



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

TEMA:

**Propuesta de implementación para un sistema automatizado de
transportación y pesaje de fundas con camarones a través de una
interfaz HMI**

AUTOR:

Tumbaco Ruíz, Félix Andrés

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR:

M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

Guayaquil, Ecuador

14 de septiembre del 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Tumbaco Ruíz, Félix Andrés como requerimiento para la obtención del
título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO**.

TUTOR

M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2020



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Tumbaco Ruíz, Félix Andrés**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación “**Propuesta de implementación para un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas con camarones través de una interfaz HMI**” previo a la obtención del Título de **Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

TUMBACO RUÍZ, FÉLIX ANDRÉS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Tumbaco Ruíz, Félix Andrés**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “**Propuesta de implementación para un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas con camarones a través de una interfaz HMI**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 14 días del mes de septiembre del año 2020

EL AUTOR

TUMBACO RUÍZ, FÉLIX ANDRÉS

REPORTE DE URKUND

URKUND Luis Córdova Rivadeneira (luis_cordova)

Documento: [TRABAJO DE TITULACIÓN FELIX TUMBACO.docx](#) (D78377261)

Presentado: 2020-08-30 22:07 (-05:00)

Presentado por: Luis Córdova Rivadeneira (l cordovar@yahoo.com)

Recibido: luis.cordova.ucsg@analysis.urkund.com

29% de estas 30 páginas, se componen de texto presente en 7 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Tesis de graduacion-Cesar Veas-UCSG.docx
	TESIS 2020.PDF.pdf
	https://docplayer.es/14072491-Universidad-catolica-de-santiago-de-guayaquil.html
	https://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/hsa/nd/611622/6/0600001ca30191175CM.pdf

0 Advertencias. Reiniciar. Exportar. Compartir

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA

ELECTRÓNICA EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TEMA: Propuesta de implementación para un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas con camarones a través de una interfaz HMI

AUTOR: Tumbaco Ruiz, Félix Andrés

Trabajo de Titulación

previo a la obtención del título de INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO

TUTOR: M. Sc. Córdova Rivadeneira, Luis Silvio

Guayaquil, Ecuador

10 de Septiembre del 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA



DEDICATORIA

Dedico el siguiente trabajo de titulación a Dios por guiar mis pasos en todo momento y culminar con éxito la etapa de mi carrera universitaria.

A mis padres Félix John y Susy Maritza por el apoyo incondicional que siempre tienen conmigo y mis hermanos. Tiene mi cariño, admiración y respeto para toda la vida.

A Patricia y Nancy que pese a estar lejos siempre velaron por mi seguridad y bienestar.

A mi familia en general, siempre me dieron el consejo de seguir adelante hasta obtener la recompensa.

EL AUTOR

TUMBACO RUÍZ, FÉLIX ANDRÉS

AGRADECIMIENTO

Agradecido siempre con Dios por permitirme levantarme cada día, por brindarme la oportunidad de culminar con éxito mi carrera universitaria y siempre darme paz en momentos malos.

A la Universidad, por permitirme formarme como un profesional ético y con responsabilidad social; para poder aportar efectivamente a la sociedad ecuatoriana.

Al Msc Luis Córdova, Director de la tesis por ayudarme en el desarrollo de este proyecto de tesis. Sus sabias enseñanzas me llevaron a la culminación exitosa del objetivo propuesto.

EL AUTOR

TUMBACO RUÍZ, FÉLIX ANDRÉS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y
AUTOMATISMO

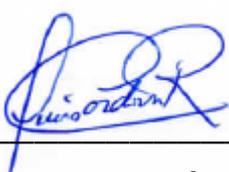
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

M. Sc. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESUS
DECANO

f. 

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DEL ÁREA

f. 

M. Sc. MENDOZA MERCHÁN, EDUARDO VICENTE
OPONENTE

INDICE

Resumen	XIV
1.1. Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.	3
1.3. Planteamiento del Problema.	5
1.4. Justificación del Problema.....	6
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos.	7
1.6. Hipótesis.....	8
1.8. Variables de la investigación	
1.9. Metodología de la investigación	
Capítulo 2: Fundamentación Teórica	12
2.1. Aplicación de la automatización	13
2.2. Introducción al PLC.....	27
2.3. Entradas y salidas del PLC	30
2.3.1. Entradas digitales.....	31
2.3.2. Entradas analógicas	33
2.3.3. Escalamiento de una señal de entrada analógica.....	34
2.3.4. Salidas digitales	35
2.4. Marcas del PLC	37
2.5. PLC S7-200.....	38
2.6. Lenguaje de programación LADDER	41
2.7. Software Step7 - Microwin 4.0	44
2.8. Protocolo de comunicación ETHERNET.....	45
2.9. Control ON/OFF.....	48
2.10. Circuito de control.....	50
2.11. Circuito de fuerza.....	52
2.12. Software CADE SIMU.....	55

2.13. Interfaz hombre máquina.....	56
2.14. Software PC SIMU.....	57
2.15. Motores trifásicos.....	58
2.16. Ventosa neumática.....	64
2.17. Válvulas neumáticas.....	65
2.18. Celdas de carga.....	66
2.19. Variadores de velocidad.....	68
2.20. Pulsadores.....	69
2.21. Módulos de conversión analógico digital.....	70
CAPITULO 3: Desarrollo de la propuesta e implementación.....	57
3.1. Descripción del proceso.....	57
3.2. Conexión de entradas y salidas del PLC.....	73
3.3. Conexión de entrada analógica del sistema al PLC.....	76
3.4. Circuito de control del sistema.....	78
3.5. Diagrama de estado.....	84
3.6. Programación del sistema.....	86
3.7. Líneas de programación Ladder expuesta por etapas.....	87
3.8. HMI del sistema.....	95
4. Capítulo 4: Conclusiones y Recomendaciones.....	110
4.1 Conclusiones.....	110
4.2. Recomendaciones.....	111
Bibliografía.....	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de entradas de módulos analógicos	25
Tabla 2: Símbolos de programación	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Lenguaje de Programación	14
Figura 2: Bloques de entrada	14
Figura 3: Bloque de entrada discreta	18
Figura 4: Escalamiento de señal analógica	20
Figura 5: Entradas de módulos analógicos	25
Figura 6: Ladder o escalera	29
Figura 7: Interfaz gráfica	30
Figura 8: Diagrama de bloques	35
Figura 9: Conexión del circuito del control del sistema	36
Figura 10: Circuitos de control de fuerza del sistema	39
Figura 11: Interfaz hombre máquina HMI	42
Figura 12: Software PC SIMU	43
Figura 13; Motores trifásicos	44
Figura 14: Sensores inductivos y magnéticos	46
Figura 15: Actuador lineal	49
Figura 16: Ventosa neumática	50
Figura 17: Válvula neumática	51
Figura 18: Celdas de carga	52
Figura 19: Variadores de frecuencia	54
Figura 20; Pulsadores	55

Figura 21: Entradas digitales	61
Figura 22: Salidas digitales	64
Figura 23: Conexión del circuito del sistema	65
Figura 24: Circuito de fuerza del sistema	69
Figura 25: Diagrama de estado	71
Figura 26: Inicio del sistema	73
Figura 27: Encendido y apagado banda 1	73
Figura 28: Simulación fundas	74
Figura 29: Marca de sincronización	74
Figura 30: Lectura analógica	75
Figura 31: Identificación de pesaje	75
Figura 32: Marca pesaje bueno	75
Figura 33: Activar cilindro contraído	76
Figura 34: Activar cilindro extendido	76
Figura 35: Marca para pesaje malo	77
Figura 36: Marca control de cilindro	77
Figura 37: Actuador extendido	78
Figura 38: Marca extendido cilindro	78
Figura 39: Marca posición cilindro	78
Figura 40: Ventosa	79
Figura 41: Actuador contraído	79
Figura 42: Activar banda 2	80
Figura 43: Activar banda 3	80
Figura 44: Activar banda 4	80
Figura 45: Alarma	81

Figura 46: Botón de emergencia	81
Figura 47: Configuración pulsador	82
Figura 48: Botón de marcha	82
Figura 49: Configuración pulsador 1	83
Figura 50: Botón simulación fundas	83
Figura 51: Configuración pulsador 2	84
Figura 52: Banda 1	84
Figura 53: Configuración banda 1	85
Figura 54: Banda 2	86
Figura 55: Configuración banda 2	86
Figura 56: Banda 3	87
Figura 57: Configuración banda 3	88
Figura 58: Banda 4	88
Figura 59: Configuración banda 4	89
Figura 60: Cilindro doble efecto	90
Figura 61: Configuración cilindro doble efecto	91
Figura 62: Sensor capacitivo	92
Figura 63: Configuración sensor capacitivo	93
Figura 64: Display para lectura de pesaje	93
Figura 65: Configuración	94
Figura 66: Interface HMI	95

Resumen

El proyecto inició con la observación directa del proceso de transportación y pesaje del producto y se procedió a la búsqueda de la información referente al tema de estudio; habiendo determinado los objetivos a cumplir durante el desarrollo de la tesis. El sistema automatizado para la transportación y pesaje de fundas de camarón se ha realizado para mejorar el control de producción poniendo a la empresa a la vanguardia con las industrias ecuatorianas, tanto en lo que se refiere al mejoramiento de la calidad, así como al incremento de los ingresos económicos de la empresa. Se seleccionó al grupo empresarial LARDEMA dedicada a la crianza y comercialización de camarón, realizando el trabajo en el Módulo San Juan en Manta - Ecuador. Se optó por un sistema de control transportador de camarones que permita el pesaje estableciendo rangos para el control del peso del producto. Se pretende intervenir en el proceso de transportación y pesaje de fundas con camarones, para mantener un estándar de calidad, reduciendo tiempos, costos y mejoras en el control de producción. Se utilizó el S7-200, la interfaz hombre máquina (HMI) se implementó en el software propietario contemplando las reglas para el control y monitoreo de las condiciones del sistema para el operador.

Palabras claves: sistema automatizado, implementación, HMI, envasado de alimentos, pesaje de alimentos

ABSTRACT

The Project started with a direct observation of the transportations and weighing process of the product and proceeded to search the information regarding the study subject; having determined the objectives to be met during the thesis study development. The automated system for the transportation and weighing of shrimp casings has been made to improve production control, putting the company at the Forefront with the Ecuadorian industries, both in terms of quality improvement, as well as the increase of the economic income of the company. The LARDEMA business group dedicated to the breeding and commercialization of shrimp was selected, carrying out the work in the San Juan module in Manta – Ecuador. A shrimp transported control system was chosen that allows weighing, establishing ranges to control the weigh of the product. It is intended to intervene in the process of transportation and weighing of shrimp casings, to maintain a quality standard, reducing time, costs and improvements in production control. The S7 – 200 was used, the human machine interface (HMI) was implemented in the proprietary software contemplating the rules for the control and monitoring the system conditions for the operator.

Keywords: automated system, implementation, HMI, food packaging, food weighing

Capítulo 1: Descripción General del Trabajo de Titulación

1.1. Introducción.

Los avances de la ciencia y tecnología han permitido el mejoramiento de los dispositivos de control y elementos de maniobra que permiten así mismo desarrollar sistemas de automatización industrial de fácil manejo.

El Ecuador es reconocido a nivel mundial por la calidad del camarón que exporta, conociendo que en la provincia de Manabí representa el 10% del total nacional de producción, lo que representa 18000 hectáreas. La zona camaronera de Manabí está ubicada en la zona norte de la provincia en el cantón Pedernales, el mismo que debido a sus bondades climáticas puede generar hasta tres ciclos de cosechas al año, así como un mayor desarrollo productivo por cada hectárea. Conociendo que si se consideran los productos de exportación no petroleros el camarón es el segundo producto de exportación del país.

Para iniciar este trabajo se procede a la observación directa del proceso de exportación de camarón, tomando como elemento referencial para la investigación de esta tesis el proceso de transportación y pesaje de productos al momento de envasarlos para el aseguramiento de la calidad del mismo.

El mejoramiento del sistema de control se da utilizando el HMI para el control del transporte y pesaje de camarones en el módulo San Juan de las empresas LARDECA.

Inicialmente se observó la manera en que se realizaba el procedimiento, donde no se encuentra un proceso de transportación y pesaje del producto que permita el mejoramiento de la calidad del mismo, por este motivo se propone diseñar un sistema automatizado para la transportación y pesaje de las fundas de camarón evitando que se desperdicie el producto efectivizando el proceso.

Para el diseño del mismo se analiza el proceso de automatización utilizando el PLC que sirve para robótica y control de sistemas autónomos; analizando los módulos de entrada y salida. Se procede a utilizar el PLC S7 – 200 que contiene la lógica necesaria para supervisar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación. Se seleccionó el lenguaje de programación LADDER y el protocolo de comunicación ETHERET.

1.2. Antecedentes.

Es preciso iniciar considerando que en la actualidad en las fábricas modernas se vuelve cada día más necesario disponer de sistemas de control para el mejoramiento y optimización de una gran cantidad de procesos que a una sola persona le resultaría difícil manejar. El control automático ha sido fundamental en los avances de la ingeniería y la ciencia en general, estos sistemas son dinámicos y conocer la teoría de control proporciona la estructura para entender el comportamiento de tales sistemas, para ejemplificarlo algunos de esos conceptos pueden ser utilizados en la solución de problemas.

El grupo empresarial LARDEMA tiene como actividad económica la agroexportación del camarón; por tanto, se encarga desde el proceso de explotación en cautiverio de larvas; hasta el momento de envío de la producción al exterior. Los laboratorios de larvas de camarón del grupo LARDEMA están ubicados en el K,1 .5 Vía a San Juan en la ciudad de Manta que está ubicado en la provincia de Manabí – Ecuador; el mismo que cuenta con cinco módulos: San Juan, San Ignacio, San Pedro, San Mateo, San Mateo B, siendo el de San Juan el más grande.

Tomando en cuenta lo que expresa Rojano & Jesús (2017) se considera que en los últimos años la industria del envasado de alimentos ha experimentado un gran crecimiento, siendo los avances de la tecnología alguno de los factores que ha ayudado para que así sea. Las principales funciones de los empaques básicamente tratan sobre la protección de los productos en relación a los estímulos externos que puedan resultar dañinos, así como el cuidado a las características del producto para que mantenga sus atributos.

Por otra parte, se analiza que “la relación coherente entre el producto y su empaque demuestra el compromiso que tiene la empresa con el consumidor, que le permite una ventaja competitiva con respecto a las demás empresas”. (Andrade, Rivera, & Lora, 2018)

Teniendo como prioridad el mejoramiento del sistema productivo la empresa desea automatizar el proceso de transportación y pesaje de los camarones que serán empacados para enviar al exterior.

El enfoque de la presente exposición se centrará básicamente en la operatividad de pesaje del producto, ya que en este se genera un costo de mano de obra primordial en el giro del negocio, lo cual, una vez probado se buscará su operatividad en toda la empresa. El presente estudio se enfatizará determinar la rentabilidad de extender el proyecto en todas las áreas de producción.(Pérez García & Rodríguez Lavayen, 2016)

Es así entonces que se contextualiza la situación problemática que se intenta solucionar con la intención que después de ser aplicada pueda ser utilizada posteriormente en otras empresas similares que tengan esta misma necesidad.

1.3. Planteamiento del Problema.

La industria alimenticia de forma particular camaronera en el Ecuador hace un gran esfuerzo por mantener la calidad para que los productos puedan ser exportados con garantía. La producción comercial del camarón inicia en la fase larvaria, el proceso inicia criando larvas atravesando por las etapas: naupliar, protozoa, mysis y postlarval, cada una de las cuales requiere de una particular adecuación aséptica.

Actualmente en el país se vive en un proceso de cambio en relación a las normativas referentes a la comercialización de camarón, en lo que se refiere al proceso de empaque se vuelve necesario un control en el pesaje y empacado previa congelación.

Se realiza un análisis del sistema de control de transporte y pesaje para el envasado de camarón en San Juan del grupo empresarial Lardema, observándose necesidad de automatizar este procedimiento.

Sanchez (2014) en su proyecto de investigación trata sobre la demanda actual y futura de la planta empacadora Somar, que surge de la necesidad de satisfacer esta demanda, observando el elevado costo que representa la subcontratación de plantas empacadoras.

Lo anteriormente señalado genera un problema en la transportación y determinación del peso exacto al momento de empaque de camarones. Por tanto, en esta investigación se pretende solucionar la necesidad de las empresas exportadoras de camarón de una transportación y pesaje correcto del camarón para su proceso de empaque.

De esta manera se pretende determinar la importancia del control correcto de los procesos que inciden en el momento de transportación y empaque de camarón, utilizando la tecnología de última generación para el logro de este objetivo.

1.4. Justificación del Problema.

El presente trabajo se enfoca en el sistema de transportación y pesaje de fundas de camarón en San Juan del grupo empresarial Lardeca, procurando

cambiar el sistema actual de este proceso, sistematizándolo a través del uso de las herramientas tecnológicas que permite utilizar HMI para el efecto, gracias a este proceso se podrá incrementar los ingresos disminuyendo errores en el envasado del producto permitiendo posicionar a la empresa en el mercado nacional e internacional.

El proyecto de diseñar una propuesta de implementación de un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas de camarones utilizando para ello el interfaz HMI que pone a la tecnología como herramienta fundamental de un proceso que va a permitir el mejoramiento de la calidad del producto que se exporta.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Proponer el diseño de un sistema automatizado en el proceso de transportación y pesaje de fundas con camarones, con el fin de reducir tiempos, costos y mejorar el control de producción.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Plantear un sistema de control transportador mediante la condicional de sensores y actuadores.
- Crear un sistema automático de pesaje estático estableciendo rangos para el control de buen peso o mal peso del producto.
- Elaborar la programación del proceso utilizando lenguaje ladder.
- Diseñar interface HMI para la comprobación simulada del proceso.

1.6. Hipótesis.

Un sistema de control transportador y pesaje de camarones que permita el pesaje estableciendo rangos para el control del peso del producto permitirá mejorar el control en la producción.

1.7. Metodología de Investigación.

La metodología de la investigación utiliza métodos, técnicas y procedimientos que permiten alcanzar el conocimiento de una verdad objetiva; debido a la constante necesidad del ser humano de conocer algo más sobre un tema determinado es la metodología de la investigación la que define, construye y valida los métodos que se han utilizado para obtener nuevos conocimientos; es decir que sustentado en un método científico se pretende la adquisición, aplicación y creación de conocimientos.

Para realizar este estudio se procedió a realizar una revisión bibliográfica narrativa que incluyó artículos publicados en revistas científicas, y otros documentos que permitieron obtener información del proceso de transportación y pesaje de fundas de camarón.

Se inició delimitando el problema, procurando una definición congruente el problema que se estaba investigando, considerando su pertinencia, viabilidad y trascendencia. Luego se definieron los objetivos del estudio tanto general como específicos que llevaron a la determinación de las variables, para

establecer el marco teórico que fundamentó el estudio de esta tesis. El planteamiento de la hipótesis determinó la expectativa de la investigación en relación a la interacción entre las variables que se analizaron. Posteriormente se verificaron los datos obtenidos con la intención de responder a los objetivos específicos.

Finalmente se ha sintetizado la información en el presente trabajo de investigación que ha utilizado el método inductivo de investigación ya que ha estudiado un caso particular cuya solución deberá ser factible de aplicarse en otras empresas que necesiten cubrir las mismas problemáticas. (Gómez, 2012)

1.8. Variables de la investigación:

Variable independiente

Diseño de sistema automatizado ya que en el proceso de empaque de camarón hay un proceso que requiere de exactitud y precisión que se convierten en factores determinantes para el trabajo que se realiza en la empresa.

Variable dependiente; proceso de transportación y pesaje del camarón ya que es un proceso específico que es el que se va a analizar para poder diseñar la interface HMI que permita un cumplimiento eficiente de este proceso.

1.9. Metodología de la investigación

De acuerdo a González (2016) la metodología de la investigación es el proceso organizado, planificado y estratégico que procura determinar los hechos empíricos que existen en referencia a un fenómeno, transformándolos en evidencia científica, viabilizando el cumplimiento de objetivos de estudios experimentales o no.

“La tarea de investigar es una actividad sistemática que el hombre cumple con el propósito de incorporar nuevos contenidos sobre una materia o simplemente, con la finalidad de indagar sobre un tema que desconoce” Quintana (2007)

1.9.1. Investigación documental

Ha sido definida como una disciplina instrumental como cualquier otra actividad de orden metodológica, siendo disciplinas como teoría de la información proporcionan la base teórica a la investigación documental. Se conoce que el punto inicial de la investigación es la formulación del problema sobre el tema que se trata, generalmente este problema requiere de una teorización, por eso se debe analizar de manera sistémica el objeto de estudio; en esta teorización se pretende tener una idea clara del problema.

Como su nombre lo indica este método investigativo está basado en la revisión de textos, artículos, bibliografías, videos, películas entre otros ya existentes

sobre un tema y que pueden ser utilizadas para dar inicio o traer a flote un tema ya tratado.

1.9.2. Investigación de campo

Dentro del proceso de investigación científica la investigación de campo se presenta mediante el uso de una variable externa que no ha sido comprobada, en condiciones que han sido rigurosamente controladas, con la intención de describir de qué manera o por qué causas se produce una situación o acontecimiento en particular.

También puede ser conocida como *in situ* porque se realiza en el lugar donde se encuentra el objeto de estudio, lo que permite llegar a un conocimiento más profundo por parte del investigador que puede manejar los datos de manera más certera pudiendo soportarse en diseños exploratorios, descriptivos, experimentales lo que crea una situación de control en la cual se puede manipular sobre una o más variables dependientes.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

2.1. Aplicación de la automatización

Para el desarrollo de un proceso de automatización es preciso diagramar inicialmente las actividades y líneas de conexión que van a definir el flujo del proceso sin considerar su nivel de complejidad. Luego se deben establecer los campos de cada actividad y de los usuarios que serán quienes reciban las tareas y notificaciones. Finalmente se harán las pruebas correspondientes para determinar que siga el comportamiento que ha sido definido.

Gracias a los avances en tecnología y la automatización de procesos industriales cada vez más se han podido lograr avances significativos para implementar procesos eficientes, competitivos y seguros. Entendiendo la automatización como la aplicación de procedimientos automáticos en la realización de un proceso para la industria para el mejoramiento de la producción. Siendo el objetivo de la automatización reducir costos de producción garantizando la uniformidad en la calidad del producto, así como el retorno de la inversión.

Así tenemos que la instrumentación, por ejemplo, permite medir las variables de la materia en sus estados; mientras que la hidráulica y la neumática proporciona la fuerza que se necesita para lograr mover motores que generan el movimiento gracias al uso del control adecuado.

Los sensores permiten conocer lo que sucede en el proceso, cuál es la ubicación en un momento determinado, así como enviar señales para poder continuar con el siguiente paso.

Los sistemas de comunicación ayudan a enlazar las partes y los controladores lógicos programables permiten el control de la secuencia y la toma de decisiones a partir de la programación que se ha pre establecido. Por tanto, se puede afirmar que cuando la industria implementa la automatización de un proceso frente al trabajo manual del mismo, se puede obtener grandes beneficios en el orden económico, social y tecnológico para que la empresa pueda desarrollarse en el mercado y contar con sistemas que le permitan mayor competitividad. (Milenio 2020, 2020)

2.2. Introducción al PLC

Actualmente gracias a los avances tecnológicos en los microprocesadores, los diseñadores poseen una gran cantidad de alternativas de bajo costo para las soluciones electrónicas, estas opciones permiten que se pueda agregar a los sistemas en cuestión otras capacidades como alto poder de cálculo, manejo de una gran cantidad de datos, variadas interfaces integradas, bajo consumo energético, entre otras; esto hace que los microcontroladores hoy en día sean consideradas herramientas idóneas para controlar digitalmente sistemas orientados a robótica y en general a sistemas autónomos.

De acuerdo a la norma IEC61131, EL PLC es definido de la siguiente manera:

“Un autómeta programable es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil) que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas. Tales como: funciones lógicas, secuencias,

temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas; con el fin de controlar; mediante entradas y salidas (digitales y análogas), diversos tipos de máquinas o procesos.” Como se observa en la figura 1

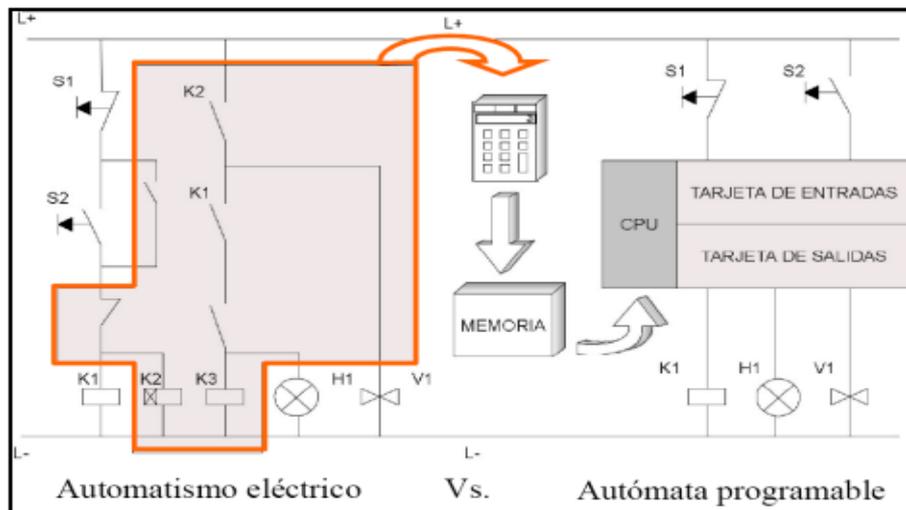


Figura 1: Automatismo eléctrico vs autómata programable
 Fuente: González, Víctor; Autómatas programables (Visión General) Universidad de Oviedo, Programa de estudios 2009-2010, publicación en pdf España.

De acuerdo a la imagen 2 todo PLC puede subdividirse de acuerdo al software y hardware que maneja que ha sido diseñado por su fabricante, aun así, se mantiene una composición genérica que es válida para todos estos equipos.

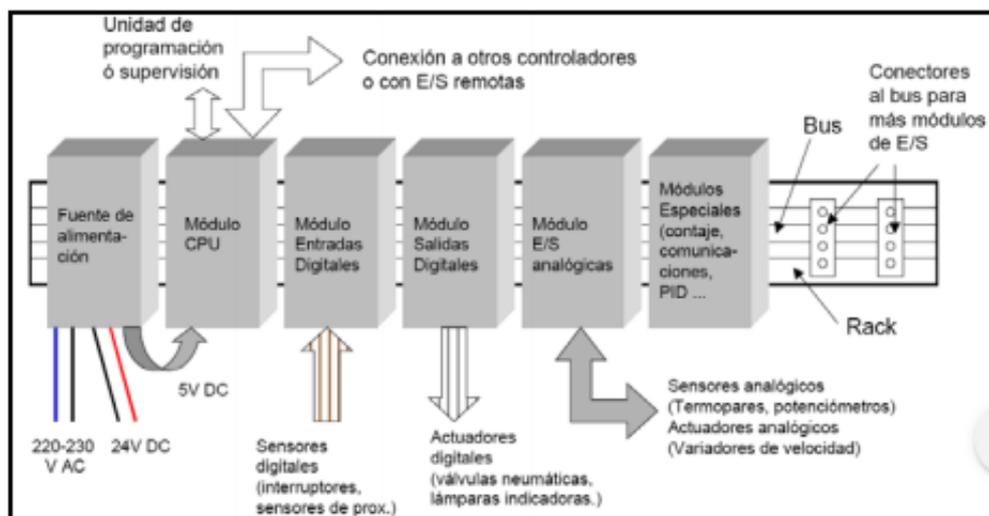


Figura 2. División entre hardware y software
 Fuente: González, Víctor; Autómatas programables (Visión General) Universidad de Oviedo, Programa de estudios 2009-2010, publicación en pdf España.

- a. La fuente de alimentación brinda energía eléctrica a todos los módulos para que puedan funcionar, puede conectarse directamente a la red de VAC, alimentando con VCD los módulos; o ser directamente de VCD, para lo cual se para lo que es necesario un bloque que transforme y acondicione el voltaje AC/DC. Es muy importante que se dimensione correctamente.

- b. Bloque de la CPU, se encarga de dividir, procesar y decidir en función de la programación almacenada en su memoria, tiene la misma arquitectura de un ordenador , contiene microprocesador, unidad de memoria, unidad aritmético – lógica (ALU) y demás circuitos de apoyo para la interconexión con los módulos periféricos.

- c. Los módulos de entrada/salida, son interfaces de acople entre dispositivos de entrada/salida; estos pueden ser digitales o analógicos

- d. Módulos especiales, son los que se necesitan para el desarrollo de tareas específicas especiales como: contaje de eventos de elevada frecuencia, PID, entre otros.

Se entiende entonces que PLC es un aparato electrónico que necesita bajo mantenimiento y es de fácil operación digital que utiliza la memoria programable para almacenar de forma interna las instrucciones que implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales y temporales que sirven para controlar a través de módulos de entrada/salida digitales y analógicas. Además de ofrecer variados tipos de operaciones para

la solución de una gran variedad de tareas automáticas, por esa razón son muy necesarios en la industria actual.

2.3. ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC

Los módulos de entrada/salida constituyen la interface electrónica entre las señales compatibles del proceso y el procesador del CPU.

2.3.1. ENTRADAS DIGITALES

Según ELECTRIN (2016) también se las denomina binarias u ON/OFF, son aquellas que pueden tener solamente dos estados encendido/apagado; el estado lógico es 1 ó 0; los módulos de entrada digitales trabajan con señales de tensión, si llega tensión por un borde de entrada es interpretado como "1" si llega cero tensión se interpreta como "0", existen algunos módulos o interfases de entrada de corriente continua para tensiones de 5,12,24, 48 Vcc y otros para tensión de 110 o 220 Vca.

Los PLC actuales tienen módulos de entrada que permiten la conexión de dispositivos con salida PNP o NPN de manera indistinta, la diferencia entre estos dispositivos es como la carga si está conectada con respecto al neutro o al positivo.

Es importante recordar que las señales digitales a diferencia de las señales analógicas de cambian de forma continua, sino que van cambiando paso a paso discretamente en su rango, la mayoría de señales digitales usan códigos de dos estados o binarios. Estas señales no conducen señal alguna o pueden

tener un nivel mínimo de tensión, estas entradas / salidas son manejadas a nivel de bit dentro del programa de usuario, estos módulos de entrada digitales son usados como pulsadores en el control encendido /apagado, en los finales de los pulsadores, interruptores de presión, entre otros.

Las salidas son utilizadas para control de contactores, relés, electroválvulas, entre otros; mientras que los triacs, transistores o relés pueden constituir los módulos de salida digitales.

Las entradas/salidas analógicas podrán tener cualquier valor dentro de un rango determinado que haya sido especificado por el fabricante, están basados en conversores A/D y D/A aislados del CPU ya sea ópticamente o por etapa de potencia. Estas señales pueden ser manejadas a nivel de byte o palabra (8/16 bits) dentro del programa de usuario; las entradas/salidas son leídas y escritas de acuerdo al modelo y fabricante, por tanto, pueden estar incluidas sus imágenes dentro del área de memoria, también pueden ser manejadas a través de instrucciones específicas de entrada/salida.

Las entradas discretas, las de corriente continua al igual que las de corriente alterna están conformadas por una estructura que puede ser separada en varios bloques.

A continuación se puede observar los bloques de las señales en la figura 3:

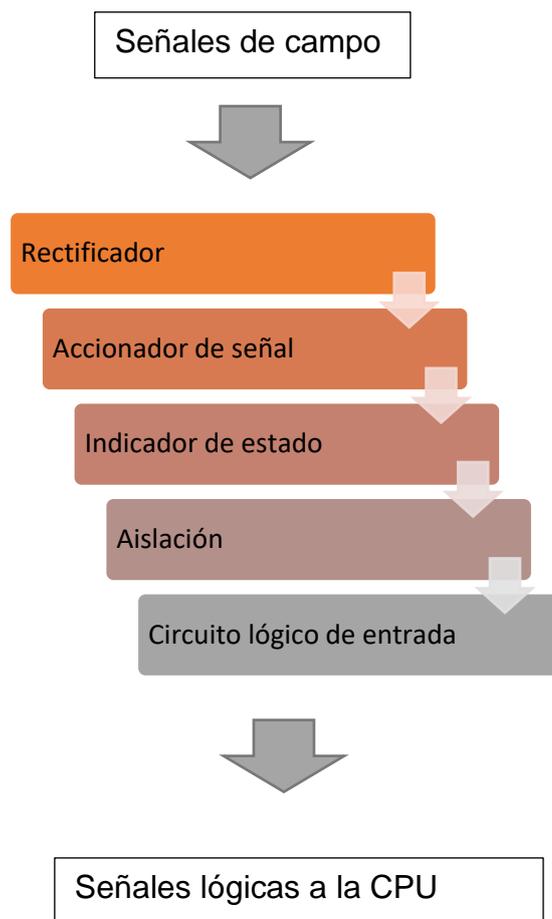


Figura 3. Bloques de entrada discreta.
Fuente: el autor

- El rectificador es el que convierte la señal en continua en el caso de una entrada de corriente alterna, si se presenta una señal de corriente continua, impide los daños por la inversión de la polaridad.
- El acondicionador de señal permite eliminar los ruidos eléctricos, detecta los niveles de señal para los que conmuta el estado lógico, llevando la tensión al nivel manejado por el CPU.
- El Indicador de estado es aquel que casi siempre se enciende con la presencia de tensión en la entrada y se apaga en caso contrario; generalmente es un LED.

- La aislación se da para que, en caso de sobretensiones externas, el daño causado no afecta más que a esa entrada y no perjudique al resto del PLC.
- El circuito lógico de entrada se encarga de informar al CPU el estado de la entrada cuando éste lo interrogue.

Si la señal llega hasta los bornes del PLC tiene que atravesar todos estos bloques, el tiempo que demora en recorrer el camino se denomina tiempo de respuesta de la entrada. Una variable que se considera es el mínimo tiempo de permanencia o ausencia de una señal que se requiere para que el PLC la interprete como 1 ó 0; si una variable del proceso pasa al estado lógico 1 y luego regresa al 0 en un tiempo inferior al tiempo de respuesta de la entrada, es factible que el PLC no alcance a leerla.

2.3.2. ENTRADAS ANALÓGICAS

Estos módulos admiten valores de tensión o corriente intermedios dentro de un rango que puede ser de 4-20mA, 0-5 VDC ó 0-10 VDC como señal de entrada y la convierten en número, el mismo que es guardado en una posición de la memoria del PLC. Los módulos de entradas analógicas se encargan de traducir una señal de tensión o corriente que proviene de un sensor de temperatura, velocidad, aceleración, presión, posición o cualquier otra magnitud física que se quiera medir en un número para que el PLLC la pueda interpretar. Particularmente el conversor analógico digital encendido/apagado es el encargado de realizar esta tarea. Una entrada analógica con un conversor A/D de 8 bits puede dividir el rango de la señal de entrada en 256 valores (28).

Por tanto, se debe recordar que la señal analógica se da cuando las magnitudes de la misma se representan mediante variables continuas, análogas a las magnitudes que dan lugar a que se genere esta señal.

2.3.3. Escalamiento de una señal de entrada analógica

El escalado es una técnica que se utiliza en ingeniería para poder corresponder los valores enteros proporcionados por convertidores analógico – digitales (ADC) en valores de ingeniería como pueden ser temperaturas, presión, peso, etc. Esta técnica requiere como condición que los valores de entrada proporcionados sean lineales, ya que utiliza la ecuación de una recta para corresponder a los valores de salida como se observa en la figura 4



Figura 4: Escalamiento de señal analógica.
Fuente: el autor

Eje X: referidos a valores del convertidor A/D del módulo.

Eje Y: los valores de salida a escalar (anhelados) que pueden ser: %, distancia, volumen, temperatura, pesos, entre otros.

Entrada analógica: estándar 4 – 20mA, 0-20mA, 0 -10Vdc, 1-5Vdc las que corresponden a un valor entero del convertidor que oscila entre 8192 a 32000.

Donde $x_{min}=8192$, $x_{max}= 32000$.

Salida analógica: el valor escalado que se desea lograr. Y_{max} = máxima salida a escalar (100%) - Y_{min} = mínima salida a escalar (0%), dado que las pendientes son iguales, se obtiene:

$$m_2 = m_1$$

$$\frac{y_{max} - y_{min}}{x_{max} - x_{min}} = \frac{\text{Salida analógica} - y_{min}}{\text{Entrada analóg} - x_{min}}$$

Si se despeja la salida analógica:

$$\text{Salida analógica} = \frac{y_{max} - y_{min}}{x_{max} - x_{min}} * (\text{Entrada analógica} - x_{min}) + y_{min}$$

Esta ecuación se utiliza para mejorar cualquier escalamiento de señales a valores de ingeniería. Para los diferentes conversores A/D hay diferentes valores máximos y mínimos que están dados por la resolución del conversor.

2.3.4. Salidas digitales

Las salidas digitales son señales de voltaje que son generadas por el microcontrolador, para citar un ejemplo se puede decir que puede lograr que un pin específico entregue 3 voltios si el usuario lo desea, si desea que este voltaje suba o baje programará de forma adecuada para que suceda, utilizando un circuito llamado Convertidor Digital Analógico (DAC). Este dispositivo utiliza sumadores de voltaje que trabajan según una resolución; por tanto, un DAC con una resolución de 10 bits y un voltaje máximo de 5 voltios puede producir voltajes en aumentos de $5/1024$ voltios, lo que significa

0.0048828125; por tanto si se desea que en la salida el voltaje sea de 0.006 voltios, no se puede lograr porque sólo pude producir el voltaje indicado

Si se desea que el circuito genere 0.006 voltios a la salida se necesita un DAC de mayor resolución, probablemente de 12 o 14 bits que serían dispositivos mucho más caros que un DAC de 10 bits.

Los Arduinos no incluyen un DAC dentro de los circuitos que conforman la placa razón por la cual no son capaces de producir salidas analógicas, sin embargo; dentro del lenguaje Arduino se puede encontrar la función `analogWrite`, que fue diseñada para que el Arduino produzca una salida de PWM, que no es una modulación de amplitud de señal, sino modulación por ancho de pulsos lo que no se considera como señal analógica sino digital. Arduino no puede entregar voltajes variables de forma nativa.

Los conversores analógicos digitales están basados en tres procesos indispensables para la transformación de una señal analógica a una señal digital, estos procesos se conocen como: muestreo, cuantización y codificación; lo importante de ello es que se encargan de muestrear una señal, cuantizarla asignando a cada valor de muestra un nivel y luego codificándola por lo general en una señal PCM, teniendo como resultado la obtención de un número binario equivalente a la señal analógica tomada de la muestra.

Una aproximación de un conversor analógico digital necesita de un conversor digital analógico, un registro encargado de convertir un voltaje desconocido a

un valor digital, y un comparador que utiliza un voltaje de referencia. Algunos conversores digital - analógico tienen dentro un circuito llamado R-2R cuya función es suplir valores analógicos mediante el uso de resistencias utilizando referencias digitales. Es una configuración escalera de puras resistencias.

2.4. MARCAS del PLC

Las marcas tienen algunas características:

- Es un área de memoria fija en el PLC y su tamaño depende del hardware del PLC.
- Se puede acceder desde cualquier bloque a cualquiera de las marcas, es decir que son globales.
- Los accesos de cada marca pueden ser de lectura y escritura, también pueden tener un ancho diferente desde 1 bit, byte, Word hasta doble Word que son 64 bits. Además, con punteros de área y funciones específicas se puede abarcar un área mayor para la lectura o escritura sobre ellas, aunque usualmente se accede de bit a dword.
- Es una memoria indexada lo que significa que cada marca ocupa un área fija y conocida de memoria, por tanto, si lee el byte M0 y el Mb1 contendrá lo mismo que MWO que abarca los bytes 0 y 1.
- Pueden ser volátiles y no volátiles o tener ambas características de función de cómo se configure el PLC; lo que hace que después del apagado del PLC y la vuelta al trabajo, no se pierda la información que contenía.

2.5. PLC S7 - 200

La CPU S7-200 en una carcasa compacta incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, si se le carga el programa contendrá la lógica necesaria para supervisar y controlar los aparatos de entrada y salida de la aplicación.

Su funcionamiento es sencillo:

- El S7-200 lee el estado de las entradas.
- El programa que ha sido almacenado utiliza las entradas para evaluar la lógica
- El programa S7-200 actualiza los datos durante la ejecución
- En las salidas el S7-200 escribe los datos.

El resultado que se obtiene establece un estado de salida correspondiente con el actuador, quien activa o desactiva la variable que controla; al realizar la lectura de las entradas puede resultar:

Entradas digitales: al iniciar cada ciclo se van leyendo los valores de las entradas digitales y se describen posteriormente en la imagen el proceso de las entradas.

Entradas analógicas: el S7-200 como parte de su ciclo normal no actualiza las entradas analógicas de los módulos, a menos que se haya habilitado la filtración de ellas; este filtro se habilita para cada entrada analógica.

Actualmente coexisten múltiples sistemas de programación algunos diferentes e incompatibles entre ellos lo que ha generado un sistema de programación que haya sido normalizado como el STEP7 de Siemens que permite carga y descarga de secuencias lógicas del o al PLC, así como el monitoreo del estado de cada variable durante el desarrollo del proceso.

El módulo EM – 235 es una interface que posee 4 entradas y 1 salida, la que permite conectar señales analógicas al autómata y puede controlar una señal aplicada a un equipo a controlar como se visualiza en la figura 5

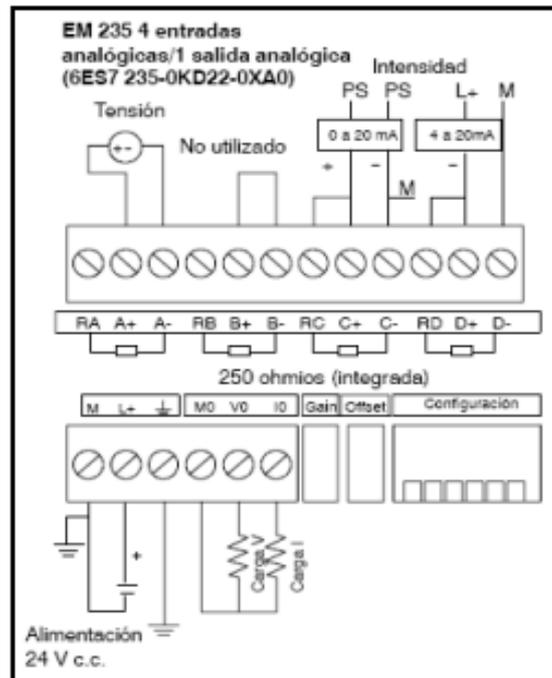


Figura 5: Entradas de los módulos analógicos
Fuente: Siemens, Manual del sistema automatizado S7-200, Alemania,08/2005

Datos generales	6ES7 231-0HC22-0XA0	6ES7 235-0KD22-0XA0
Formato palabra de datos	(v. fig. A-14)	(v. fig. A-14)
Bipolar, rango máx.	-32000 a +32000	-32000 a +32000
Unipolar, rango máx.	0 a 32000	0 a 32000
Impedancia de entrada DC	≥10 MΩ entrada de tensión, 250 Ω entrada de intensidad	≥ 10 MΩ entrada de tensión, 250 Ω entrada de intensidad
Atenuación del filtro de entrada	-3 db a 3,1 kHz	-3 db a 3,1 kHz
Tensión de entrada máxima	30 V c.c.	30 V c.c.
Intensidad de entrada máx.	32 mA	32 mA
Resolución		
Bipolar	11 bits más 1 bit de signo	
Unipolar	12 bits	
Aislamiento (campo a circuito lógico)	Ninguno	Ninguno
Tipo de entrada	Diferencial	Diferencial
Rangos de entradas		
Tensión	Seleccionable (rangos disponibles, v. tabla A-20)	Seleccionable (rangos disponibles, v. tabla A-21)
Intensidad	0 a 20 mA	0 a 20 mA
Resolución de las entradas	V. tabla A-20	V. tabla A-21
Tiempo de conversión analógica/digital	< 250 μs	< 250 μs
Respuesta de salto de la entrada analógica	1,5 ms a 95%	1,5 ms a 95%
Rechazo en modo común	40 dB, c.c. a 60 Hz	40 dB, c.c. a 60 Hz
Tensión en modo común	Tensión de señal más tensión en modo común (debe ser ≤ ±12 V)	Tensión de señal más tensión en modo común (debe ser ≤ ±12 V)
Rango de tensión de alimentación 24 V c.c.	20,4 a 28,8 V c.c. (clase 2, potencia limitada o alimentación de sensores de la CPU)	

Tabla 1: Datos de las entradas de los módulos analógicos

Fuente: Siemens, Manual del sistema de automatización S7 – 200, Alemania 08/2005

En este tipo de lenguaje las instrucciones están formadas por letras, números y símbolos, entre ellos tenemos:

- El lenguaje de lista de instrucciones STEP7 es el lenguaje que permite ensamblaje.
- El lenguaje de texto estructurado que en STEP7 se denomina SCL, es un lenguaje de alto nivel similar al Pascal que cumple la norma ICE 1131-3 que es utilizado para programar tareas complejas necesarias para el procesamiento de una gran cantidad de datos.

En la capa superior se puede ver la inscripción AC/DDC/RLY, lo que significa que su alimentación se da con tensión alterna AC, tiene una salida de continua DC y que las salidas tienen conexión de relé o contacto libre de potencia RLY.

El EM235 es un módulo rápido de entrada/salida analógica de 12 bits que es económico y rápido; puede convertir una entrada analógica en su valor digital correspondiente 171 para la CPU 212 y en 139 para las demás CPU S7-200 esta conversión es efectuada cuando el programa de usuario accede a la entrada analógica; los tiempos que se mencionó deben ser agregados al tiempo básico de ejecución de la operación que se utiliza para acceder a la entrada analógica.

El EM235 brinda un valor digital no procesado es decir sin lineación ni filtraje correspondiente a la tensión o a la corriente analógicas en los terminales de entrada del módulo; ya que se trata de un módulo rápido, la señal de entrada analógica puede rápidamente cambiar incluyendo las interferencias internas y externas. Se pueden reducir las diferencias de un muestreo a otro, cuando

son causadas por interferencia de una señal de entrada analógica que cambie constante o lentamente si se crea un promedio de una serie de muestreos, mientras mayor sea la cantidad de muestreos utilizados para calcular el promedio, más lento será el tiempo de respuesta a cambios en la señal de entrada.

2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACION: LADDER

Actualmente hay diferentes lenguajes de programaciones que permiten la expresión y ejecución de la lógica que resuelve un problema o para el desarrollo de un cálculo matemático que corresponda a una planta o proceso industrial; el lenguaje LADDER (lenguaje de contactos en escalera), es imprescindible a la hora de la realización de las operaciones matemáticas que necesiten para un proceso.

El cálculo matemático de un proceso industrial va a permitir la evaluación y medición de las variables indirectas dentro del proceso; en LADDER es posible insertar un cálculo matemático; esta tarea, sin embargo, puede resultar compleja por la consideración del número de variables intervinientes en la ecuación y las capacidades del lenguaje.

Quintero & Sandoval (2020) indican que:” El lenguaje LADDER, diagrama en escalera o diagrama de contactos es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.”

Es así que con los conocimientos que tienen los técnicos eléctricos les resulta fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Es uno de los lenguajes de programación para controladores lógicos programables PLC estandarizados con IEC 61131-3.

Estos controles tienen ventajas respecto a la sensibilidad y exactitud de los coeficientes, así también es factible la disminución significativa del número de retardos empleados.

Este tipo de lenguaje es también un lenguaje gráfico, que pueden soportar casi todos los PLC, se trata de una conexión gráfica entre variables de tipo Booleano, que se compara a los antiguos controladores de tipo relé, en donde se representa el flujo de energía en diagramas de circuitos eléctricos, este lenguaje de programación se usa para la mayoría de las señales Booleanas que casi no se usan para el trabajo con variables analógicas.

Entre sus características principales tenemos el uso de barras de alimentación y elementos de enlace y estados como el flujo de energía para citar un ejemplo; la posibilidad del uso de contactos, bobinas y bloques funcionales, también de evaluar redes en orden, de arriba hacia abajo o de izquierda a derecha.

Es uno de los lenguajes más utilizados debido a su simplicidad, el soportado, la disponibilidad y el legado; los denominados relés rodean una red LD por la izquierda y derecha, como se visualiza en la figura 6 para el relé de la izquierda suministrado por la señal lógica "1", la energía llega a todos los elementos conectados; de acuerdo a su condición los elementos pueden dejar ir o interrumpir este flujo de energía hasta los siguientes elementos, explicado por UNED (2011).

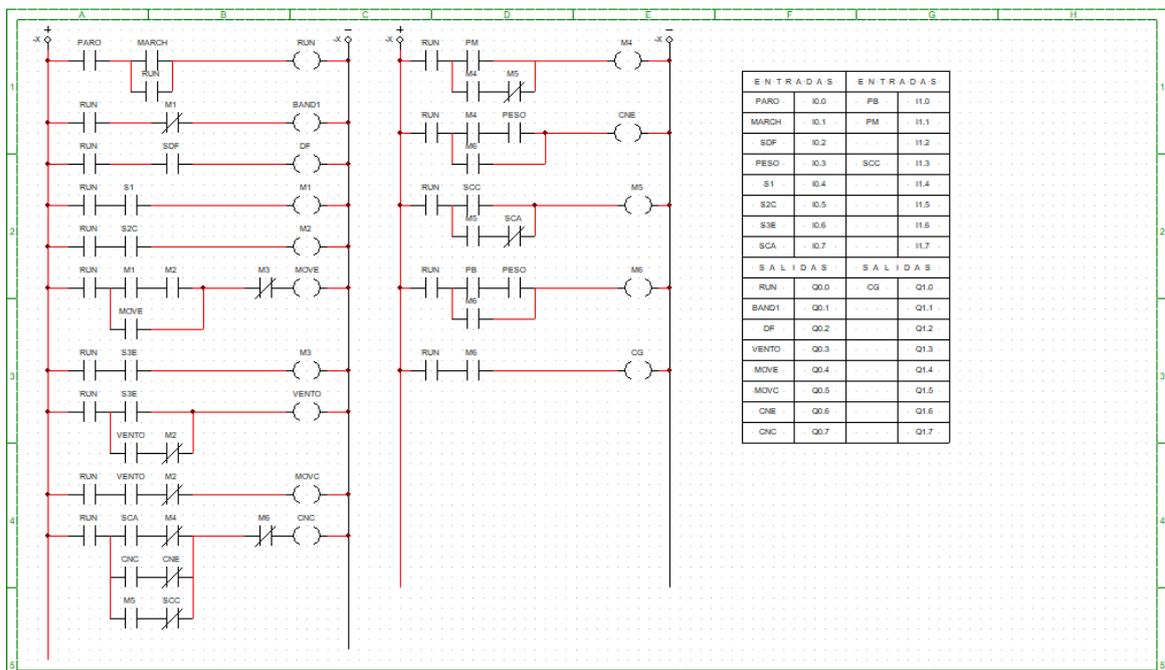


Figura 6: Ladder.
Fuente: el autor

2.7. SOFTWARE STEP 7 – MICROWIN 4.0

Para la elaboración del conjunto de instrucciones se utiliza el Step7 Micro/Wiin 32 V 4.0 que permite crear secuencias de control, que luego bajan a la memoria de PLC, el entorno para la programación muestra la siguiente interfaz gráfica:

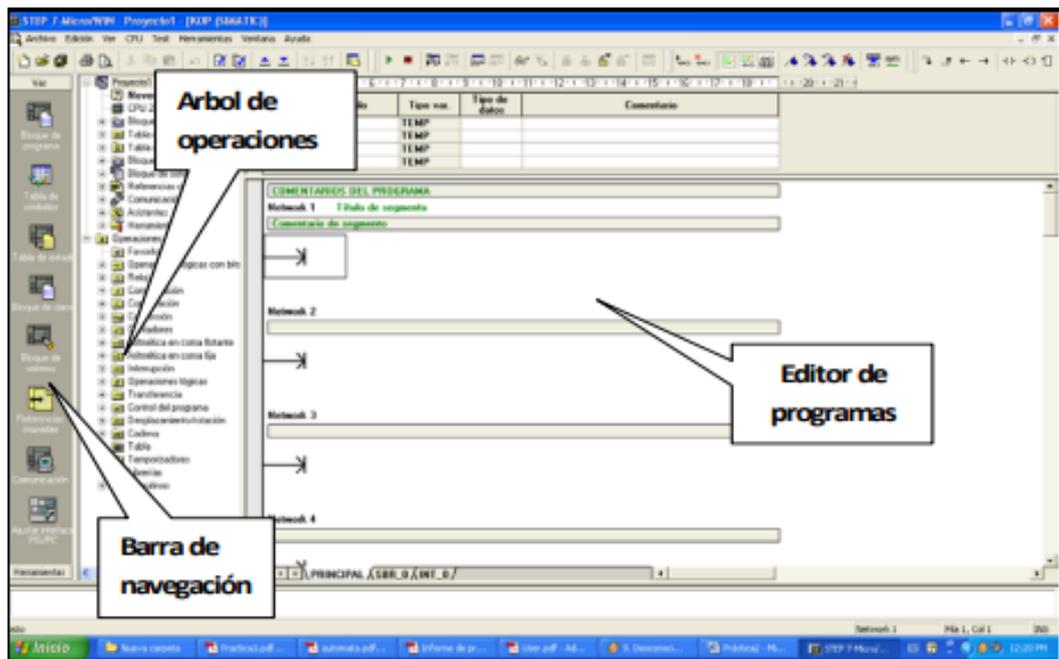


Figura 7: Interfaz gráfica
Fuente: el autor

En la barra de navegación están los íconos que permiten ingresar a las diferentes funciones del programa.

El editor de programas, es el lugar donde se lleva a cabo la programación, también hay una tabla de variables temporales, así también las rutinas e interrupciones que se ven como tags que se encuentra en la parte inferior izquierda.

El árbol de operaciones contiene los objetos del proyecto y las operaciones de control para la programación.

2.8. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ETHERNET

Es un estándar de comunicación en red que tiene la capacidad de manejar una gran cantidad de datos a velocidad que oscilan entre los 10Mbps o 100 Mbps hasta 1500 bytes por paquete; en la capa de aplicación la especificación

utiliza un protocolo abierto. Por eso se encuentra que este tipo de red es fácil de configurar, operar, mantener y ampliar; al mismo tiempo permite la mezcla de productos de 10Mbps y 100 Mbps, siendo compatible con la mayoría de los computadores Ethernet.

Esta tecnología puede ser utilizada en ordenadores personales, robots, dispositivos y adaptadores de entrada/salida, controladores lógicos programables y otros dispositivos; cuya especificación se encuentra respaldada por la Industrial Ethernet Association, ControlNet International y la Open DeviceNet Vendor Association.

Actualmente es la más utilizada para el movimiento de datos en aplicaciones industriales en la planta de producción, siendo éstas diferentes a las de las necesidades de uso doméstico, y a las comerciales, por su fiabilidad, rendimiento e interoperabilidad Ethernet se ha convertido en el protocolo preferido para los sistemas de automatización y control superando la cuota de mercado de los protocolos de bus de campo tradicionales que generalmente necesitan de múltiples opciones de cableado.

Para entender su funcionamiento es preciso conocer la necesidad de protocolos industriales especiales, con la intención de garantizar el envío y la recepción de la información correcta en el momento y lugar necesario cuando se quiere realizar una operación específica.

En la actualidad prácticamente todas las tarjetas de interfaz de red de ordenadores que implementan 100Base-TX, el cable UTP de categoría 5E es el estándar utilizado con 100Base-TX siendo las longitudes de cable las mismas que se utilizan para las redes 10 Base - T. las redes coaxiales ahora son reemplazadas por medios de fibra óptica, especialmente para los enlaces de punto a punto.

La capa de enlaces de datos define su método de acceso a los medios, los enlaces semidúplex, como los conectados en topologías de bus o estrella (10/100Base -T; 10Base2, 10Bases5, etc; utilizan el sentido de la portadora, acceso a la red, parecidos a los primeros sistemas telefónicos de línea compartida en los que los usuarios podían escuchar las conversaciones en curso esperando a que la línea esté libre antes de poder acceder nuevamente.

Todos los nodos de una red Ethernet están continuamente monitoreando las transmisiones en los medios, cuando un nodo necesita transmitir espera hasta que la red se inactive, ahí comienza la transmisión, mientras se realiza la transmisión cada nodo monitorea esa propia transmisión y compara lo que recibe con lo que desea transmitir, si dos nodos empezaran a transmitir al mismo momento las señales se van a superponer estropeando los originales ambos nodos van a ver una señal diferente a la que desean enviar, a lo que se identifica como colisión, si se presenta una cada nodo deja de transmitir intentando retransmitirla después de un periodo pre establecido que es diferente para cada nodo.

Este método de acceso a los medios de comunicación va a facilitar adicionar o eliminar nodos de una red, ya que conectando otro nodo se comenzará a escuchar y transmitir cuando haya disponibilidad de red.

Las redes de control y supervisión conectan dispositivos de control y monitoreo incluidos los programables, controladores de la automatización, software de automatización, racks de E/S, variadores de interfaces hombre – máquina. Esta red necesita un enrutador o, muchas veces, pasarela de red para poder traducir los protocolos específicos de la aplicación a los protocolos basados en Ethernet; esta traducción va a permitir que la información pase entre la red de control sobre la planta de producción y la infraestructura de la red de la corporación teniendo una funcionalidad limitada requiriendo de un esfuerzo significativo para mantenerse al día.

Esta red de dispositivos conecta los controladores con los dispositivos de entrada/salida de la planta de producción que incluyen los sensores, transductores, células fotoeléctricas, caudalímetros y otros equipos de automatización y movimiento; la interconectividad entre ellos sucede con una variedad de buses de campo como lo son Devicenet, Profibus y Modbus, cada bus de campo posee necesidades específicas de alimentación, cableado y comunicación considerando los diferentes factores de las necesidades de la fábrica.

En este tipo de redes la información de bus de campo utilizado para controlar dispositivos de entrada/salida y otros componentes de fabricación integrados

en tramas Ethernet, aquí la tecnología está basada en estándares de la industria no en estándares personalizados, por lo que es más interoperable con otros sistemas de red y equipos.

La comunicación industrial se da en los niveles de enrutamiento, control y sensor; cada uno de ellos necesita a su vez de diferentes niveles de transferencia de información en tiempo real, detección de colisiones y determinismo; aunque haya algunos protocolos de red industrial que soportan gran cantidad de requisitos de comunicación en la planta de producción, habiendo cuatro gestores principales cuando se desea saber cómo hacer una red de ethernet industrial.

2.9. CONTROL ON – OFF

La forma en que el controlador automático produce la señal de control se denomina acción de control, los controles automáticos van a comparar el valor real de salida de la planta con la entrada de referencia, a partir de lo cual determina la desviación con la que el controlador debe producir una señal de control que reduzca la desviación; como se puede observar en el diagrama a bloques se aprecia un sistema de control automático general formado por un controlador, un actuador, una planta y un sensor, aquí se puede observar que el controlador detecta la señal de error y amplifica la señal, envía al actuador que produce la entrada a la planta; la salida de la planta es medida por un sensor que transforma la señal y la envía al controlador para que se pueda comparar con la señal de referencia.

La acción de control encendido/apagado es conocida por su nombre en Inglés *on/off*; para realizar esta acción el control del elemento de actuación sólo cuenta con dos posiciones fijas que en muchos casos son apagado/encendido; este control es sencillo y tiene bajo costo razón por la cual es muy utilizado en sistemas de control industriales o domésticos.

Cuando hay una señal de salida del controlador (u) y una señal de error $e(t)$, en el control de dos posiciones, la señal $u(t)$ permanece en un valor que puede ser máximo o mínimo, dependiendo del tipo de señal: positiva o negativa; quedando de esta manera:

$$u(t) = U_1, \quad \text{para } e(t) > 0$$

$$u(t) = U_2, \quad \text{para } e(t) < 0$$

Donde U_1 y U_2 son constantes, generalmente el valor mínimo de U_2 es cero o menos U_1 . En el grafico se puede observar el diagrama de bloques de un controlador encendido / apagado.

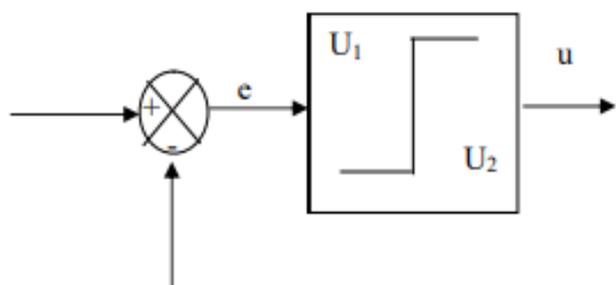


Figura 8: diagrama de bloques de un controlador encendido / apagado.
Fuente: el autor

2.10. CIRCUITO DE CONTROL

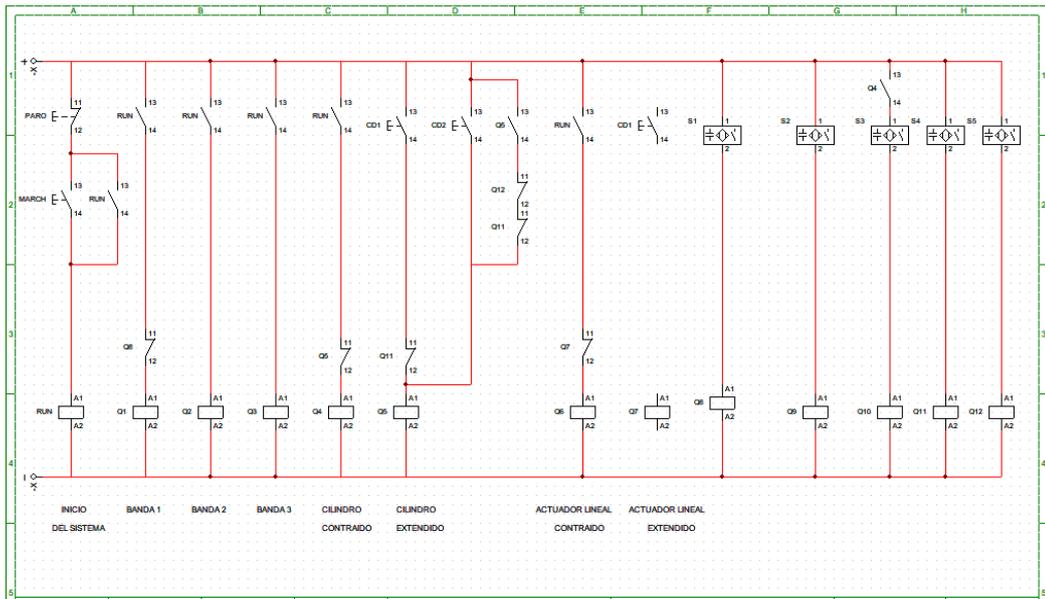


Figura 9: Circuito de control.
Fuente: el autor

Cuando se habla de circuitos de control se refiere a una clase especial de circuitos que se utilizan para controlar el funcionamiento de un circuito de alimentación completamente separado; pueden ser divididos en dos clases: circuitos de control de dos hilos y circuitos de control de tres hilos.

Es la parte más delicada de la controladora ya que se encarga de controlar las entradas y las salidas: la forma de manejar esta controladora es mediante un ordenador se utiliza un lenguaje de programación como Visual Basic, Logo, entre otros. El circuito de control de la controladora está dividido en varios bloques:

- El primero es un circuito analógico que sirve para el manejo de componentes analógicos de baja potencia, para citar un ejemplo la resistencia LDR. Este bloque está formado por cuatro entradas analógicas de A0 a A3, su valor es regulado por el dispositivo de entrada hasta máximo 5 voltios.

- El segundo bloque es conocido como el circuito digital que se puede subdividir:
 - ✓ Bloque de control de habitaciones es el que se encarga de activar y desactivar las habilitaciones de los integrados.
 - ✓ Bloque de control de datos cuya parte se encarga de manejar los datos que se usan para entrada / salida. En este bloque se contemplan también los conectores de entrada y salida de datos (ocho entradas digitales E0 a E7, su valor lógico pasa de 9 a 1 cuando se conectan 5 voltios y ocho salidas digitales S0 a S7, cuyo valor es 0 ó 5 voltios.

Los componentes de este circuito son:

- Circuito analógico donde nos encontramos con 4 entradas analógicas en las que se puede conectar cualquier dispositivo analógico: Resistencias, que limitan a corriente de entrada a los diodos y al switch, estas resistencias son 1/2W de un valor de 100 ohmios.
- Diodos rectificadores, que se utilizan para proteger el circuito de corrientes inversas.
- Diodos Zener 5,1v, que es elemento estabilizador que entra en funcionamiento cuando la tensión es superior a 5,1v; por eso en esta parte del circuito el diodo Zener mantendría la tensión de 5,1v cuando haya tensiones superiores. Cuando en el circuito analógico hay una tensión inferior a la tensión Zener entonces existe la tensión que se esté aplicando.

- CD4066bc, este es un switch para transmitir o multiplexar señales analógicas o digitales; este switch tiene 8 patillas de entrada / salida, en este caso las entradas analógicas son OUT/IN mientras que las salidas son IN/OUT. Las salidas analógicas se unen conformando una única señal analógica que es la que irá al conversor analógico/digital. Las entradas de control se utilizan para seleccionar el switch que se quiere habilitar, lo que significa que con las entradas de control se activan la entrada donde estará conectado el dispositivo analógico.

2.11. CIRCUITO DE FUERZA

El circuito de fuerza está compuesto de fusibles, contactos de la línea y elementos calentadores de las protecciones térmicas; a través del circuito de fuerza la energía eléctrica de la corriente trifásica pasa al devanado del estator gobernado, como se puede observar en la imagen

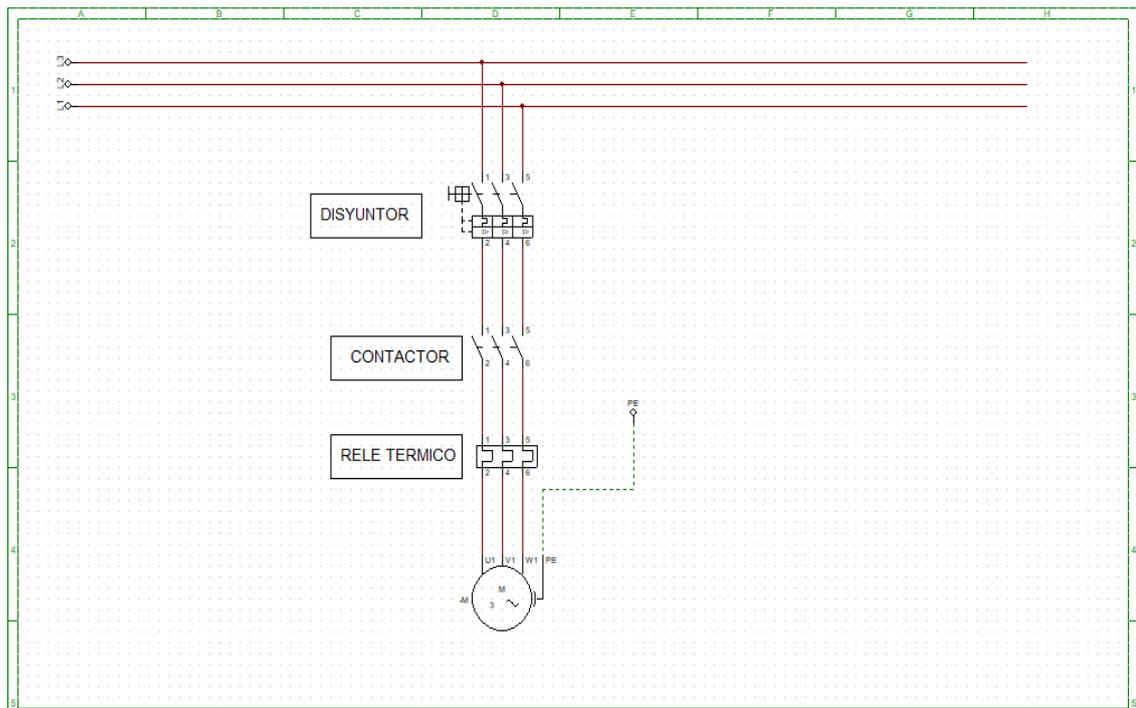


Figura 10: Circuitos de fuerza del sistema
Fuente: el autor

El circuito de fuerza está compuesto de fusibles, contactos de la línea y elementos calentadores de las protecciones térmicas; a través del circuito de fuerza la energía eléctrica de la corriente trifásica pasa al devanado del estator gobernado.

El circuito de mando del arrancador está compuesto de un cuadro de dos botones: arranque y stop, los que conectan la bobina del interruptor magnético el bloque de contacto y los contactos de la protección térmica, lo que quiere significar que el circuito de mando sirve para gobernar el arrancador.

El arrancador funciona apretando el botón de arranque, la corriente pasa de la primera fase por el botón star por el puente, por el botón stop, la bobina conectada B por los contactos de la protección térmica y viene la tercera fase

donde la bobina atrae el inducido los contactos de la línea principales se cierran, el motor recibe tensión y empieza a girar. Cuando se conectan los contactos principales se cierran de manera simultánea los bloques de los contactos auxiliares que sostienen el botón star pudiendo entonces soltarlo.

A través de los bloques contactos auxiliares pasa la corriente que alimenta la bobina conectada, el motor separa apretando el botón stop donde los contactos de la línea se abren. La protección del motor contra sobre carga sucede por la protección térmica cuyos elementos calentadores son elegidos de acuerdo a la corriente nominal del motor. Cuando pasa una corriente que supera la nominal por el devanado del motor los relets térmicos abren sus contactos lo que produce la apertura del circuito que conecta las bobinas, los contactos de la línea se abren parando el motor de manera automática. Cuando se desea regresar los contactos de relets térmicos a su estado inicial se suprime el botón reposición.

Después que se ha conectado el arrancador por la acción de la protección térmica hasta su conexión siguiente pasan de 0.5 a 3 minutos, tiempo suficiente para que se enfríe la lámina bimetálica de la protección térmica y de forma parcial el devanado del motor. La bobina del arrancador está calculada para funcionar a una tensión 85 – 100% de la nominal, la tensión mínima a la cual mantiene con seguridad el arrancador en posición conectada es de 50 a 60% inferior a la nominal.

Si se cae de forma brusca o desaparece completamente la tensión de red, la bobina del arrancador desconecta automáticamente los contactos principales usando así la desconexión del motor. Los fusibles que se instalan de forma independiente antes del arrancador protegen a la red contra los cortocircuitos del motor.

2.12. SOFTWARE CADE SIMU

Es un programa que permite dibujar esquemas electrotécnicos que permiten insertar los distintos símbolos organizados en librerías de electricidad y electrónica y trazar un circuito eléctrico fácil y rápidamente para realizar la simulación posteriormente.

Actualmente el procesamiento de un producto industrial, agroindustrial, agrícola y minero se sujetan a diferentes tipos de movimientos, sean en sentido vertical, horizontal o inclinados utiliza equipos denominados cintas transportadoras que son utilizados como elementos auxiliares.

Estas bandas vienen desempeñando un rol importante en estos procesos debido a múltiples razones, entre las que se destaca la distancia a las que se efectúa la transportación, su facilidad de adaptación, gran capacidad de transporte, así como la posibilidad de transportar diversos materiales, razón por la que surge la necesidad de mejorar el diseño de las mismas.

Estos avances en el campo de la automatización permiten una mayor especialización de los procesos adaptando las instalaciones y equipos a las tareas que se requieren aumentando el rendimiento.

2.13. INTERFAZ HOMBRE MAQUINA (HMI)

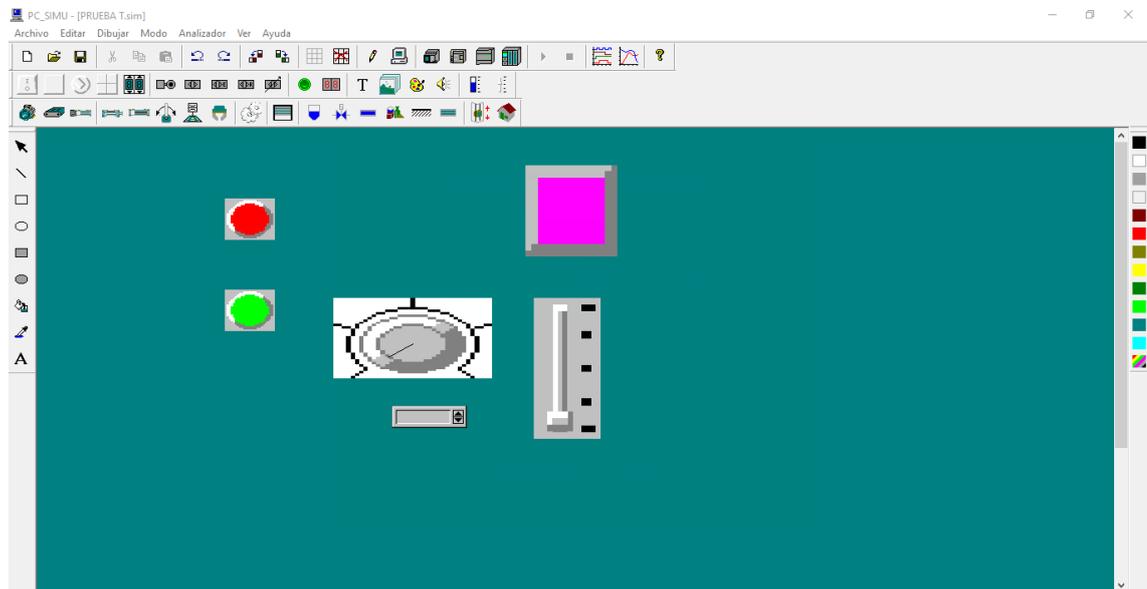


Figura 11: Interfaz hombre máquina HMI

Fuente: El autor

En la interacción del hombre con la máquina es necesario considerar la interface hombre – máquina que es la que permite que el usuario del sistema de control interactúe con los procesos. En este proceso se estudian varios aspectos, entre ellos: cantidad de información, forma de actuación, puesto de mando, propiedades fisiológicas y psíquicas del hombre – operador.

Los sistemas de presentación de la información pueden ser divididos en dos grupos: a. Sistemas convencionales que son los equipos de mando, generalmente son analógicos, se relacionan de forma biunívoca con los equipos de medición y regulación; por otra parte están los Sistemas modernos que ha sido desarrollado mediante el uso de procesadores digitales, tanto las funciones de indicación como las de mando se utilizan para varios canales, usan de manera excesiva tubos de rayos catódicos, teclados específicos y generales, las salas de control son más pequeñas que las del otro sistema.

La adecuada interface hombre – máquina va a tratar en primer lugar de obtener el estado del proceso de una sola mirada, pretendiendo asegurar que el observador comprenda de forma rápida la situación que está representada, crear condiciones pertinentes para la toma de decisiones, el uso óptimo y seguro de los equipos, se procura garantizar el máximo nivel de confiabilidad, que se pueda cambiar fácilmente los niveles de actividades del operador.

Durante el proceso comunicativo hombre – máquina se realizan acciones como indicación del estado del proceso, formas de tratar e indicación de aquellas situaciones de alarma y la ejecución de acciones de mando.

2.14. SOFTWARE PC SIMU

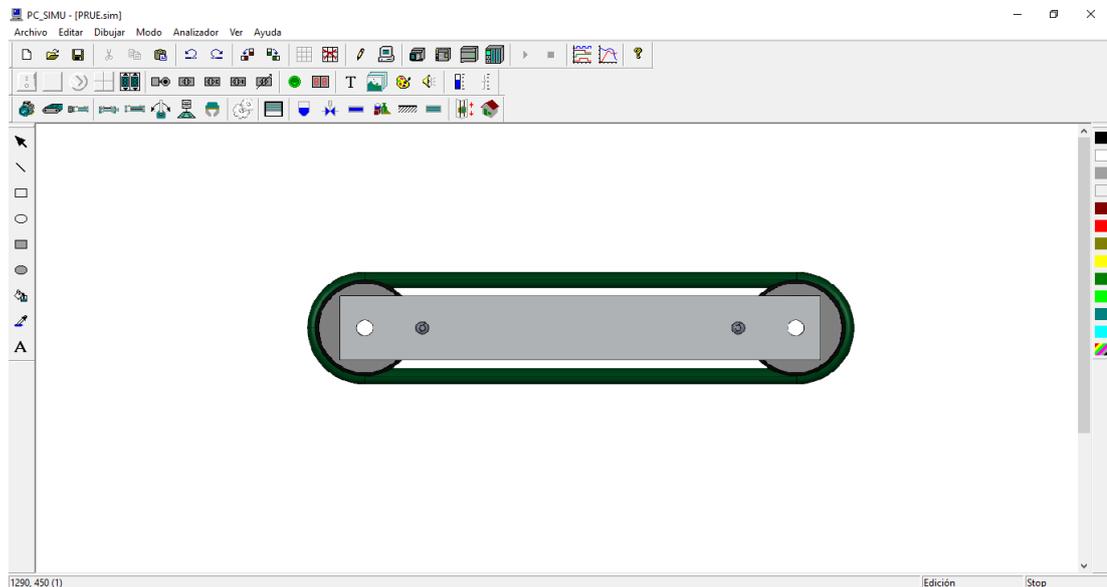


Figura 12: Software PC SIMU
Fuente: El autor

PC SIMU es un simulador que permite simular procesos automáticos de forma gráfica intercambiando las entradas/salidas, evitando tener que activar los interruptores de entrada o visualizando los led de salida del PLC. Puede

funcionar de dos formas, una es a través del simulador S7 – 200 o a través del cable PC – PPI para comunicarse con el autómata real.

Se pueden simular algunos elementos como: interruptores, pulsadores, detectores, teclados, potenciómetros, led, displays, barras de progreso, textos, motores, variadores de velocidad, entre otros.

El programa baja el sensor .rar para descomprimir, pero para utilizar el programa se necesita el programa denominado STEP 7.

En la ventana principal se pueden observar los elementos que contiene el software con los cuales se puede simular los diferentes procesos para posteriormente ser programados.

Los elementos que contiene son: Interruptores, pulsadores, detectores, teclados, preselectores, potenciómetros, led, displays, barras de progreso, textos, motores, variadores de velocidad, cintas transportadoras, puertas de garaje, actuadores neumáticos lineales, depósito de sólido y líquidos, activación de imágenes en formato bmp, etc.

2.15. MOTORES TRIFÁSICOS



Figura 13: Motores trifásicos
Fuente: el autor

Se conoce como motores trifásicos a las máquinas eléctricas que permiten transformar la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas; han sido diseñados con la intención de funcionar con la potencia de la corriente alterna trifásica que se utiliza en varias aplicaciones industriales; la electricidad de la corriente alterna cambia de dirección negativa a positiva y viceversa varias veces por segundo. Tiene tres fuentes de alimentación que alcanzan su punto máximo en momentos alternos, lo que implica que no hay dos ondas de corriente alterna en el mismo punto al mismo momento.

Es el método más comúnmente utilizado en redes eléctricas a nivel mundial debido a que transfiere más energía siendo su uso de gran importancia para el sector industrial.

Los motores trifásicos constan de dos partes:

1. El rotor que gira, que también se lo denomina jaula de ardilla, consiste en una red circular de barras y anillos que refieren la imagen de una jaula que está conectada a un eje.
2. El estator lo hace girar, consiste en un anillo que tiene tres pares de bobinas que están espaciadas de manera uniforme alrededor del motor.

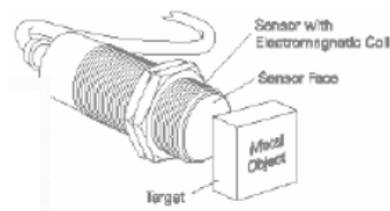
Son robustos y baratos, tienen propiedades de arranque automático, brindan una salida más estable y no requieren de mucho mantenimiento si se compara con los motores monofásicos.

Entre sus ventajas se pueden puntualizar las siguientes:

- Los motores de inducción polifásicos son de arranque automático lo que los vuelve más eficientes.
- Tiene mayor factor de eficiencia y potencia.
- Para la transmisión de la misma cantidad de energía a la misma tensión, una línea de transmisión trifásica va a requerir menos material conductor que una monofásica; por esta razón es más barato.
- Los motores polifásicos tienen un par uniforme, a diferencia de los monofásicos que tienen un par pulsante.
- El sistema polifásico puede configurar el campo magnético giratorio en los devanados estacionarios.

2.15.1.1 sensores inductivos y magnéticos

SENSOR MAGNETICO



SENSOR DE INDUCTIVOS



Figura 14: Sensores magnéticos e inductivos
Fuente: Torres, F; Fernandez C. Automatización. Universidad de Alicante

Los sensores inductivos son sensores de proximidad que cuentan con suministro eléctrico que provoca el flujo de una corriente alterna en una bobina

que puede ser denominada circuito; cuando un objeto conductivo se acerca a la bobina, cambia su impedancia: cuando el umbral es sobrepasado actúa como señal de que el objetivo está presente. Suelen utilizarse para detectar la presencia o ausencia de objetivos de metal cuyos resultados pueden ser parecidos a un interruptor.

Estos sensores utilizan detección sin contactos y circuitos de estado sólido con la intención de asegurar la durabilidad aún en los ambientes más agresivos. No existe ninguna energía mecánica que permita cambiar de estado al sensor, el sensor de proximidad va a depender de la energía eléctrica para poder cambiar de estado.

Una vez que la tensión se ha convertido en información, generalmente la inducción pasa a tomar importancia. Los sensores inductivos van a detectar objetos metálicos en áreas de exploración que generalmente son muy pequeñas. Un elemento que se considera decisivo para la distancia de conmutación es el diámetro del sensor que puede ser sólo milimétrico. Por otra parte, los sensores inductivos son rápidos, precisos y muy resistentes.

Los sensores inductivos tienen algunas características entre las que se destacan que: pueden detectar objetos metálicos, las medidas son de todo o nada, generalmente son utilizados a nivel industrial, tienen un alcance máximo de detección, pueden haber de cm o de mm, pueden manejar cargas tipo relé; los detectores de proximidad por su parte detectan una distancia crítica señalizándola a través de salidas todo o nada; en aplicaciones industriales

para detección de objetos metálicos se utilizan detectores de proximidad inductivos.

Su uso es muy sencillo y para ello es preciso considerar: la presencia de una bobina apantallada o no apantallada que modifique la distribución de campo, lo que va a ser causa de un cambio en la distancia para la detección del sistema; por otra parte el fabricante brinda el alcance de los sensores considerando un tamaño estándar de los objetos; en la tabla se va a indicar una serie de factores de corrección de la distancia de alcance si se considera la función del material del objeto. Fernández (2005)

Los sensores magnéticos efectúan una conmutación electrónica a través de la presencia de un campo magnético externo; estos sensores pueden ser sensibles tanto a uno solo como a los dos polos de un imán.

Permiten realizar mediciones sin contactos de alta precisión y en tiempo real, algunos pueden tener un chip que tiene un magneto de elemento resistivo que le permite detectar un vector magnético y un imán para sesgar el vector magnético detectado. Lo que significa que son sensores que detectan el campo magnético provocado por imanes o corrientes eléctricas. Funcionan por la presencia de un campo magnético que está en el exterior que proviene de un imán permanente, lo que les da sensibilidad a un solo polo o a los dos del imán.

2.15.2. ACTUADOR LINEAL



Figura 15: Actuador lineal
Fuente: el autor

Con la intención de ayudar al mejoramiento de la calidad de vida de las personas los avances en automatización han desarrollado los actuadores que son mecanismos cuya función es proporcionar la fuerza para que otro dispositivo mecánico se pueda mover, la fuerza que provoca el actuador a su vez proviene de tres fuentes posibles: presión neumática, hidráulica o fuerza motriz eléctrica; por esta razón dependiente de la fuerza de origen, el actuador pasará a denominarse neumático, hidráulico o eléctrico.

Son dispositivos eléctricos de alto nivel tecnológico que son capaces de convertir el movimiento rotativo de los motores de baja tensión en un movimiento lineal tipo empuje y tracción. Su movimiento de salida se produce en línea con el mismo eje de salida, de esta forma puede elevar, ajustar, inclinar, empujar o halar objetos que sean pesados o difíciles de alcanzar pulsando un solo botón. Se convierten en la solución perfecta para aplicaciones que precisan movimientos sencillos, seguros y limpios con un control suave del movimiento.

Es de fácil instalación comparado con los sistemas hidráulicos requiriendo de poco espacio también.

Consta básicamente de un motor, engranaje y rosca de eje que incluye una tuerca, más comúnmente se la observa para abrir grandes ventanas. Básicamente es un actuador que crea movimientos en línea recta a diferencia del motor eléctrico convencional que tiene movimientos circulares. Son utilizados en máquinas, herramientas, maquinaria industrial, entre otros.

2.16 VENTOSA NEUMÁTICA



Figura 16. Ventosa neumática
Fuente: El autor

Todos conocen a las ventosas como los objetos se que adhieren a una superficie plana, tienen una aplicación industrial importante; son componentes que después de la aplicación negativa del aire se adhieren a superficies poco porosas, es sujeta a la superficie gracias a la diferencia de presión entre la atmósfera en el exterior de la ventosa y la cavidad de baja presión en el interior de la estructura.

2.17 VÁLVULAS NEUMÁTICAS

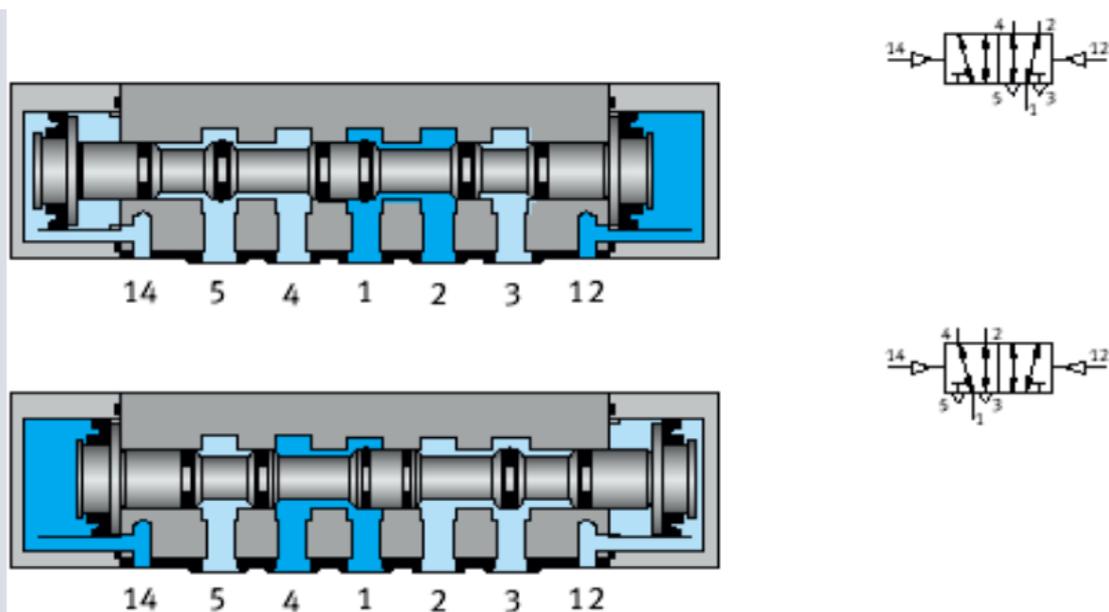


Figura 17: Válvulas neumáticas
Fuente: Curso de neumática básica

Se denominan válvulas neumáticas a los componentes que controlan el paso del aire comprimido; pueden ser reguladoras o distribuidoras. Se entiende como válvulas distribuidoras a las que se emplean para dirigir el flujo de aire por los diferentes conductos de un circuito, permitiendo o imposibilitando su paso; si permiten el paso del flujo del aire serán capaces de permitir también el avance o retroceso de un cilindro conectado a la válvula. Estas válvulas se caracterizan por: a) Estado, número de movimientos o posiciones en las que se puede encontrar la válvula b) vías, número de orificios que tiene la válvula tanto los de entrada como los de salida c) Modo de funcionamiento, que es la forma en que la válvula puede cambiar de un estado a otro accionamiento como válvula en estado de reposo, válvula en posición de trabajo.

2.18 CELDAS DE CARGA

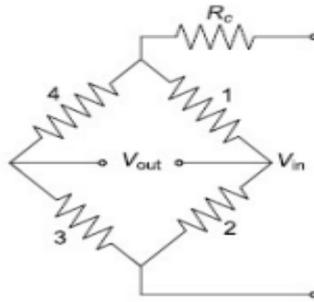


Figura 18: Celdas de carga

Fuente: Castillo, Luis. Diseño de una celda de carga a micro escala para sistemas de propulsión de vehículos aéreos de pequeña escala. Universidad de Costa Rica

A partir de la figura 17 se pueden comprender, las celdas o células de carga son estructuras que han sido diseñadas para el soporte de cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior están uno o varios sensores de deformación que detectan los valores de deformación. Se la conoce como un transductor que convierte la fuerza aplicada sobre ella en una señal eléctrica que se puede medir, aunque existen varios tipos de sensores de fuerza las más comunes del mercado son las células, de acuerdo con la figura 17 su diseño internamente es así.

Las celdas de carga digital producen esta deformación por medio de circuitos wheatstone, actúan en las bases de la máquina o sistemas de pesaje para encontrar reacciones, por esto los diseños de células de carga pueden distinguirse de acuerdo con el tipo de salida que genera (neumático, hidráulico o eléctrico), así como con la forma que tienen para detectar el peso (flexión, compresión, tensión, etc.)

Las células de carga neumáticas operan en el principio de equilibrio de fuerzas, utilizan varias cargas amortiguadoras para darle mayor precisión que un dispositivo hidráulico. Algunos diseños usan la primera cámara del amortiguador como una cámara de tara. Comúnmente las células de carga neumática son usadas para medir pesos relativamente pequeños.

Las células de carga hidráulicas incluyen el peso de tanques y recipientes para lograr una máxima precisión el peso del tanque puede ser obtenido localizando una célula de carga en cada punto de soporte y sumando sus salidas. Dado que tres puntos son los que definen un plano el ideal de puntos de soporte es tres. Las salidas de las células se pueden enviar a un totalizador hidráulico que resume las señales de las células de carga generando una salida que representa la suma. También se pueden usar los totalizadores electrónicos.

Las células que son de carga extensométricas son las que convierten la carga que actúa sobre ellas en señales eléctricas, los propios medidores se unen a una viga o elemento estructural que se va deformando cuando se le aplica un peso. En la mayoría de los casos se usan cuatro medidores de deformación para lograr la máxima sensibilidad y compensación de temperatura. Generalmente dos de los medidores están en tensión y otros dos en compresión conectándose con ajustes de compensación.

2.19 VARIADORES DE VELOCIDAD

Las máquinas industriales generalmente se accionan a través de motores eléctricos, tanto a velocidades constantes o variables con valores precisos. A pesar de ello, los motores eléctricos generalmente operan a una velocidad constante o casi constante con valores dependientes de la alimentación y de las características propias del motor, las mismas que no se pueden modificar de manera fácil.

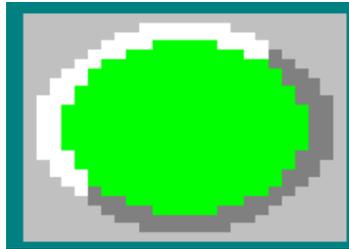
Si se desea lograr la velocidad de los motores, se utiliza un controlador especial al que se denomina variación de velocidad, éstos variadores son utilizados en variadas aplicaciones industriales.

El variador de velocidad puede tratarse de la combinación de un motor eléctrico y el controlador que es empleado para la regulación de la velocidad del mismo. También se puede designar como variador de velocidad a la combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita la continuidad en el cambio continuo de velocidad.



Figura 19: Variadores de frecuencia
Fuente: el autor

2.20 PULSADORES



Figuras 20: Pulsadores
Fuente: el autor

Se denomina de esta manera al botón que debe pulsarse para que genere una acción; se pueden encontrar en una gran cantidad de dispositivos, pueden ser de diferentes tamaños y generalmente están integrados a máquinas, un claro ejemplo en la figura 20.

Generalmente posibilitan el flujo de corriente trabajando con un interruptor eléctrico que activa una función. Los ascensores o elevadores son aparatos que funcionan con pulsadores, así también los timbres, entre otros. Los colores pueden ser resaltados para las diferentes operaciones que se desea realizar por ejemplo un botón verde puede generar el inicio de algo así como el rojo terminar la acción; existen muchos y de diferentes estructuras teniendo como denominador común el uso de un pulsador como interfaz entre las personas y el sistema informático que se encarga de detectar qué se presiona.

La lista de usos es muy extensa porque como se indicó se está hablando de cualquier mecanismo que se controle por medio de la fuerza de un motor en vez de que sea manipulado directamente por el ser humano.

2.21 MÓDULOS DE CONVERSIÓN ANALÓGICO A DIGITAL

Una etapa fundamental para el desarrollo de un sistema es la conversión analógica digital, para ello se utilizan convertidores analógico digitales ADC (Analog Digital Converter), para explicar su función es preciso que se aborde el tema desde su raíz, diferenciando estos dos mundos.

Entendiendo el término analógico como las medidas o magnitudes que varían de forma continua, como la temperatura; mientras que el digital – como su nombre lo indica – proviene de dígito, referido a los dedos. A diferencia de las medidas analógicas las digitales varían en cantidades que tienen números infinitos de decimales. Para explicarlo mejor se puede decir que las cantidades digitales van saltando para pasar de una medida a otra, definiendo estos saltos como cantidades enteras y contables.

Por eso se puede deducir que la electrónica analógica se encarga de los dispositivos donde el voltaje y la corriente van cambiando continuamente, pero los datos analógicos son difíciles de almacenar, manipular, comparar, calcular y recuperarlos de manera exacta cuando han sido guardados.

Se puede decir entonces que la conversión analógico digital se da cuando se transforman señales eléctricas continuas de información en datos digitales; esta conversión se da mediante un ADC.

CAPITULO 3: Desarrollo de la propuesta e implementación.

3.1. Descripción del proceso

Es importante detallar el funcionamiento del proceso de la propuesta de implementación como se describe a continuación: El sistema se encargará de clasificar y transportar las fundas de camarones con peso bueno y separar del peso malo, se a dividido por 2 partes para separar las fundas de los pesos antes mencionados.

El proceso cuenta con una pantalla HMI integrada a un controlador PLC siendo piezas clave para la automatización del sistema.

Por otro lado, al iniciar el sistema los operadores depositaran en la banda 1 los envases de fundas con camarones envasado por ellos mismos.

En relación a la forma de operar el sistema posee un botón de color rojo pulsador denominado paro para desactivar todo el sistema si en cualquier momento se lo requiere, un botón de color verde denominado marcha con el fin de iniciar el sistema y un botón de color amarillo pulsador denominado fundas para efectos de simulación al pulsar dicho botón saldrán fundas con camarones. También contiene una pantalla indicadora de pesaje, por efecto de simulación se manipula un potenciómetro en el cual variamos el peso de las fundas con camarones.

Al iniciar el proceso se procederán a encender todas las bandas transportadoras denominada banda 1, banda 2, banda 3, banda 4.

La banda 1 transportadora pasan las fundas con camarones depositada por los operadores, la cual una vez la funda allá pasado por esta banda, tendrán un sensor 1 de proximidad de manera que nos ayude a no acumular fundas con camarones cuando dicha funda llegue a la celda carga, Así obtendrá un pesaje estático, cabe recalcar que este sistema ira pesando la funda con camarones 1 a la vez.

Una vez llegada la funda con camarones a la celda de carga el cilindro 1 se encargará de tomar la decisión de enviar la funda con camarones de acuerdo como este el peso.

El vástago del cilindro 1 se moverá en 3 posiciones, contraído, centro y extendida totalmente, por ello se controlará dichas posiciones por medio de 3 sensores magnéticos cada 1 tomando dichas posiciones.

En primer lugar, la posición contraída será la posición inicial en el cual estará el cilindro cuando empiece el proceso.

En segundo lugar, la posición centro actuara solo si el peso medido en la celda de carga de la funda con camarones es bueno, luego de poner la funda en dicha posición el actuador lineal procederá a recoger la funda con camarones controlando su movimiento por medio de sensor magnéticos, variadores para su velocidad y luego transportándola a la banda 3 y banda 4 distribuyéndolas a un sector de despacho.

En tercer lugar, la posición extendida totalmente actuara solo si el peso de la funda con camarones es malo, es decir no tiene el peso adecuado para su

comercialización. La banda 2 separa todas las fundas con camarones que se encuentren con mal peso, distribuyéndolas a un sector de reenvase.

3. 2. conexión de entradas y salidas del PLC

3.2.1. Conexión de entras digitales del sistema al PLC

La PLC S7 200 CPU 224 cuenta con 14 entradas digitales, las cuales 10 entradas digitales serán ocupadas para nuestros sistemas y descritas a continuación y mostrada en la figura 21.

Entrada digital I0.0:

Controla el sistema de paro de emergencia, conjunto con un (contacto normalmente abierto) del contactor KEM.

Entrada digital I0.1:

Contrala el sistema de inicio del proceso, conjunto con un (pulsador normalmente abierto NO), llamado marcha.

Entrada digital I0.2:

Por efecto de simulación creamos esta entrada, simulando un pulsador (normalmente abierto NO), su función la realizara al momento de pulsar dicha entrada, saldrán fundas en el recuadro rectangular enviándolas a la banda 1

Entrada digital I0.3:

Sensor capacitivo (normalmente abierto NO) de banda 1, su función es de ayudar al proceso a no tener acumulamiento de fundas al momento de pesarlas en la celda de carga.

Entrada digital I0.4:

Se usa un pulsador (normalmente abierto NO), esta entrada por efecto de simulación, para que las fundas se desplacen a la banda 1.

Entrada digital I0.5:

Denominada como S1, nos referimos al sensor magnético (normalmente abierto NO), su función es captar la señal de el vástago del cilindro 1 cuando este en estado de reposo.

Entrada digital I0.6:

Denominada como S2, nos referimos al sensor magnético (normalmente abierto NO), su función es captar la señal de el vástago del cilindro 1 cuando este en la posición centro.

Entrada digital I0.7:

Denominada como S3, nos referimos al sensor magnético (normalmente abierto NO), su función es captar la señal de el vástago del cilindro 1 cuando este en la posición de extendido máximo del vástago.

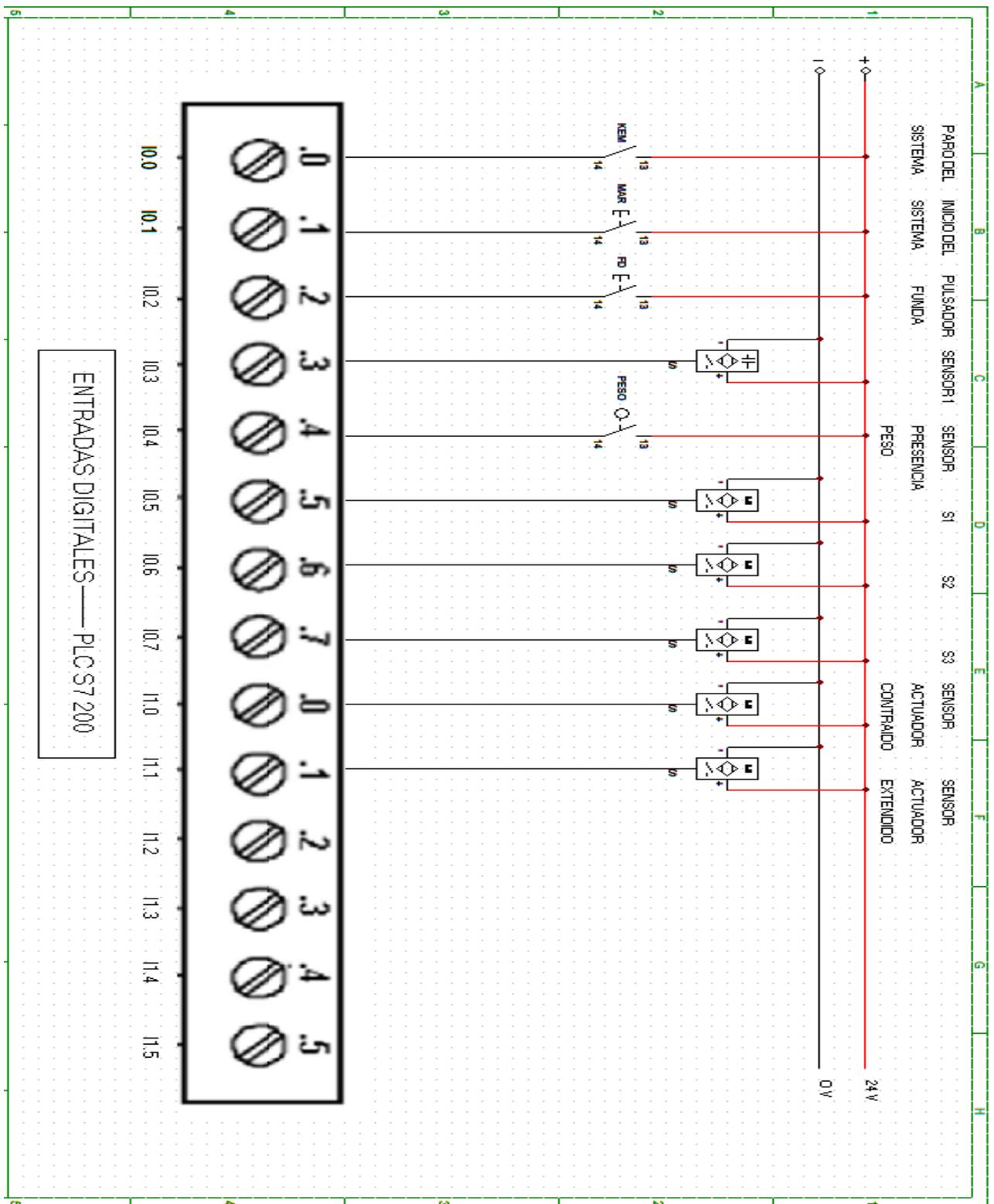


Figura 21: Entradas digitales.
Fuente: El autor

3.3. Conexión de entrada analógica del sistema al PLC

Conexión de salidas digitales del sistema al PLC

En el PLC S7 200 CPU 224 cuenta con 10 salidas digitales, las cuales 10 salidas digitales serán ocupadas para nuestros sistemas, descritas a continuación y mostradas en la figura 22.

Salida digital Q0.0:

Asignada para la banda 1, la salida se conecta un relé de bornera RL1 utilizado para proteger al PLC.

Salida digital Q0.1:

Asignada para la banda 2, la salida se conecta a un relé de bornera RL2 utilizado para proteger al PLC.

Salida digital Q0.2:

Asignada para la banda 3, la salida se conecta a un relé de bornera RL3 utilizado para proteger al PLC.

Salida digital Q0.3:

Asignada para la banda 4, la salida se conecta a un relé de bornera RL4 utilizado para proteger al PLC.

Salida digital Q0.4:

Asignada para activar la electroválvula de la etiqueta expandir cilindro, la salida se conecta a un relé de bornera RL5 para proteger al PLC.

Salida digital Q0.5:

Asignada para activar la electroválvula de la etiqueta contraer cilindro, la salida se conecta a un relé de bornera RL6 para proteger al PLC.

Salida digital Q0.6:

Asignada para activar el sentido del giro del motor del denominado actuador lineal, en este caso será en sentido expandido asignando la etiqueta de actuador expandir, la salida se conecta a un relé de bornera RL7 para proteger al PLC.

Salida digital Q0.7:

Asignada para activar el sentido de giro del motor del denominado actuador lineal, en este caso será en sentido contraído asignando la etiqueta de actuador contraído, la salida se conecta a un relé de bornera RL8 para proteger al PLC.

Salida digital Q1.0:

Asignada para activar la electroválvula de la etiqueta ventosa, la salida se conecta a un relé de bornera RL9 para proteger al PLC.

Salida digital Q1.1:

Asignada para activar una alarma en cualquier momento que exista una sobretensión.

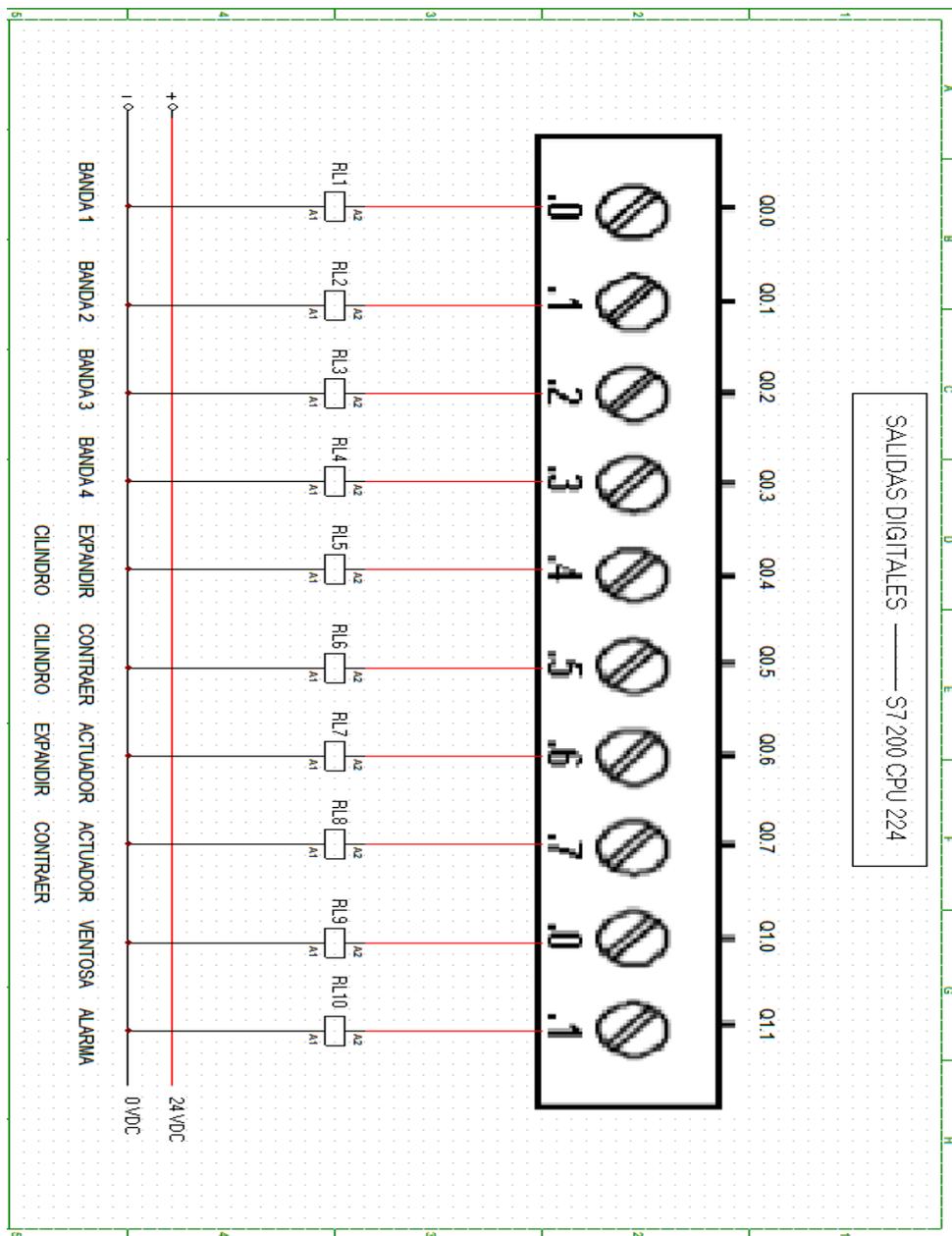


Figura 22: Salidas digitales
Fuente: el autor

3. 4. Circuito de control del sistema

El circuito de control realizado, consta de 5 etiquetas como se demuestra en la figura 23, su alimentación es de 24 V y 0V, alimentación propicia para un sistema de control.

Cabe recalcar que nuestro sistema se realiza por medio de conexiones indirectas, las cuales nos ayudaran a proteger a las salidas digitales del PLC.

Se describe a continuación la conexión del circuito de control del sistema divididas por etiquetas.

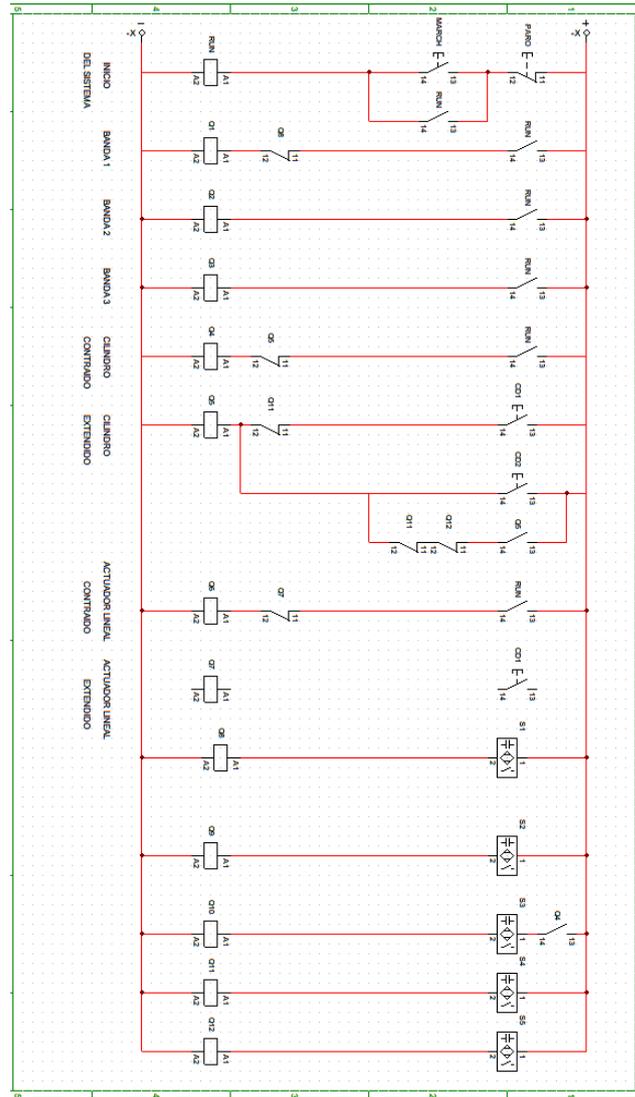


Figura 23: Conexión del circuito de control del sistema.
Fuente: el autor

Emergencia:

Su función, es importante en cualquier proceso de automatización como es el de detener el sistema en el cualquier momento que se requiera, desactivando el contactor KEM, manipulado con el pulsador normalmente cerrado como se ve en la imagen.

Banda 1:

Cuenta con un circuito conectado a un contacto normalmente cerrado del relé térmico con la etiqueta denominada FT1, el terminal de entrada del térmico va conectado a los 24vcc, el cual nos ayudara a proteger el motor en cualquier sobrecarga que este pueda presentar, es decir si existirá dicha sobrecarga este contacto se abre des energizando el circuito y por ende no pasa corriente al motor. El terminal de salida de dicho térmico se conecta a un común del relé RL1, el cual también un contacto normalmente abierto del relé RL1 se conecta a la parte de control del contactor KM1, específicamente al terminal A1. La parte de control del terminal A2 hace el retorno del circuito conectando dicho terminal a 0v.

Banda 2:

El circuito inicia conectado 24VCC, el terminal de entrada de un contacto normalmente cerrado del térmico con la etiqueta denominada FT2, el terminal de salida del térmico se conecta a un contacto normalmente abierto del relé RL2, consecutivamente la salida De dicho relé se conecta a la parte de control del contactor KM2, específicamente al terminal A1 Y La terminal de control A2 de dicho contactor a 0v

Banda 3:

Su alimentación consta de 24 Vcc, su conexión empieza con dicha alimentación, luego va al terminal de entrada del contacto normalmente cerrado del térmico con la etiqueta denominada FT3, la salida del conectado normalmente cerrado del térmico FT3 se conecta al común del relé de control RL3, para luego de conectar del contacto normalmente abierto de RL3 al contactor KM3, específicamente al terminal A1 y la terminal de control A2 a 0v

Banda 4:

Utilizada una alimentación de 24vc, el terminal de entrada del térmico denominado FT4 va conectado a dicha alimentación, luego la salida del terminal térmico FT4 a un común del relé RL4 Y un contacto normalmente abierto al terminal A1 del contactor KM4 y la terminal de control A2 a OV.

3.4.1 CIRCUITOS DE FUERZA DEL SISTEMA

El circuito de fuerza realizado consta de como esta conexionado los 4 motores trifásicos como se observa en la imagen 24.

Todas sus conexiones tienen sus respectivas etiquetas denominadas: Banda 1, Banda 2, Banda 3, Banda 4.

Banda 1:

La alimentación del motor es de 220Vac, dicha alimentación pasa por la conexión de la entrada del disyuntor denominado D1, la salida del disyuntor D1 se conecta a la entrada del contactor KM1, siguiendo la conexión la terminal de salida del contactor conectado a los pines de entrada de la parte de fuerza del relé térmico denominada FT1 y su salida del térmico conectado

al motor. Por último, su conexión a tierra del motor importante en cualquier clase de circuito.

Banda 2:

Utiliza una alimentación de 220Va para el motor, dicha alimentación pasa por la conexión de la entrada del disyuntor denominado D2, la salida del disyuntor D2 se conecta a la entrada del contactor KM2, la terminal de salida del contactor está conectado a los pines de entrada de la parte de fuerza del relé térmico denominada FT2 y su salida del térmico conectado al motor.

Cuenta con la conexión a tierra importante en cualquier clase de circuito.

Banda 3:

Cuenta con una alimentación 220V para el motor, la conexión empieza protegida por los terminales de entrada del disyuntor denominado D3, que a su vez sus terminales de salida se conectan a los terminales de entrada de KM3. Por otro lado, los terminales de salida de KM3 conectados a la parte de fuerza de la entrada del térmico denominado FT3 y su terminal de salida al motor. Finalizando su conexión a tierra del motor.

Banda 4:

Posee una alimentación de 3 fases dando como resultado 220v, la conexión empieza dicha alimentación conectada a la entrada del disyuntor D4, la salida de D4 se conectada al contactor KM4, los terminales de salida de KM4 están conectados directos a los terminales de entrada del relé térmico FT4. La parte de tierra conectado al circuito del motor conectado para protección del circuito.

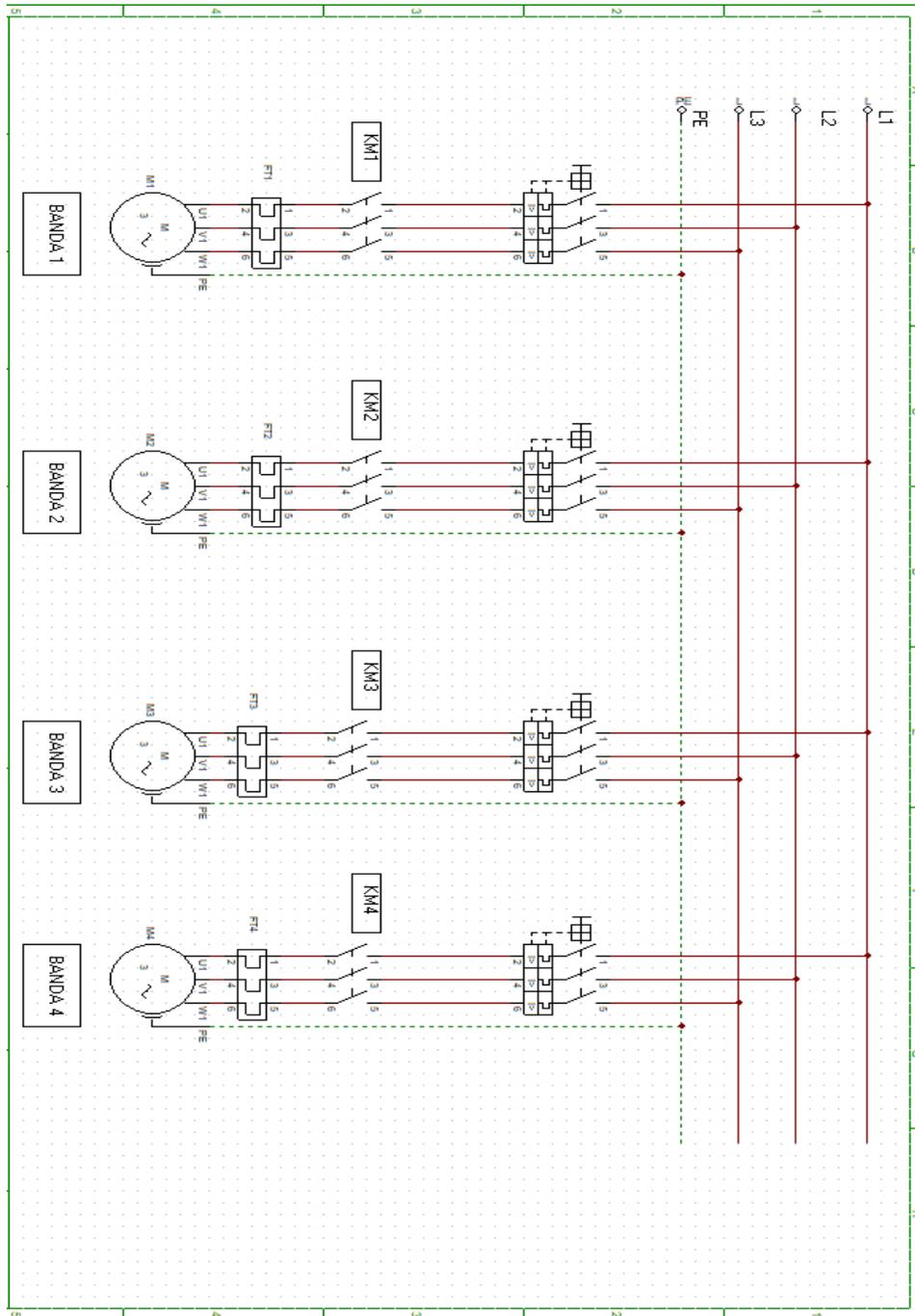


Figura 24: Circuito de fuerza de sistema
Fuente: el autor

3.5. Diagrama de estado

De acuerdo a la figura 25, este sistema nos ayuda a evitar posibles fallas o errores que se pueden suscitar en el proceso, así mismo ir viendo las variables que se activan y las que se desactivan. Dichas variables cuentan con flechas que hacen de transición del diagrama de estado, es decir luego que ese estado pase por estas transiciones tiende a pasar a una etapa en el proceso.

De referencia con respecto a los círculos de color azul serán denominados como actuadores y los cuadros de color naranja con números serán los sensores fundamentales para el cambio de transición en el proceso, transformado condiciones para cada una de sus estados.

Su retorno del diagrama de estado, esta denominado como R, esta transición es para el retorno a la etapa inicial del proceso.

A continuación, se indica las transiciones de nuestro diagrama de estado.

1. Celda de carga y condición de pesaje bueno
2. Celda de carga, Sensor 1, condición de pesaje bueno
3. Celda de carga y condición de pesaje malo
4. Celda de carga, sensor 1 y pesaje malo
5. Captador magnético centro
6. Captador magnético centro
7. Captador magnético expandido
8. Captador magnético expandido
9. Captador magnético actuador lineal extendido
10. Captador magnético actuador lineal extendido

11. Captador magnético actuador lineal contraído

R. Retorno a la etapa inicial del proceso

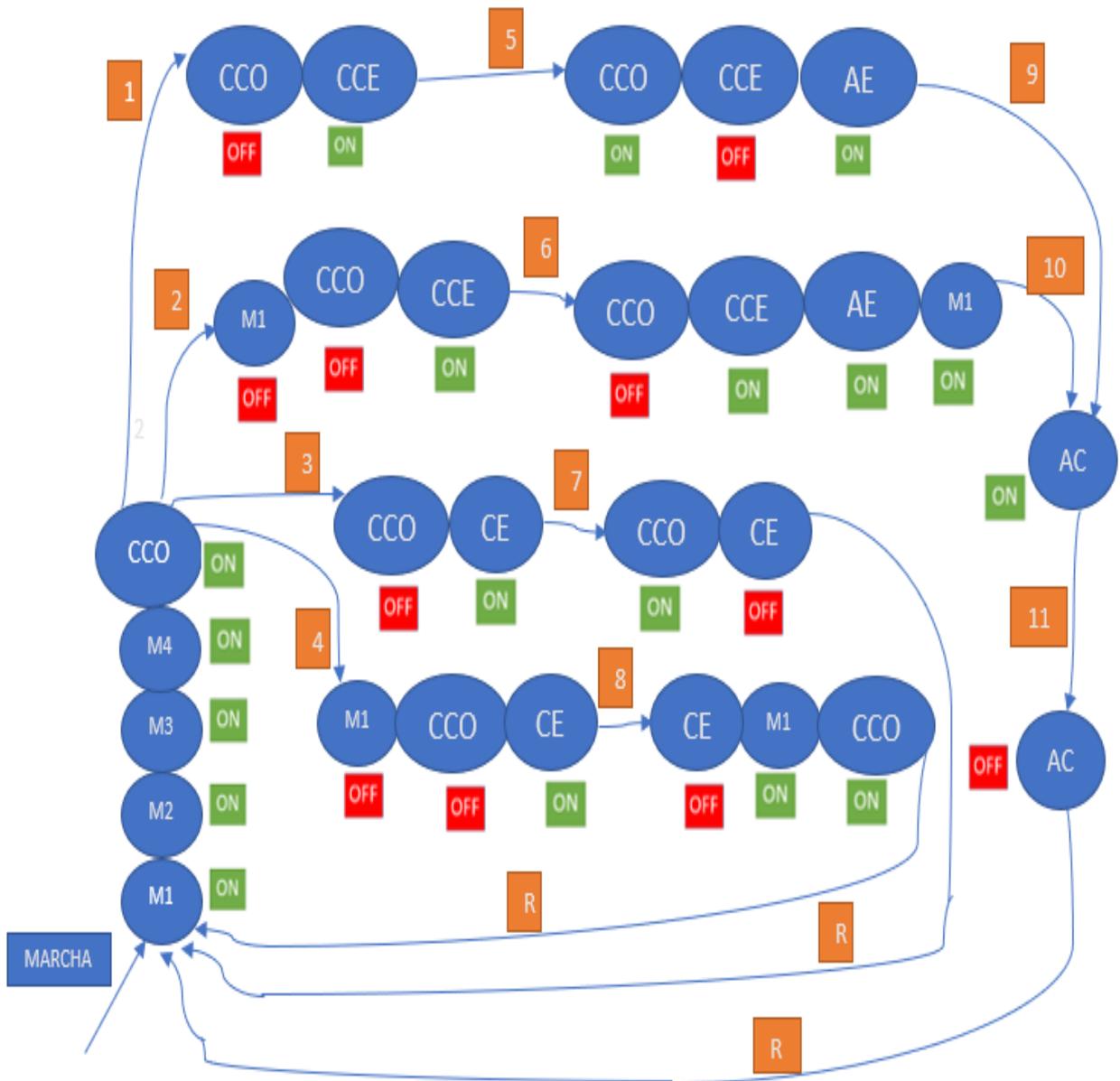


Figura 25: Diagrama de estado
Fuente: el autor

3.6. PROGRAMACION DEL SISTEMA

En la presente se procederá a describir la programación del proceso, utilizando el software Step 7 – Micro/Win mediante etapas por separadas. Se detallará cada línea de programación en conjunto con una tabla que contiene símbolo, dirección y comentario donde podremos verificar fácilmente que función ejercen los pulsadores, sensores y actuadores.

Tabla de símbolos

			Símbolo	Dirección	Comentario
1			PARO	I0.0	PARO DEL SISTEMA
2			MARCHA	I0.1	INICIO DEL SISTEMA
3			RUN	Q0.0	SISTEMA ENCENDIDO
4			BANDA_1	Q0.1	BANDA 1 DISTRIBUIDOR FUNDAS
5			FUNDAS	I0.2	PULSADOR FUNDAS DE CAMARON
6			DOSIFICADOR	Q0.2	DOSIFICADOR DE FUNDAS DE CAMARON
7			SENSOR_BANDA_1	I0.3	SENSOR BANDAS 1
8			MARCA_PESO	M0.2	MARCA DE PESAJE
9			SENSOR_PP	I0.4	SENSOR PRESENCIA DE FUNDA
10			MARCA_PP	M0.1	MARCA PRESENCIA DE FUNDA
11			PESAJE	Q0.3	MARCA PESO BUENO
12			CILIN_CONT	Q0.4	CILINDRO CONTRAIDO
13			CILIN_EXT	Q0.5	CILINDRO EXTENDIDO
14			POSICION_A	I0.5	SENSOR CILINDRO POSICION A
15			POSICION_B	I0.6	SENSOR CILINDRO POSICION B
16			POSICION_C	I0.7	SENSOR CILINDRO POSICION C
17			PESO_MALO	M0.3	MARCA PESAJE MALO
18			MARCA_MOV	M0.4	MARCA MOV
19			MARCA_B	M0.5	MARCA CILINDRO SENSOR B
20			ACTUADOR_EXT	Q0.6	ACTUADOR LINEAL EXTENDIDO
21			ACTUADOR_CONT	Q0.7	ACTUADOR LINEAL CONTRAIDO
22			SENSOR_ACT_EXT	I1.1	SENSOR ACTUADOR LINEAL EXTENDIDO
23			SENSOR_ACT_CONT	I1.0	SENSOR ACTUADOR LINEAL CONTRAIDO
24			MARCA_EXT	M0.6	MARCA SENSOR ACTUADOR LINEAL EXTENDIDO
25			MARCA_CONT	M0.7	MARCA SENSOR ACTUADOR LINEAL CONTRAIDO
26			VENTOSA	Q1.0	ACTIVAR VENTOSA
27			BANDA_2	Q1.1	BANDA 2 DISTRIBUIDOR FUNDAS MAL PESO
28			BANDA_3	Q1.2	BANDA 3 DISTRIBUIDOR FUNDAS BUEN PESO
29			BANDA_4	Q1.3	BANDA 4 DISTRIBUIDOR FUNDAS DE BUEN PESO
30			ALARMA	Q1.4	FALLO DEL SISTEMA
31			BOTON_ALARMA	I1.3	PULSADOR ALARMA

Tabla 2: Tabla de símbolos de programación
Fuente: El autor

3.7. Líneas de programación Ladder expuesta por etapas

Etapas # 1

A partir de la figura 26, se puede comprender que se realiza un enclavamiento en el cual al proceder físicamente a pulsar el botón de inicio esta señal quede enclavada iniciando el sistema. La señal enclavada se interrumpirá solo si el contacto paro se abre.

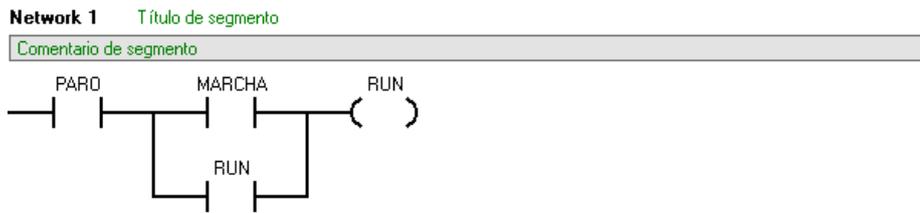


Figura 26: Inicio del sistema
Fuente: el autor

Etapas # 2

La figura 27 representa una línea programación que esta creada con el fin de detener la banda 1, al momento de tener presencia de una funda de camarones en la celda carga evitando la acumulación de las fundas.

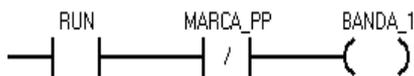


Figura 27: Encendido y apagado banda 1
Fuente: el autor

Etapas # 3

Línea de programación diseñada para efecto de simulación, la cual pulsando el botón fundas, creado en el HMI, procederá a distribuir fundas en la banda 1, como se muestra en la figura 28.

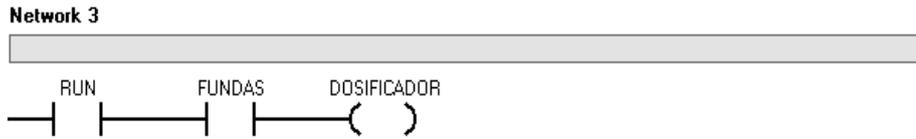


Figura 28: Simulación fundas
Fuente: el autor

Etapa # 4

Línea de programación destinada para crear una marca la cual, ayudara a evitar la acumulación de fundas al momento que una funda de camarones llegue a la celda de carga, como se visualiza en la figura 29.

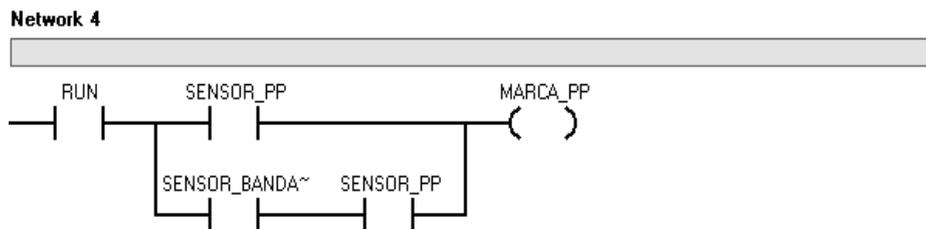


Figura 29: Marca de sincronización
Fuente: el autor

Etapa # 5

Línea de programación creada para la lectura de la entrada analógica como se registra en la figura 30.

Network 5

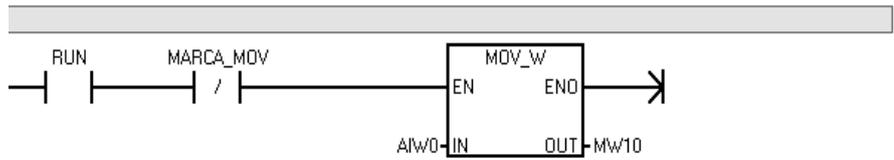


Figura 30: Lectura analógica
Fuente: el autor

Etapa # 6

A partir de la imagen 31, se puede comprender el uso comparadores para identificar el peso correcto

Network 6

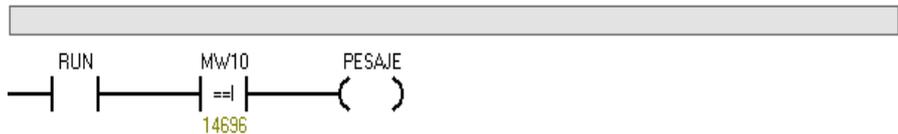


Figura 31: Identificación de pesaje
Fuente: el autor

Etapa # 7

La figura 32, desarrolla se usando una marca creada para el pesaje bueno

Network 7

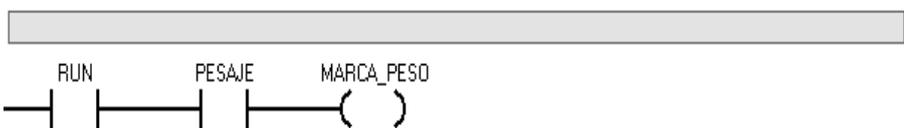


Figura 32: Marca pesaje bueno
Fuente: el autor

Etapa # 8

Se visualiza que la figura 33, es una línea de programación empleada para activar la bobina del cilindro contraído en el momento que se requiera.

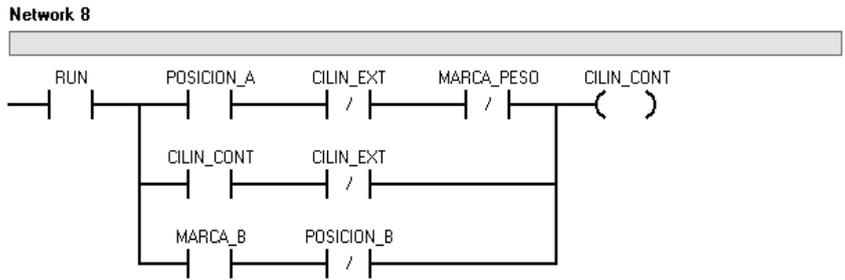


Figura 33: Activar cilindro contraído
Fuente: el autor

Etapa # 9

En la figura 34 representa, el Uso esta línea de programación para extender el cilindro cuando este convenga, es decir la condición para que esta bobina se activa dependerá del pesaje que tenga una funda con camarones.

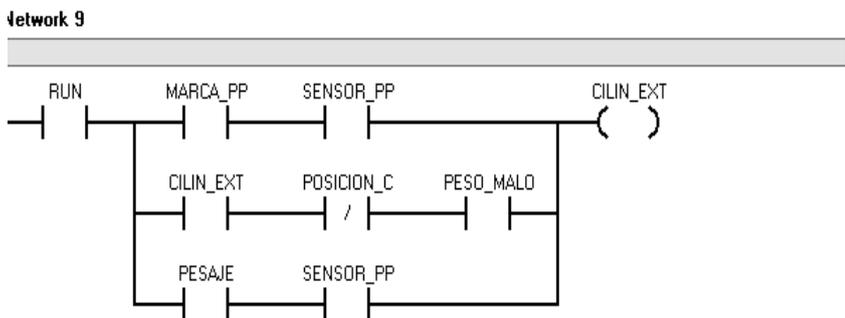


Figura 34: Activar cilindro extendido
Fuente: el autor

Etapa # 10

Línea de programación usando comparadores determinamos el pesaje malo, dependiendo su rango de lectura como se muestra en la figura 35.

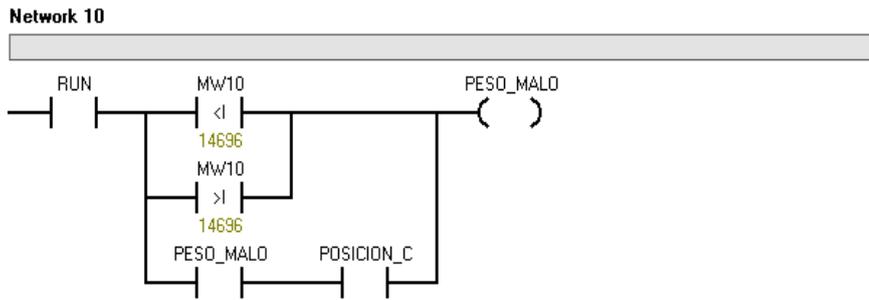


Figura 35: Marca para pesaje malo
Fuente: el autor

Etapa # 11

A partir de la figura 36, su línea de programación determina a las condiciones para la actuación de la marca B, es decir bajo estas condiciones el actuador saldrá hasta el centro de su carrera.

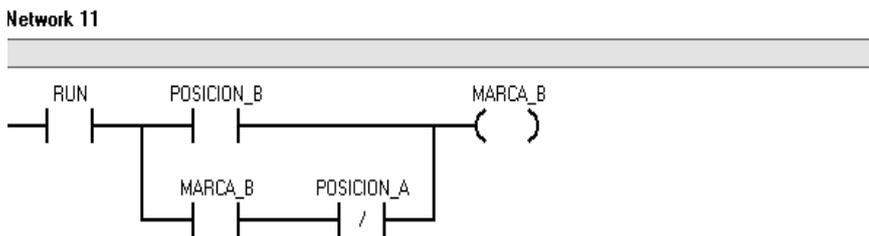


Figura 36: Marca control cilindro
Fuente: el autor

Etapa # 12

Esta línea de programación es para activar el actuador lineal de modo extendido, para eso se debe cumplir las condiciones como se muestra en la figura 37.

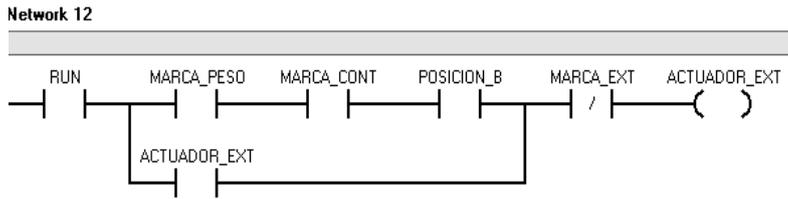


Figura 37: Actuador extendido
Fuente: el autor

Etapa # 13

La figura 38 nos permite visualizar que la línea de programación activada si el sensor del actuador extendido está en dicha posición

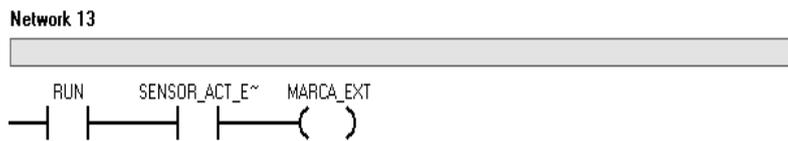


Figura 38: Marca extendido cilindro
Fuente: el autor

Etapa # 14

Línea de programación activada si el sensor del actuador contraído está en dicha posición, como se muestra en la figura 39.

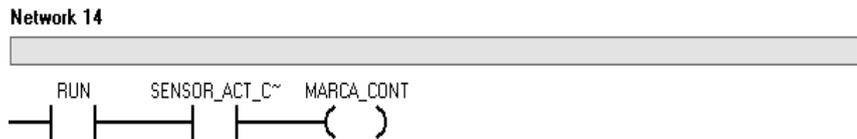


Figura 39: Marca posición cilindro
Fuente: el autor

Etapa # 15

Línea de programación creada con condiciones, facilitando la actuación de la ventosa en el momento que se lo requiera, como se muestra en la figura 40.

Network 15

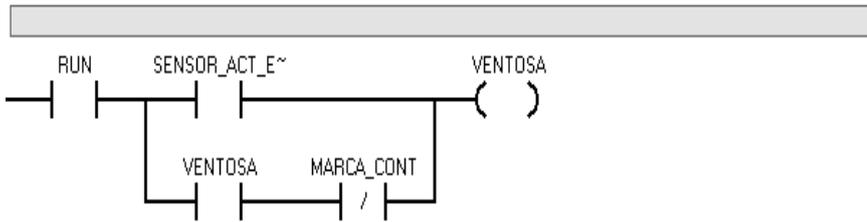


Figura 40: Ventosa
Fuente: el autor

Etapa # 16

De acuerdo a la figura 41, la línea de programación es designada con condiciones para el actuador lineal en sentido contraído

Network 16

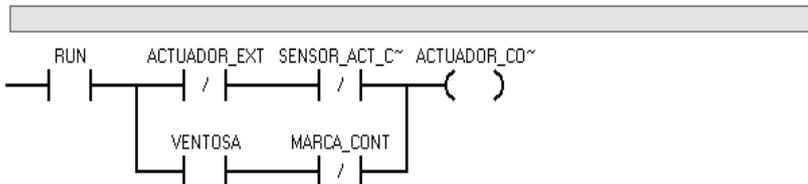


Figura 41: Actuador contraido
Fuente: el autor

Etapa # 17

Línea de programación designada para activar la banda2, como se muestra en la figura 42.

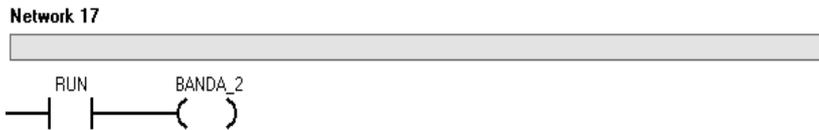


Figura 42: Activar banda 2
Fuente: el autor

Etapa # 18

Línea de programación designada para activar la banda 3, de acuerdo a la figura 43.

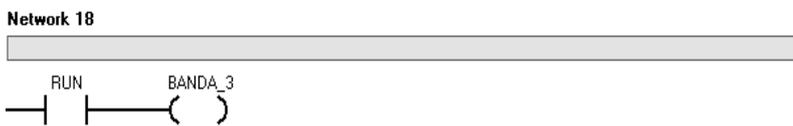


Figura 43: Activar banda 3
Fuente: el autor

Etapa # 19

Línea de programación designada para activar la banda 4 y representada en la figura 44.

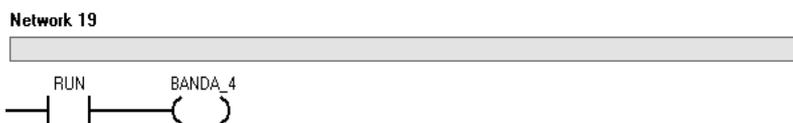


Figura 44: Activar banda 3
Fuente: el autor

Etapa # 20

Línea de programación designada para crear una alarma, en el momento que los relés térmicos presente una falla.

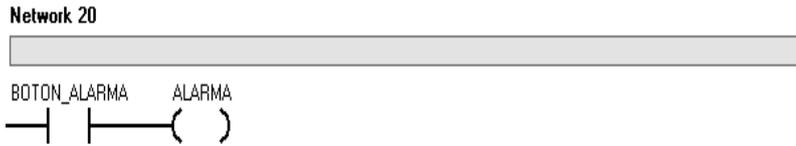


Figura 45: Alarma
Fuente: el autor

3.8. HMI DEL SISTEMA

3.8.1. Elementos del sistema

Paro de emergencia

Comprende de un pulsador normalmente cerrado (NC), el cual tiene como función detener el sistema en cualquier momento que se requiera y representado como se muestra en la figura 46.



Figura 46: Botón de emergencia
Fuente: el autor

Su configuración consta en una ventana llamada pulsador, se define como una entrada digital denominada I0.0 como se muestra en la figura 47, su forma seleccionada como cuadrada y su color rojo.

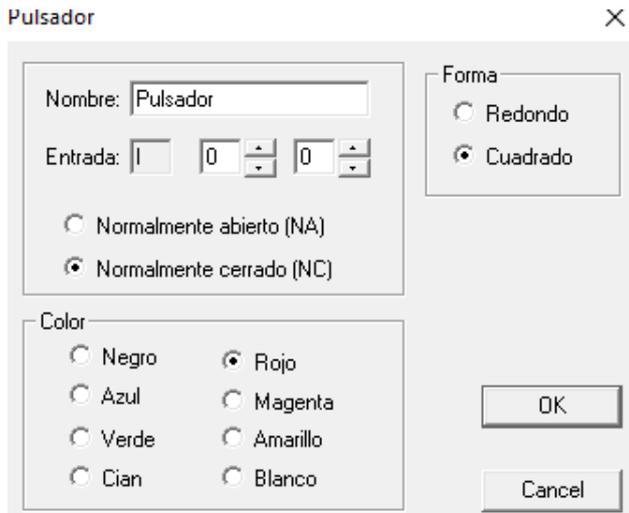


Figura 47: Configuración pulsadora
Fuente: el autor

INICIO DEL SISTEMA

Constituye a un pulsador normalmente abierto (NA), el cual tiene como función iniciar el sistema y esta representado por la figura 48.



Figura 48: Botón de marcha
Fuente: el autor

A partir de su configuración se puede comprender que consta en una ventana llamada pulsador, se define como una entrada digital denominada I0.1 como se muestra en la figura 49, su forma seleccionada como cuadrado y su color verde.

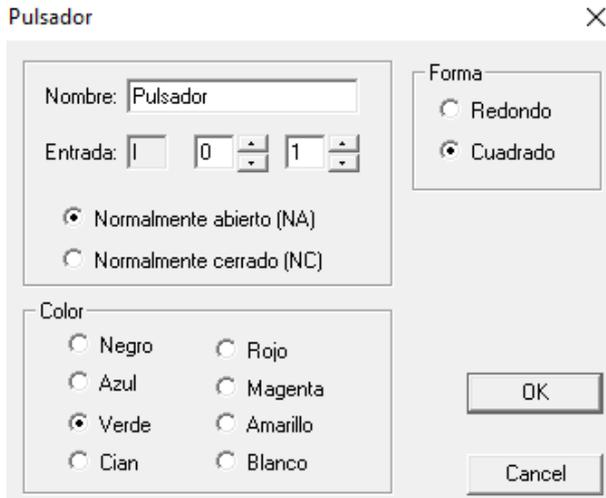


Figura 49: Configuración pulsador 1
Fuente: el autor

Constituye de un pulsador normalmente abierto (NA), su función al momento de pulsar es mandar fundas de camarones a la banda 1, esto se hace por efecto de simulación debido que esta función en la práctica real lo harán los operarios o empacadores. Como se muestra en la figura esta representado de la figura 50.



Figura 50: Botón simulación fundas
Fuente: el autor

Su configuración consta en una venta llamada pulsador, se define como una entrada digital denominada I0.2 como se muestra en la figura 51, su forma seleccionada como cuadrado y su color amarillo.

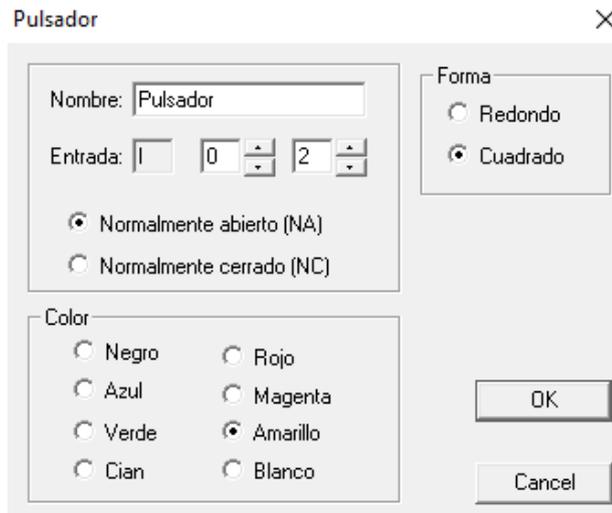


Figura 51: Configuración pulsador 2
Fuente: el autor

BANDA 1

Se componen de un motor reductor, de manera que la banda gire dependiendo las conexiones del motor, su funcionamiento es transportar las fundas de camarones y representada como se muestra en la figura 52.



Figura 52: Banda 1
Fuente: el autor

Su configuración consta de una ventana llamada cinta, se define como una salida digital denominada Q0.1 con desplazamiento hacia la derecha como se muestra en la figura 53.

Existen 3 tipos de gráficos, como preferencia se seleccionó la opción cinta 2 con motor

La orientación de la banda es de manera horizontal como se muestra en la figura

Por efectos de simulación la venta cinta nos da la opción de establecer la velocidad de la banda en un rango Min. Y Máx.

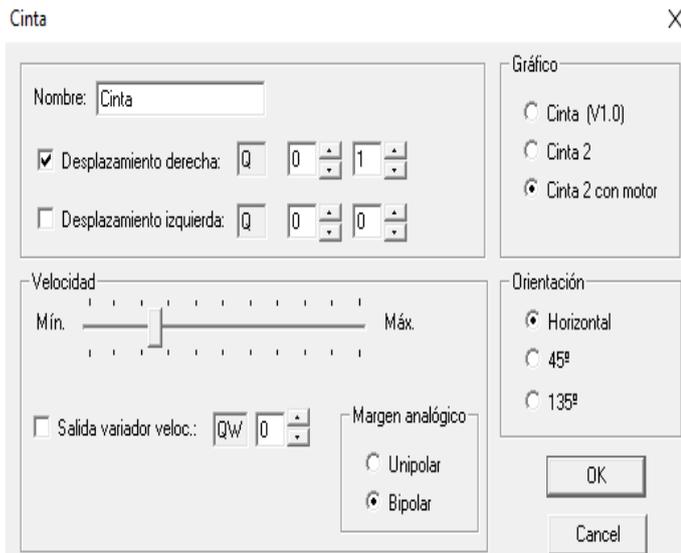


Figura 53: Configuración banda 1
Fuente: el autor

BANDA 2

A partir de la imagen 54 se puede comprender sus componentes, como son motor reductor, de manera que la banda gire dependiendo de las conexiones del motor, su funcionamiento es transportar las fundas de camarones con peso malo.



Figura 54: Banda 2
Fuente: el autor

Su configuración consta de una ventana llamada cinta, se define como una salida digital denominada Q1.1 con desplazamiento hacia la izquierda como se muestra en la figura 55.

Existen 3 tipos de gráficos, como preferencia se seleccionó la opción cinta 2 con motor

La orientación de la banda es de manera horizontal, también contando con opciones para el posicionamiento de las bandas según se lo requiera.

Por efectos de simulación la venta cinta nos da la opción de establecer la velocidad de la banda en un rango Min. Y Máx.

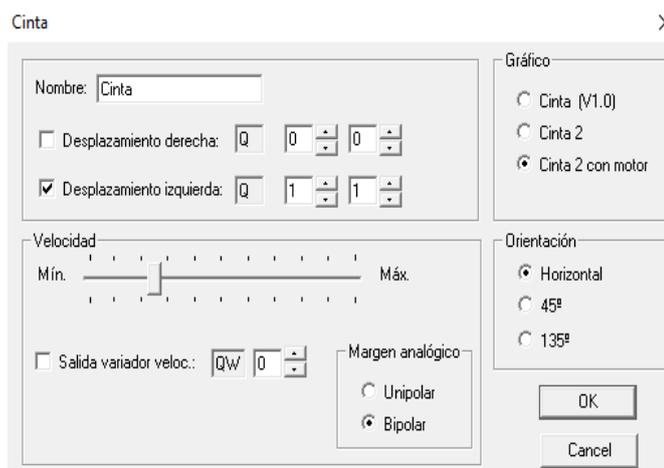


Figura 55: Configuración banda 2
Fuente: el autor

Banda 3

Se componen de un motor reductor, de manera que la banda gire dependiendo las conexiones del motor, su funcionamiento es transportar las fundas de camarones con peso bueno y representada como se muestra en la figura 56.

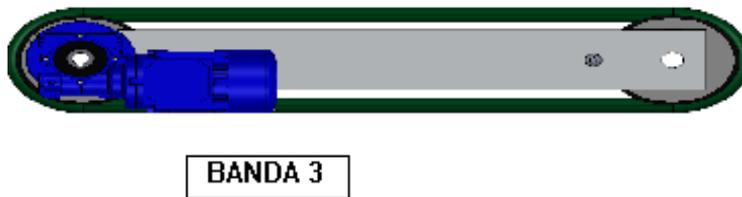


Figura 56: Banda 3
Fuente: el autor

Su configuración consta de una ventana llamada cinta, se define como una salida digital denominada Q1.2 con desplazamiento hacia la derecha como se muestra en la figura 57.

Existen 3 tipos de gráficos, como preferencia se seleccionó la opción cinta 2 con motor

La orientación de la banda es de manera horizontal como se muestra en la figura

Para efectos de simulación la venta cinta nos da la opción de establecer la velocidad de la banda en un rango Min. Y Máx.

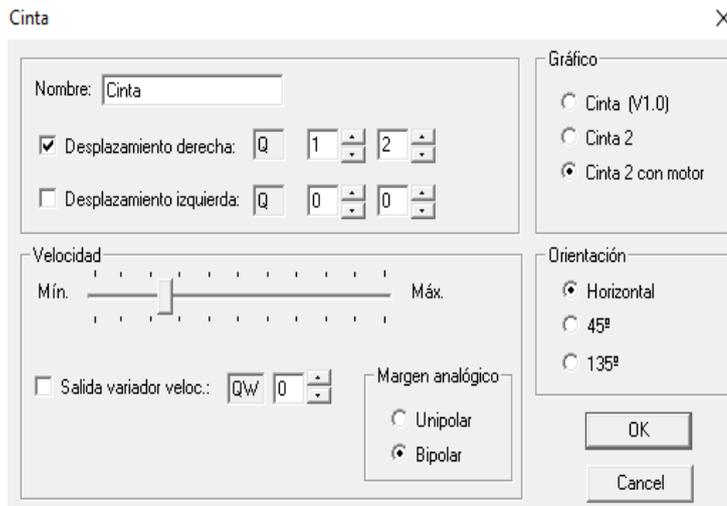


Figura 57: Configuración banda 3
Fuente: el autor

Banda 4

La figura 57 es representada y compuesta de un motor reductor, de manera que la banda gire dependiendo las conexiones del motor, su funcionamiento es transportar las fundas de camarones con peso bueno.

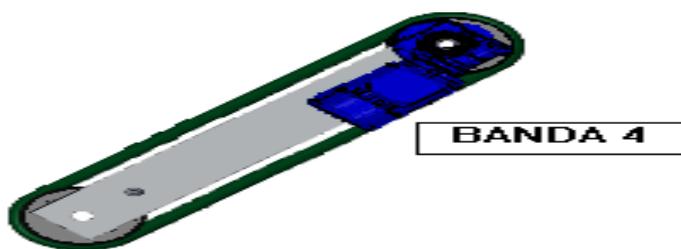


Figura 58: Banda 4
Fuente: el autor

Su configuración consta de una ventana llamada cinta, se define como una salida digital denominada Q1.2 con desplazamiento hacia la derecha como se muestra en la figura 59.

Existen 3 tipos de gráficos, como preferencia se seleccionó la opción cinta 2 con motor

La orientación de la banda es de manera 135° como se muestra en la figura

Por efectos de simulación la venta cinta nos da la opción de establecer la velocidad de la banda en un rango Min. Y Máx.



Figura 59: Configuración banda 4
Fuente: el autor

Cilindro doble efecto

Constituye de un cilindro doble efecto, como se demuestra en la figura 60, el cual está integrado con una válvula 5/2 monoestable y 3 sensores magnéticos, su funcionamiento es el de separar las fundas de peso bueno de las fundas con peso malo



Figura 60: Cilindro doble efecto
Fuente: el autor

Su configuración consta de una vana llamada Actuador neumático. Contiene 2 bobinas llamadas expandir cilindro Q0.5 y contraer cilindro Q0.4 para manipular la carrera del vástago.

Posee 3 gráficos diferentes para la visualización del cilindro, como se muestra en la figura 61, su orientación inicial es contraído.

Tenemos también la opción de desplazar objetos en este caso las fundas de camarones.

Por efectos de simulación existe la opción de regular la velocidad de la carrera del cilindro.

Así también posee 3 sensores magnéticos: (Actuador contraído I0.5) (Actuador centro I0.6) (Actuador extendido I0.7), la cual condiciona la carrera del vástago.

Actuador neumático ×

Nombre:

Expandir cilindro: Q 0 5

Contraer cilindro: Q 0 4

Electroválvula monoestable

Electroválvula biestable

Gráfico

Gráfico 1 (V1.0)

Gráfico 2

Gráfico 3

Estado inicial

Contraído

Expandido

Orientación

Extremo derecho

Extremo izquierdo

Extremo arriba

Extremo abajo

Objeto a desplazar

OK

Cancel

Velocidad

Expandir

Mín. Máx.

Contraer

Mín. Máx.

Captadores magnéticos

Actuador contraído: I 0 5

Actuador centro: I 0 6

Actuador expandido: I 0 7

Detección analógica IW 0

Margen analógico

Unipolar Bipolar

Figura 61: Configuración cilindro doble efecto
Fuente: el autor

Sensor de banda 1

Consignado como sensor capacitivo, representado en la figura 62, su funcionamiento está determinado para que no exista acumulamiento de fundas de camarones al momento de que la línea automatizada realice el pesaje de la funda con camarones.



Figura 62: Sensor capacitivo
Fuente: el autor

A partir de la figura 63, se comprende su configuración consta de una ventana llamada detector, con una entrada denominada I0.3.

Tipo de contacto (normalmente abierto NA)

Para efecto de visualización seleccionamos el gráfico detector 2

Tipo de detección capacitiva

Características de detección 10

Posición del sensor extremo abajo

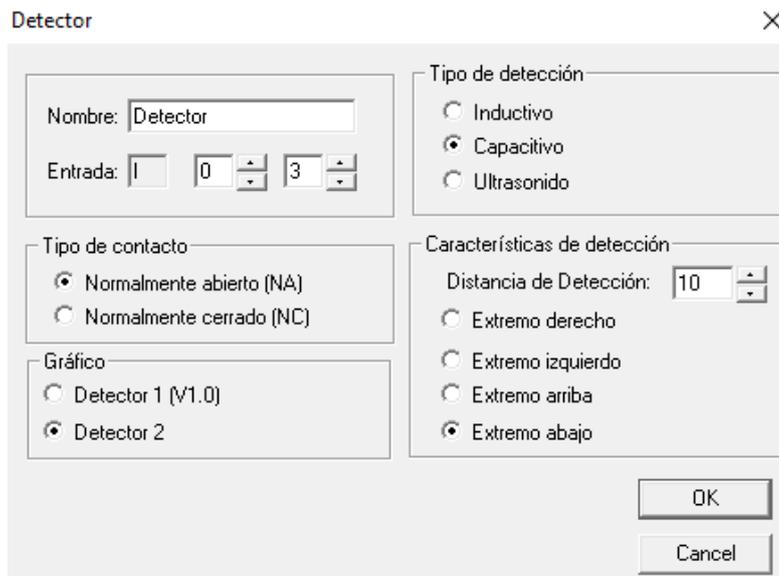


Figura 63: Configuración sensor capacitivo
Fuente: el autor

Display para lectura de pesaje

Creada en la interface HMI, se la ha designado en la lectura de pesaje para las fundas de camarón y representada en la figura 64.



Figura 64: Display para lectura de pesaje
Fuente: el autor

Su configuración consta de una ventana llamada potenciómetro, su funcionamiento es configurar los rangos de pesaje en la celda de carga, definimos nuestra entrada analógica IW.0, su tipo es numérico para la

visualización del mismo, por efecto de simulación el margen analógico unipolar. Como se muestra en la figura 65.

Potenciómetro

Nombre: Potenciómetro

Entrada: IW 0

Tipo

- Lineal vertical
- Lineal horizontal
- Redondo
- Numérico

Margen analógico

- Unipolar
- Bipolar

Escalar Numérico

Límite superior AI: 32760

Límite inferior AI: 0

Límite superior valor numérico: 1000

Límite inferior valor numérico: 0

Unidad de medida valor numérico: G

OK Cancel

Figura 65: Configuración simulación de pesaje
Fuente: el autor

INTERFAZ HMI

En el resultado final de la interface grafica HMI se puede visualizar un proceso que nos acerca a la realidad de lo que hemos propuesto como se muestra en la figura 66.

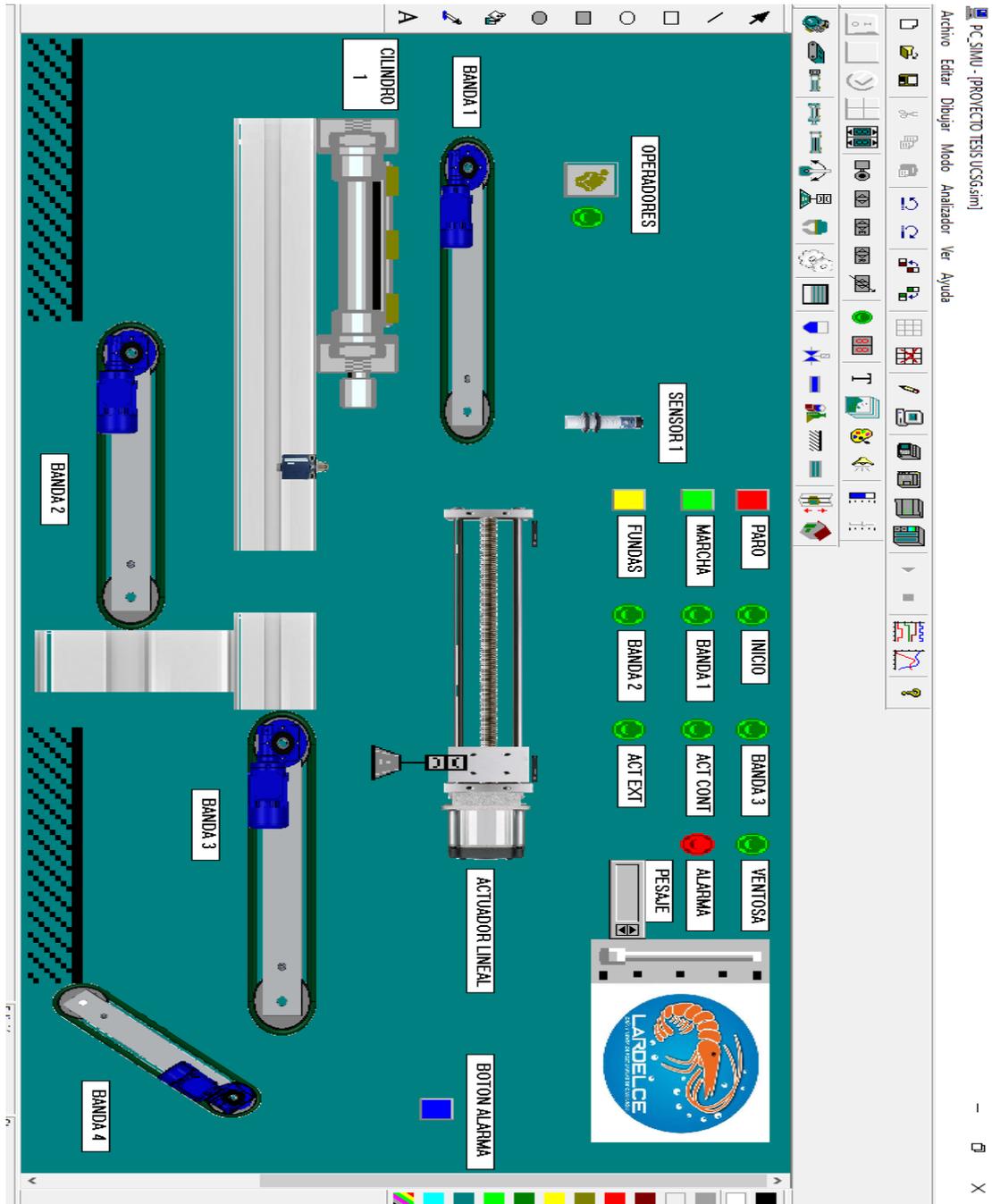


Figura 66: Interface HMI
Fuente: el autor

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La empresa de exportación de camarón requiere de procesos exactos en la transportación y pesaje del producto para la comercialización y que pueda ubicarse comercialmente de forma competitiva tanto en precio como en calidad del producto.
- Para el proceso de transportación y pesaje del producto de la empresa Lardeca se ha propuesto un sistema automático de pesaje estático donde se establecieron rangos para el control del buen peso del producto.
- Al trabajar la programación del software se utilizó el lenguaje Ladder que permite la evaluación y medición de las variables indirectas del proceso, donde es posible insertar un cálculo matemático, situación que se vuelve compleja debido al número de variables intervinientes en la ecuación y las capacidades del lenguaje.
- Creada en la interface HMI se le designó en la lectura del pesaje para las fundas de camarón, donde la configuración consta de una ventana que se denomina potenciómetro, cuyo funcionamiento consiste en configurar los rangos de pesaje de la celda de carga, donde se definió la entrada analógica IW.0 con tipo numérico para su visualización, para efecto de simulación el margen analógico unipolar.

- Este sistema será utilizado en el módulo San Juan de la empresa Lardeca y puede ser utilizado en cualquiera de los otros módulos o en otras empresas que tengan la misma necesidad.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se debe aprovechar los avances en tecnología, principalmente en automatización para el diseño de un interfaz HMMI que permita la transportación y pesaje de camarón en las empresas exportadoras.
- A partir de este trabajo se debe procurar ir adecuando los demás módulos de las empresas para que se pueda aplicar este sistema de manera que se consiga la uniformidad en el pesaje de los camarones consiguiendo mejorar la productividad de la empresa mejorando la calidad del mismo.
- Es preciso establecer estudios futuros donde se adopten otros tipos de tecnología para mejorar los procesos de transportación y pesaje del camarón, procurando mantener la calidad del producto y la exportación del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- 21, A. (2020). *Centro de Formación técnica para la industria*. Obtenido de ¿Qué es el protocolo Ethernet industrial?: <https://www.cursosaula21.com/que-es-ethernet-industrial/>
- Andrade, B., Rivera, M., & Lora, H. (2018). El empaque como oportunidad para el desarrollo del producto y el consumidor responsable; una mirada desde la industria en Norteamérica y Suramérica. *Unilibre*.
- Dzul, D. (27 de julio de 2014). *SCRIBD REVISTA*. Obtenido de Sistemas mecánicos: <https://es.scribd.com/doc/235180364/Sistemas-mecanicos-pdf>
- Educación. (2016). *SLIDESHARE*. Obtenido de Válvulas neumáticas: <https://es.slideshare.net/joseave/valvulas-neumaticas-64844264>
- Estupiñan, R. &. (2012). *Administración de riesgos E.R.M. y la auditoría interna*. ECOE EDICIONES.
- Fernandez, G. (2005). *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. Obtenido de Sensores Magnéticos e Inductivos: <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sensores%20magneticos.pdf>
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Red Tercer Milenio.
- Gonzalez-Longatt, F. (2016). *Modelación Matemática de Sistemas*. Noruega.
- Ingeniería Mecafenix*. (25 de febrero de 2019). Obtenido de La enciclopedia de la ingeniería: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sistema-de-control/>
- Instituto de Tecnologías Educativas. (2020). *Circuitos de control*. Obtenido de http://recursostic.educacion.es/secundaria/tecnologia/controladora/contenido/Descripcion/Esquemas_Electricos/Circuito_control/circuito_de_control.pdf

- José, T. (2020). *Milenio 2020*. Obtenido de La automatización y sus aplicaciones en la industria: <https://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-tecnologica-del-valle-del-mezquital/la-automatizacion-y-sus-aplicaciones-en-la-industria>
- Llata, J., González, E., Fernández, D., Torre, C., & Robla, M. (s.f.). *Universidad de Cantabria*. Obtenido de Automática: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/763/course/section/813/capitulo_1.pdf
- Morao, M., Lopez, N., & Cedeño, J. (26 de octubre de 2014). *Lazo abierto, lazo cerrado*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/sistemasdinamicos2014/sistemas-de-control-de-lazo-abierto-y-lazo-cerrado>
- OMEGA.COM. (2020). *¿Qué es una célula de carga y cómo funciona?* Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/celulas-de-carga.html>
- qbprofe.blogspot.com. (2020). *Automatización, electricidad y tecnología*. Obtenido de <https://qbprofe.blogspot.com/2017/09/descarga-cadesimu-v30.html>
- Quintana, L. (2007). *Métodos y técnicas de investigación I*. Mc Graw Hill.
- Tamayo, M. (2002). *El proceso de la investigación científica*. LIMUSA.
- TECNOLOGÍA. (2020). *TECNOLOGÍA*. Obtenido de <https://www.areatecnologia.com/programas/pc-simu.html>



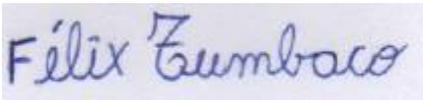
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Tumbaco Ruiz, Félix Andrés** con C.C: # 0924160302 autor del Trabajo de Titulación: **Propuesta de implementación para un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas con camarones a través de un interfaz HMI** previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTRÓNICO EN CONTROL Y AUTOMATISMO** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de septiembre del 2020

f. 

Tumbaco Ruiz Felix Andrés

C.C: 0924160302

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Propuesta de implementación para un sistema automatizado de transportación y pesaje de fundas con camarones a través de un interfaz HMI		
AUTOR(ES)	TUMBACO RUIZ, FÉLIX ANDRÉS		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSC. LUIS CÓRDOVA		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Electrónica en Control y Automatismo		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Electrónico en Control y Automatismo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	14 de septiembre del 2020	No. DE PÁGINAS:	99
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema automatizado HMI		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sistema automatizado, implementación, HMI, envasado de alimentos, pesaje de alimentos		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El proyecto inició con la observación directa del proceso de transportación y pesaje del producto y se procedió a la búsqueda de la información referente al tema de estudio; habiendo determinado los objetivos a cumplir durante el desarrollo de la tesis. El sistema automatizado para la transportación y pesaje de fundas de camarón se ha realizado para mejorar el control de producción poniendo a la empresa a la vanguardia con las industrias ecuatorianas, tanto en lo que se refiere al mejoramiento de la calidad, así como al incremento de los ingresos económicos de la empresa. Se seleccionó al grupo empresarial LARDEMA dedicada a la crianza y comercialización de camarón, realizando el trabajo en el Módulo San Juan en Manta - Ecuador. Se optó por un sistema de control transportador de camarones que permita el pesaje estableciendo rangos para el control del peso del producto. Se pretende intervenir en el proceso de transportación y pesaje de fundas con camarones, para mantener un estándar de calidad, reduciendo tiempos, costos y mejoras en el control de producción. Se utilizó el S7-200, la interfaz hombre máquina (HMI) se implementó en el software propietario contemplando las reglas para el control y monitoreo de las condiciones del sistema para el operador.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0990272425	E-mail: felixandres96@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez, Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-67608298		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			