este tiempo, se utiliza el término *deriva*. Está se puede

expresar como un porcentaje de rango de salida total. El término *deriva del cero* se refiere a los cambios que se produce en la salida cuando la entrada es cero.

2.2.2. Selección de sensores

Conforme al libro W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 48.

Al seleccionar un sensor para una aplicación en particular hay que considerar varios factores:

El tipo de medición que se requiere, por ejemplo, la variable que se va a medir, su valor nominal, el rango de valores, la exactitud, velocidad de medición y confiabilidad requeridas, las condiciones ambientales en las que se realizará la medición.

El tipo de salida que se requiere del sensor, lo cual determinará las condiciones de acondicionamiento de la señal, a fin de contar con señales de salidas idóneas para la medición.

Con base en lo anterior se puede identificar algunos posibles sensores, teniendo en cuenta rango, exactitud, linealidad, velocidad de respuesta, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, duración, requisitos de alimentación eléctrica, solidez, disponibilidad y costo.

La elección de un sensor no se puede hacer sin considerar el tipo de salida que el sistema debe producir después de acondicionar la señal; por ello, es necesaria la integración idónea entre el sensor y el acondicionador de señal.

2.3. Medición de Nivel

Según los sitios webs:

<http://www.industriaynegocios.cl>

<http://www.inele.ufro.cl>

<http://www.tecnoficio.com>

La medición de nivel puede definirse como la determinación de la posición de una interface que existe entre dos medios separados por gravedad, con respecto a una línea de referencia; esta interface puede existir entre un líquido y un gas, entre dos líquidos, etc.

Esta medida sirve para determinar el contenido de los tanques para accionar dispositivos de alarma y seguridad en los recipientes a presión, para el accionamiento de válvulas, para la determinación de la altura de la lámina en los vertederos de medidas, etc. En la industria química la medida de nivel se requiere para determinar la cantidad exacta de líquidos que hay que administrar en un proceso de mezcla, etc.

La medida del nivel puede ser necesaria con mucha o poca precisión, con indicación del nivel instantáneo o con registro continuo de la medida, con medición local o transmisión a distancia de unos centenares o miles de metros.

2.4. MEDIDORES DE NIVEL DE LÍQUIDOS.

La medida del nivel de los líquidos es una de las mediciones fundamentales que se encuentran con más frecuencia en las industrias químicas.

El conocimiento del nivel de un líquido dentro de un recipiente puede necesitarse simplemente para comprobar la cantidad de material en existencia, para determinar la cantidad de líquido que se suministra a un proceso, o bien puede ser la medición primaria en un sistema de regulación destinado a mantener el nivel en un recipiente que forma parte de un proceso continuo.

Un factor importante es la forma del recipiente en el cual se debe medir el nivel del líquido. El grado de exactitud depende de la forma del recipiente, ya que en un recipiente alto y de diámetro pequeño puede medirse exactamente que otro aplanado y de diámetro grande.

La selección de la instrumentación adecuada depende de la naturaleza del proceso; del grado de exactitud y control requeridos y del aspecto económico.

El nivel de los líquidos puede determinarse empleando diversos instrumentos de medición, que a continuación se detallan.

Instrumento	Campo de medida	Precisión % escala	Presión máx. Bar	Temp máx. fluido °C	Desventajas	Ventajas
Sonda	Limitado	0.5 mm	Atm	60	Manual, olas, Tanques abiertos	sin Barato Preciso
Cristal	Limitado	0.5 mm	150	200	Sin transmisión	Seguro, Preciso
Flotador	0 - 10 m	± 1-2 %	400	250	Posible agarrotamiento	Simple, indep de naturaleza líquido
Manométrico	Altura tanque	± 1%	Atm	60	Tanques abiertos, Fluidos limpios	Barato
Membrana	0 - 25 m	± 1%	Atm	60	Tanques abiertos	Barato
Burbujeo	Altura tanque	± 1%	400	200	Mantenimiento, Contam.del líquido	Barato, Versátil
Presión Diferencial	0.3 m	± 0.15 a ± 0.5%	150	200	Posible	Interface líquido
Desplazamiento	0 - 25 m	± 0.5 %	100	170	agarrotamiento Expuesto a corrosión	Fácil limpieza, robusto, interfaces Versátil
Conductivo	Ilimitado	-	80	200	Líquido conductor	
Capacitivo	0.6 m	± 1%	80 - 250	200 - 400	- Recubrimiento del electrodo	Resistencia, Corrosión
Ultrasónico	0.30 m	± 1%	400	200	Sensible a la densidad	Todo tipo de tanques y líquidos
Radiación	0 - 2.5 m	± 0.5 a ± 2%	-	150	Fuente radiactiva	Todo tipo tanque y s/contacto líquido
Láser	0 - 2 m	± 0.5 a ± 2%	-	150	Láser	Todo tipo tanque y s/contacto líquido

Tabla 2.1. Medidores de nivel de líquidos³.

³<http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Alvarez%20Labarca/Medicion%20de%20Niveles.htm>

2.5. Sensor de Proximidad

Según los sitios webs:

<http://es.wikipedia.org>

<http://galia.fc.uaslp.mx>

<http://www.getec.cl>

<http://www.slideshare.net>

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, sensores capacitivos, sensores inductivos, sensores fotoeléctricos, como el sensor de infrarrojos.

2.5.1. Sensores Capacitivos

Su función consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico.

Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector.

Material	D.C.	Material	D.C.
Alcohol	25.8	Polyamide	5
Araldite	3.6	Polyethylene	2.3
Bakelita	3.6	Polypropylene	2.3
Vidrio	5	Polystyrene	3
Mica	6	Polyvinyl Chloride	2.9
Hule duro	4	Porcelana	4.4
Laminado de papel	4.5	Tablaprensada	4
Madera	2.7	Vidrio sílica	3.7
Comp. cable moldeado	2.5	Arena sílica	4.5
Aire, Vacío	1	Hule silicón	2.8
Mármol	8	Teflon	2
Papel con aceite	4	Turpentine Oil	2.2
papel	2.3	Transformer Oil	2.2
Parafina	2.2	Agua	80
Petróleo	2.2	Hule suave	2.5
Plexiglas	3.2	Celluloid	3

Tabla 2.2. Constantes dieléctricas de varios materiales⁴.

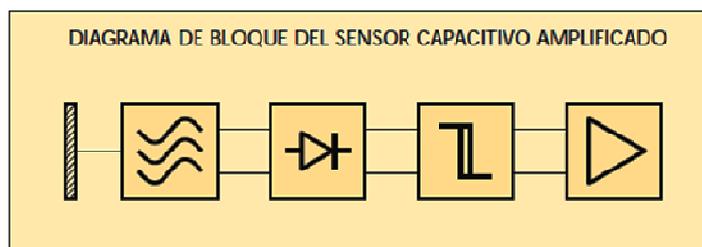


Figura 2.2. Diagrama de bloques del sensor capacitivo⁵.

Estos sensores están contruidos en base a un oscilador RC, debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador. El punto exacto de ésta función puede

⁴

http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/25_SENORES_CAPACITIVOS.PDF

⁵ <http://www.getec.cl/pdf/sensores/capacitivos/scpsc.pdf>

regularse mediante un potenciómetro, el cual controla la realimentación del oscilador.

La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. La señal de salida del oscilador alimenta otro amplificador, el cual a su vez, pasa la señal a la etapa de salida.

Cuando un objeto conductor se acerca a la cara activa del detector, el objeto actúa como un condensador. El cambio de la capacitancia es significativo durante una larga distancia. Si se aproxima un objeto no conductor, (>1) solamente se produce un cambio pequeño en la constante dieléctrica, y el incremento en su capacitancia es muy pequeño comparado con los materiales conductores.

Este sensor se usa para detectar material no metálico: papel, plástico, madera, etc.

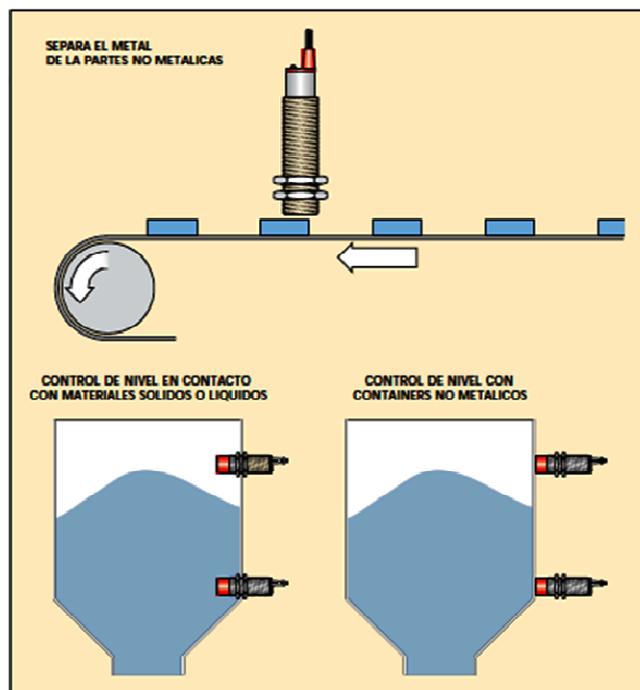


Figura 2.3. Aplicaciones sensor capacitivo⁶.

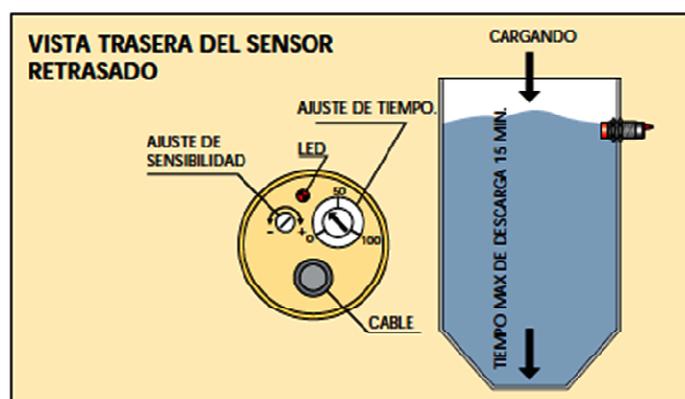


Figura 2.4. Vista trasera sensor capacitivo⁷.

⁶ <http://www.getec.cl/pdf/sensores/capacitivos/scpsc.pdf>

⁷ <http://www.getec.cl/pdf/sensores/capacitivos/scpsc.pdf>

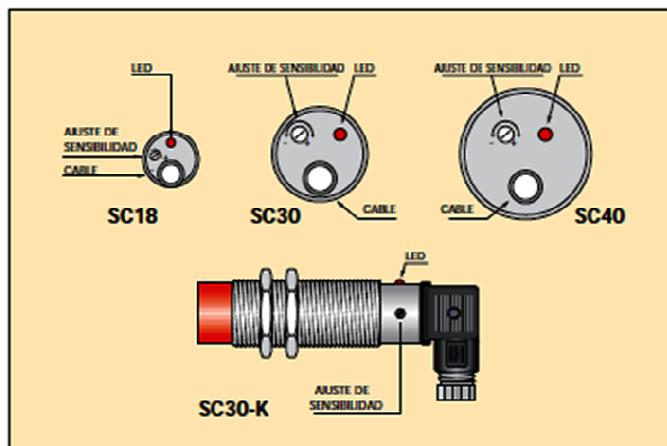


Figura 2.5. Ajuste de sensibilidad⁸.

2.5.2. Sensores Fotoeléctricos.

En base al sitio web

<http://www.slideshare.net>

El principio de funcionamiento de los detectores fotoeléctricos (figura 2.6.) está basado en la generación de un haz luminoso por parte de un fotoemisor, que se proyecta sobre un fotoreceptor, o bien sobre un dispositivo reflectante.

La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula.

⁸ <http://www.getec.cl/pdf/sensores/capacitivos/scpsc.pdf>



Figura 2.6. Ejemplos de sensores fotoeléctricos.⁹

Según los modelos de detectores y los requisitos de la aplicación, la emisión se realiza con luz infrarroja, ultravioletas (materiales luminiscentes), luz visible roja, luz visible verde (lectores de códigos) o láser rojo.

Sistema de detección Auto-réflex

Su funcionamiento es similar a los de tipo réflex, no siendo necesario el espejo reflector. El propio objeto a detectar es el encargado de reflejar el haz luminoso. Se utilizan para cortas distancias (entre 1 y 10 cm).

Como ventajas presenta un solo detector para cablear, pero, por el contrario son de bajo alcance, existe sensibilidad a las diferencias de color o plano posterior y hay una orientación del objeto difícil, ya que el detector emite en infrarrojos.

⁹ <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>

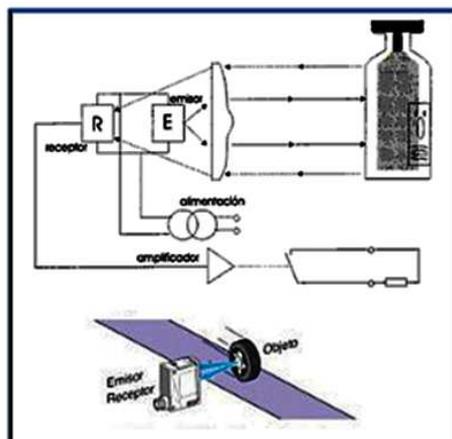


Figura 2.7. Sistema de detección Auto-réflex.¹⁰

Características Sensores Fotoeléctricas

Distancia de detección

Primera característica que se busca en los sensores porque es necesario detectar un objeto a la distancia apropiada, es decir, que no detecte objetos que este más lejos o más cerca de lo que se desea detectar. Así pues, se intenta buscar la eficiencia tanto en calidad de detección como en el costo del sensor.

Angulo direccional

Cuando se realiza la instalación del sensor, es conveniente realizar pruebas que permitan saber cuál es el alcance del sensor, por lo que se debe considerar el

¹⁰ <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>

ángulo direccional, que informa sobre cuál es el rango máximo en que puede funcionar este sensor.

Ajuste de la sensibilidad

Los sensores de tipo industrial, incorporan un control de volumen para realizar el ajuste de detección, el cual se debe realizar como lo indica el fabricante, de manera que se podrá conocer si la luz del nivel de estabilidad permanece encendida de acuerdo a la presencia y ausencia del objeto estándar.

Exceso de ganancia

La curva de exceso de ganancia (figura 2.8) se especifica en cada tipo de sensor fotoeléctrico, y la misma está en función de la distancia de detección. Esta curva se usa en el momento de seleccionar el sensor, para predecir la confiabilidad de la detección en un ambiente conocido.



Figura 2.8. Curva Exceso de ganancia Vs. Distancia.¹¹

¹¹ <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>

CONDICIÓN DE OPERACIÓN	MÍNIMA GANANCIA
Aire limpio, sin suciedad en lentes o reflector	1,5 X
Ambiente levemente sucio, con humedad, o filmes sobre los reflectores o las lentes. Lentes limpiados regularmente	5 X
Ambiente medianamente sucio, contaminación en lentes o reflectores, limpiados ocasionalmente	10 X
Ambiente muy sucio, alta contaminación en lentes o reflectores, limpiados esporádicamente	50 X

Tabla 2.3. Distancia mínima requerida.¹²

Además destacan otras características, como la alimentación, el consumo, el tipo de material a detectar, el modo de funcionamiento, tipo de salida, el tiempo de respuesta, material de encapsulado o el grado de protección. Es importante conocer la simbología para poder relacionar a qué tipo de elemento del sensor fotoeléctrico se refiere (Tabla 2.4.).

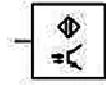
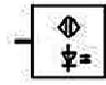
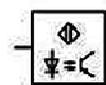
Elemento	Símbolo	Identificador
Receptor fotoeléctrico		B
Emisor fotoeléctrico		B
Detector fotoeléctrico de proximidad		B
Detector fotoeléctrico tipo réflex		B

Tabla 2.4. Símbolos que identifican cada elemento en sensor fotoeléctrico.¹³

¹² <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>

¹³ <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>

2.6. Válvulas

Según el sitio web sapiensman.com

Las válvulas en términos generales, tienen las siguientes tareas:

- Distribuir el fluido.
- Regular caudal.
- Regular presión.

Las válvulas son elementos que regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenada en un depósito. En lenguaje internacional, el término *válvula* o *distribuidor*, es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

2.7. Electroválvulas

Según los sitios web:

<http://es.wikipedia.org>

<http://www.sapiensman.com>

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina "solenoidal"¹⁴.

¹⁴ <http://es.wikipedia.org/wiki/Solenoides>

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para accionar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

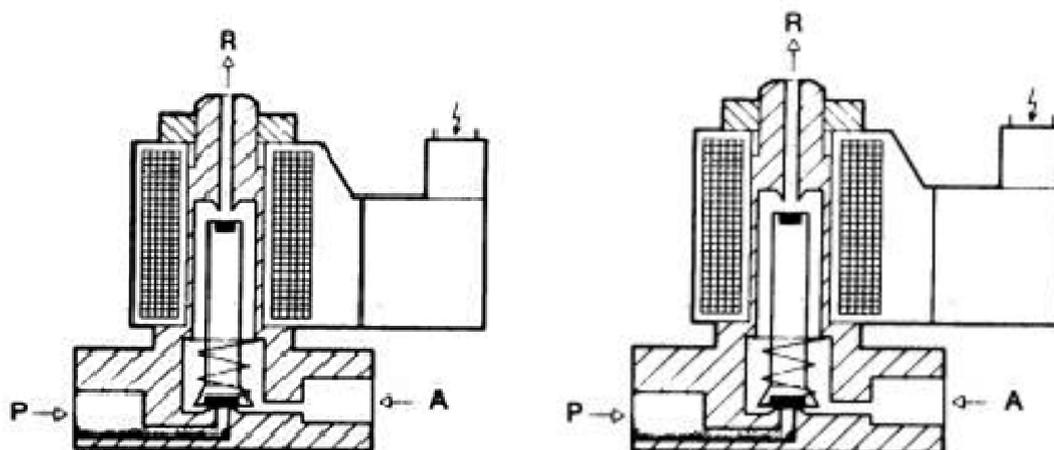


Figura 2.9. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)¹⁵

2.8. Relevadores o Relé

En base al libro W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 162

¹⁵ <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica16.htm>

Sitio web:

<http://platea.pntic.mec.es>

<http://es.scribd.com>

El relevador eléctrico responde a señales de control mediante una sencilla acción de encendido/apagado (ON/OFF). Poseen una bobina y una serie de contactos que se encuentran normalmente abiertos o cerrados. Su principio de funcionamiento es el de pasar corriente por una bobina generando un campo magnético que atrae a un inducido, y éste a su vez, hace conmutar los contactos de salida.

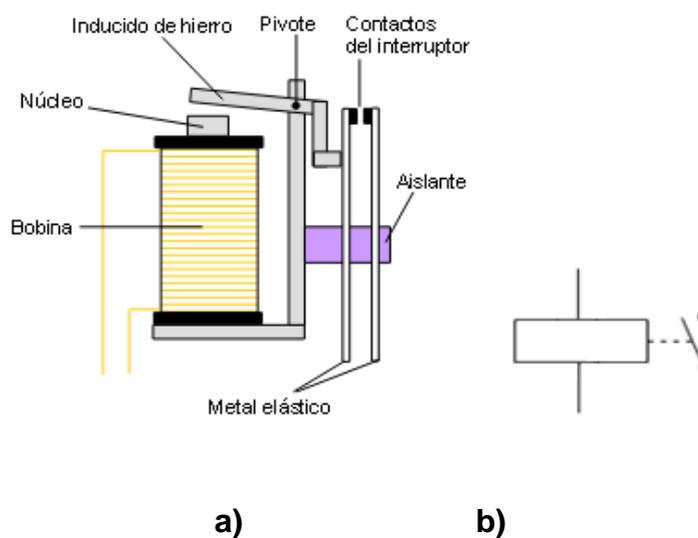


Figura 2.10. Relevador a) Símbolo del relevador b)¹⁶

El relevador funciona como un interruptor, está formado por un contacto móvil o polo y un contacto fijo. La representación simbólica de un relevador es la siguiente:

¹⁶ <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>, página 1

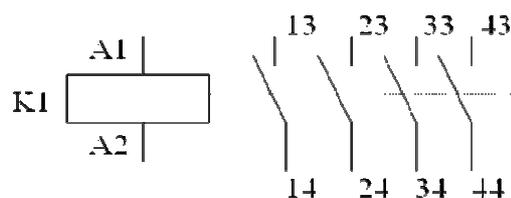


Figura 2.11. Simbología de un relevador¹⁷

K1 identifica al relevador número uno. A1 y A2 identifican a las terminales del relevador. La numeración identifica a la primera cifra con la cantidad de contactos, mientras que la segunda cifra (3 y 4) indican que se trata de contactos normalmente abiertos. Para contactos normalmente cerrados se emplean en las segundas cifras los números 1 y 2, respectivamente.

En relevadores que emplean contactos normalmente abiertos, contactos normalmente cerrados, se expone la siguiente representación:

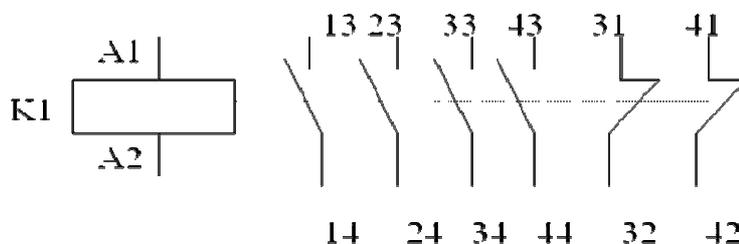


Figura 2.12. Simbología del relevador con contactos abiertos y cerrados¹⁸

¹⁷ <http://es.scribd.com/doc/4196787/Electroneumatica>

¹⁸ <http://es.scribd.com/doc/4196787/Electroneumatica>

Ventajas

La gran ventaja de los relevadores es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento, la que circula por la bobina del electroimán, y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

También ofrecen la posibilidad de control de un dispositivo a distancia mediante el uso de pequeñas señales de control.

2.9. MOTORES

Según el artículo web

<http://www.monografias.com>

REDUCTORES Y MOTORREDUCTORES

Los Reductores o Motor reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente.

Las transmisiones de fuerza por correa, cadena o trenes de engranajes que aún se usan para la reducción de velocidad presentan ciertos inconvenientes.

Al emplear Motor reductores se obtiene una serie de beneficios sobre estas otras formas de reducción. Algunos de estos beneficios son:

- Una regularidad perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Una mayor eficiencia en la transmisión de la potencia suministrada por el motor.

- Mayor seguridad en la transmisión, reduciendo los costos en el mantenimiento.
- Menor espacio requerido y mayor rigidez en el montaje.
- Menor tiempo requerido para su instalación.

2.10. Controlador Lógico Programable

Tomando como referencia el libro W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Páginas 423-426.

Un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés) se define como un dispositivo electrónico digital que usa memoria programable para guardar instrucciones y llevar al cabo funciones lógicas, de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control de maquinarias y procesos. (Figura 2.13.).

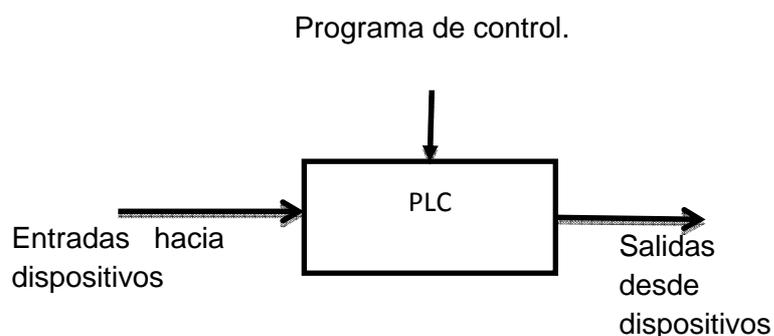


Figura 2.13. Controlador lógico programable (PLC)¹⁹.

Este tipo de procesadores se denomina lógico debido a que su programación básicamente tiene que ver con la operación de funciones lógicas y de conmutación.

¹⁹ W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 423

Los dispositivos de entrada (por ejemplo: un interruptor) y los dispositivos de salida (por ejemplo: un motor), que están bajo control se conectan al PLC; de esta manera el controlador monitorea las entradas y salidas, de acuerdo con el programa diseñado por el operador para el PLC y que éste conserva en memoria, y de esta manera se controlan máquinas y procesos.

2.10.1. Estructura Básica

La estructura interna básica de un PLC en esencia consta de una unidad central de procesamiento CPU, memoria y circuitos de entrada/salida. La CPU controla y procesa todas las operaciones dentro del PLC. Cuenta con un temporizador cuya frecuencia típica es entre 1y 8MHz. Esta frecuencia determina la velocidad del PLC y es la fuente de temporización y sincronización de todos los elementos del sistema.

A través del sistema de bus se lleva información y datos desde y hacia la CPU, la memoria y unidades de entrada/salida. Los elementos de la memoria son: ROM para guardar en forma permanente la información del sistema operativo y datos corregidos; una RAM para el programa de usuario y memoria de buffer temporal para los canales de entrada/salida.

El usuario puede modificar los programas en la RAM. Sin embargo, para evitar que estos programas se pierdan durante una interrupción del suministro de energía eléctrica, en el PLC se utiliza una batería, para mantener el contenido de la RAM por determinado tiempo. Una vez elaborado un programa y guardado en la RAM, éste se puede cargar en un chip de memoria EPROM y de esta manera queda guardado de manera permanente. Las especificaciones de PLC pequeños con frecuencia indican la capacidad de memoria del programa en función de la cantidad de pasos de

programa en dicha memoria es posible guardar. Un paso de programa es la instrucción que lleva a cabo determinado evento.

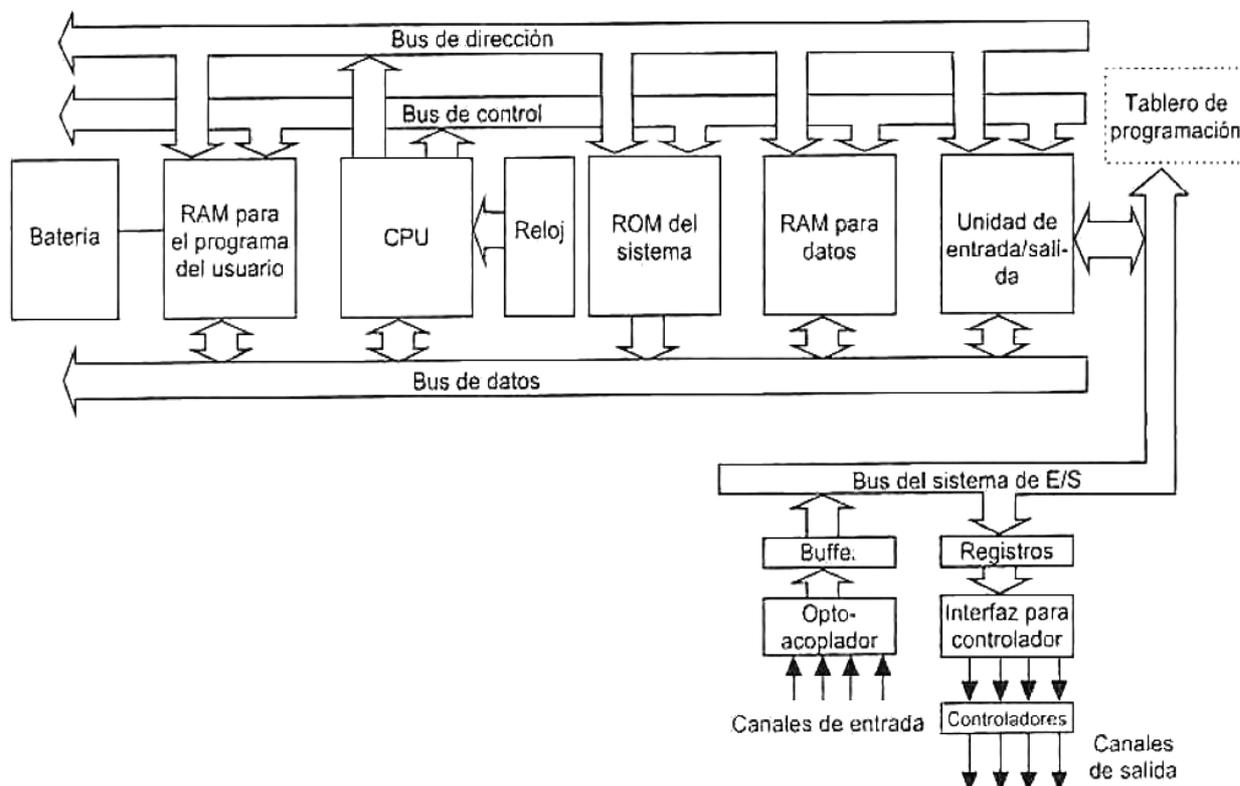


Figura 2.14. Arquitectura de un PLC²⁰.

La unidad de entrada/salida es la interfaz entre el sistema y el mundo externo. Para introducir programas en esta unidad se introduce un tablero, el cual puede variar de una sencilla configuración de teclado con pantalla de cristal líquido, o bien llegar a tener incluso unidades de presentación visual VDU con teclado y pantalla. Es posible también introducir programas al sistema mediante un enlace con un PC, el cual se carga con un paquete de software apropiado.

²⁰ **W. Bolton.** Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 424

En un PLC los canales de entrada/salida proporcionan funciones para el acondicionamiento y aislamiento de señales, lo que permite conectarlos directamente a sensores, sin necesidad de otros circuitos. La figura 2.15. Muestra la configuración básica de un canal de entrada. Los voltajes comunes para las señales de entrada son 5V y 24V.

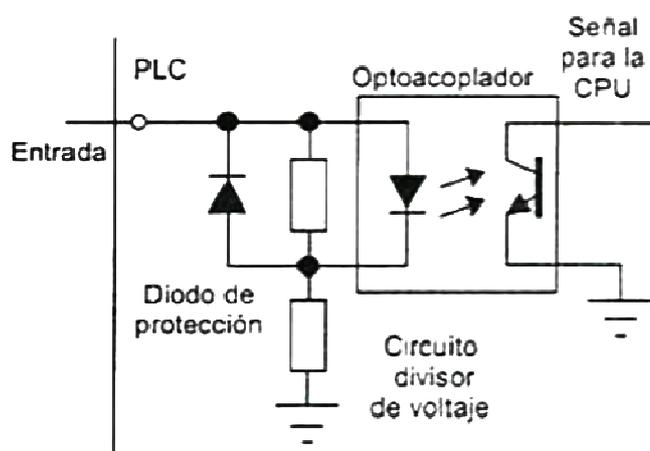


Figura 2.15. Canal de entrada²¹

Los voltajes comunes para las señales de salida son 24V y 240V. La especificación del tipo de las salidas generalmente es tipo relevador, tipo transistor o tipo triac. En el tipo relevador (figura 2.16.), la señal de salida del PLC se utiliza para operar un relevador; así este es capaz de conmutar corrientes del orden de unos pocos amperios en un circuito externo. El relevador aísla al PLC del circuito externo, y se emplea tanto para la conmutación de "corriente directa"²² (CD) como corriente alterna²³ (CA). Sin embargo, los relevadores con relativa lentitud.

²¹ **W. Bolton.** Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 425

²² http://es.wikipedia.org/wiki/Corriente_continua

²³ http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_alterna/ke_corriente_alterna_1.htm

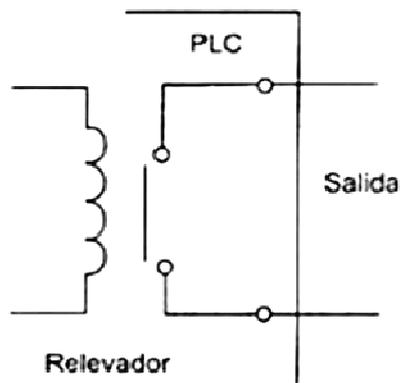


Figura 2.16. Salida tipo relevador²⁴

En la salida tipo transistor (figura 2.17.), se utiliza el transistor para conmutar corriente a través de un circuito externo. El transistor realiza la conmutación con mayor rapidez. Los optoaisladores se emplean con transistores de conmutación para lograr el aislamiento entre los circuitos externos y el PLC. La salida tipo transistor sólo se utiliza en la conmutación de CD. Las salidas tipo triac se usan para controlar cargas externas que se conectan a la fuente de alimentación de CA. En este caso se emplean optoaisladores.

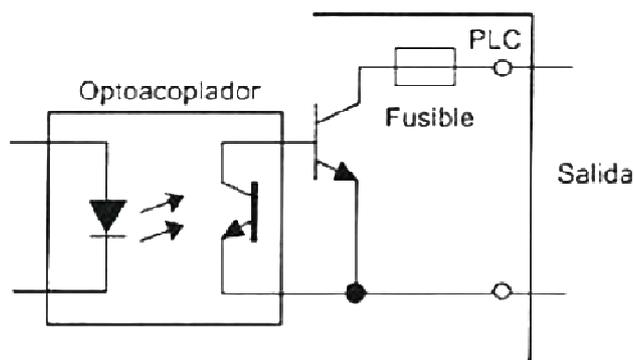


Figura 2.17. Salida tipo transistor²⁵

²⁴ **W. Bolton.** Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 426

2.10.2. Nomenclatura de las Entradas y Salidas Digitales

Según sitio web

<http://www.automatica.mex.tl>

Para designar las entradas y salidas digitales, éstas se agrupan en conjuntos de 8 bits (octetos) numerados consecutivamente: 0, 1,2...7.

Por su parte, cada uno de los bits de un octeto se numera del 0 al 7.

Tanto los octetos como los circuitos son separados por un punto. A las entradas digitales suele anteponerse la letra X y a las salidas la letra Y.

Corriente de los Circuitos

La máxima corriente que puede fluir por los circuitos de salida depende de cada fabricante, pero en general no es superior a los 0.5 amperios por circuito.

Otros Tipos de Entradas y Salidas Digitales

La complejidad de las aplicaciones de automatización requiere además de otro tipo de entrada y salida proporcionada por el PLC ésta es la análoga, o proporcional; que se utiliza para el acople de instrumentos.

Los rangos de trabajo principalmente son: 0 – 10v y 4 - 20 miliamperios.

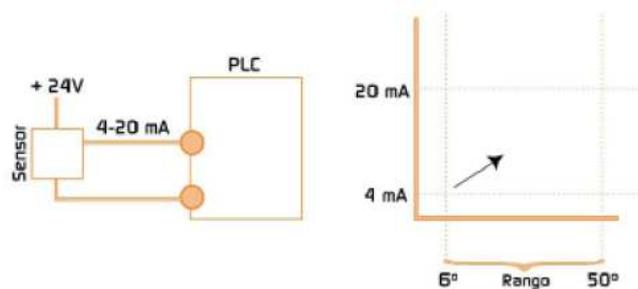


Figura 2.18. Rangos de trabajo de entradas y salidas²⁶

2.10.3. Ventajas de Utilizar un PLC

En referencia al libro de trabajo José Zapata S, Control de máquinas con PLC, Subcentro de Electricidad y Electrónica Secap.

Las ventajas de utilizar un PLC se describen a continuación.

Diseño Simplificado

Poseedor un diseño altamente reducido gracias a la reducción de sus componentes, facilidad en la planeación de la secuencia de programación y menos tiempo de ajuste durante el funcionamiento de prueba.

²⁶ <http://www.automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/PLC%20GUIA%203.pdf>

Rápida Instalación

Una significativa reducción en el tiempo de instalación debido al bajo número de componentes, conexión en paralelo tanto del PLC como de la máquina y operaciones simplificadas de conexión.

Confiabilidad Mejorada

Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperatura, humedad y ruido. Reducen los tiempos de falla de temporizadores y relés, su uso es confiable después de los ajuste finales en el programa de control.

Compacto y Estandarizado

Es considerablemente más compacto que una caja de control a relés. Es posible producir en serie, debido a la repetición en el uso de un programa.

Reducción del tiempo de Mantenimiento

Muy pocas partes son sujetas al uso, además de que se han adicionado funciones de diagnóstico. Esto generalmente reduce el tiempo de mantenimiento requerido.

Economía

Comparativamente a una caja de controles actual, de más de diez relés, un PLC resulta más económico.

2.11. Selección de un PLC

En base al libro W. Bolton. Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición. Página 447.

Al evaluar la capacidad y tipo de PLC necesario para llevar a cabo una tarea, los factores a tener en cuenta son:

- ¿Qué capacidad de entrada/salida se requiere? Es decir, la cantidad de entradas salidas, la capacidad de expansión para necesidades futuras.
- ¿Qué tipo de entrada salida/salida se requiere? Es decir, tipo de aislamiento, fuente de alimentación incluida para entradas/salidas, acondicionamiento de señal, etc.
- ¿Qué capacidad de memoria se necesita? Esto tiene relación con la cantidad de entradas/salidas y la complejidad del programa utilizado.
- ¿Qué velocidad y capacidad debe tener la CPU? Esto tiene relación con cuantos tipos de instrucciones manejará el PLC. Cuantos más tipos haya, más rápida deberá ser la CPU. Asimismo, cuanto mayor sea la cantidad de entradas/salidas que se manejen, más rápida tendrá que ser la CPU requerida.

2.12. HMI

Según artículo web

<http://iaci.unq.edu.ar>

Los sistemas HMI (Interfaz Hombre Máquina), se puede pensar como la ventana de un proceso, está ventana puede estar en dispositivos como paneles de operador o en un PC. Los sistemas HMI en computadora se los conoce como software HMI o de monitoreo o supervisión.

Las señales de procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la PC, PLC, RTU o DRIVES, todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

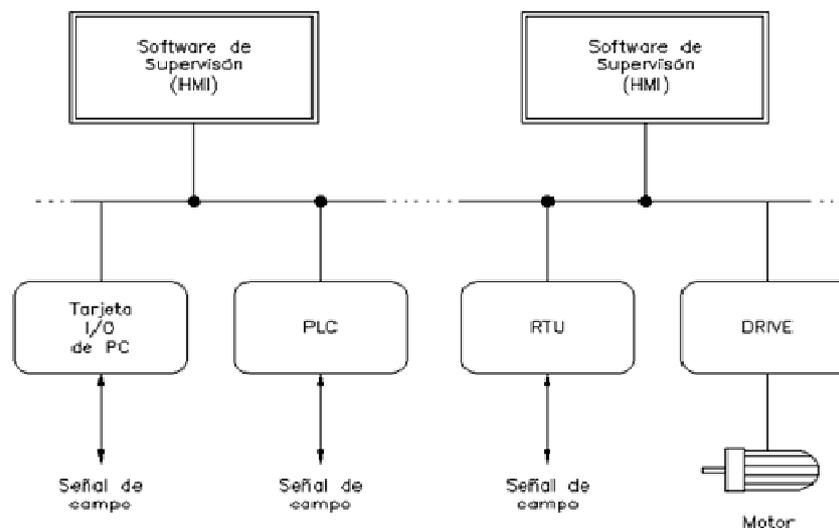


Figura 2.19. HMI²⁷

²⁷ <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>

2.12.1. Funciones de un Software HMI

Monitoreo

Es la habilidad de obtener y mostrar del sistema en tiempo real, estos datos se pueden mostrar con números, texto o gráficos que permita una lectura más fácil de interpretar.

Supervisión

Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo directamente desde el PC o el mismo HMI.

Alarmas

Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportar estos eventos. Las alarmas son reportadas en base a límites de control preestablecidos.

Control

Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajusten los valores de proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va más allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana, sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

Históricos

Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a determinada frecuencia, este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.13. Banda transportadora

Como referencia al artículo web

<http://www.fing.edu.uy>

Las Bandas o Cintas Transportadoras consisten en una lámina sinfín (extremos unidos) plana y flexible, hecha de tela, goma, cuero o metal, estirada entre dos poleas que la hacen girar. El material se dispone en la parte superior de la banda para transportarlo.

El lado de arriba de la banda, que hace el trabajo, es soportado mediante rodillos o por travesaños de deslizamiento. Algún dispositivo debe mantener la tensión en la banda, que se estira o afloja con el uso.

2.13.1. Características generales

- Pueden operar horizontales, inclinadas o verticales, dependiendo del producto y del diseño de la banda.
- En general, si hay un cambio de dirección en el plano horizontal, se necesita más de una cinta.
- La capacidad puede ser controlada al variar la velocidad.
- Distintas telas permiten manejar productos abrasivos, calientes, reactivos, etc.

2.13.2. Tipos de cintas

Plana

Usada para cargas unitarias, como cajas o bolsas. La banda es soportada por rodillos o por travesaños planos.



Figura 2.20. Cinta plana²⁸.

2.13.3. Partes de una cinta

Banda

Es el elemento esencial, el que transmite el movimiento al producto. Normalmente están hechas con un tejido base de poliéster/nylon (EP), nylon (NN), algodón, PVC o acero, cubierto con goma sintética. Tejido y cubiertas deben escogerse en base a la resistencia a la tracción, a los cortes, a los aceites y al fuego.

EP 200 significa tensión de trabajo de 200 N/mm/capa para una banda de poliéster y nylon. EP 200 de 5 capas tiene una resistencia total de 1000 N/mm de ancho.

EP 1000/3 significa que es una banda de poliéster y nylon de 3 capas, con una resistencia total de 1000 N/mm.

²⁸ Banda Transportadoras: <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>

Para unir ambos extremos de una banda se usan grampas o se empalma y revulcaniza.

Rodillos.

Consisten en cilindros de metal que giran sobre rodamientos anti-fricción. Existen dos clases de rodillos en una cinta – De trabajo: Son los rectos en el tramo superior Y los que están en el retorno. Soportan carga de dirección: En las cintas cóncavas mantienen los bordes levantados. En las cintas planas mantienen la banda centrada.

2.14. Métodos de diseño

Dos métodos son incluidos para los requisitos de potencia a utilizar, ambos son exactos dentro de sus límites definidos, estos son:

Método Gráfico

Está preparado para cintas transportadoras que son relativamente simples o para aproximar requisitos para el diseño de cintas transportadoras más grandes.

Método Analítico

Es necesario para los resultados precisos al diseñar cintas transportadoras grandes o aquellas donde la topografía el terreno es complicada.

2.14.1. Consideraciones para el ancho y velocidad de la cinta:

- Material a ser transportado.
- Clase de carga.
- Capacidad requerida.
- Tamaño de trozo del material.

La combinación adecuada del ancho de la cinta y velocidad, depende de la capacidad a transportar, ángulo de inclinación, tensiones de la cinta, tamaño del terrón y otras características del material a ser transportado.

CAPÍTULO III

DISEÑO DEL PROTOTIPO DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE BEBIDAS GASEOSAS.

3. Introducción

El capítulo 3 contiene el diseño del prototipo dispensador de bebidas gaseosas, las condiciones de diseño, su representación de comportamiento, representación estructural y representación física del sistema.

Se diseña la estructura del sistema de control y la selección de tareas del proceso en la pantalla HMI. Finaliza con una descripción del diseño del proceso de control, detallando la función de los componentes eléctricos con los que cuenta el modelo, presentando su funcionamiento con sus respectivos diagramas.

3.1. Descripción del Sistema

De la observación realizada se conoce que las empresas que proveen máquinas dispensadoras de gaseosas en Ecuador, construyen sistemas que dispensan el líquido de forma manual.



Figura 3.1. Dispensador de Gaseosa²⁹.

El proceso de llenado de sodas se realiza por medio de grifos accionados manualmente por el vendedor, la cantidad a dispensar depende del pedido del cliente ejemplo: Coca Cola, tamaño grande, el expendedor aloja el vaso debajo del sabor abriendo la válvula por medio de una palanca, una vez terminado el dispensado se retira el vaso, el orificio del grifo se cierra segundos después permitiendo el paso libre de gaseosa. Este proceso se repite variando el sabor y tamaño de vaso.

Las figuras 3.2, 3.3, describen el proceso de dispensado manual realizado por el vendedor.

29

http://www.google.com.ec/imgres?hl=es&sa=X&tbo=d&biw=1366&bih=643&tbn=isch&tbnid=o3ywYDGNKLcLJM:&imgrefurl=http://tecnocras.com/home.php&docid=-Kq8lWxlIYol0M&imgurl=http://tecnocras.com/images/home.dispensadores.jpg&w=216&h=238&ei=B6oNUcinJlba8ASN_4GYAw&zoom=1&ved=1t:3588,r:57,s:0,i:259&iact=rc&dur=648&sig=109114819157329390622&page=3&tbnh=175&tbnw=164&start=53&ndsp=26&tx=65&ty=65

3.2. Proceso de Dispensado Manual

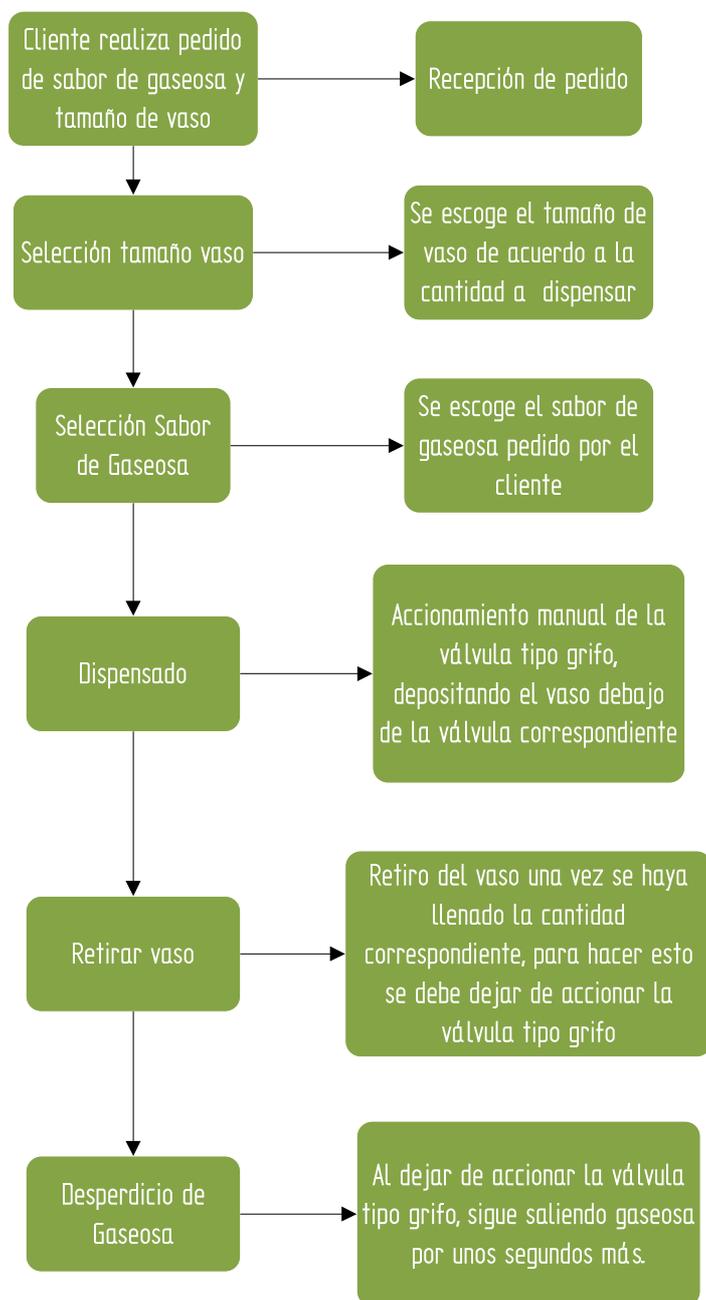


Figura 3.2. Proceso de dispensado manual

Elaborado por: Franklin Morocho

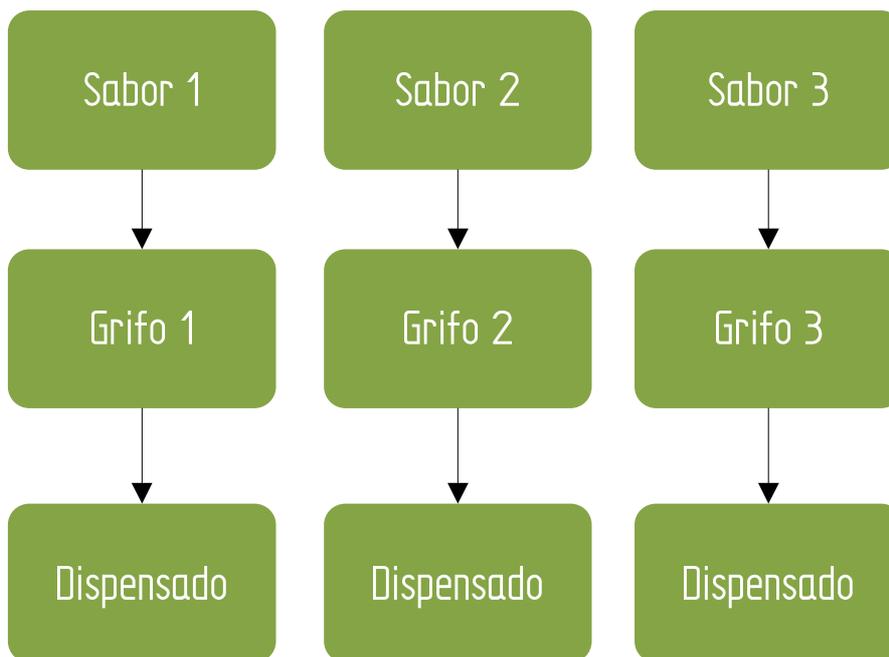


Figura 3.3. Diagrama de bloques dispensado manual

Elaborado por: Franklin Morocho

El diseño del prototipo se basa en la estructura, funcionamiento de máquinas dispensadoras existentes, se toma en cuenta los puntos que más sobresalen, para las condiciones de diseño del prototipo dispensador de bebidas gaseosas.

3.3. Criterios de diseño y requerimientos funcionales

Es necesario considerar los siguientes criterios y requerimientos para el diseño del prototipo dispensador de bebidas gaseosas.

3.3.1. Pasos considerados para diseñar el prototipo

El diseño del prototipo dispensador reemplazará el proceso manual de dispensado.

- Sistema de operación de dispensado tipo manual y automático
- Diseño de contenedores internos que almacenen gaseosa.
- Electroválvula controla el llenado de gaseosa.
- Diseño de la estructura metálica de la banda transportadora para el dispensado automático.
- Diseño simple que facilite la construcción y el montaje de los elementos.
- Diseño que permita un fácil mantenimiento.
- Aplicar un diseño adoptivo.

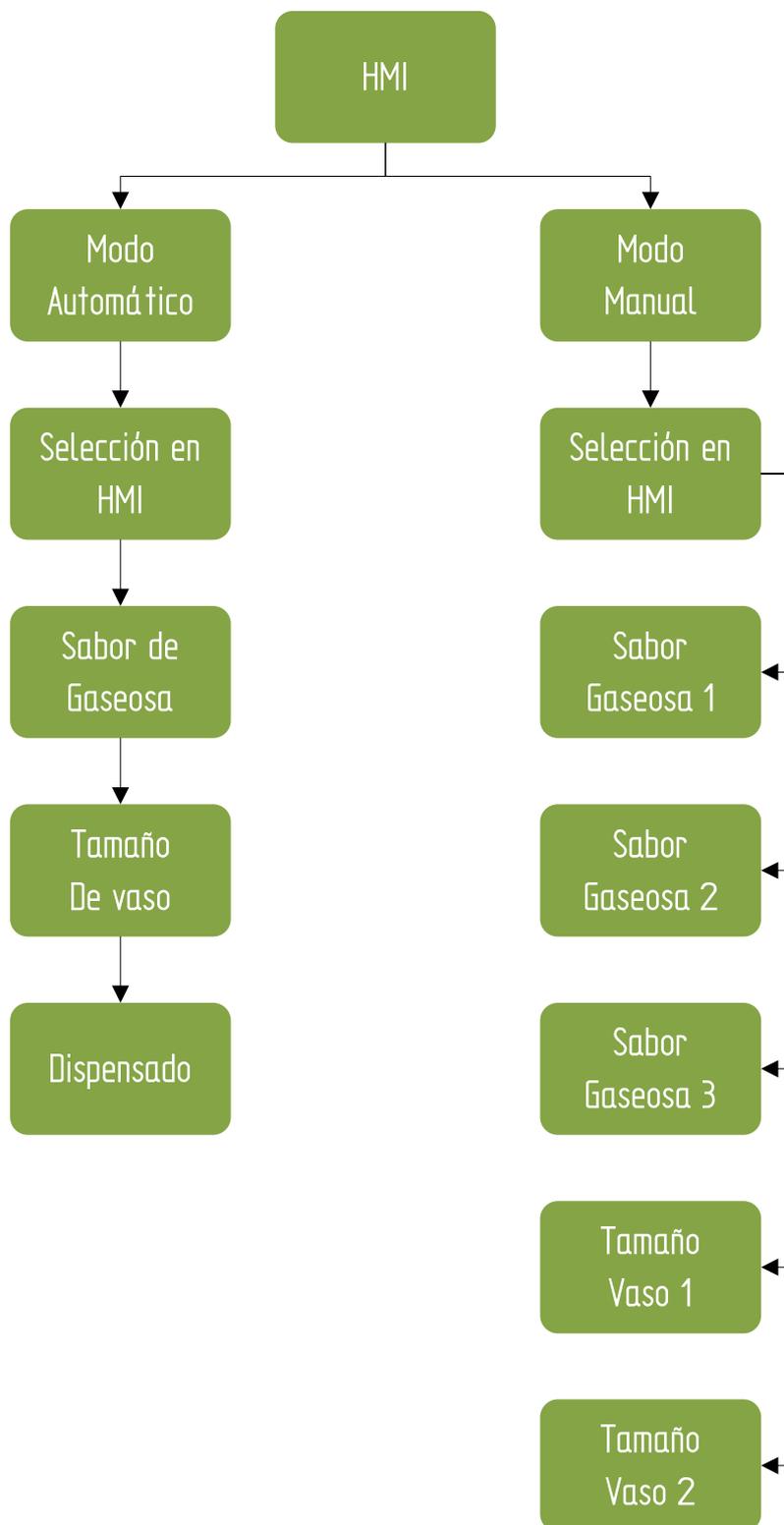


Figura 3.4. Proceso de dispensado del prototipo.

Elaborado por: Franklin Morocho

3.3.2. Especificaciones del prototipo dispensador.

ESPECIFICACIONES			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Función	U	R	Dispensado de gaseosa durante el proceso de llenado.
	I	R	Operación de dispensado vertical.
	I + U	R	Llenado de vasos.
	I + U	R	Ubicación del vaso bajo la zona de dispensado.
Dimensiones	I	R	Contenedores > 500 ml
	I	R	Electroválvulas directas
Movimientos	I + U	D	Vertical arriba-abajo dependiendo de la altura del vaso.
Energía	I	R	Gravedad
Materiales	I	R	Estructura en la que se monta el dosificador y banda transportadora es fabricada en hierro y acero inoxidable.
	U	D	Contenedor para dosificador de acero inoxidable.
	I + U	R	Dosificación con electroválvulas.
Señales y Control	I	R	Manual – Automático
Fabricación y Montaje	I	R	Realización de un plano de la máquina
Vida útil y mantenimiento			Proyectado a la construcción y montaje manual.
	I	R	Vida útil de 5 años
Seguridad Y Ergonomía	I + U	R	Mantenimiento preventivo, programado.
	I + U	D	Buen Aspecto
	I	R	Confiabledad Media

Tabla 3.1. Especificaciones del prototipo dispensador

Elaborado por: Franklin Morocho

Propone: U=Usuario; I=Ingeniería

R/D: R=Requerimiento; D=Deseo

3.3.3. Representación de Comportamiento o Funcional.

En este segmento se describe el comportamiento del prototipo dispensador automático de bebidas gaseosas, detalladas a continuación.

- El prototipo es un dispensador de bebidas gaseosas de 3 diferentes sabores.
- El prototipo dispensa cantidades 12 y 15 onzas de gaseosa.
- El prototipo funciona en 2 modos de operación:
- Modo Automático: En este modo la máquina dispensa cantidades y sabores elegidos por el usuario.
- Modo Manual: Se utiliza para dispensar cualquier cantidad de líquido, realizar mantenimiento y limpieza del prototipo.
- La fuente de donde se extrae la gaseosa a dispensar son envases de 3 litros.
- El prototipo consta de tres recipientes que almacenan la gaseosa a dispensar.
- El llenado de gaseosa es realizado por gravedad.
- El sistema permite seleccionar, el sabor de gaseosa y tamaño de vaso a dispensar.
- El modelo consta de alarmas que indican de manera visual en qué lugar existe desabastecimiento del contenedor que almacena la gaseosa a dispensar.
- El prototipo consta con un botón o paro de emergencia que detiene el proceso en cualquier momento.

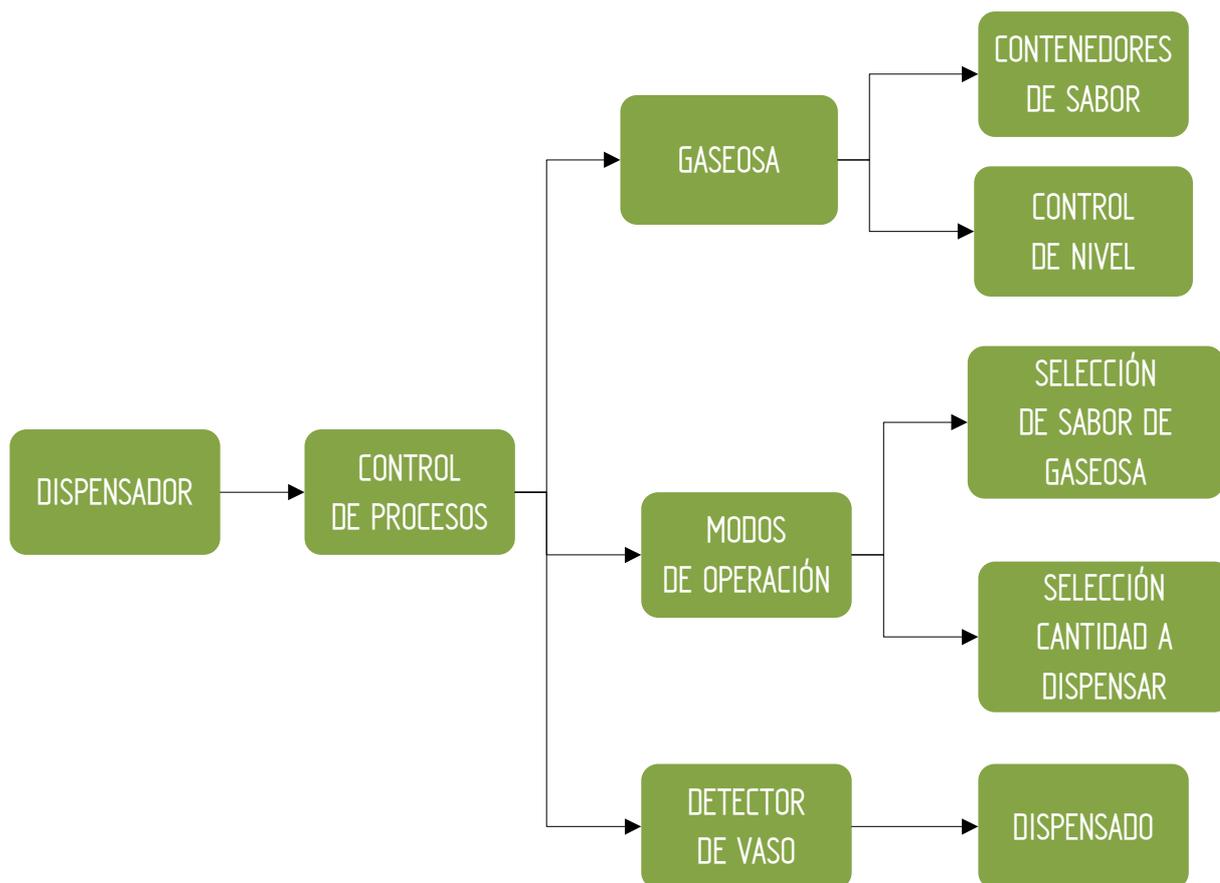


Figura 3.5. Diagrama de bloque del prototipo.

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 3.6. Diagrama de bloque control de procesos del dispensador

Elaborado por: Franklin Morocho

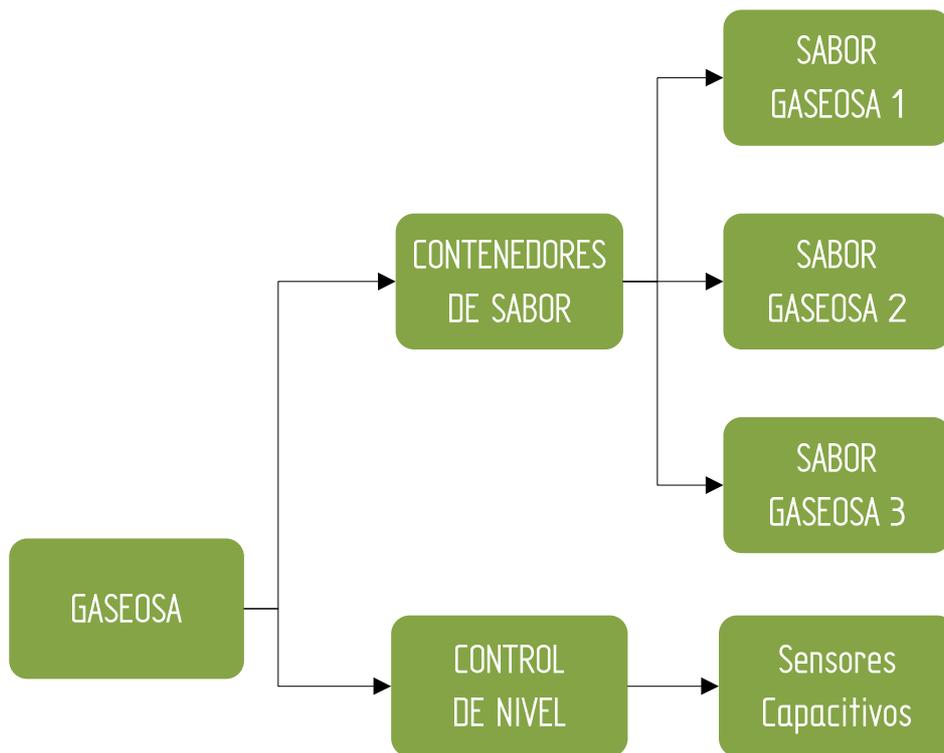


Figura 3.7. Diagrama de bloque gaseosa

Elaborado por: Franklin Morocho

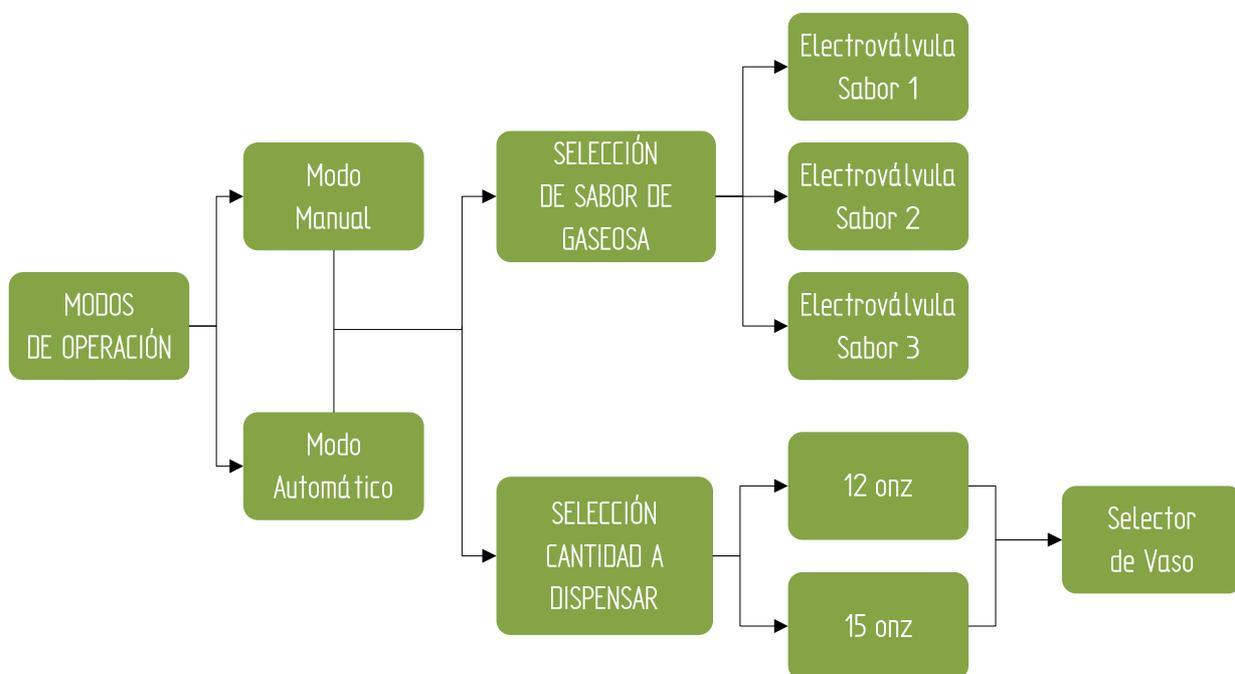


Figura 3.8. Diagrama de bloque modos de operación

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 3.9. Diagrama de bloque detector de vaso

Elaborado por: Franklin Morocho

3.4. Descripción del Proceso.

La figura. 3.9., muestra el orden de los eventos en el funcionamiento del sistema, al presionar el botón de INICIO (ON), se cargan los valores de las memorias a utilizar, luego de esto se escoge el proceso, en modo automático o modo manual, viceversa, inmediatamente pasa por un detector de vaso para dar paso al dispensado, el fin del proceso se da al retirar el vaso una vez terminada la etapa de dispensado.

Tabla 7 describe la nomenclatura utilizada en los siguientes diagramas de flujo.

ELEMENTO		ELEMENTO	
MANDO	DESCRIPCIÓN	FUERZA	DESCRIPCIÓN
S1	ON Sistema general	M1	ON Motor banda transportadora
S2	OFF Paro de emergencia	M2	ON Motor dispensador vasos
S3	Sensor nivel sabor 1	E1	Electroválvula sabor gaseosa 1
S4	Sensor nivel sabor 2	E2	Electroválvula sabor gaseosa 2
S5	Sensor nivel sabor 3	E3	Electroválvula sabor gaseosa 3
S6	Sensor de proximidad	L1	Luz piloto

Tabla 3.2. Descripción de elementos de mando y fuerza

Elaborado por: Franklin Morocho

3.5. Modos de Operación del prototipo

3.5.1 Modo Manual

Para el diseño manual se tomó en cuenta la activación del proceso individual, es decir cada salida del elemento de control PLC es activada por una entrada del mismo independientemente de que elemento la active.

3.5.2 Modo Automático

Para el diseño automático se tomó en cuenta todos los elementos de entrada y salida del PLC para que trabajen conjuntamente dependiendo el uno del otro para de esa manera obtener un proceso automático.

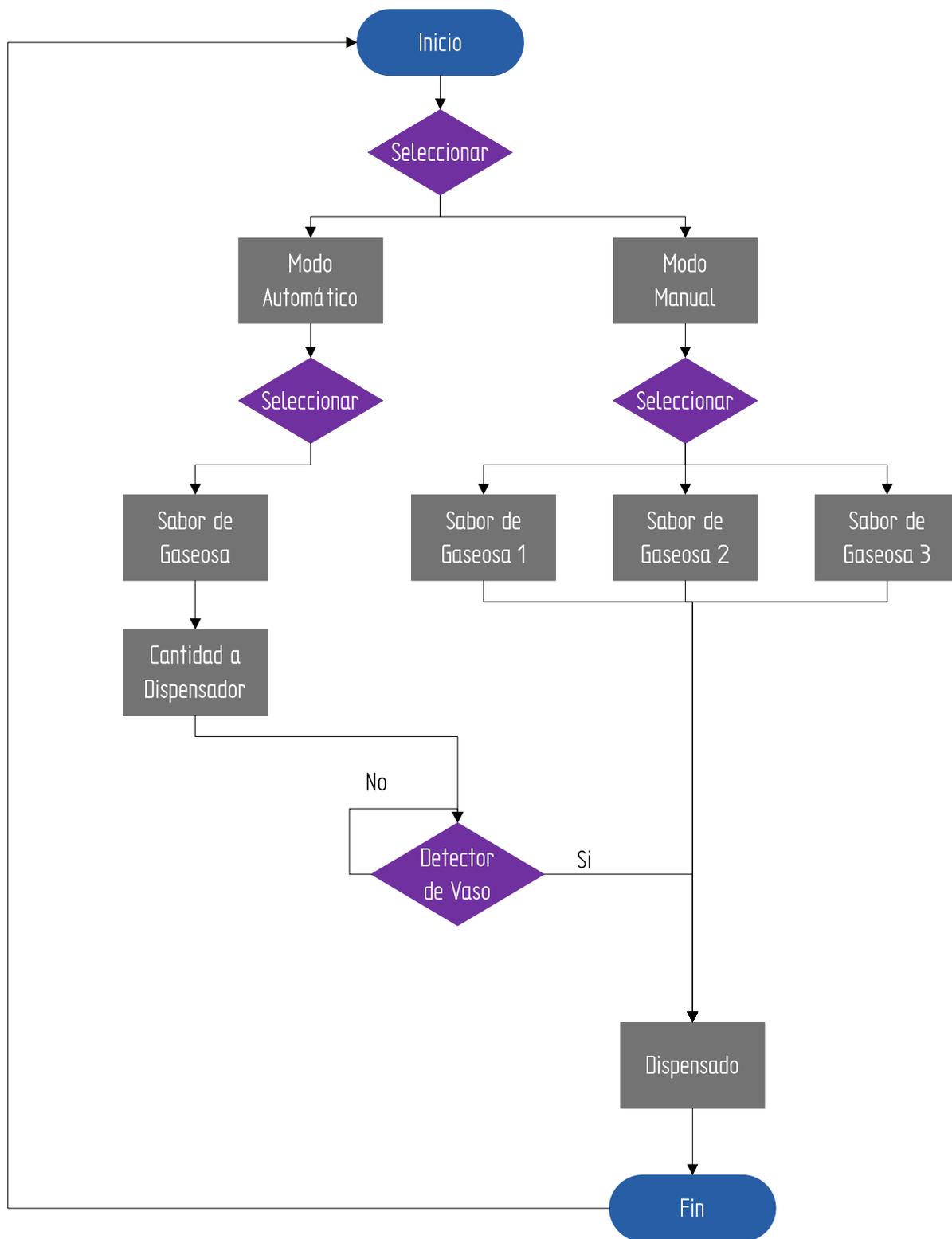


Figura 3.10. Diagrama de flujo del principio de funcionamiento sistema de control.

Elaborado por: Franklin Morocho

3.6. Encendido del prototipo

Si S1 es presionado, permite activar el sistema, L1 (luz piloto) es encendida indicando al usuario que puede acceder a la configuración del sistema a través del HMI, por lo tanto elegir modo de operación para realizar la etapa de dispensado.

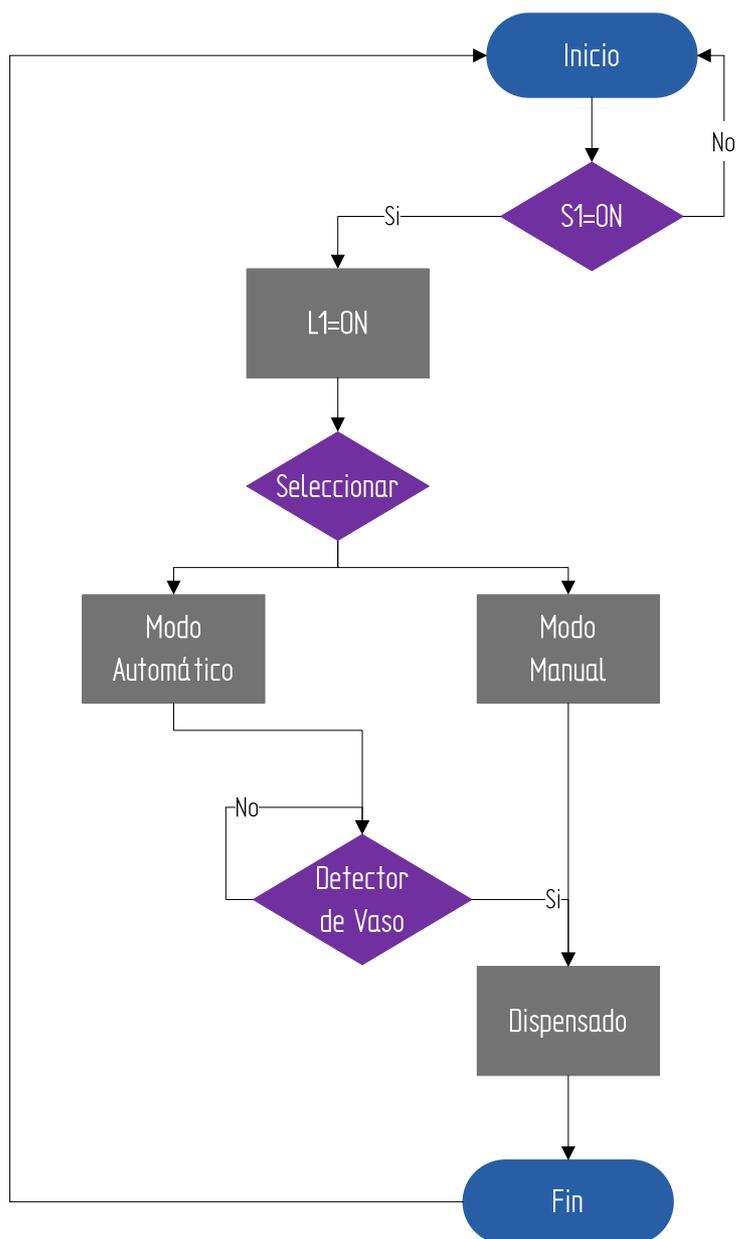


Figura 3.11. Diagrama de flujo Encendido del prototipo.

Elaborado por: Franklin Morocho

3.7. Etapa de Dispensado

3.8. Modo Automático

3.8.1. Proceso General

- Permite seleccionar el sabor de gaseosa
- Si se escoge sabor 1 se toma en referencia a E1
- Si se escoge sabor 2 se toma en referencia a E2
- Si se escoge sabor 3 se toma en referencia a E3
- Una vez elegido el sabor de gaseosa pasa al bloque de selección de gaseosa cantidad a dispensar, que aparece en pantalla con las siguientes opciones:
- Grande: 15 onzas
- Pequeño: 12 onzas
- Luego de escoger la cantidad de gaseosa a dispensar, inmediatamente pasa a un detector de vaso para iniciar la etapa de dispensado.

3.8.2 Sensores de Nivel

Estos sensores entran en operación, indicando al sistema que existe nivel bajo de soda determinado contenedor de manera visual en el HMI, solicitando ingreso de gaseosa a dicho contenedor.

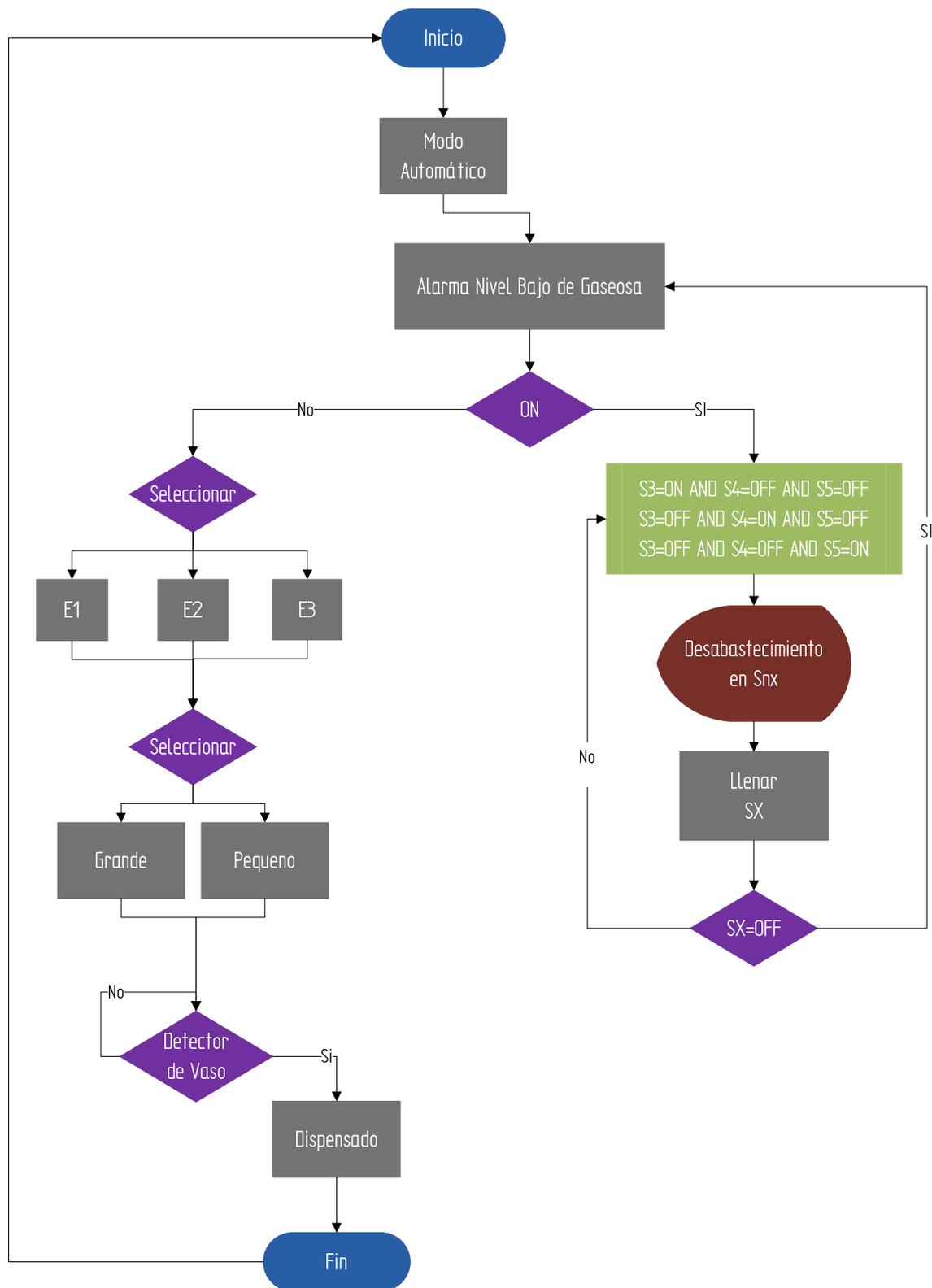


Figura 3.12. Diagrama de flujo proceso general modo automático.

Elaborado por: Franklin Morocho

3.9. Proceso de Dispensado

3.9.1 Detector de Vaso

Luego de escoger la cantidad de gaseosa a dispensar se activa M2, M1 (motor dispensador de vasos y motor de la banda transportadora respectivamente). Cuando el vaso ha sido colocado en la banda, este recorre hasta que un S6 (sensor de proximidad) detecte el envase. Inmediatamente después de la detección del vaso por S6, se activa EX (X puede ser 1,2 o 3 depende de la selección realizada anteriormente) y dispensa la cantidad de gaseosa escogida, el proceso finaliza al retirar el vaso.

S2 detiene el proceso en cualquier estado en el que se encuentre el proceso (ver Figura 3.13.).

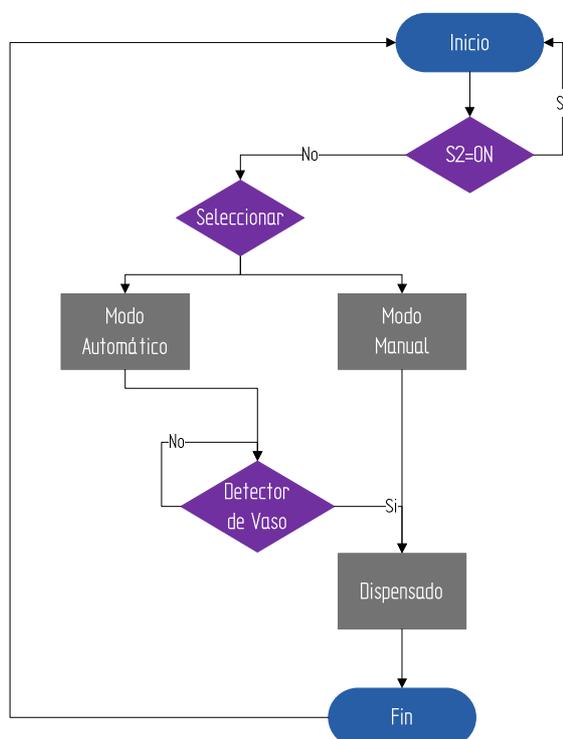


Figura 3.13. Proceso paro de emergencia.

Elaborado por: Franklin Morocho

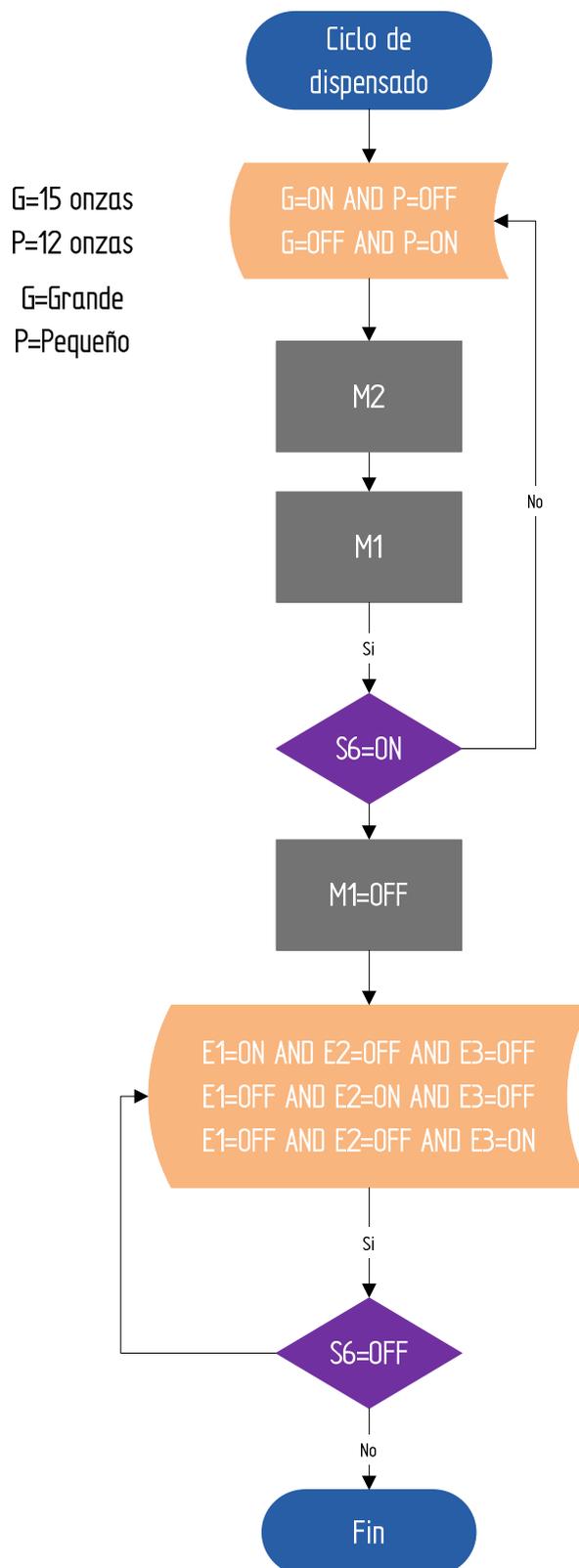


Figura 3.14. Proceso de dispensado y detección de vaso.

Elaborado por: Franklin Morocho

3.10. Modo Manual

Permite elegir por individual la acción que se requiere hacer en el proceso de dispensado, desde las opciones planteadas en el HMI.

Opciones del Modo Manual desde HMI:

Sabor de gaseosa 1

Un pulsador del HMI Activa E1, mientras esté presionado el pulsador, la electroválvula se abre permite la descarga de gaseosa de lo contrario se desactiva y por lo tanto se cierra.

Sabor de gaseosa 2

Un pulsador del HMI activa E2, mientras esté presionado el pulsador, la electroválvula se abre permite la descarga de gaseosa de lo contrario se desactiva y por lo tanto se cierra.

Sabor de gaseosa 3

Un pulsador del HMI activa E3, mientras esté presionado el pulsador, la electroválvula se abre permite la descarga de gaseosa de lo contrario se desactiva y por lo tanto se cierra.

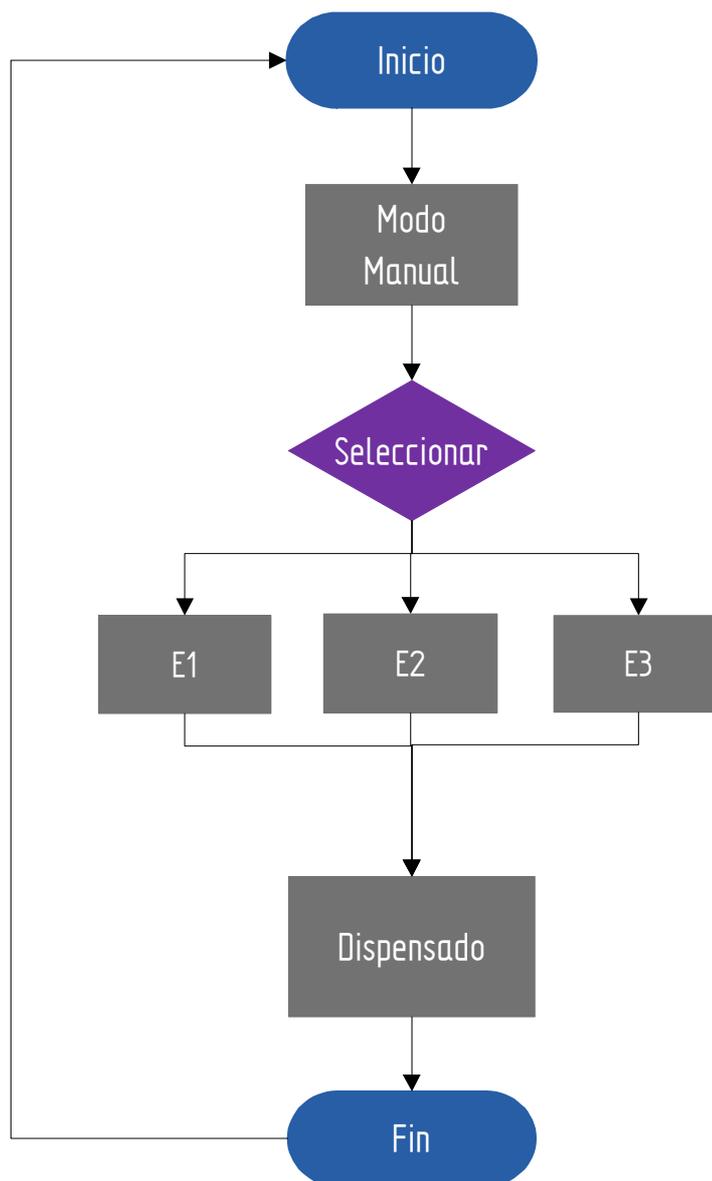


Figura 3.15. Diagrama de flujo modo manual

Elaborado por: Franklin Morocho

3.11. Requerimientos Generales

El sistema necesita un dispositivo que controle el dispensado de gaseosa; este funciona como pieza fundamental, debe recibir señales de sensores, los cuales serán los encargados de enviar señales al controlador cuando detecten nivel bajo de

gaseosa y presencia del vaso respectivamente; además debe estar comunicado con una pantalla que permita escoger tareas a realizar.

El sistema debe manejar relés a la salida del controlador para la activación de dispositivos, como electroválvulas y motores.

3.12. Requerimientos Específicos

PLC

Las principales características con que debe contar el controlador, es que tenga un microprocesador que lo haga veloz en la reacción y el procesamiento de señales de entrada.

El PLC debe permitir conectar en sus entradas sensores capacitivo y fotoeléctrico; se hablara de ellos más adelante debido a su utilización en el prototipo.

El prototipo debe proporcionar señales de salida para la activación de electroválvulas y motores. Además debe tener un puerto de comunicación con la pantalla, opciones configurables por software, etc.

Generalmente los PLC's funcionan a 110 VAC, se pueden conectar directamente a la red de alimentación doméstica, pero para la alimentación de la pantalla HMI usualmente se utiliza una fuente de 24 VCC.

Pantalla HMI

Está pantalla debe ser sencilla y poseer todas las herramientas que se necesitan en el proyecto prototipo; Las pantallas HMI permiten mediante software crear menús, registros, botones, etc.

Fuente de Voltaje

Es necesario que la alimentación de la fuente sea a 110 VAC, que proporcione 24 VDC que necesitan los relés para su enclavamiento y de esta manera cerrar los contactos correspondientes de las electroválvulas.

Sensor de Nivel

Es el encargado de enviar señales al PLC, quien a su vez comunica al HMI que despliegue alarma indicando nivel bajo de gaseosa.

Sensor de Proximidad

Detecta la presencia de vaso, enviando una señal al PLC que indicara el inicio del dispensado.

Electroválvula

Debe controlar el paso de gaseosa, manejar baja presión y ser de accionamiento directo, cumpliendo las condiciones de diseño.

Motor

Debe tener la ventaja modificar su sentido de giro.

Relés

El sistema requiere relés que tengan un excelente desempeño con relación a tiempos de operación, facilidad en las conexiones, habilidad para el enclavamiento

de las bobinas a 24 VDC y contactos a 110/220 VAC facilitando el acoplamiento de las conexiones para las electroválvulas.

3.13. Matriz de decisión

Durante la etapa de evaluación de las alternativas, pueden usarse muchas herramientas, cualitativas y cuantitativas, una simple pero efectiva es la matriz de decisión

Se elige la alternativa que obtenga el resultado más beneficioso.

3.13.1 Matriz de decisión PLC

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
<p>PLC - THINGET XC3 - 14RT</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 8 IN / 6 OUT. • Alimentación 90 ~ 250 VAC • Programación en diagrama Ladder • Puerto de Comunicación RS232/RS485 • Incluye cable de comunicación RS232/RS485 • Software Libre
<p>CPU 212 AC/DC/RV SIEMENS S7-200</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación 110VAC • Instrucciones complejas de programación • No incluye cable de programación

	RS485/RS232 <ul style="list-style-type: none"> • Software Licenciado
LOGO 230RC SIEMENS	<ul style="list-style-type: none"> • 8 IN/ 4 OUT • Alimentación 110VAC • Capacidad de memoria baja • No incluye cable programación

Tabla 3.3. Matriz de decisión PLC

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.2 Matriz de decisión HMI

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
HMI OP-320 XINJE	<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla Monocromática 3" • Alimentación 24VDC/5W • 4 líneas de texto y gráficos • Incluye cable de programación • 7 Teclas navegadoras • Compatible con varias marcas de PLC • Software Libre

HMI TD-400	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación 24VDC • Compatible con Siemens S7-200 • No incluye cable de programación • Software Licenciado
-------------------	--

Tabla 3.4. Matriz de decisión HMI

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.3 Matriz de decisión Sensor de Nivel

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
Sensor Capacitivo HCP 18R	Alcance: 8 mm Voltaje : 12 - 24VDC Hilos : 3 Salida de control NPN - NA Frecuencia 1,5 Khz Detección Saliente
Sensor Inductivo KOREA	Alcance 4 mm

	Voltaje 12 - 24VDC Hilos 3 Salida de control PNP - NA Frecuencia 500 Hz Detección Saliente
--	--

Tabla 3.5. Matriz de Sensor de nivel

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.4. Matriz de decisión Sensor fotoeléctrico

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
Sensor Auto-réflex PZ1 - R40N	Detección Materiales transparentes Sensibilidad Ajustable Alcance :20cm Voltaje 12 – 24 VDC Salida de control NPN - NA Modo de operación

	Light On/Dark On
Sensor Auto-réflex BR100 KOREA	Detección Materiales transparentes Sensibilidad Ajustable Alcance :10cm Voltaje : 12 – 24 VDC Salida de control PNP - NA Modo de operación Light On/Dark On

Tabla 3.6. Matriz de Sensor fotoeléctrico

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.5 Matriz de decisión Electroválvulas

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
RSC- 2	Medio : Agua Presión : 0 ~ 8 bar Modo de acción : Acción directa Estructura de Membrana G conexión : ¼" Voltaje Operación AC: 120V/50-60HZ Tiempo de Reacción: 6 ~ 20 mseg.
2W-JSERIES	Medios

	<p>Gas, Agua, Aire, Vacío</p> <p>Tipo de función</p> <p>Normalmente cerrado (N/C)</p> <p>Normalmente abierto (N/O)</p> <p>Presión</p> <p>10bar Normalmente Cerrados</p> <p>6bar Normalmente abiertos</p> <p>Modo de acción</p> <p>Acción directa</p> <p>T conexión : ½"</p> <p>Voltaje Operación</p> <p>AC: 120V/50-60HZ 22VA</p>
--	--

Tabla 3.7. Matriz de decisión Electroválvulas

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.6 Matriz de decisión Motores

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
<p>HUANIN MOTOR</p> <p>YN70-15</p>	<p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor reversible • Reductor de Velocidad <p>Eje: 1</p> <p>Voltaje Operación</p> <p>AC: 110V/50-60HZ 15W</p> <p>Condensador</p> <p>6µF/250VAC</p>

B&B MOTOR	Eje 1 Voltaje Operación AC: 110V/60HZ 10W RPM 60
----------------------	--

Tabla 3.8. Matriz de decisión Motores

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.7. Matriz de decisión Fuente de Voltaje

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
DR-45 MEAN WELL	Voltaje de Salida 24 VDC Potencia 48W 2A Alimentación 100-240 VAC Protección

	Por sobrecarga/Cortocircuito
EBCHQ	<p>Voltaje de Salida</p> <p>24 VDC</p> <p>Potencia</p> <p>25W 1,04A</p> <p>Alimentación</p> <p>96-264 VAC</p> <p>Protección</p> <p>Por sobrecarga/Cortocircuito</p>

Tabla 3.9. Matriz de decisión Fuente de voltaje

Elaborado por: Franklin Morocho

3.13.8. Matriz de decisión Relés

EQUIPOS	CARACTERÍSTICAS
Relé Schneider Electric	<p>Potencia nominal</p> <p>1.1 VA (CA), 0.7 w (CC)</p> <p>Tensión Máxima: 24VDC/250 VAC</p> <p>Intensidad Máxima: 6A</p> <p>Tiempo de operación + rebote</p> <p>10 ms</p> <p>Tiempo de apertura + rebote</p>

	8 ms Vida mecánica, ops 10 millones en CA, 20 millones en CC
Relé Releco	Potencia nominal 1.1 VA (CA), 0.7 w (CC) Tensión Máxima: 24VDC/250 VAC Intensidad Máxima: 6A Tiempo de operación + rebote 15 ms Tiempo de apertura + rebote 10 ms Vida mecánica, ops 5 millones en CA, 10 millones en CC

Tabla 3.10. Matriz de decisión Relés

Elaborado por: Franklin Morocho

3.14. Representación Estructural de Dispensador de Bebidas Gaseosas

Diagrama de bloque del sistema.

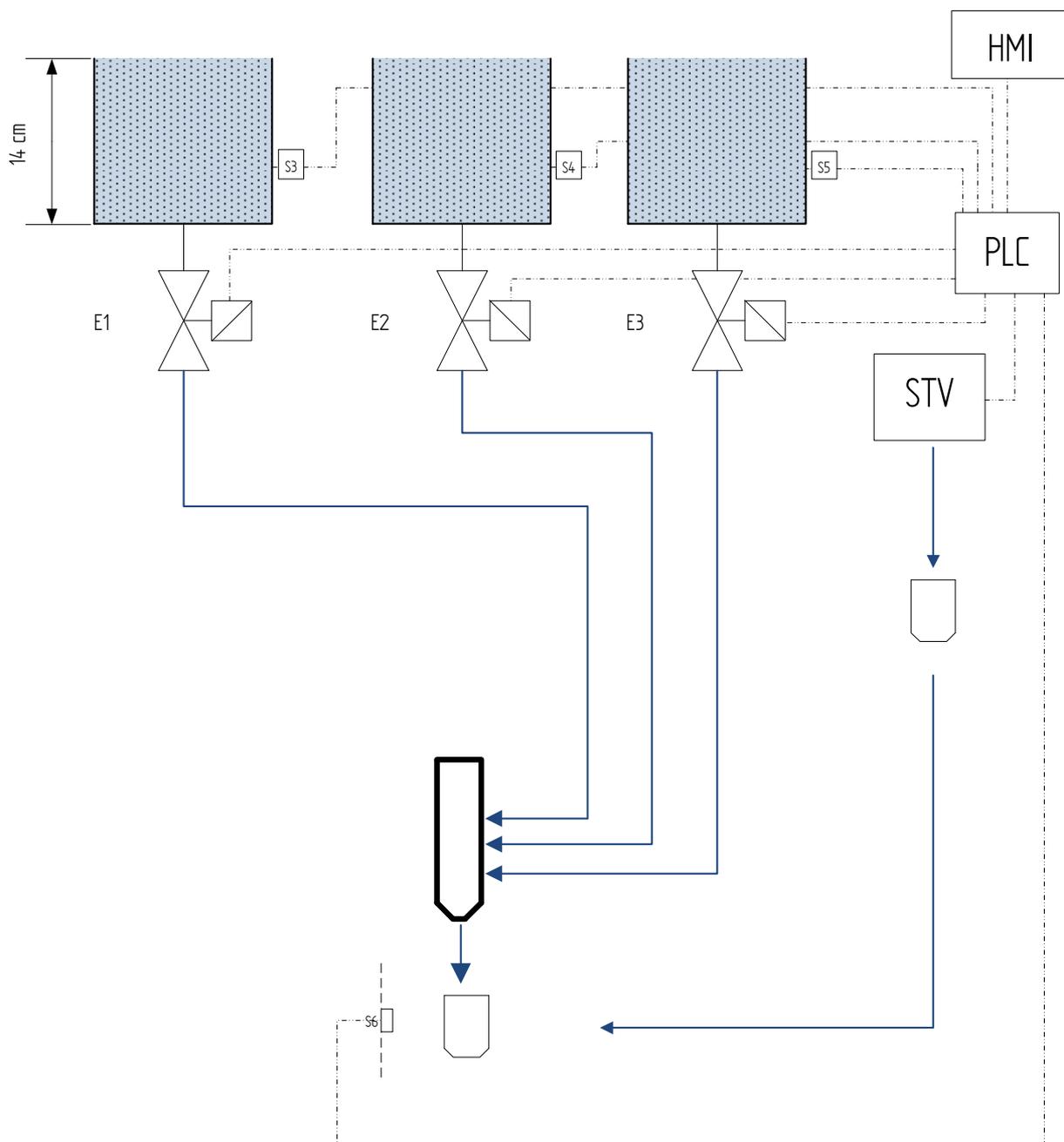


Figura 3.16. Diagrama de Bloques del sistema de control.

Diseñado por: Franklin Morocho

La Figura 3.16, muestra como parte central al PLC, este recibe señales provenientes de la pantalla HMI y envía señales de control, dependiendo de la tarea a realizar, permitiendo el control de electroválvulas (E1, E2, E3), y motores representados por el sistema de transporte de vasos ubicado (STV), en la parte superior derecha en la figura.

3.15. Diseño del Prototipo dispensador

3.15.1 Diagrama Circuitos de Mando

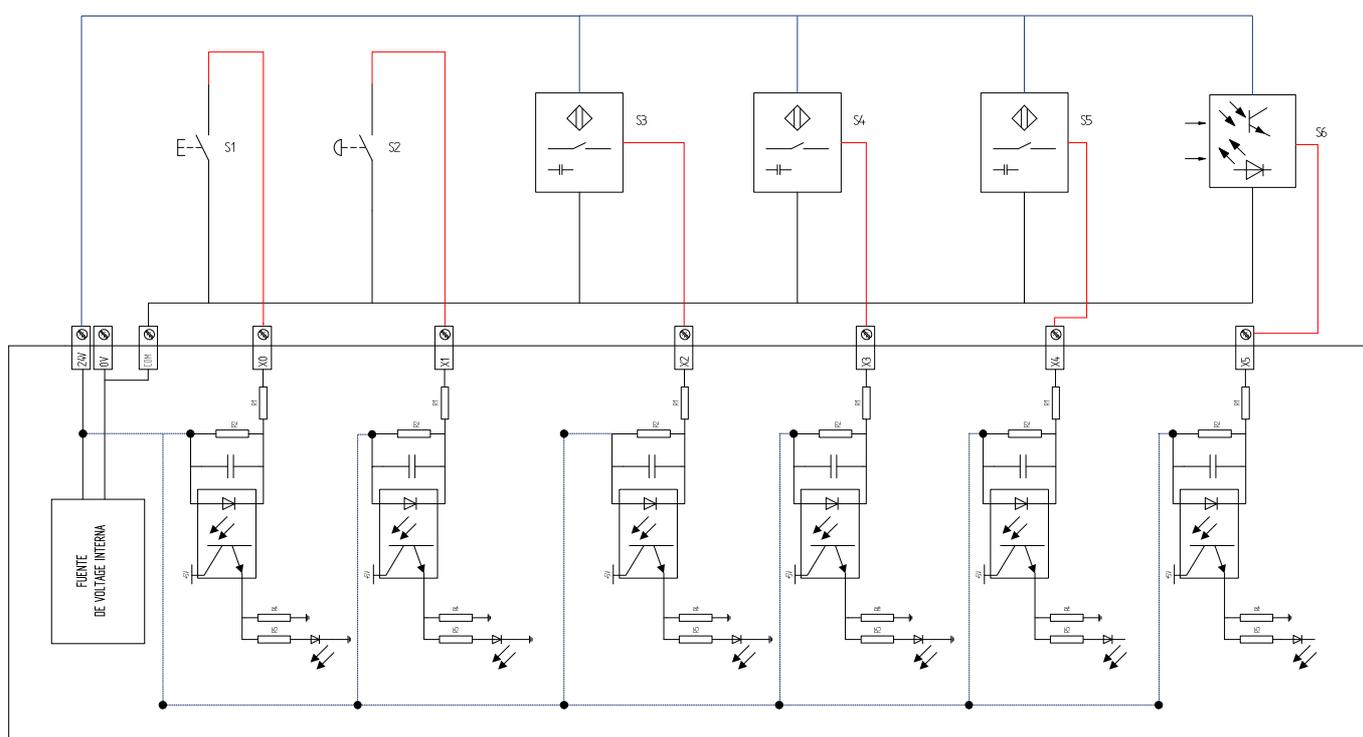


Figura 3.17. Circuito de mando.

Diseñado por: Franklin Morocho

3.15.2 Diagrama Circuito de Fuerza

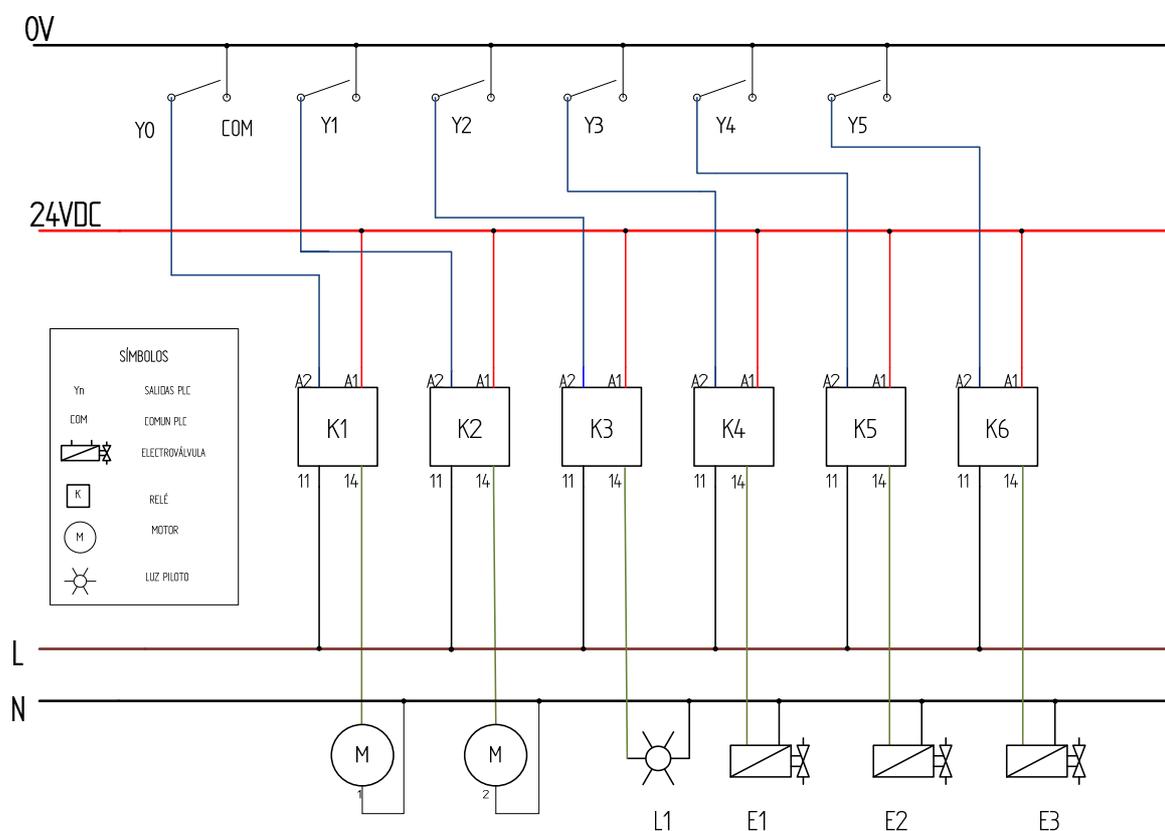


Figura 3.18. Circuito de Fuerza

Diseñado por: Franklin Morocho

3.16. Armario

Debe ser un armario pequeño metálico dentro del cual se va a construir e implementar el sistema controlador. Debe ser empotrable y disponer de algún mecanismo de seguridad para que el acceso a su interior sea únicamente posible de una llave especial para abrirlo. El tamaño del armario debe ser suficientemente como para que se pueda distribuir todos los dispositivos de una manera sencilla y correcta.

3.17. Ubicación de elementos.

Con base a los requerimientos generales y específicos del sistema controlador, se puede establecer los elementos que básicamente el sistema de control necesita:

- Controlador Lógico Programable PLC.
- Sensor fotoeléctrico.
- Sensores capacitivos.
- Electroválvulas.
- Pantalla HMI, monocromática.
- Fuente de voltaje de 24 VCC.
- Porta fusibles
- Breakers.
- Relés.
- Borneras.
- Armario.

La disposición de los elementos va a depender directamente del tamaño del armario a utilizar.

3.18. Representación Física del prototipo dispensador

Para la construcción de la estructura del prototipo dispensador se utiliza acero inoxidable, gracias a su elevada pureza y resistente a la corrosión³⁰, este material es ampliamente utilizado en la industria alimenticia; en la figura se muestra las dimensiones de la estructura, basadas en dispensadores existentes.

³⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Corrosi%C3%B3n>

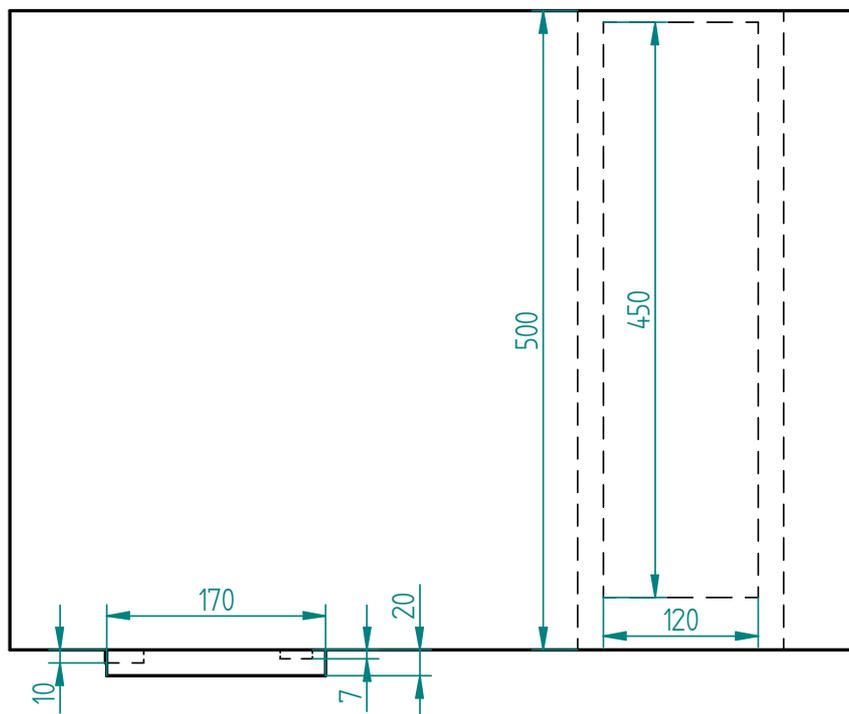


Figura 3.19. Vista Superior Estructura prototipo dispensador.
Diseñado por: Franklin Morocho

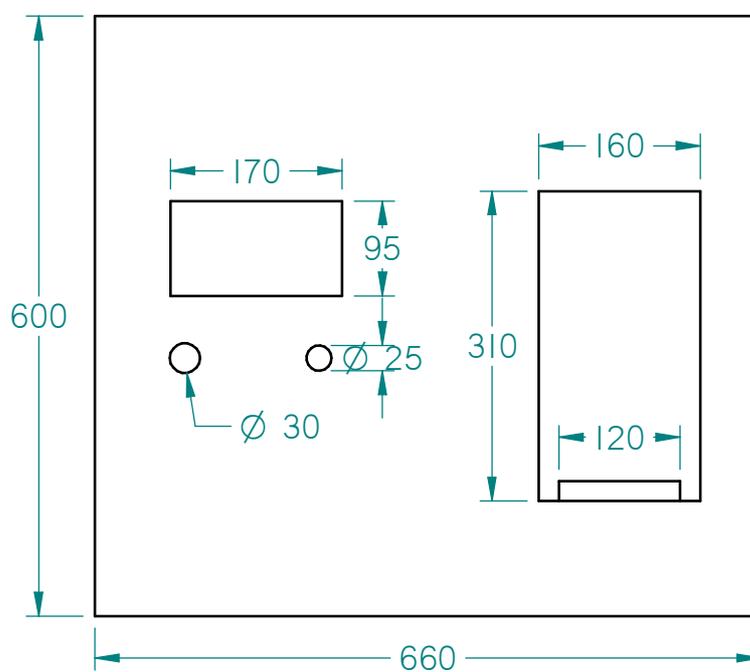


Figura 3.20. Vista Frontal prototipo dispensador.

Diseñado por: Franklin Morocho

Las dimensiones de la estructura del prototipo dispensador, satisfacen los requerimientos del sistema, y el fácil montaje de los diferentes dispositivos a utilizar en este proyecto.

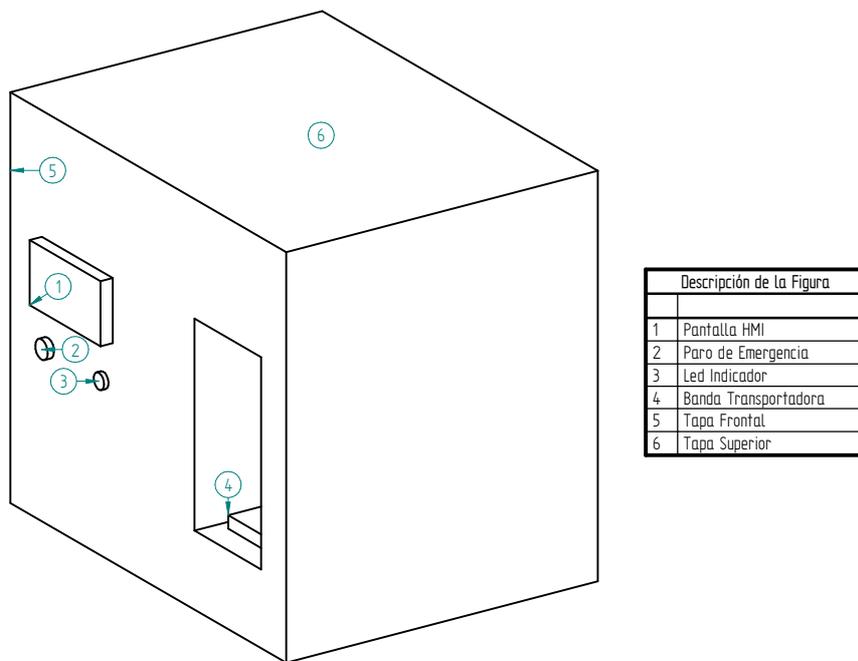


Figura 3.21. Estructura prototipo dispensador.

Diseñado por: Franklin Morocho



Figura 3.22. Vista Frontal prototipo dispensador.



Figura 3.23. Vista Interior Estructura dispensador



Figura 3.24. Base Banda Transportadora

3.19. Contenedor de gaseosa.

El sistema necesita un contenedor de gaseosa donde almacene de manera parcial el líquido proveniente de la botella de 3 litros; este contenedor sirve de soporte para la botella.

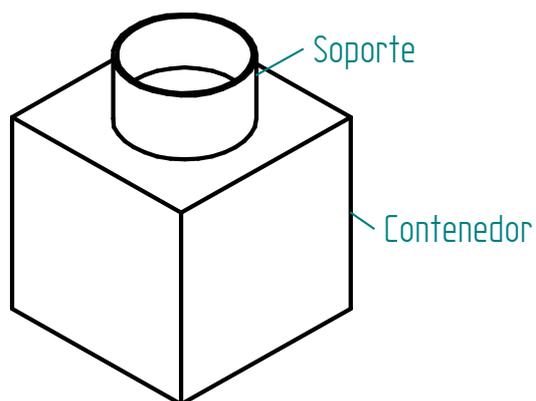


Figura 3.25. Contenedor de gaseosa

Diseñado por: Franklin Morocho

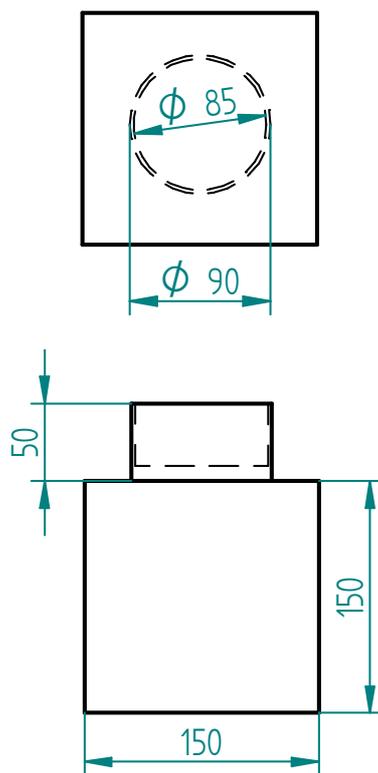


Figura 3.26. Dimensiones contenedor de gaseosa

Diseñado por: Franklin Morocho



Figura 3.27. Contenedor de gaseosa

Diseñado por: Franklin Morocho

3.20. DESARROLLO DEL SOFTWARE

En esta parte se explica todo lo concerniente al software que se utiliza, sus características y su adaptación al sistema para el correcto funcionamiento del mismo.

3.20.1 Software PLC Thinget, XC Series Program Tool V3.3

El Software XC Series Program Tool V3.3 presenta todas las características de los programas diseñados bajo el sistema operativo Windows, es decir, barras de menú y ventanas; este software es de distribución libre se puede descargar del sitio web del fabricante www.xinje.com.

1. Para poder utilizar el software, se ubica el programa previamente instalado en la barra de INICIO/Todos los programas/Thinget/XCPPro/ XC Series Program Tool.
2. Una vez ubicado el programa se lo ejecuta, aparecerá la siguiente ventana que se observa en la siguiente figura.

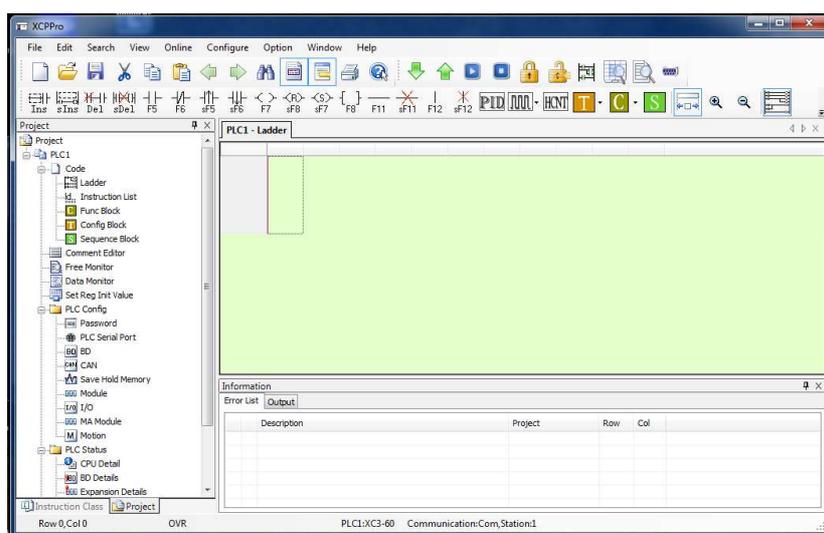


Figura 3.28. Ventana de inicio del software XC Series Program Tool.

3. Luego se escoge el modelo de PLC para dar inicio a la programación del prototipo dispensador.

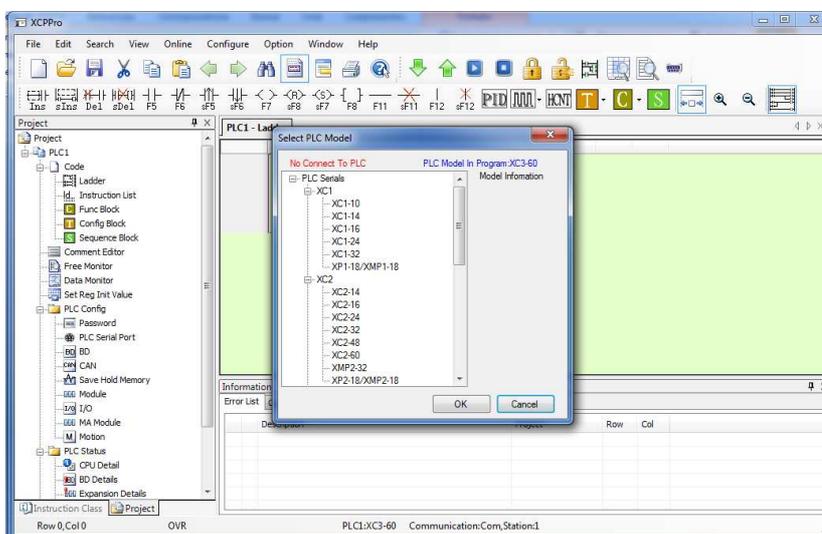


Figura 3.29. Selección del modelo de PLC Thinget a programar

4. Inicio de programación en diagramas en escalera o ladder

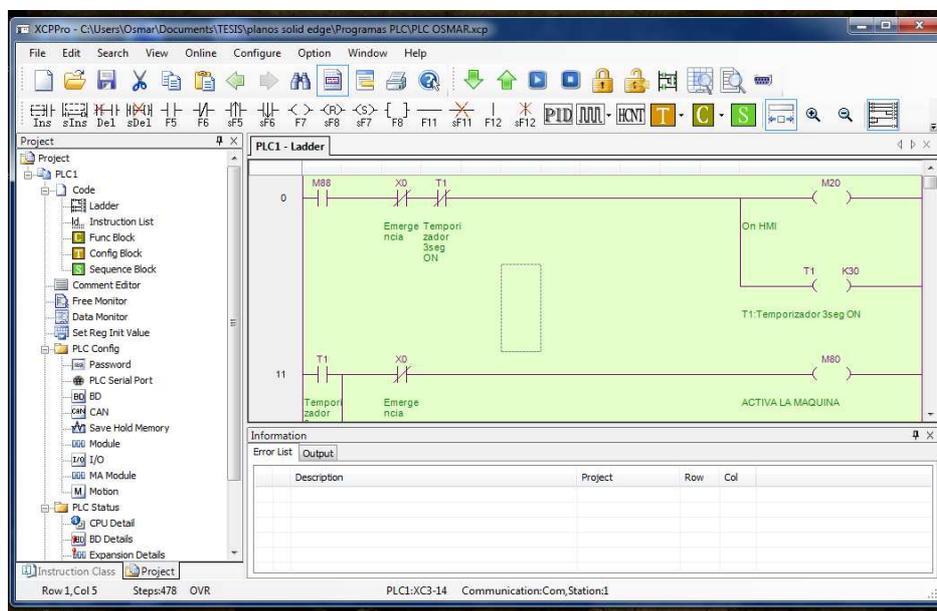


Figura 3.30. Programación en diagramas en escalera³¹

³¹ La programación del sistema se incluye en Anexos.

En las siguientes tablas se describe las variables utilizadas en el desarrollo del programa.

Entradas PLC	Descripción
X0	ON Sistema general
X1	OFF Paro de emergencia
X3	Sensor Capacitivo 1
X4	Sensor Capacitivo 2
X5	Sensor Capacitivo 3
X6	Sensor Fotoeléctrico

Tabla 3.11. Descripción Entradas PLC

Elaborada por: Franklin Morocho

Salidas PLC	Descripción
Y0	Motor Banda Transportadora
Y1	Motor dispensador de vasos
Y2	Luz indicador
Y3	Electroválvula 1
Y4	Electroválvula 2
Y5	Electroválvula 3

Tabla 3.12. Descripción Salidas PLC

Elaborada por: Franklin Morocho

Memorias	
PLC - HMI	Descripción
M0	SABOR 1
M1	SABOR 2
M2	SABOR 3
M3	BAJA VASO
M5	ON BANDA
M6	ON BANDA
M7	ENT. MOD/AUT SABOR 1
M8	ENT MOD/AUT SABOR 2
M9	ENT MOD/AUT SABOR 3
M10	ENTRADA MOD/AUT HMI TAMAÑO VASO GRANDE
M11	ENTRADA MOD/AUT HMI TAMAÑO VASO PEQUEÑO
M12	SALIDA MOD/AUT TAMAÑO VASO GRANDE
M13	SALIDA MOD/AUT TAMAÑO VASO PEQUEÑO
M14	LAMPARA VASO GRANDE
M15	LAMPARA VASO PEQUEÑO
M16	TAMÑO DE VASO SELECCIONADO
M17	ON T2 ANTES DE BAJAR VASO
M18	CONFIRMAR LLENADO HMI MOD/AUT
M19	ON MOTOR BAJA VASO
M20	On HMI
M21	ON BANDA TRANSPORTADORA
M23	SENSOR FOTORLECTRICO
M24	TIEMPO PREVIO A LLENADO

M25	LLENADO
M26	DESACTIVA PROCESO
M27	TIEMPO PREVIO PARA ACCIONAR BANDA
M28	CONFIRMAR ENCENDIDO
M29	TIEMPO ANTES DE ACTIVAR BANDA DE SALIDA VASO
M30	Ent. Pant. Manual
M31	Ent. Pant. Automático
M32	Sali. Pant. Manual
M33	Sali. Pant. Auto
M34	TIEMPO DE LLENADO VASO GRANDE
M35	TIEMPO DE LLENADO VASO PEQUEÑO
M36	ON BANDA SALIDA DE VASO
M37	NIVEL AGUA 1
M38	NIVEL AGUA 2
M39	NIVEL AGUA 3
M40	NIVEL AGUA 1
M41	NIVEL AGUA 2
M42	NIVEL AGUA 3
M50	SALIDA MOD/AUT SABOR 1
M51	SALIDA MOD/AUT SABOR 2
M52	SALIDA MOD/AUT SABOR 3
M53	LAMP.SABOR 1
M54	LAMP. SABOR 2
M55	LAMP SABOR 3
M56	SABOR ESCOGIDO 1

M57	SABOR ESCOGIDO 2
M58	SABOR ESCOGIDO 3
M80	ACTIVA LA MAQUINA
M81	ACT.ELV 3 LLENA VASO
M82	ACT.ELV 4 LLENA VASO
M83	ACT. ELV 5 LLENA VASO
M84	ACT. MOTOR SENTIDO DERECHA
M86	ON BANDA PERMANENTE
M87	ON BANDA TEMPORAL

Tabla 3.13. Descripción de Memorias internas utilizadas en PLC y HMI

Elaborada por: Franklin Morocho

Temporizadores PLC	Descripción
T1	Temporizador 3seg ON
T2	TIEMPO PREVIO PARA BAJAR VASO
T3	TIEMPO QUE BAJA VASO
T4	TIEMPO PREVIO LLENADO
T6	DESACTIVA PROCESO
T7	TIEMPO PREVIO PARA ACCIONAR BANDA
T8	TIEMPO DE LLENADO VASO GRANDE

T9	TIEMPO DE LLENADO VASO PEQUEÑO
T10	TIEMPO ANTES DE ACTIVAR BANDA DE SALIDA VASO
T11	ON BANDA SALIDA DE VASO

Tabla 3.14. Descripción de Temporizadores PLC

Elaborada por: Franklin Morocho

3.21. Diseño de configuración del HMI

Cada parámetro de selección desplegado en la pantalla del HMI tiene una memoria interna que actúa como un relé, se puede configurar como un enclavamiento temporal y actuar directamente sobre el PLC como un relé externo, también existe la opción de configurar el HMI para que la selección actúe solo para cambiar de página en lugar de actuar como relé pero jamás las dos cosas al mismo tiempo.

3.22. Software OP20 Series Edit Tool V8.0n

El Software OP20 Series Edit Tool V8.0n presenta todas las características de los programas diseñados bajo el sistema operativo Windows, es decir, barras de menú y ventanas; este software es de distribución libre se puede descargar del sitio web del fabricante www.xinje.com.

Para poder utilizarlo, se ubica el programa previamente instalado en la barra de INICIO/Todos los programas/Thinget/OP20/OP20 Edit Tool.

Una vez ubicado el programa se lo ejecuta, aparecerá la siguiente ventana que se observa en la siguiente figura.

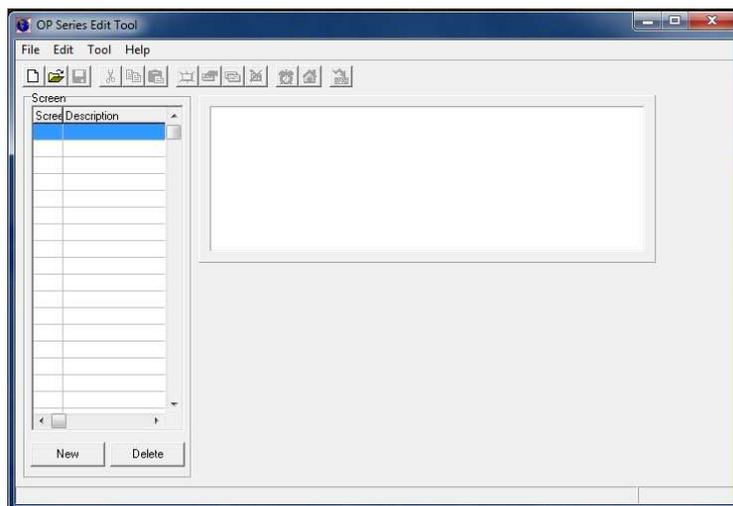


Figura 3.31. Ventana de inicio del software OP320 Edit Tool.

En esta ventana se puede escoger File/New Project cuando se trata de la primera vez y se quiera crear un nuevo proyecto; Open Project si se va a abrir una aplicación ya existente, o subir un proyecto que se quiera modificar ya existente en el HMI.

Al escoger New Project, se desplegará una nueva ventana (Figura), en el cuál se va a escoger el tipo de pantalla a utilizar; se selecciona la pantalla OP320.

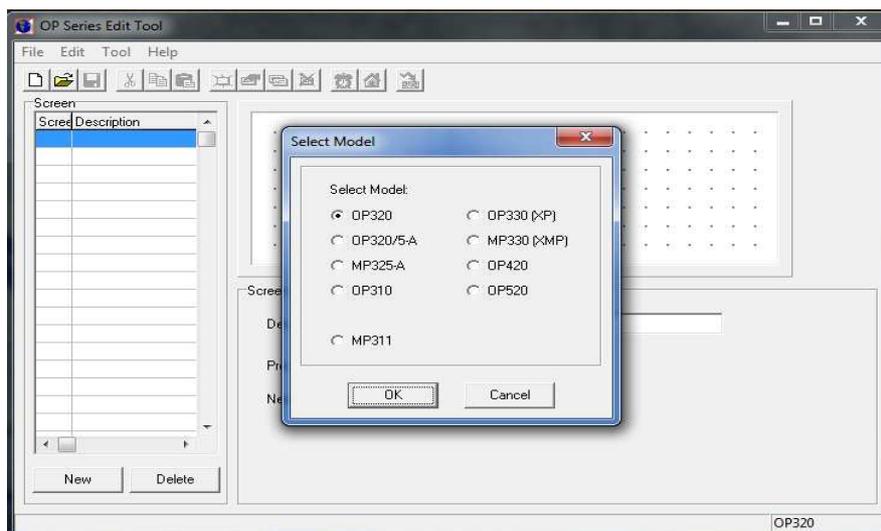


Figura 3.32. Selección del tipo de pantalla.

Luego se selecciona el modelo del PLC con el cual el HMI va interactuar en el proceso de dispensado; finalmente se desarrolla la programación del HMI.

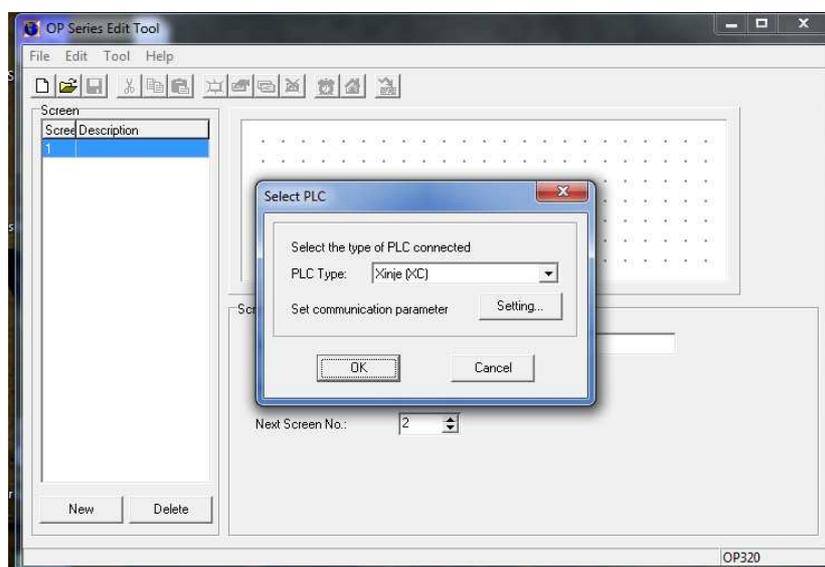


Figura 3.33. Selección de Marca de PLC a utilizar.

En esta sección se describe de forma general la programación del HMI

1. Ingreso de títulos para facilitar el uso del sistema.

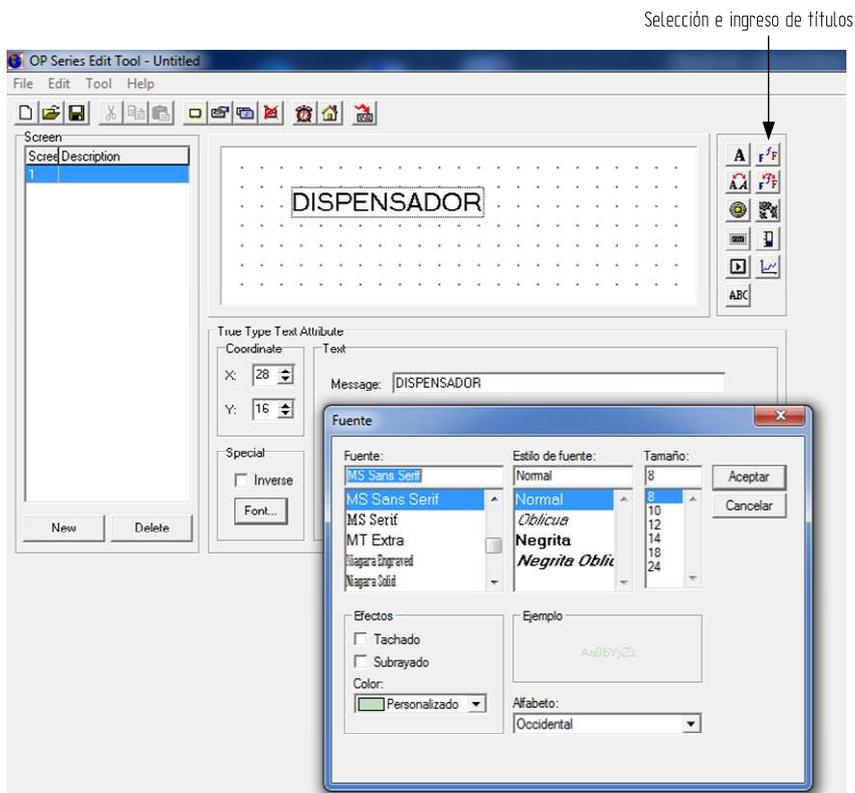


Figura 3.34. Programación y edición de títulos.

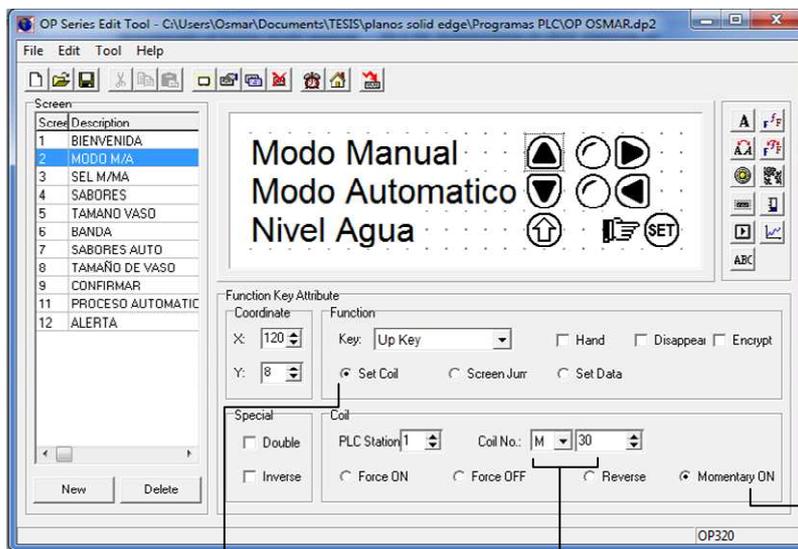
2. El uso de botones dentro de la programación del HMI facilita el manejo del sistema prototipo. En la figura 3.35 el botón  permite activar el sistema mientras sea presionado por 3 segundos o más. La configuración del botón indicará el proceso a realizar por ejemplo activación de elementos (electroválvulas, motores), saltos de páginas. Estos botones controlan a través de memorias internas las instrucciones desarrolladas en el diagrama ladder del PLC (Figura 3.36).

Selección de Botones



Lista de la forma del botón a utilizar en pantalla de inicio

Figura 3.35. Selección de botones en el HMI



Botón Modo Manual activo mientras este presionado

Botón Modo Manual cuando es presionado activa bobina de relé

Memoria interna del PLC que controla botón Modo Manual

Figura 3.36. Programación de botones en HMI

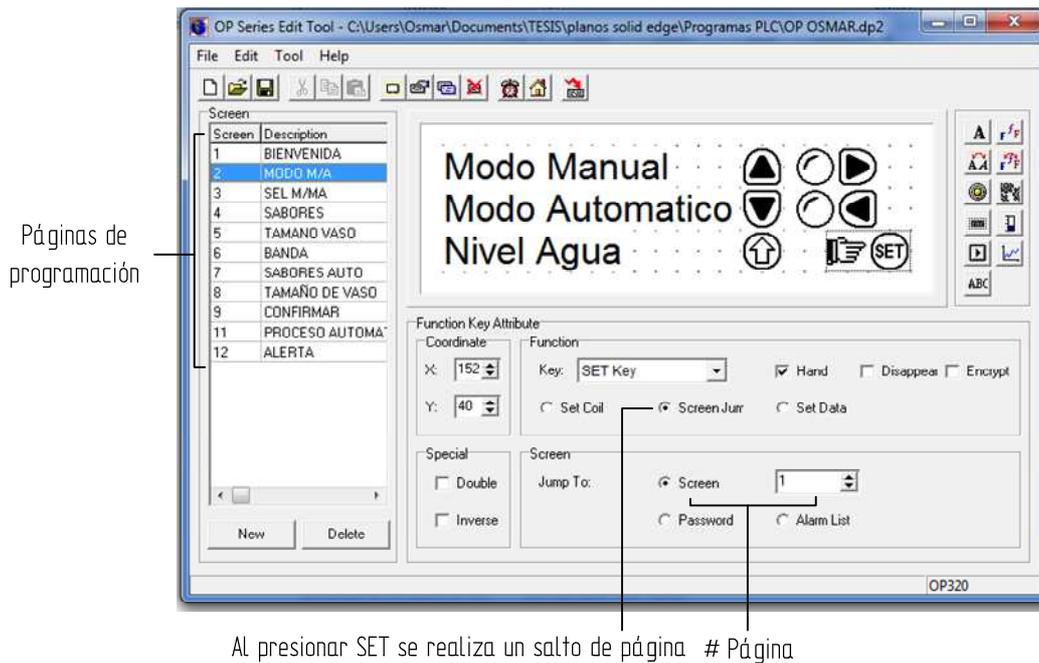


Figura 3.37. Programación saltos de página en HMI

A continuación se detalla el menú de configuración del HMI:

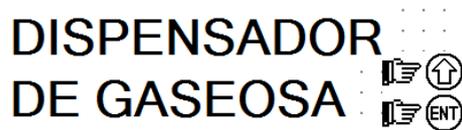


Figura 3.38. Pantalla de Bienvenida.

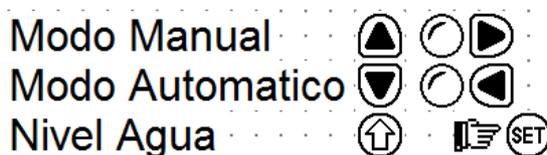


Figura 3.39. Modos de Operación Manual/Automático.

3.22.1 Modo Manual

Este modo permite seleccionar de forma independiente los elementos que intervienen el proceso de dispensado de gaseosa. Se usa este modo para mantenimiento.

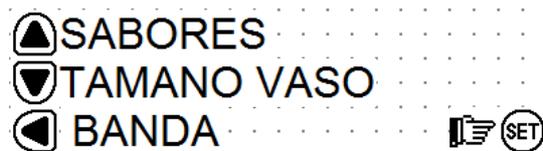


Figura 3.40. Menú modo manual.

Mientras se presione el botón del sabor deseado, este abrirá la electroválvula dispensando la gaseosa escogida.

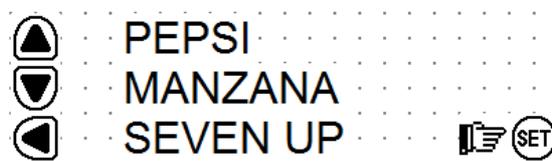


Figura 3.41. Sabores de gaseosa.

Se puede controlar el dispensado de vasos mientras se tenga presionado el botón Bajar Vaso, con el fin de verificar su correcto funcionamiento.



Figura 3.42. Control dispensado de vasos.

La banda transportadora puede ser controlada de forma permanente o por tiempos de acuerdo a la selección escogida.



Figura 3.43. Opciones de control banda transportadora en Modo manual.

3.22.2 Modo Automático

Toda selección realizada en este modo lleva a una secuencia con el fin de confirmar el inicio del dispensado.



Figura 3.44. Sabores de gaseosa.



Figura 3.45. Tamaño de vaso a escoger.



Figura 3.46. Confirmación sabor/tamaño de gaseosa a dispensar.

Luego de confirmación de sabor de gaseosa y cantidad a dispensar, se activa el motor que controla el dispensado de vasos, una vez depositado el vaso sobre la banda transportadora, esta se mueve hasta que el sensor fotoeléctrico detecte el vaso iniciando el llenado del vaso con el sabor y cantidad de gaseosa escogida previamente.

CAPÍTULO IV

4. IMPLEMENTACIÓN

4.1. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES PARA LA IMPLEMENTACIÓN

En esta sección del documento se detalla en breve las características técnicas y diagramas de conexión de los elementos que se han escogido para la construcción del prototipo.

4.1.1. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE PLC

PLC THINGET XC3 - 14RT

Se opta por utilizar el PLC THINGET XC3 - 14RT, cumple con los requerimientos del sistema.



Figura 4.1. PLC Thinget XC3-14RT³²

³² Las especificaciones técnicas detalladas pueden apreciarse en las hojas técnicas del PLC en la sección de anexos.

4.1.2. Conexión del cable de programación



Figura 4.2. Conexión del cable de programación del PLC

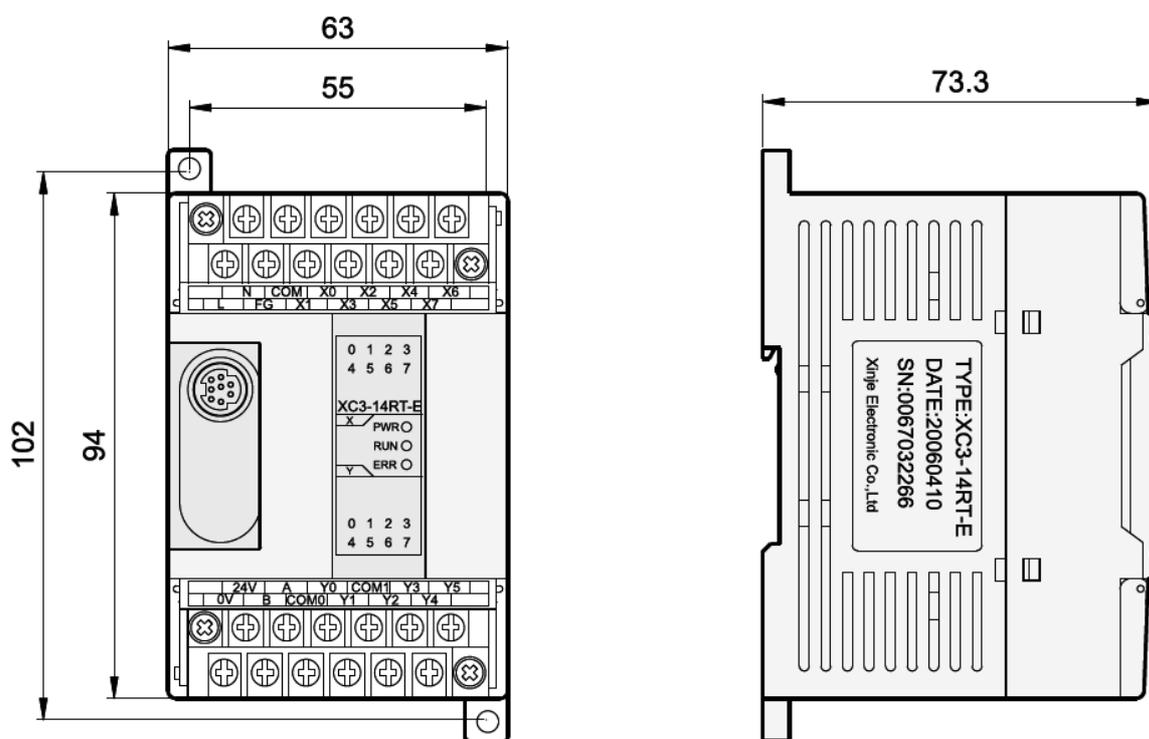


Figura 4.3. Dimensiones del PLC

Input signal's voltage	DC24V \pm 10%
Input signal's current	7mA/DC24V
Input ON current	Up to 4.5mA
Input OFF current	Low than 1.5mA
Input response time	About 10ms
Input signal's format	Contact input or NPN open collector transistor
Circuit insulation	Photo-electricity coupling insulation
Input action's display	LED light when input ON

Tabla 4.1. Parámetros de entrada del PLC

Interior power		Below AC250V、DC30V
Circuit insulation		Mechanism insulation
Action denote		LED indicate lamp
Max load	Resistant load	3A
	Induce load	80VA
	Lamp load	100W
Open circuit's leak current		-
Mini load		DC5V 2mA
Response time	OFF→ON	10ms
	ON→OFF	10ms

Tabla 4.2. Parámetros de salida del PLC

HMI Xinje OP-320

Serie OP es una interfaz mini-máquina del sistema de automatización, que supervisa, modifica la condición de un registro de control o de un relé en el interior o fuera del PLC, de esta manera el operador puede controlar el prototipo dispensador de forma fácil; Este HMI tiene el mismo estándar de comunicación con el PLC.



Figura 4.4. HMI OP – 320³³

³³ Las especificaciones técnicas detalladas pueden apreciarse en las hojas técnicas del PLC en la sección de anexos.

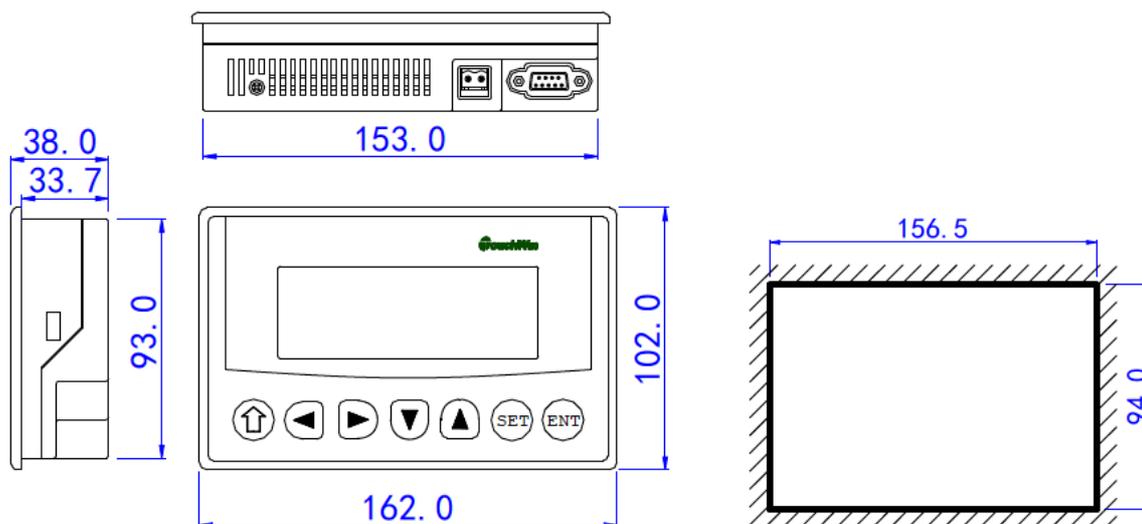


Figura 4.5. Dimensiones HMI OP-320

Input voltage	DC24V
Input voltage range	DC20V-DC28V
Power	< 4W(TYPE2.0W)
Power-off permission	< 20ms
Voltage endurance	AC1000V-10MA 1minute (signal and ground)
Insulated resistance	DC500V- about 10MΩ (signal and ground)

Tabla 4.3. Especificaciones Eléctricas pantalla HMI OP-320

Conexión del cable de programación HMI

Conector DB9 Hembra

Conector DB9 Hembra

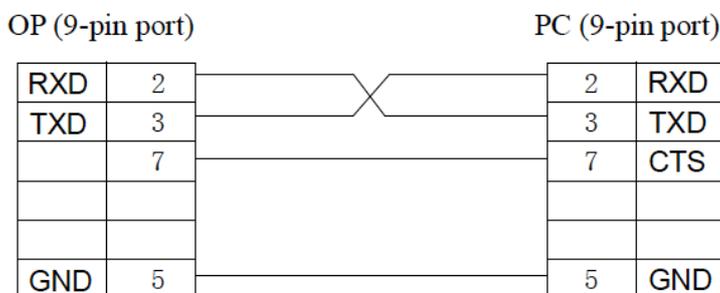


Figura 4.6. Conector DB9 pantalla HMI



Figura 4.7. Cable de programación de la HMI

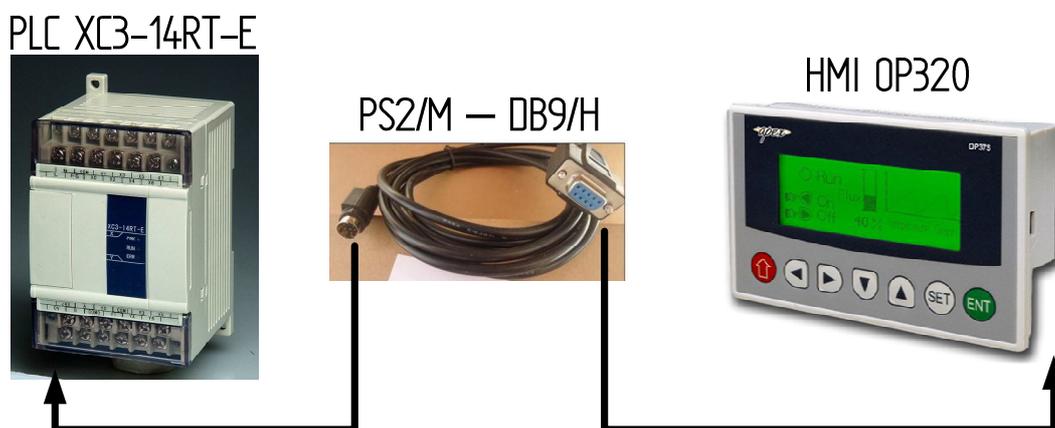


Figura 4.8. Conexión PLC - pantalla HMI OP-320

Parameter	Recommend Settings	Choices of settings	Note
PLC model	XC series	FC/XC series	Choose correct PLC model communicating with OP
Port	RS232	RS232/RS485	
Data bit	8	7/8	Accord with PLC port settings
Stop bit	1	1/2	Accord with PLC port settings
Parity	Even parity	Even /odd/no parity	Accord with PLC port settings
Baud rate	19200	4800/38400/9600/115200 /19200/187500	Accord with PLC port settings
Station no.	1	0~255	

Tabla 4.4. Parámetros de comunicación PLC - pantalla HMI OP-320

		Wiring Method	Load Operation		
DC Switching	NPN				
			Sensing Object	Presence Nothing	NO NC
			Load [Brown (Red) - Black (White)]	Operation Reset	
	PNP				
			Sensing Object	Presence Nothing	NO NC
			Load [Black (White) - Blue (Black)]	Operation Reset	
AC Switching	NPN				
			Sensing Object	Presence Nothing	NO NC
			Load	Operation Reset	
	PNP				
			Sensing Object	Presence Nothing	NO NC
			Load [Brown (Red) - Black (White)]	Operation Reset	

Figura 4.12. Esquema de conexión Sensor Capacitivo HCP 18R

4.1.5. Sensor fotoeléctrico PZ1-R40N

Auto-réflex: Detección: Materiales transparentes

Sensibilidad: Ajustable



Figura 4.13. Sensor fotoeléctrico.

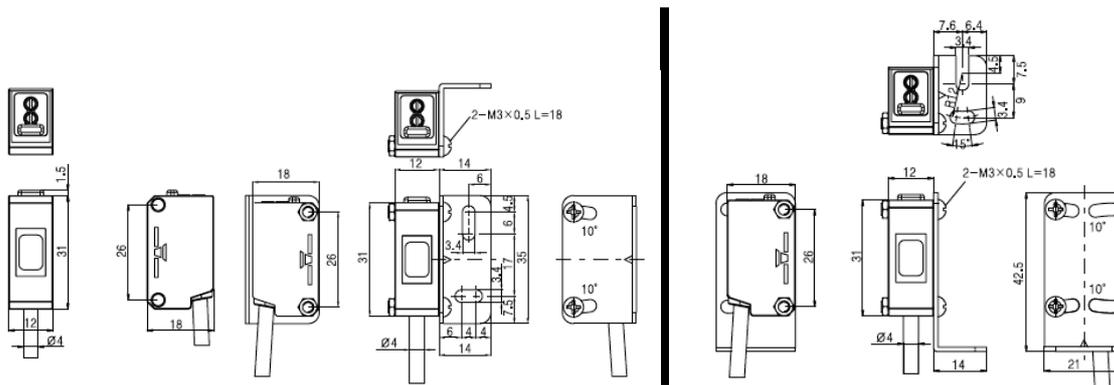
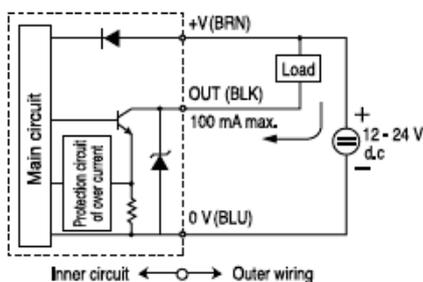


Figura 4.14. Dimensiones Sensor fotoeléctrico PZ1-R40N.

■ NPN TYPE



■ PNP TYPE

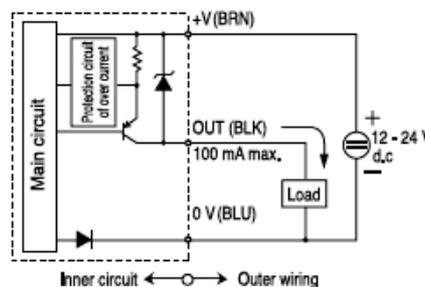


Figura 4.15. Diagrama de conexión Sensor fotoeléctrico PZ1-R40N.

4.1.6. Relés

El relé que se usa es marca Schneider Eléctric por su buena garantía y porque cumple con lo requerido en el sistema.



Figura 4.16. Relé Schneider Electric

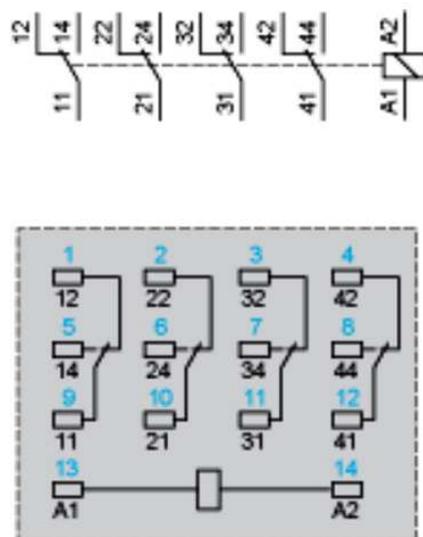


Figura 4.17. Diagrama de conexión Relé Schneider Electric

4.1.7. Fuente de voltaje de 24 VDC



Figura 4.18. Fuente de voltaje Mean Well 24VDC

4.2. Diagrama de conexiones Entradas/Salidas PLC

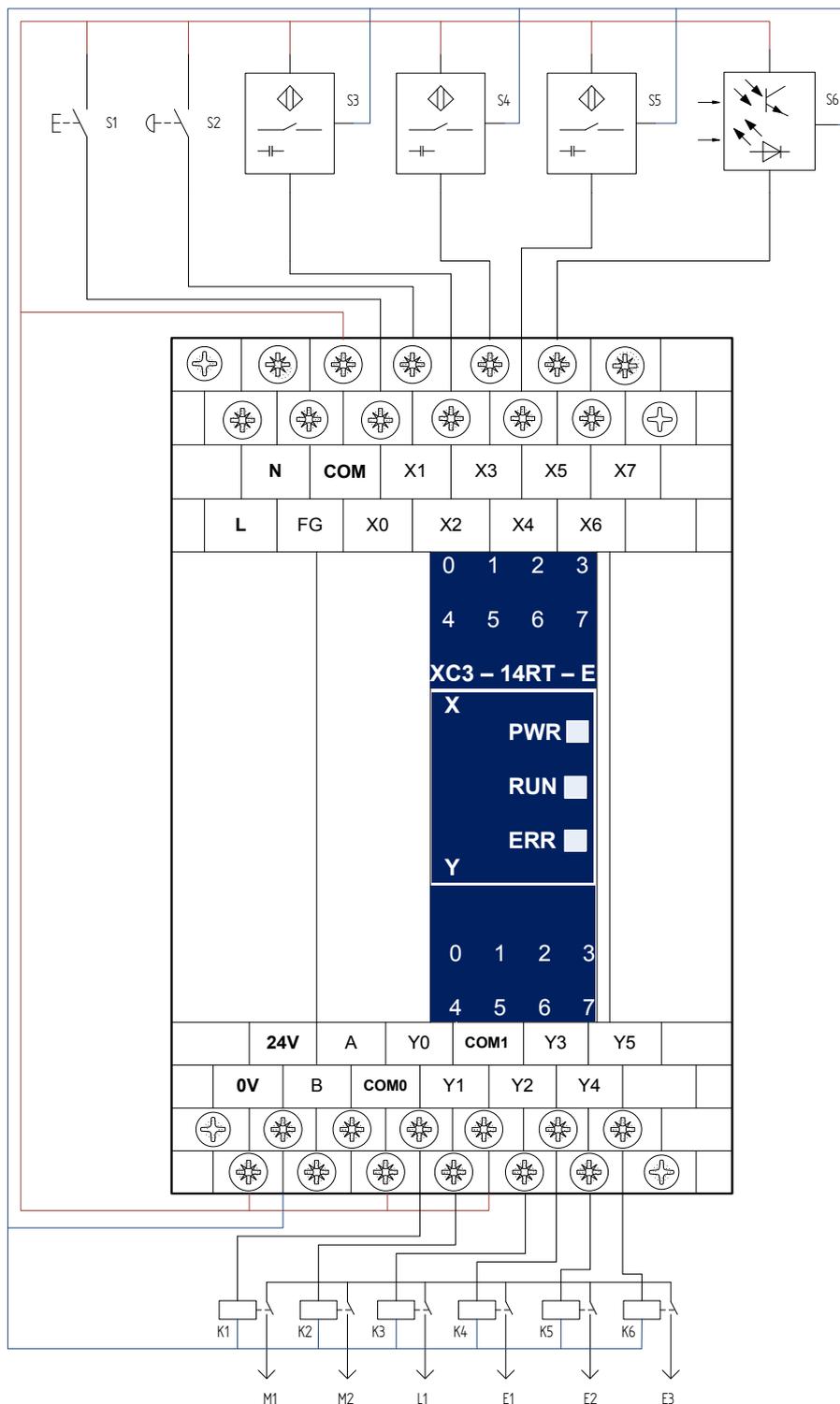


Figura 4.19. Conexiones Entradas/Salidas PLC

Diseñado por: Franklin Morocho

4.3. Protecciones para los relés, entradas/salidas del PLC

Para los relés por especificación de fábrica se protege con un fusible de 6A para los contactos a 110VAC. Para las entradas y salidas del PLC se usa un fusible de 2A porque no existe una carga considerable para aumentar el amperaje.

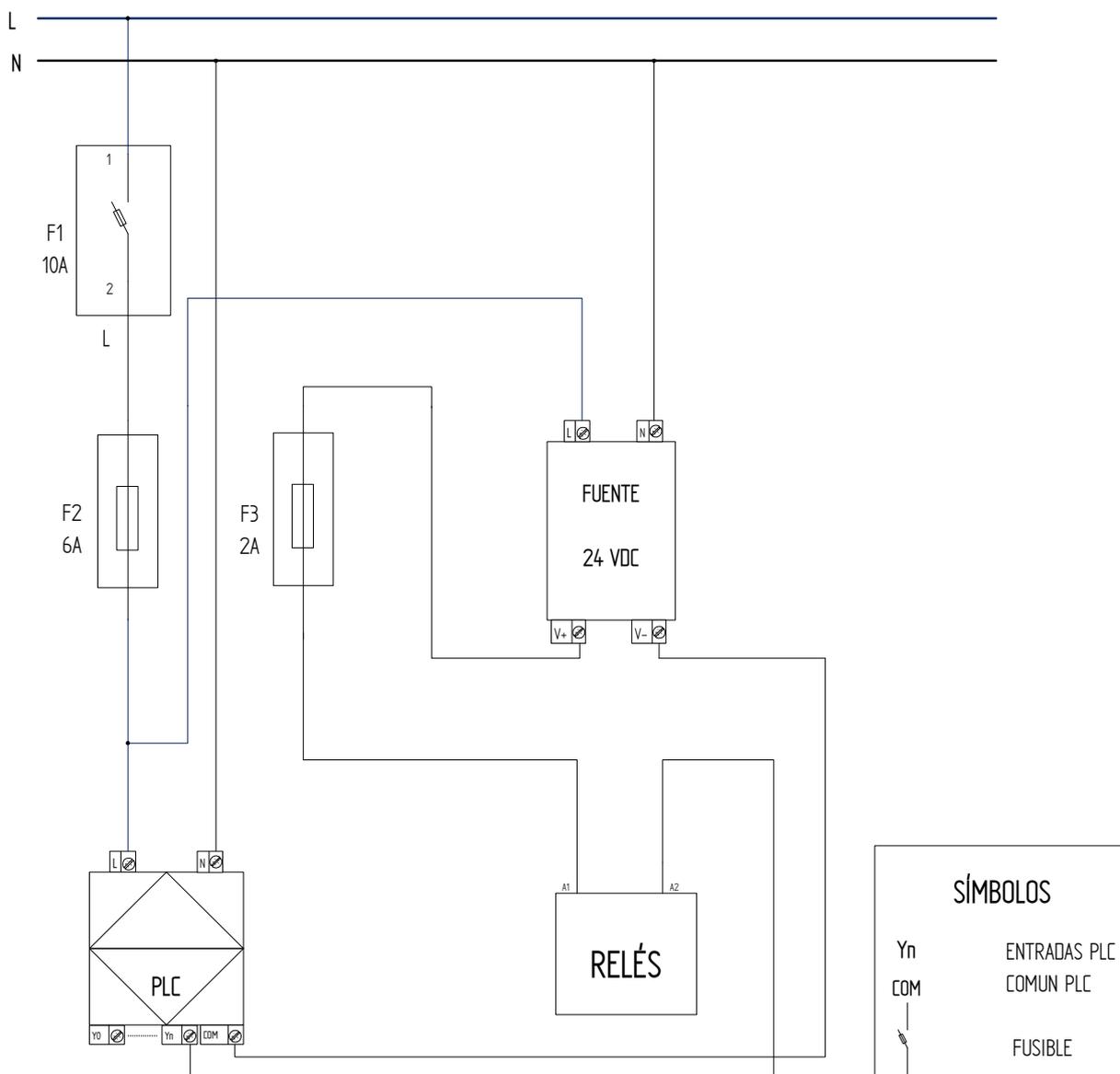


Figura 4.20. Circuito de protecciones.

Diseñado por: Franklin Morocho

4.4. Diseño e Implementación del Tablero de control

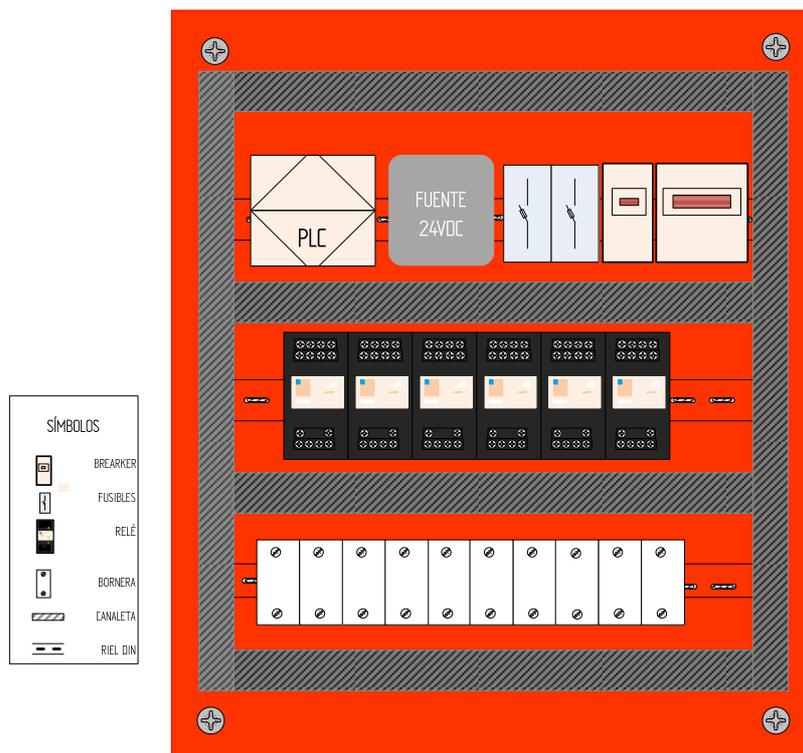


Figura 4.21. Diseño de Tablero de Control

Diseñado por: Franklin Morocho



Figura 4.22. Implementación de Tablero de Control



Figura 4.23. Implementación de Tablero de Control.



Figura 4.24. Tablero de Control



Figura 4.25. Implementación de elementos del Prototipo dispensador



Figura 4.26. Implementación de electroválvulas.

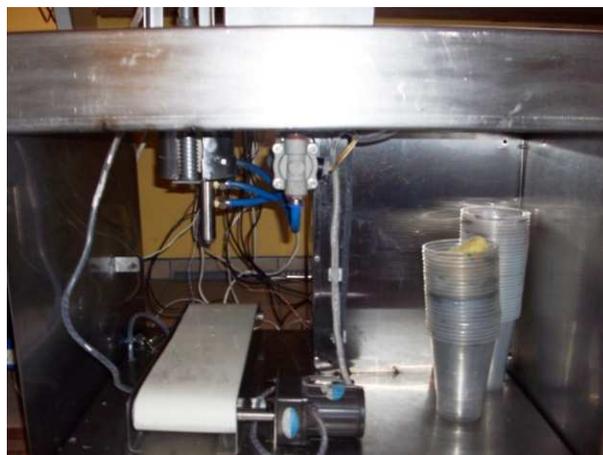


Figura 4.27. Cableado de la Estructura Prototipo Dispensador parte trasera.



Figura 4.28. Cableado de la Estructura Prototipo Dispensador frontal.

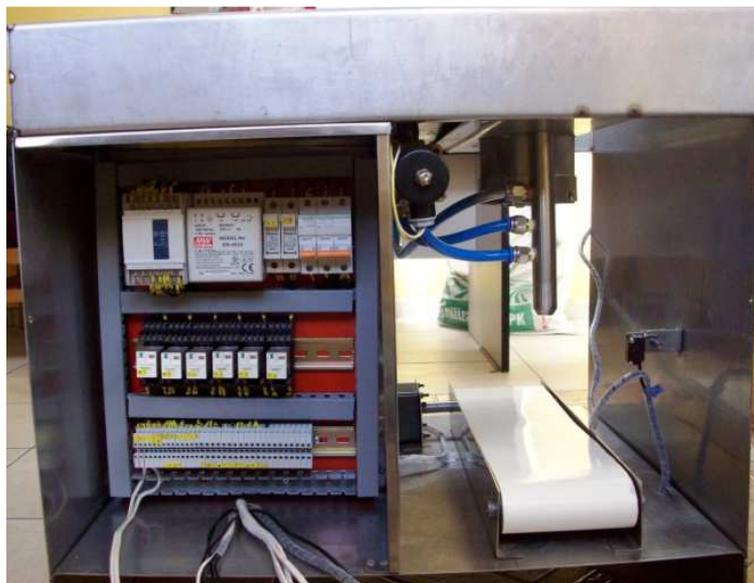


Figura 4.29. Alojamiento del tablero de control en la estructura del prototipo dispensador.



Figura 4.30. Instalación de luz piloto en la estructura del prototipo dispensador



Figura 4.31. Prototipo dispensador de gaseosas.

4.5. Revisiones del Prototipo

Se realizaron las revisiones necesarias para verificar que el sistema funcione correctamente, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Se verifica que todos los elementos de control estén bien conectados.
- Se verifica que la fuente de la pantalla HMI esté bien polarizada.
- Se conecta a la alimentación 110VAC al tablero de control.
- Se enciende el prototipo, se prueba que funcione el sistema en modo manual ya que dentro de este campo se puede activar todos los elementos de fuerza que tiene el prototipo de forma independiente.
- Se verifica que los motores trabajen adecuadamente.
- Una vez encendido el prototipo se comprueba que los sensores capacitivos, fotoeléctrico funcionen correctamente.
- Se procede con la programación del modo automático ajustando el proceso una y otra vez hasta verificar que el sistema funcione correctamente.



Figura 4.32. Revisión Entradas/Salidas PLC - HMI Tablero de Control



Figura 4.33. Revisión de sensores capacitivos.

4.6. Pruebas realizadas

- Se usa vasos de 15 onzas para las revisiones y pruebas de llenado.
- Una vez terminado el prototipo se lo puso en marcha, no funcionó de forma correcta la primera vez, debido a que en el programa del PLC había un error en la etapa de dispensado de los vasos ocasionando problemas al realizar el llenado de vasos con gaseosa.
- Al correr el programa por primera vez el prototipo funcionaba bien, en la etapa de pruebas se detectó que las memorias de la pantalla HMI, no coincidían con el PLC por lo tanto no ejercía la función deseada.
- Al iniciar el proceso en modo automático la banda transportadora no se detenía cuando el sensor fotoeléctrico detectaba el vaso lo que ocasionó desperdicio de gaseosa.
- Al final corrigiendo todos estos inconvenientes la máquina funciona correctamente para el objetivo planteado.

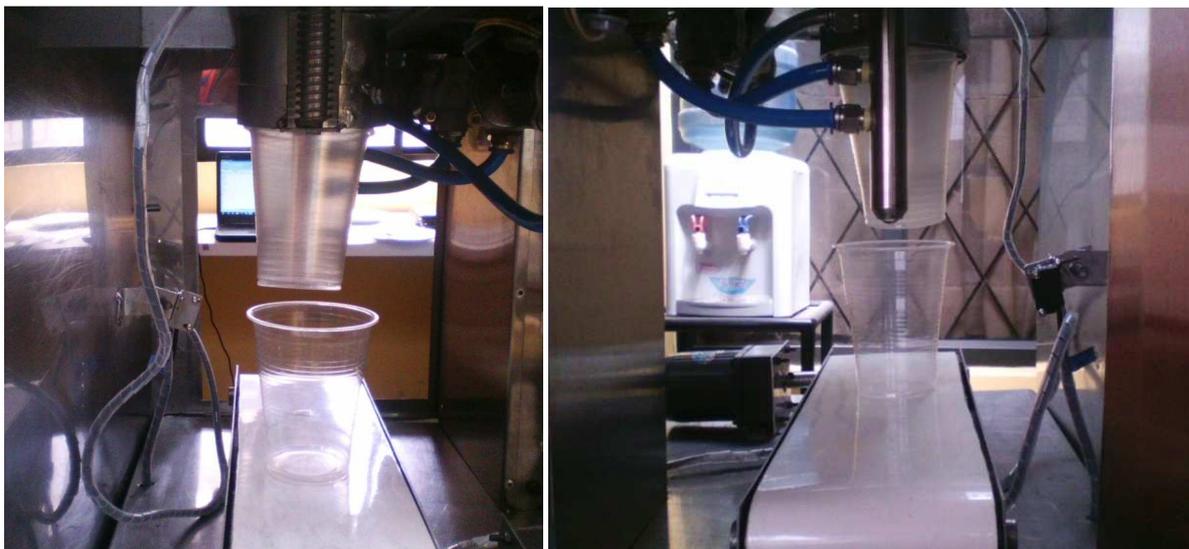


Figura 4.34. Pruebas dispensado de vasos.

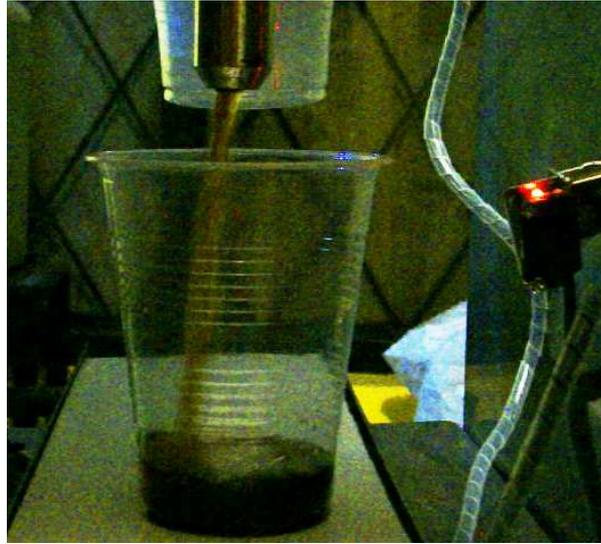


Figura 4.35. Pruebas de llenado cantidad 15 onzas.

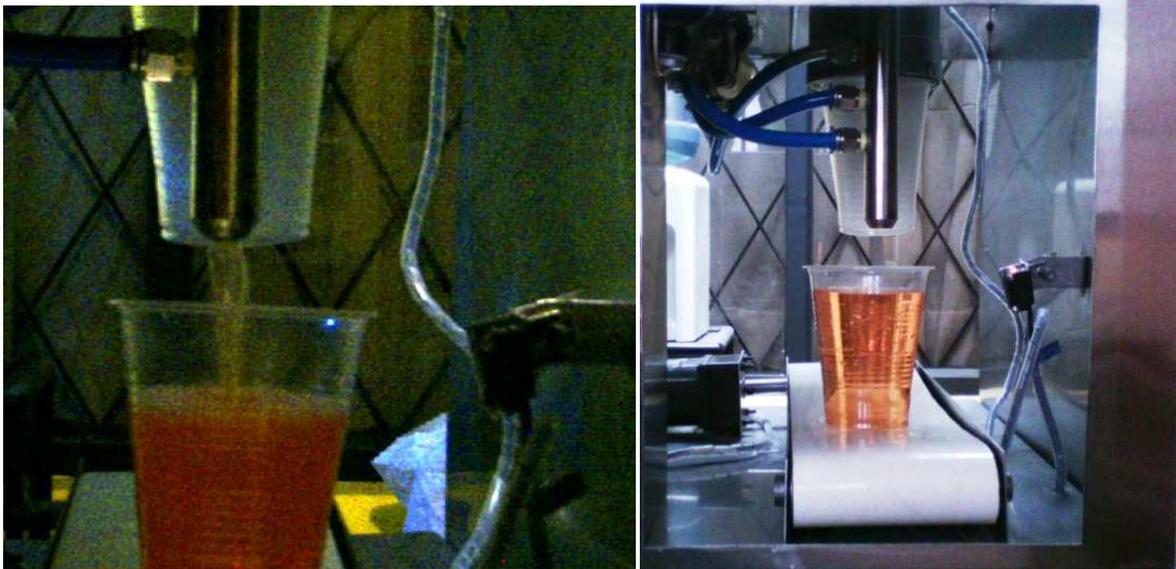


Figura 4.36. Pruebas de llenado cantidad 15 onzas.

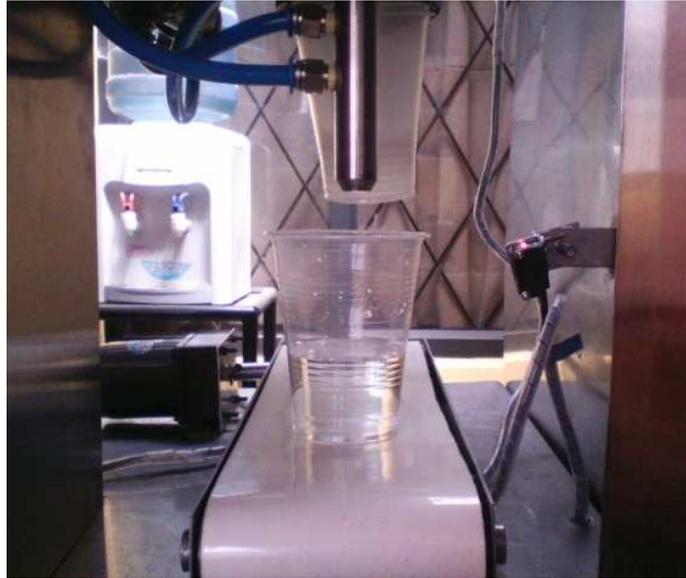


Figura 4.37. Pruebas de llenado cantidad 12 onzas sabor seven up.



Figura 4.38. Pruebas de llenado cantidad 12 onzas sabor coca cola.

Cantidad a dispensar	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
Grande = 15 onzas	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Pequeño = 12 onzas					X	X	X											X	X	X
Sabor Gaseosa																				
Pepsi		X		X				X							X	X	X			
Manzana	X					X				X				X					X	
Seven up			X		X		X		X		X	X	X					X		X
Caida vaso																				
Normal																				
Si	X	X				X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
No			X	X	X								X					X		
Llenado																				
Normal																				
Si	X	X	X	X						X			X	X	X	X	X	X	X	X
No					X	X	X	X	X		X	X								

Cantidad a dispensar	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40
Grande = 15 onzas	X		X			X	X				X	X	X							
Pequeño = 12 onzas		X		X	X			X	X	X				X	X	X	X	X	X	X
Sabor Gaseosa																				
Pepsi	X							X	X	X				X						
Manzana			X				X					X				X				
Seven up		X		X	X	X					X		X		X		X	X	X	X
Caida vaso																				
Normal																				
Si	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
No																				
Llenado																				
Normal																				
Si	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
No																				

Tabla 4.5. Revisiones y Pruebas del prototipo

Elaborado por: Franklin Morocho

4.6.1. Tabulación de Resultados de las Pruebas

Pruebas de dispensado cantidad de llenado 15 onzas

Dispensado de vasos

Se utiliza 21 intentos para revisar el funcionamiento del dispensado de vasos cuando se desea llenar 15 onzas (tamaño grande) de gaseosa, como resultados se obtiene: En 18 intentos el dispensado de vasos se realiza de forma normal, existiendo 3 problemas en la caída de vasos, debido a que los vasos no se desconectaron. Tabla 4.6, Figura 4.39, Figura 4.40 muestran los resultados de las pruebas.

Si	18
No	3

Tabla 4.6. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 4.39. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

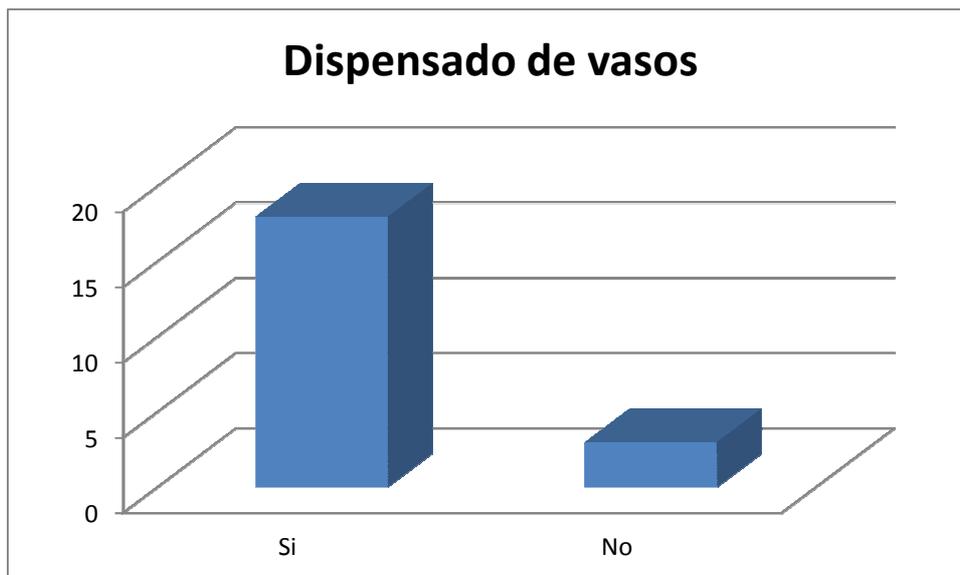


Figura 4.40. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

Llenado de gaseosa

De 21 intentos usados para evidenciar el llenado de 15 onzas de gaseosa, en 17 ocasiones el dispensado es normal, 4 intentos el llenado no es el mismo debido a que en los contenedores se cuenta con un volumen menor a un 1 litro de gaseosa.

Tabla 4.7, Figura 4.41, Figura 4.42 muestran los resultados de las pruebas.

Si	17
No	4

Tabla 4.7. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho

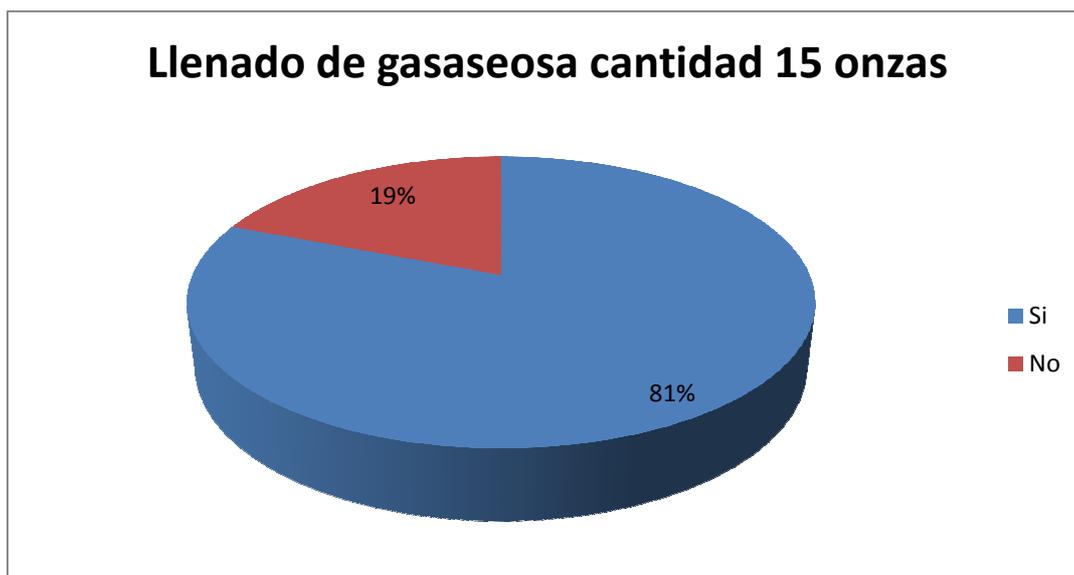


Figura 4.41. Resultados de pruebas llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho

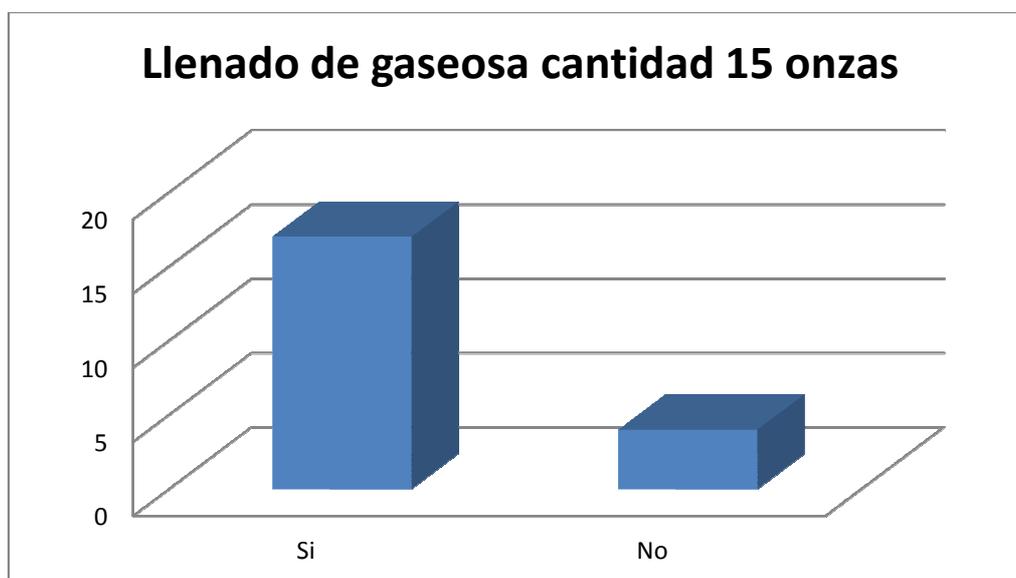


Figura 4.42. Resultados de pruebas llenado de gaseosa cantidad 15 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho

Pruebas de dispensado cantidad de llenado 12 onzas

Dispensado de vasos

Se usa 19 intentos para revisar el funcionamiento del dispensado de vasos cuando se desea llenar 12 onzas (tamaño pequeño) de gaseosa, como resultados se obtiene: En 17 intentos el dispensado de vasos se realiza de forma normal, existiendo 2 problemas en la caída de vasos, debido a que los vasos no se desconectaron. Tabla 4.8, Figura 4.43, Figura 4.44 muestran los resultados de las pruebas.

Si	17
No	2

Tabla 4.8. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 4.43. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

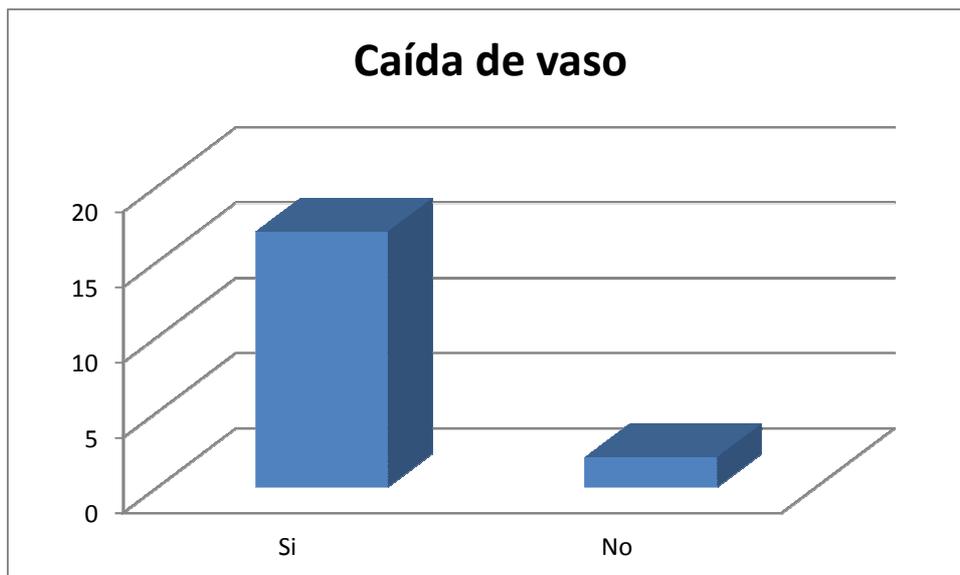


Figura 4.44. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

Llenado de gaseosa

De 19 intentos usados para evidenciar el llenado de 12 onzas de gaseosa, en 16 ocasiones el dispensado es normal, 3 intentos el llenado no es el mismo debido a que en los contenedores se cuenta con un volumen menor a un 1 litro de gaseosa.

Tabla 4.9, Figura 4.45, Figura 4.46 muestran los resultados de las pruebas.

Si	16
No	3

Tabla 4.9. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 4.45. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho

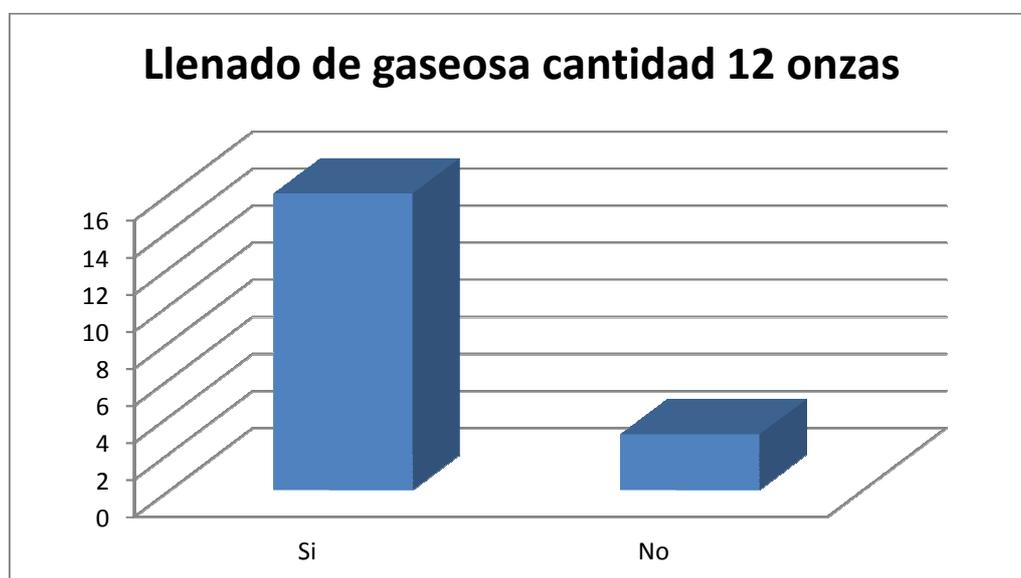


Figura 4.46. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa cantidad 12 onzas.

Elaborado por: Franklin Morocho

Pruebas Dispensado General

Dispensado de vasos

Se usa 40 intentos para revisar el funcionamiento del dispensado de vasos, como resultados se obtiene: En 35 intentos el dispensado de vasos se realiza de forma normal, existiendo 5 problemas en la caída de vasos, debido a que los vasos no se desconectaron. Tabla 4.10, Figura 4.47, Figura 4.48 muestran los resultados de las pruebas.

Si	35
No	5

Tabla 4.10. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho



Figura 4.47. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

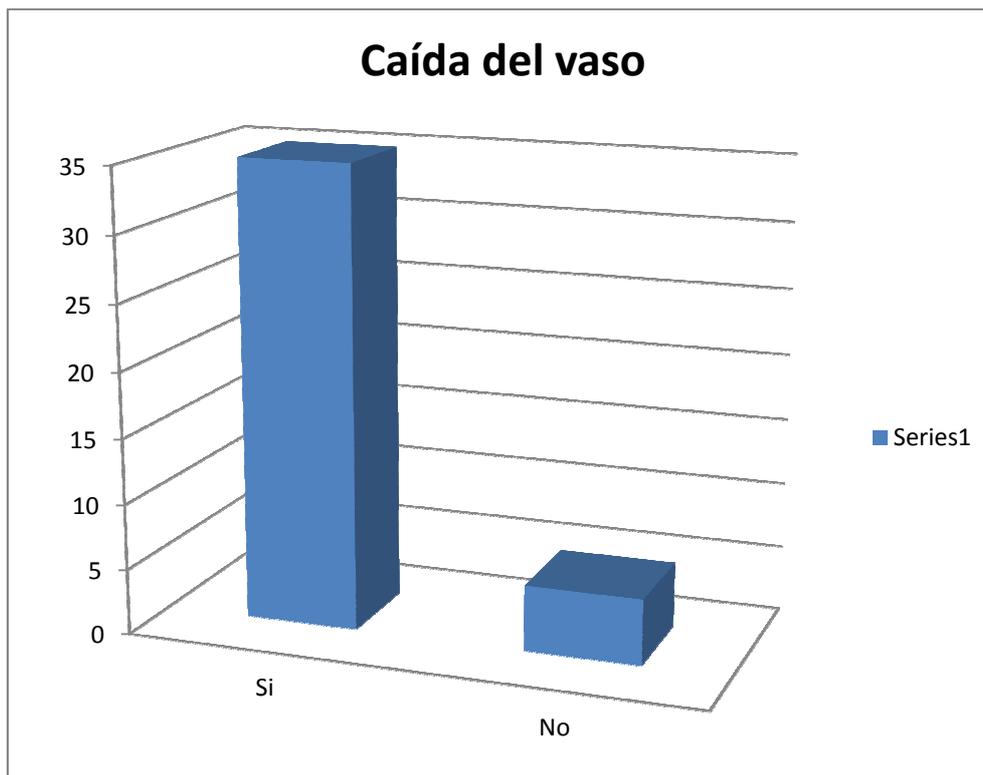


Figura 4.48. Resultados de pruebas dispensado de vasos

Elaborado por: Franklin Morocho

Llenado de gaseosa

De 40 intentos usados para evidenciar el llenado de gaseosa, en 33 ocasiones el dispensado es normal, 7 intentos el llenado no es el mismo debido a que en los contenedores se cuenta con un volumen menor a un 1 litro de gaseosa. Tabla 4.11, Figura 4.49, Figura 4.50 muestran los resultados de las pruebas.

Si	33
No	7

Tabla 4.11. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general..

Elaborado por: Franklin Morocho

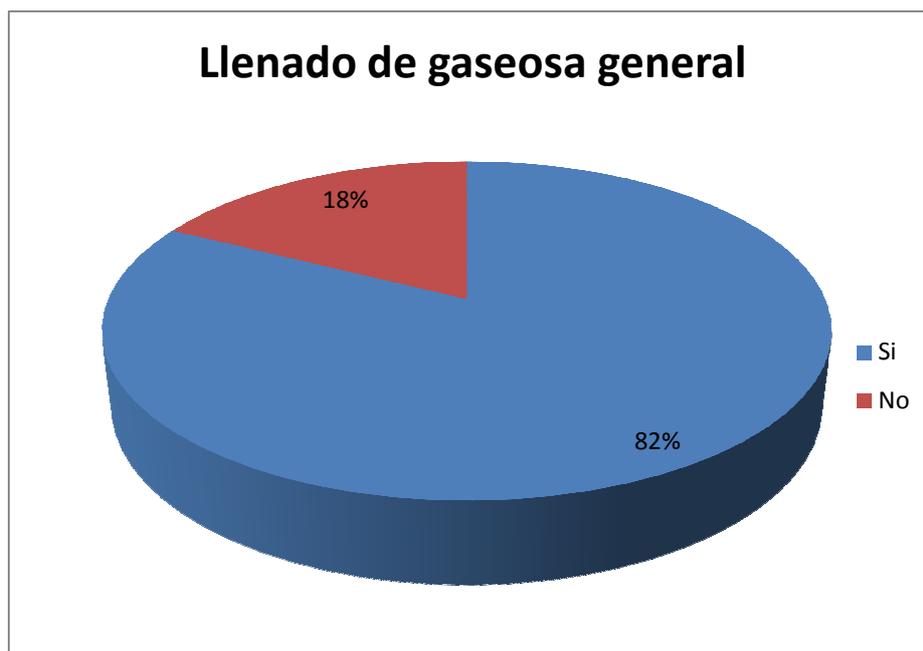


Figura 4.49. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general.

Elaborado por: Franklin Morocho

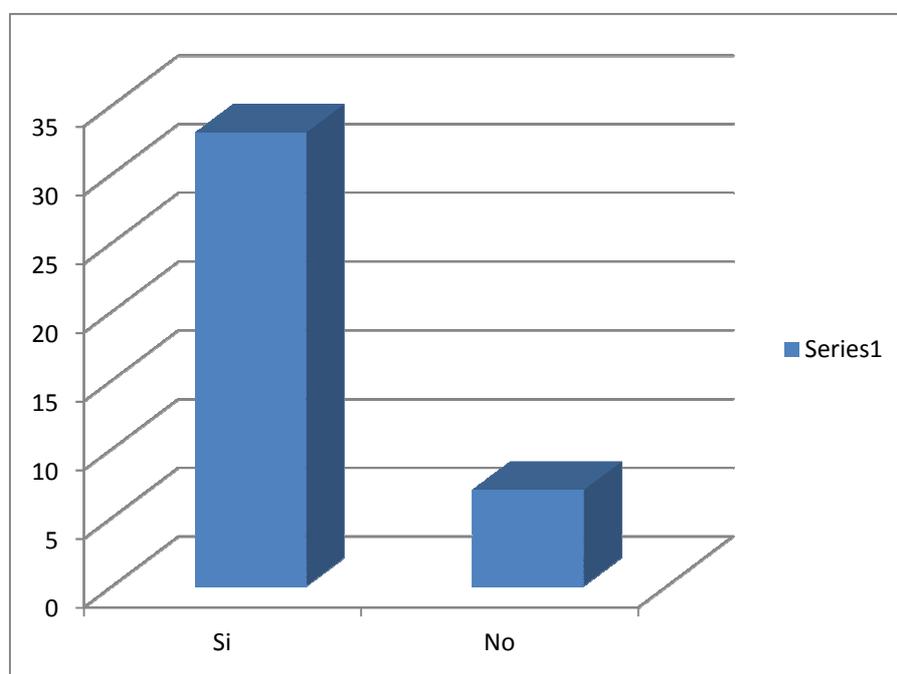


Figura 4.50. Resultados de pruebas de llenado de gaseosa general.

Elaborado por: Franklin Morocho

4.7. Costos del Prototipo

Materia prima directa

En referencia al libro Contabilidad de costos, Antonio Molina, la materia prima directa constituye los materiales necesarios para la construcción de un artículo, son perfectamente medibles y cargables en una producción identificada.

4.7.1. Cálculos de costos de la estructura metálica

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Plancha de acero inoxidable	1	210	210
Remaches 1/2"	20	0,1	2
Tubo Poliuretano 12MM (Azul)	2	2,66	5,32
Racor Recto 1/2" x 12MM	3	3,41	10,23
Racor Recto 1/4" x 12MM	3	3,05	9,15
		Subtotal	236,7
		IVA 12%	28,40
		Total	265,10

Tabla 4.12. Costos de los materiales de la estructura metálica.

Elaborada por: Franklin Morocho

Algunos de los elementos descritos en la tabla se utilizan en la construcción de diversas partes dentro del prototipo.

4.7.2. Elementos de estructura interna del prototipo

Dispositivos eléctricos y electrónicos

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
PLC XC-14RT 8 in/6out	1	247	247
Electroválvula 2W-JSERIES 45	3	45	135
Sensor Capacitivo	3	51	153
Sensor Fotoeléctrico	1	63	63
Relé 4 contactos conmutados 14 pines 24 VDC	4	8,27	33,08
Relé 4 contactos conmutados 14 pines 24 VDC	2	7,7	15,4
Fusible 10x38 2 A	1	1,11	1,11
Fusible 10x38 6 ^a	1	1,14	1,14
Pantalla HMI OP320	1	232,15	232,15
Cable comunicación HMI PC	1	35,71	35,71
Breaker P/Riel 1*20Amp	1	4,85	4,85
Capacitor 8 μ F / 250VAC	2	0,45	0,9
Dimmer 600W 120V	1	5,7	5,7
Fuente de alimentación 24 VDC	1	71,43	71,43
Motor Monofásico	2	98,215	196,43
Pulsador de Emergencia	1	2,4	2,4
Subtotal			1198,30
IVA 12%			143,80
Total			1342,10

Tabla 4.13. Costos dispositivos internos eléctricos.

Elaborado por: Franklin Morocho

Todos los componentes son reemplazables, por si sufren algún daño inesperado.

Elementos de estructura interna del prototipo

Cableado

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cable gemelo 2x16 AWG	10	0,453	4,53
Conductor Flexible # 18 AWG	25	0,23	5,75
Cinta espiral 8 MM /10Mts	1	2,8	2,8
Terminal Aislado Puntera # 18-16	100	0,02	2
Subtotal			15,08
IVA 12%			1,81
Total			16,89

Tabla 4.14. Costos del cableado.

Elaborado por: Franklin Morocho

Elementos de estructura interna del prototipo

Otros

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Base para relé 14 pines planos Schneider	4	5,815	23,26
Base para relé 14 pines planos Schneider	2	5,46	10,92
Bornera P/Riel 2,5mm ² 20A 12AWG	15	0,97	14,55
Canaleta Ranurada Gris 25x25	1	3,8	3,8
Riel Din 35 mm	1	3,77	3,77

Libretin Marcador	1	8,05	8,05
Base Tablero 38x30 cm	1	6	6
Porta Fusible para riel din 10x38 MM	2	2,375	4,75
Subtotal			75,1
IVA 12%			9,01
Total			84,11

Tabla 4.15. Costos estructura interna Otros del prototipo dispensador.

Elaborado por: Franklin Morocho

El costo total de los materiales directos:

Descripción	Valor Total
Materiales de la estructura metálica.	265,10
Dispositivos eléctricos y electrónicos	1342,10
Cableado	16,89
Otros	84,11
Subtotal	1708,20
IVA 12%	204,98
Total	1913,19

Tabla 4.16. Costo total de materiales

Elaborado por: Franklin Morocho

4.8. Mano de obra directa de fabricación

Este segundo elemento del costo se lo conoce también como trabajo directo. Es la mano de obra necesaria para la construcción del prototipo dispensador de bebidas

gaseosas, cuyos valores por salarios se les puede aplicar sin equivocación a una unidad de producción identificada. El personal contratado es ocasional.

Los valores de la materia prima directa y los valores de a mano de obra directa sumados constituye lo que se conoce como costo primo o costo directo.

Descripción	Salario	Aporte al IESS (9,35%)	Décimo tercero	Décimo cuarto	Total mensual
Mecánico industrial	350	32,725	29,17	26,14	372,58
Eléctrico	350	32,725	29,17	26,14	372,58
Programador	300	28,05	25,00	26,14	323,09

Tabla 4.17. Costos Mano de Obra mensual

Elaborado: por Franklin Morocho

Costos de Mano de Obra directa día - hora

Descripción	Total mensual	Costo por día de trabajo	Costos por Hora
Mecánico industrial	372,58	12,42	1,55
Eléctrico	372,58	12,42	1,55
Programador	323,09	10,77	1,35

Tabla 4.18. Costo Mano de Obra por Día y Hora.

Elaborado por: Franklin Morocho

Costos de Mano de Obra directa Total

Descripción	Total Días	Costo por día de trabajo	Total
Mecánico industrial	10	12,42	124,2
Eléctrico	10	12,42	124,2
Programador	5	10,77	53,85
Total			302,25

Tabla 4.19. Costos Mano de Obra directa Total

Elaborado por: Franklin Morocho

4.9. Costos Indirectos de Fabricación o Costos Generales de Fabricación

Los costos indirectos de fabricación son los egresos efectuados con el fin de beneficiar al conjunto de los diferentes artículos que se fabrican o a las distintas prestaciones de servicios, y de los insumos necesarios para los procesos tanto de producción como de mantenimiento.

Costos de suministros.

El costo de la hora del internet está entre 0.30 centavos y 0.50 centavos todo depende de la ubicación en donde se lo alquile.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Energía eléctrica	60	0,3	18
Agua potable	20	0,5	10
Internet	50	0,4	20
Subtotal			48
IVA 12%			5,76
Total			53,76

Tabla 4.20. Costo de Suministros.

Elaborado por: Franklin Morocho

Costos de herramientas.

Estos son los costos con respecto a las herramientas utilizadas dentro de la producción de la máquina y posterior mantenimiento.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Sierra	1	1,01	1,01
Remachadora	1	8,5	8,5
Desarmador plano P/Bornera	1	2,5	2,5
Subtotal			12,01
IVA 12%			1,44
Total			13,45

Tabla 4.21. Costos de Herramientas

Elaborado por: Franklin Morocho

Cálculo Costo Total del Prototipo

Para realizar el cálculo total del costo del prototipo utilizamos los resultados de los cuadros de repuestos, materiales, herramientas, suministros y mano de obra que son las cantidades que posteriormente se ahorraran con la aplicación y producción en masa del proyecto.

Ítem	Descripción	Costo
1	Costo Total Materiales	1913,19
2	Costo de las herramientas	13,45
3	Costo de los suministros	53,76
4	Costos Mano de Obra	302,25
Total		2282,65

Tabla 4.22. Costo total del prototipo (Los precios ya incluyen el 12% del IVA).

Elaborado por: Franklin Morocho

4.10. Matriz FODA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología expandible, lo que permite realizar ajustes en el diseño. • Uso de elementos industriales. • Control de dispensado de gaseosa. • Dispensado de cualquier marca de gaseosa. • Manejo fácil e interactivo. • No existe necesidad de adquisición de licencias, el sistema opera con Software Libre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado en crecimiento • Rápida introducción de tecnología cambiante y competitiva en la actualidad • Venta a locales pequeños, grandes, etc.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Sistema no dispone de respaldo si existe falta de energía eléctrica. • Empresas pueden copiar el prototipo y venderlo a menor costo. • Falta de experiencia en la construcción de máquinas industriales. • No se cuenta con la experiencia necesaria y especializada para la venta y comercialización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingreso de nuevos productos al mercado nacional. • Empresas con experiencia pueden mejorar el prototipo por poseer tecnología de punta. • La materia prima utilizada para la fabricación del prototipo es importada, por lo que podría haber afectación en costos, debido a variaciones arancelarias.

Tabla 4.23. Matriz FODA Prototipo Dispensador

Elaborado por: Franklin Morocho

4.11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El prototipo dispensador implementado funciona con una interfaz simple de programación permitiendo elegir la opción según el sabor y la cantidad de gaseosa a dispensar.
- El sistema permite el llenado de cualquier bebida líquida.
- El dispensado de la gaseosa es irregular cuando existe menos de 1 litro dentro del contenedor de líquidos.
- Se puede utilizar al prototipo con otros fines por ejemplo: coctelera en modo manual.

Recomendaciones

- Para asegurar un buen funcionamiento del prototipo se recomienda tener cuidado con el sensor fotoeléctrico ya que si por algún error el sensor detecta movimiento en el área cercana se activa el proceso de llenado (modo automático).
- Realizar mantenimiento periódico (al menos una vez por semana) al prototipo.
- No se recomienda llenar en los contenedores bebidas con materiales sólidos, (por ejemplo pulpa de fruta) que pueden tapan las electroválvulas.
- En el caso de avería de algún instrumento o etapa de la máquina no intentar arreglarla, puede resultar peligroso.

4.12. BIBLIOGRAFÍA

Libros

- **W. Bolton.** Mecatrónica. Sistemas de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Segunda Edición.
- **Renán Flores,** Control Electromecánico, Guía práctica de instalaciones en tableros de control.
- **José Zapata S,** Control de máquinas con PLC, Subcentro de electricidad y electrónica Secap.
- **Renán Flores Ortega;** Guía de prácticas de laboratorio de PLC; Universidad Politécnica salesiana.

Artículos y Sitios Web

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Gaseosa>
- monografias.com/trabajos68/bebidas-carbonatadas/bebidas-carbonatadas
- http://es.wikipedia.org/wiki/Di%C3%B3xido_de_carbono
- http://www.alimentosargentinos.gov.ar/0-3/bebidas/Ficha_gaseosas_04/Gaseosas.htm
- <http://www.industriaynegocios.cl/Academicos/AlexanderBorger/Docts%20Docencia/Seminario%20de%20Aut/trabajos/2001/Alvarez%20Labarca/Medicion%20de%20Niveles.htm>
- http://www.inele.ufro.cl/apuntes/Instrumentacion_y_Control/Ivan_Velazquez/Catedra/Capitulo%202.3%20Nivel.pdf
- <http://www.tecnoficio.com/docs/doc60.php>

- http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_de_proximidad
- http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/25_SENORES_CAPACITIVOS.PDF
- <http://www.getec.cl/pdf/sensores/capacitivos/scpsc.pdf>
- http://www.slideshare.net/osmar29/savedfiles?s_title=sensores-fotoelctricos&user_login=efelixrdz
- <http://www.slideshare.net/JacoboVzquezMario/sensores-fotoelctricos-11977868>
- <http://www.slideshare.net/automatizacionplc/exposicin-sensores-fotoelctricos>
- sapiensman.com/neumática/neumatica14.htm.
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>
- <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica16.htm>
- <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
- <http://es.scribd.com/doc/4196787/Electroneumatica>
- <http://www.monografias.com/trabajos13/reducty/reducty.shtml>
- <http://www.automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/PLC%20GUIA%203.pdf>
- <http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI/Introduccion%20HMI.pdf>
- <http://www.fing.edu.uy/iimpi/academica/grado/transind/teorico/Clase4-Cintas.pdf>

ANEXOS

SECUENCIA DE PROGRAMACIÓN DEL PROTOTIPO