



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN EN OPCIÓN AL GRADO DE:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

“Diseño de un sistema automático de pesaje de snacks para la empresa SOINTEC”

VALDIVIESO LAVERDE ANDRÉS MARCELO

ING. JURADO PRUNA FRANCISCO XAVIER MG.

QUITO, ECUADOR

AÑO: 2018

DECLARACIÓN

Yo, Andrés Marcelo Valdivieso Laverde, estudiante de la carrera Electrónica Digital y Telecomunicaciones, perteneciente a la Universidad Tecnológica Israel, declaro que el contenido aquí descrito es de mi autoría, y de mi absoluta responsabilidad legal.

Quito D.M., agosto de 2018

Andrés Marcelo Valdivieso Laverde

C.I. 1720017687

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación “Diseño de un sistema automático de pesaje de *snacks* para la empresa SOINTEC”, presentado por el Sr. Andrés Marcelo Valdivieso Laverde, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Agosto del 2018

TUTOR

.....

Ing. Francisco Xavier Jurado Pruna, Mg

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional y esfuerzo; asimismo a compañeros que estuvieron a mi lado en el transcurso de esta etapa. A la Universidad Israel y a los Docentes que la conforman por la labor educativa, el conocimiento impartido en el transcurso de la carrera universitaria.

ANDRÉS MARCELO VALDIVIESO LAVERDE

DEDICATORIA

Aprovecho la oportunidad para compartir este logro con las personas que han estado a mi lado reconociendo su labor y apoyo, de manera especial consagro este trabajo: A mi padre, madre, esposa e hija; por ser el pilar fundamental de mi vida fuente de fortaleza para concretar mis objetivos.

.

ANDRÉS MARCELO VALDIVIESO LAVERDE

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA.....	iv
TABLA DE CONTENIDOS	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABLAS	xi
RESUMEN	xii
PALABRAS CLAVES.....	xiii
ABSTRACT	xiv
KEYWORDS.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	16
Antecedentes de la situación objeto de estudio	16
Planteamiento del problema	17
Justificación.....	17
Objetivos.....	19
Objetivo General.....	19
Objetivos Específicos	19
Alcance	20
Descripción de los capítulos	22
CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	24
1.1. Máquinas multicabezales.....	24
1.2. Tolva.....	25
1.3. PLC (Controlador Lógico Programable)	25

1.4. Interfaz HMI	27
1.5. Multivibradores magnéticos	27
1.6. Sensores Inductivos	28
1.7. Servomotor Bipolar	29
1.8. Celda de Carga.....	29
1.9. Contactor	30
1.10. Relé.....	31
1.11. Breaker.....	32
1.12. Controlador de servo	32
CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO.....	34
2.1. Marco Metodológico	34
2.2. Metodología.....	35
2.3. Tipo de Investigación	36
CAPÍTULO III PROPUESTA.....	39
3.1. Propuesta técnica	39
3.2 Aspectos técnicos	40
3.3. Descripción de la Propuesta	41
3.3.1. Estructura Mecánica	42
3.3.2. Constitución de Tablero de Control.....	42
3.3.3 Software de Diseño.....	44
3.3.3.1 CADe_SIMU – Diseño de conexiones.....	44
3.3.3.2 XC PRO 3.3 - Programación PLC.....	45
3.3.3.3 HMI OP20 edit tool - Programación interface HMI.....	46
3.7. Costo.....	47
3.7.1. Análisis económico.....	48

3.8 Tiempo.....	49
3.8.1 Analisis de tiempo	50
3.9 Ventajas del producto	51
CAPITULO IV IMPLEMENTACIÓN	53
4.1. Proceso de construcción del producto	53
4.1.1. Diseño eléctrico y electrónico	53
4.1.2. Diseño de programación del PLC.....	57
4.1.3. Diseño de programación del módulo HMI	59
4.1.4 Calculo de breakers de protección.....	60
4.1.5 Control de servomotores.....	61
4.1.6 Control multivibrador	64
4.1.7. Montaje de elementos mecánicos	65
4.1.8. Construcción Multicabezal	65
4.1.8.1. Ensamblaje estructura mecánica.....	65
4.1.8.2. Montaje de Tolva Principal y Secundarias	66
4.1.8.3. Montaje de Canales de transporte.....	67
4.1.8.4. Montaje de multivibradores, sensores y servomotores.....	68
4.1.8.5. Montaje de Celda de carga	72
4.1.9. Construcción Tablero de Control	74
4.1.9.1 Implementación de los circuitos eléctricos.....	76
4.2. Funcionamiento	82
4.3. Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados.....	84
4.3.1. Prueba de funciones de multivibradores.....	84
4.3.2. Prueba de funcionamiento de balanza	85
4.3.3. Prueba de calibraciones	86

CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
ANEXOS	92
ANEXO A ETAPAS DE PROGRAMACIÓN DESARROLLADAS EN EL SOFTWARE XC PRO V3.3	93
ANEXO B DESARROLLO DE PANTALLAS EN SOFTWARE PARA HMI OP20 EDIT TOOL.....	98
ANEXO C MANUAL TÉCNICO.....	106
ANEXO D MANUAL DE USUARIO.....	129

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Multicabezal de pesaje automatizado.....	24
Figura 2 Tolva	25
Figura 3 PLC XINJE XD3 modelo XD3-24R.....	26
Figura 4 Human Machine Interface (HMI) Touch Panel	27
Figura 5 Multivibradores Magnéticos	28
Figura 6 Sensores Inductivos.....	28
Figura 7 Servomotor Bipolar.....	29
Figura 8 Celda de Carga	30
Figura 9 Contactor Trifásico.....	31
Figura 10 Módulos que componen el proyecto	39
Figura 11 Multicabezal de Pesaje (etapa de mecánica y etapa de control)	42
Figura 12 Disposición de tablero de control.....	45
Figura 13 Disposición de tablero de control.....	45
Figura 14 Pantalla de inicio OP20 edit tool.....	46
Figura 15 Diagrama de flujo programación de interface HMI	47
Figura 16 Cronograma de actividades	49
Figura 17 Diseño de conexiones entre los relés y los multivibradores	54
Figura 18 Diseño de conexiones de las entradas del PLC	54
Figura 19 Diseño de conexiones de salidas a PLC	55
Figura 20 Diseño de conexiones de salidas a PLC	56
Figura 21 Diagrama de flujo del proceso de calibración.....	57
Figura 22 Diagrama de flujo del proceso de compuertas	58
Figura 23 Diagrama de flujo programación de interface HMI.....	59
Figura 24 Ubicación Breakers utilizados.....	60

Figura 25 Búsqueda del origen.....	62
Figura 26 Marca Z.....	62
Figura 27 Giro en sentido contrario de la marca	63
Figura 28 Redefinición de la posición de origen.....	63
Figura 29 Disposición de tablero de control.....	64
Figura 30 Estructura mecánica base para montaje de piezas.....	66
Figura 31 Montaje Tolva de alimentación principal	66
Figura 32 Conjunto de Tolvas de Alimentación.....	67
Figura 33 Instalación de los canales de transporte de producto	67
Figura 34 Montaje de canales de carga de producto	68
Figura 35 instalación de componentes de las balanzas.....	68
Figura 36 Sistema de detección de apertura y cierre de compuerta	69
Figura 37 Resorte de sujeción de tapa de balanza	69
Figura 38 Ubicación servomotor bipolar debajo de balanza	70
Figura 39 Montaje de sensor inductivo	70
Figura 40 Acople de conjuntos del multicabezal.....	71
Figura 41 Instalación de Multivibradores magnéticos	71
Figura 42 Ubicación de multivibradores magnéticos	72
Figura 43 Instalación de celdas de carga	73
Figura 44 Ensamblado conjunto multicabezal de pesaje.....	73
Figura 45 Multicabezal de Pesaje Automático finalizado	74
Figura 46 Disposición de tablero de control.....	75
Figura 47 Montaje de componentes electrónicos	76
Figura 48 Instalación de relés.....	77
Figura 49 Montaje de Panel de Control.....	77

Figura 50 Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas	78
Figura 51 Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas	78
Figura 52 Instalación panel de control	79
Figura 53 PLC y Módulo de expansión XINJE E2WT	79
Figura 54 Controlador de Servo	80
Figura 55 Fuente de Alimentación SITOP	80
Figura 56 Contactor eléctrico	81
Figura 57 Relé	81
Figura 58 Breaker	81
Figura 59 Diagrama de flujo del funcionamiento del Multicabezal de pesaje	82

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos históricos de procesos de pesaje en negocios.....	36
Tabla 2 Criterios de adquisición de máquinas pesadoras	37
Tabla 3 Ficha Técnica del Proyecto	40
Tabla 4 Presupuesto referencial de adquisición de elementos	48
Tabla 5 Análisis FODA del sistema automatizado de pesaje de <i>snacks</i>	52
Tabla 6 Prueba de funciones de multivibradores.....	84
Tabla 7 Prueba de funcionamiento de balanza 1	85
Tabla 8 Prueba de funcionamiento de balanza 2	85
Tabla 9 Prueba de calibraciones balanza 1	86
Tabla 10 Prueba de calibraciones balanza 2.....	86

RESUMEN

En la actualidad las microempresas dedicadas al comercio de *snacks*, al no disponer de un sistema de pesaje adecuado para sus presentaciones, obtienen valores incorrectos de peso en el contenido existente dentro de las fundas del producto comercializado, lo que ocasiona pérdidas a la empresa y malestar a los consumidores.

Debido a la limitación de los recursos financieros para la adquisición de un sistema de pesaje industrial; por parte de este tipo de microempresas se plantea el presente proyecto que permita obtener el peso exacto del producto y con una baja inversión.

En tal virtud el presente trabajo de titulación propone la ejecución de un “Diseño de un sistema automático de pesaje para una máquina de empaque de *snacks*”, auspiciado por la empresa SOINTEC, institución dedicada al diseño, fabricación, automatización y puesta en marcha de maquinaria industrial dirigida al sector alimenticio nacional.

El diseño de un sistema automático de pesaje para una máquina de empaque de *snacks* permite obtener un sistema de pesaje altamente preciso automatizado, aumenta la capacidad productiva de la empresa donde se utilice el multicabezal, que garantiza la medida exacta de varias presentaciones del producto y da seguridad en el control de calidad.

Para el control se utiliza un PLC XINJE XD3 que adquiere los datos provenientes de un asistente HMI *TouchWin* OP320 de operación, pulsadores, entradas digitales, sensores, situaciones de emergencia y condiciones de falla humana. La programación comprenderá la integración de todos los sistemas mediante una interfaz de operador HMI *TouchWin* OP320.

El Multicabezal de pesaje automático está dotado de un conjunto de sensores para posicionamiento y control de apertura y cierre de la tolva de descarga, este utiliza servomotores y módulos de acoplamiento de tensión como etapas de acondicionamiento de señal y tren de pulsos, además consta de un módulo principal del PLC XINJE XD3, interrelacionado con un módulo E2WT para lecturas del pesaje del producto y la tolva.

Finalmente diseñar el sistema automático de pesaje de *snacks* pretende automatizar este proceso, para generar una mayor producción, optimizar recursos humanos y técnicos, reducir pérdidas o desperdicios de producto al momento de empacarlo.

PALABRAS CLAVES

Multicabezal de Pesaje, Sistema de Pesaje Automático, Diseño de sistema de Pesaje, Sistema de Pesaje de *Snacks*, Máquina de Pesaje de *Snacks*.

ABSTRACT

Nowadays, the micro companies dedicated to the *snack* trade, due to the fact that they do not have an adequate weighing system for their presentations, obtain incorrect values of weight in the existing content within the covers of the commercialized product, being able to cause losses to the company and discomfort to the consumers.

Due to the limited financial resources for the acquisition of an industrial weighing system; on the part of this type of micro-enterprises the present project is considered that allows to obtain the exact weight of the product and with a low investment.

In such virtue the present titling work proposes the execution of a “Design of an automatic system of weighing for a machine of packaging of *snacks*”, sponsored by the company SOINTEC, institution devoted to the design, manufacture, automation and start-up of industrial machinery directed to the national alimentary sector.

The design of an automatic weighing system for a *snack* packaging machine allows us to obtain a highly accurate automated weighing system, increases the productive capacity of the company where the multi-head is used, guarantees the exact measurement of the presentations of the product (sleeve 200gr) and gives security in quality control.

For the control, a XINJE PLC is used, which acquires the data coming from an HMI TouchWin OP320 operating assistant, pushbuttons, digital inputs, sensors, emergency situations and human fault conditions. The programming will include the integration of all systems through an HMI TouchWin OP320 operator interface.

The automatic Multicabezal of weighing automatic is endowed of a group of sensors for positioning and control of opening and closing of the hopper of download, using servomotors and modules of coupling of voltage like stages of conditioning of signal and train of pulses, additionally consists of a module main of the XINJE PLC, interrelated with an E2WT module for readings of the weighing of the product and the hopper.

Finally, designing the automatic *snack* weighing system aims to automate this process, to generate greater production, optimize human and technical resources, reduce losses or product waste at the time of packaging.

KEYWORDS

Weighing Multihead, Automatic Weighing System, Weighing System Design, *Snack* Weighing System, *Snack* Weighing Machine.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes de la situación objeto de estudio

El sector industrial ecuatoriano relacionado a los negocios de venta de *snacks*, en el transcurso de los años ha presentado una gran problemática, debido a distintas exigencias en varios aspectos relacionados con temas de pesaje de productos.

El peso en gramos de las presentaciones de *snacks* es un factor importante para consumidores y vendedores, por lo que la medición con tarrinas o balanzas no apropiadas, perjudican en el consumo y venta de estas.

En tal virtud las microempresas involucradas a la producción de esta clase de productos se han visto en la necesidad de solventar la problemática de conseguir pesos exactos al momento de empacar sus diversas presentaciones, además de reducir los tiempos de fabricación y entrega, con lo que se crea la necesidad de mejorar sus procesos de producción por medio del uso de maquinaria.

Para dar solución a este problema se ha planteado el desarrollo de un sistema automático de pesaje de *snacks*, dirigido a clientes dedicados al negocio de elaboración y comercialización de estos productos y que no dispongan de recursos financieros con los cuales adquirir máquinas de gran valor comercial.

Con respecto a la reducción de costos se tendrá el patrocinio de la empresa SOINTEC INGENIERIA que presta sus servicios en el campo de diseño y automatización de maquinaria industrial del sector alimenticio nacional.

Planteamiento del problema

Uno de los clientes de SOINTEC INGENIERIA presenta inconvenientes en el proceso de pesaje de su producto, este proceso se lo realiza por medio del uso de tarrinas plásticas de aproximadamente 200 gramos de forma manual, lo que conlleva una producción deficiente e inexacta, que posteriormente se traduce en pérdidas económicas para la empresa e insatisfacción en el consumidor final. En tal virtud al solventar la necesidad del cliente en cuestión, se procedió a implementar un sistema automático de pesaje de *snacks*.

Justificación

Con el fin de conseguir una mejora significativa en los procesos industriales relacionados con el pesaje de diversos productos, las empresas relacionadas con esta actividad buscan soluciones ante esta necesidad. Al adquirir las básculas industriales y los sistemas de pesaje adecuados, puede mejorar significativamente procesos de producción, los resultados son más precisos y el proceso se acelera. Esto le permite reducir los gastos, la mano de obra y el tiempo de producción.

Mediante el diseño del sistema automático de pesaje de *snacks* se pretende automatizar este proceso, con el fin de generar una mayor producción, optimizar recursos humanos y técnicos,

reducción de pérdidas y desperdicios con lo que se logra exactitud al momento de empaquetar el producto.

Las máquinas encargadas del peso compuestas por multicabezales ofrecen una solución en el dosificado, ya que brindan un pesaje preciso, rápido y flexible. La máquina fracciona el producto en pequeños grupos, que son procesados en diferentes básculas y mediante un sistema computarizado se obtiene porciones exactas en las balanzas.

Se toma en cuenta todos estos aspectos y se considera que la adquisición de un sistema multicabezal para el pesaje de *snacks* se convierte en una solución idónea que cubre los requerimientos mencionados.

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar un sistema automático de pesaje de *snacks* para la empresa SOINTEC.

Objetivos Específicos

- Establecer parámetros de funcionamiento y elementos constitutivos del sistema.
- Diseñar un sistema de apertura y cierre de la tolva de descarga mediante el uso de sensores de posicionamiento y servomotores para liberar el producto ya pesado.
- Integrar un sistema de multivibradores el cual cumplirá la función de llevar el producto hacia las celdas de carga encargadas del pesaje.
- Desarrollar una interfaz de operación mediante el uso de un asistente HMI TouchWin OP320 que trabaje conjuntamente con el PLC para la interacción de la maquina con el usuario.
- Realizar pruebas de funcionamiento con el fin de detectar anomalías existentes.

Alcance

Se enfoca en diseñar un sistema automático de pesaje de *snacks* en la empresa ecuatoriana Soluciones Integrales en Control de Industrial y Telecomunicaciones SOINTEC orientada a brindar soluciones integrales en el sector industrial. La propuesta permite el pesaje automatizado de bajo costo y de fácil uso, se utiliza un multicabezal de pesaje para que su desempeño sea más eficiente en comparación con procesos manuales existentes en el mercado.

En este caso, el proyecto se centra en buscar un sistema de pesaje automatizado de *snacks*, que considera la exactitud y precisión, estas características deben ser óptimas con la finalidad de proporcionar al cliente un producto confiable (con un margen de falla en el peso dentro del 3 al 5% del *set point total* con relación al valor de celda de carga, para su posterior empaclado de acuerdo a especificaciones de la celda de carga).

El sistema multicabezal de pesaje de *snacks* consta de un grupo de sensores de posicionamiento y control de apertura y cierre de la tolva de descarga cuya capacidad es de 200 gramos máximo (nivel volumétrico máximo de acuerdo al producto), para realizar los accionamientos de las dos posiciones en cuestión, se utilizarán servomotores y módulos de acople de voltaje como etapas de acondicionamiento de señal (5VDC, PWM), tren de pulsos.

La programación comprende la integración de todos los sistemas, para el control de la máquina se deberá colocar un PLC, el mismo que realizará la adquisición de datos provenientes de un asistente HMI *TouchWin* OP320 de operación, pulsadores, sensores como por ejemplo la celda de carga, así también deberá controlar las situaciones que requieran detener las operaciones de manera emergente o por requerimiento del operador, adicional al módulo

principal del PLC XINJE XD3, se deberá conectar, programar y poner en marcha un módulo E2WT, cuya función es leer mediante sus dos canales de adquisición de datos, la señal de dos celdas de carga de alta precisión para el pesaje del producto y de la tolva.

Descripción de los capítulos

El presente trabajo de titulación se estructura en 4 capítulos, acorde al siguiente contenido:

En el capítulo 1 se detalla la fundamentación teórica, con el fin de iniciar la ejecución del presente proyecto que abarca el componente conceptual.

En el capítulo 2 se hace referencia al marco metodológico que permitirá iniciar el proceso de recolección de información necesaria para la elaboración del sistema y su posterior puesta en marcha. Basado en la información obtenida se procede a realizar un estudio teórico de los diferentes elementos que intervienen en el proyecto,

En el capítulo 3 se explica el desarrollo de la propuesta, se analiza las diferentes alternativas de desarrollo de la programación que deberán estar integradas al PLC XINJE XD3 para garantizar el funcionamiento correcto de la máquina, posterior al estudio se inicia con el diseño de componentes y conexiones eléctricas previo al ensamblaje definitivo de los diversos dispositivos.

En el capítulo 4 referente al proceso de implementación, después del montaje de los elementos con las pruebas respectivas de funcionamiento donde se inicia el desarrollo de la programación del PLC el cual actúa como medio de control de la máquina.

Al finalizar el diseño y la construcción del sistema tanto en hardware como en software se realizan las pruebas de funcionamiento respectivas. Al término de estas pruebas se observan los resultados para determinar posibles inconvenientes y su posterior corrección.

Por último, se realiza un análisis de la investigación en donde se refleje la descripción de conclusiones y recomendaciones.

El autor

Andrés Marcelo Valdivieso Laverde

CAPÍTULO I FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Para el desarrollo del proyecto se toma en cuenta definiciones relacionados al sistema de pesaje y dosificado de *snacks*, mismo que abarca el componente conceptual a la posterior ejecución del diseño del sistema de pesaje automatizado.

1.1. Máquinas multicabezales

Las máquinas multicabezales se diseñaron para lograr un valor exacto de forma automática, y parten del principio de funcionamiento por asociación (Vera, 2006), como se observa en la Figura 1 el sistema consta de un número determinado de recipientes de pesaje que oscila entre los ocho y dieciséis, que llenados de forma aleatoria transmiten el peso que contienen. Además, cuentan con un microprocesador, que se encarga de seleccionar las diferentes balanzas, con lo que se obtiene el peso deseado.



Figura 1 Multicabezal de pesaje automatizado

Fuente: (LogistMarket, 2018)

1.2. Tolva

Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros. (A Calvo, 2018) Como es mostrado en la Figura 2 una tolva generalmente es de forma cónica y posee paredes inclinadas como las de un gran cono, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y la descarga se realiza por una compuerta inferior. Son muy utilizadas en instalaciones industriales alimenticias.



Figura 2 Tolva

Fuente: (IMC, 2018)

1.3. PLC (Controlador Lógico Programable)

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (*Programmable Logic Controller*) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, que automatiza procesos electromecánicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas (IEEC, 2016). Un PLC es un dispositivo digital (habitualmente una

computadora) que se utiliza para mecanizar los procesos electromecánicos, tales como: accesorios de iluminación, parques de diversión y controlar la maquinaria de la línea de montaje.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, en la Figura 3 se identifica un PLC diseñado con múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico, resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles. Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real, donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado (Quispe Quispe, 2014).



Figura 3 PLC XINJE XD3 modelo XD3-24R

Fuente: (IndiaMART, 2018)

1.4. Interfaz HMI

La interfaz de usuario / interfaz hombre-máquina (HMI) es el punto de acción en que un hombre entra en contacto con una máquina como se observa en la Figura 4. El caso más simple es el de un interruptor: no se trata de un humano ni de una "máquina", sino de una interfaz entre los dos. Para que una interfaz hombre-máquina (HMI) sea útil y significativa, debe estar adaptada a sus requisitos y capacidades. Por ejemplo, programar un robot que encienda la luz es demasiado complicado y un interruptor en el techo no es muy práctico una luz en un sótano (Gaspar Hurtado, 2017).



Figura 4 Human Machine Interface (HMI) Touch Panel

Fuente: (AIS, 2018)

1.5. Multivibradores magnéticos

Los multivibradores magnéticos visualizados en la Figura 5 son sistemas que aprovechan la cercanía de resonancia de todo el sistema vibrante (transformador + equipo útil). La vibración que la corriente de excitación genera en el transformador se transmite directamente a un equipo útil por ejemplo una tolva de alimentación. Los multivibradores magnéticos generan en el

equipo útil movimientos vibratorios lineales dirigidos. Los multivibradores magnéticos pueden regularse continuamente mediante la tensión del transformador.

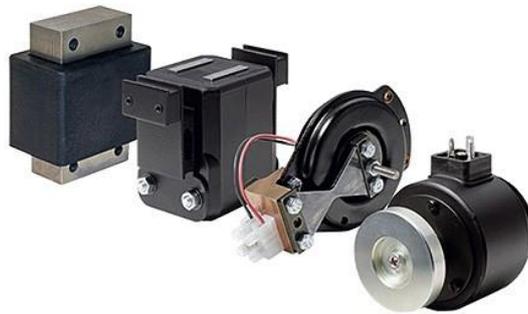


Figura 5 Multivibradores Magnéticos

Fuente: (BINDER, 2018)

1.6. Sensores Inductivos

Los sensores inductivos como se aprecia en la Figura 6 son una clase especial de sensores que detectan materiales ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como al detectar la presencia o ausencia de objetos metálicos en un determinado contexto: detección de paso, de atasco, de codificación y de conteo. (Alvarez, 2012)



Figura 6 Sensores Inductivos

Fuente: (BINDER, 2018)

1.7. Servomotor Bipolar

En la Figura 7, se visualiza un servomotor que es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa que es capaz de girar una cantidad de grados (paso o medio paso). El motor paso a paso se comporta de la misma manera que un conversor digital-analógico (D/A) y puede ser gobernado por impulsos procedentes de sistemas digitales. Este motor presenta las ventajas de tener precisión y repetitividad en cuanto al posicionamiento. (Barros, 2017)



Figura 7 Servomotor Bipolar

Fuente: (IMC, 2018)

1.8. Celda de Carga

La celda de carga o célula de carga de la Figura 8 representa una estructura diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión, en cuyo interior se encuentra uno o varios sensores de deformación llamados *Strain Gauges* que detectan los valores de deformación. (Espinosa, 1995)

La celda de carga digital produce esta deformación mediante circuitos *wheatstone*, que actúan en las bases de la máquina o sistemas de pesaje para encontrar reacciones, una vez obtenida la resistencia, se produce la transducción. (Romero, 2010)

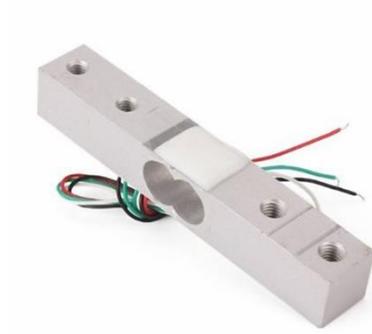


Figura 8 Celda de Carga

Fuente: (IMC, 2018)

1.9. Contactor

Un contactor eléctrico es aquel que funciona básicamente como un interruptor, ya que deja pasar o no la corriente según se aprecia en la Figura 9, pero con una peculiaridad, que tiene la capacidad de ser activado a distancia, mediante un mecanismo electromagnético. El principal componente que posee es un electro-imán con forma de una bobina, que genera un campo magnético tal que permite accionar elementos mecánicos en el dispositivo, y una carcasa que contiene el contactor como tal, con un elemento móvil que cierra y abre el circuito, que se llama armadura, cuyas características deben permitir un rápido accionar del mismo. (Vilches, 2014)



Figura 9 Contactor Trifásico

Fuente: (IMC, 2018)

1.10. Relé

Un relé es un dispositivo electromecánico que permite la conmutación de una línea eléctrica de media o alta potencia a través de un circuito electrónico de baja potencia. La principal ventaja y el motivo por el que se usa bastante en electrónica es que la línea eléctrica está completamente aislada de la parte electrónica que controla el relé. Es decir, se construye un circuito electrónico (un temporizador, una fotocélula, etc.) y, a través de un relé, controlar cualquier tipo de aparato conectado a la red eléctrica. (Juela , 2016)

Substancialmente, un relé está compuesto por una bobina, una armadura metálica y un grupo de contactos que pueden ser conmutados a través de un campo magnético generado por la bobina. Cuanto más grande y potente es el relé, más corriente será necesaria para activarlo y este es un factor muy importante cuando se proyecta el circuito electrónico que lo comanda.

1.11. Breaker

Dispositivo capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos. A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado. (Morazan, 2018)

Parámetros que definen un Disyuntor

Tensión de trabajo: tensión está diseñado el disyuntor. Calibre o corriente nominal: corriente de trabajo está diseñado el dispositivo. (Cerda, 2014)

Poder de corte: intensidad máxima que el disyuntor puede interrumpir. Con mayores intensidades se pueden producir fenómenos de arco voltaico, fusión y soldadura de materiales que impide la apertura del circuito. Poder de cierre: intensidad máxima que puede circular por el dispositivo en el momento de cierre sin que éste sufra daños por choque eléctrico. Número de polos: número máximo de conductores que se pueden conectar al interruptor automático. (Morazan, 2018)

1.12. Controlador de servo

El sistema de control de un servo se limita a indicar en cual posición se debe situar. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro

del motor. Cada servo tiene sus márgenes de operación, que se corresponden con el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende. (Caycedo, 2017)

Los valores más generales se corresponden con pulsos de entre 1 ms y 2 ms de anchura, que deja al motor en ambos extremos (0° y 180°). El valor 1.5 ms indica la posición central o neutra (90°), mientras que otros valores del pulso lo dejan en posiciones intermedias. Estos valores suelen ser los recomendados, sin embargo, es posible emplear pulsos menores de 1 ms o mayores de 2 ms, pudiéndose conseguir ángulos mayores de 180° . El factor limitante es el tope del potenciómetro y los límites mecánicos constructivos. (Caycedo, 2017)

CAPÍTULO II MARCO METODOLÓGICO

En este apartado se presenta la metodología a utilizar con el fin de adquirir información necesaria para la realización del proyecto según la necesidad presentada por el cliente a beneficiarse del sistema automático de pesaje de *snacks*.

2.1. Marco Metodológico

Según Jacqueline Hurtado la investigación confirmatoria implica formulación de hipótesis y control de variables extrañas. El investigador ya tiene una hipótesis derivada de las teorías ya hechas, la cual le sugiere posibles causas. Esta investigación requiere como objetivos específicos la descripción y la comparación que identifica los procesos que permiten explicar el evento.

La metodología que se emplea en el presente trabajo es la investigación aplicada confirmatoria, que examina la validez del documento y su desarrollo en un método experimental de campo y natural, donde se demuestra la eficacia funcional del proyecto. Este proyecto se constituirá básicamente de tres etapas: análisis, diseño, implementación. Incluirá los siguientes pasos y procedimientos:

- Se utilizará el método del análisis para reconocer y describir los distintos elementos a utilizar en el desarrollo del proyecto tales como: PLC, interfaz HMI, sensores, etc.
- De acuerdo con el análisis planteado se procederá a realizar el diseño de la maquinaria de acuerdo a las condiciones planteadas y necesidades planteadas.

- Para la implementación se tomará en cuenta el diseño previamente realizado y consiguiente se elegirán los dispositivos adecuados en la construcción del proyecto.
- Finalmente se realizarán pruebas para comprobar el funcionamiento y verificar posibles fallas con el fin de proporcionar mejoras de ser necesario.

Las pruebas que se realizan para demostrar la eficacia del tema están basadas en el método experimental de campo, en el cual la intervención de un usuario puede crear distintos escenarios, también se evalúa el funcionamiento de cada equipo en el entorno natural sin la influencia directa de un usuario, y se obtiene como resultado la confirmación o anulación de la validez del proyecto.

2.2. Metodología

Según Roberto Hernández Sampieri, a lo largo de la historia de la ciencia han surgido diversas corrientes de pensamiento (como el empirismo, el materialismo dialéctico, el positivismo, la fenomenología, el estructuralismo) y diversos marcos interpretativos, como el realismo y el constructivismo, que han abierto diferentes rutas en la búsqueda del conocimiento. Sin embargo, y debido a las diferentes premisas que las sustentan, desde el siglo pasado tales corrientes se “polarizaron” en dos aproximaciones principales de la investigación: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo.

Enfoque cuantitativo Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías. Enfoque cualitativo utiliza la recolección y análisis de los datos con el fin de

afinar las preguntas de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación.

2.3. Tipo de Investigación

En cuanto al presente trabajo que se realizó una investigación de campo no participante y documental, con el fin de establecer en qué condiciones se encuentra el cliente de SOINTEC, cuáles eran sus necesidades y requerimiento. En base al requerimiento del cliente se establece buscar información para optimizar el proceso de pesaje y se concluye con el diseño.

Se han considerado los siguientes niveles de investigación: el exploratorio porque en la búsqueda de la solución al problema se observa las falencias existentes, descriptiva ya que requiere del conocimiento adecuado que delimita el porqué del diseño de un sistema de pesaje automatizado de *snack*, mismo que aportará en la exactitud del peso de las presentaciones del producto.

Tabla 1 Datos históricos de procesos de pesaje en negocios

	Proceso 1	Proceso 2	Proceso 3	Peso real obtenido
Prueba 1 Tarrina 200 gr	190gr	200 gr	210 gr	Varia 10 gr
Prueba 2 Tarrina 200 gr	185gr	205 gr	200gr	Varia 5 gr
Prueba 3 Tarrina 200 gr	207gr	197gr	203gr	Varia 3 gr
Prueba 4 Tarrina 200 gr	202 gr	188 gr	200gr	Varia 2 gr
Resultado obtenido	Perdidas de producto Insatisfacción consumidora	Generación de mayor tiempo de pesaje	Perdidas de ganancias	Se entrega más producto con pérdidas económicas

Fuente: (SOINTEC, 2014)

De acuerdo a lo investigado y basado en los criterios de expertos en la comercialización del producto, los datos obtenidos varían cómo se analiza en la Tabla 2 ya que, al utilizar tarrinas para la medición, el peso se vuelve inexacto, porque cada técnico al colocar las papas fritas en el recipiente no posee la misma precisión debido a la irregularidad del producto, con lo que el peso de *snacks* en cada proceso varía de acuerdo a la porción a medir.

Tabla 2 Criterios de adquisición de máquinas pesadoras

OPCIONES PARA ADQUISICION	CRITERIOS PARA SOLVENTAR PROBLEMÁTICA		
	DIRECTIVO	TÉCNICO	CLIENTE
OPCION 1 Pesadora lineal manual 4 operadores	Propone cuotas para pagos para adquisición de máquinas pesadoras, firmar un contrato de compra	Proceso manual Requiere mayor personal Costo de maquinaria	No posee el dinero necesario para invertir
OPCION 2 Pesadora lineal semiautomática	Propone cuotas para pagos para adquisición de máquinas pesadoras, firmar un contrato de compra	Proceso semiautomático Requiere menor personal Costo de maquinaria	No posee el dinero necesario para invertir
OPCION 3 Multicabezal automatizado auspiciado a un estudiante universitario	Propone patrocinar un proyecto multicabezal automatizado a cargo de un estudiante	Proceso automatizado No requiere personal Costo menor Productos con peso garantizado	Es viable para adquirir la máquina

Fuente: Elaborado por el autor

Con el fin de proponer una alternativa viable para todas las partes involucradas del proceso, según Tabla 2 basado en las deducciones obtenidas de las distintas conversaciones y reuniones mantenidas con: directivos, técnicos y clientes de SOINTEC.

Se obtuvo como resultado el siguiente análisis: es viable para el cliente adquirir la máquina a menor precio, los técnicos de la empresa respaldan el diseño de proceso automatizado de un multicabezal de pesaje de *snacks* auspiciado por SOINTEC y a futuro se evitará perjuicios económicos gracias a que el resultado adecuado del pesaje de las porciones será más exacto y así se evita desperdicios.

CAPÍTULO III PROPUESTA

En este apartado se presenta la propuesta para la automatización del proceso de pesaje se detallan los módulos que componen el proyecto, las fases a desarrollar y se concluye con los componentes a utilizar en el desarrollo del prototipo.

3.1. Propuesta técnica

En cuanto al diseño del multicabezal de pesaje automático de *snacks* se inicia con integración módulos necesarios para la construcción de mismo, esto facilita el entendimiento de la arquitectura de la máquina, esto es apreciado en la Figura 10.

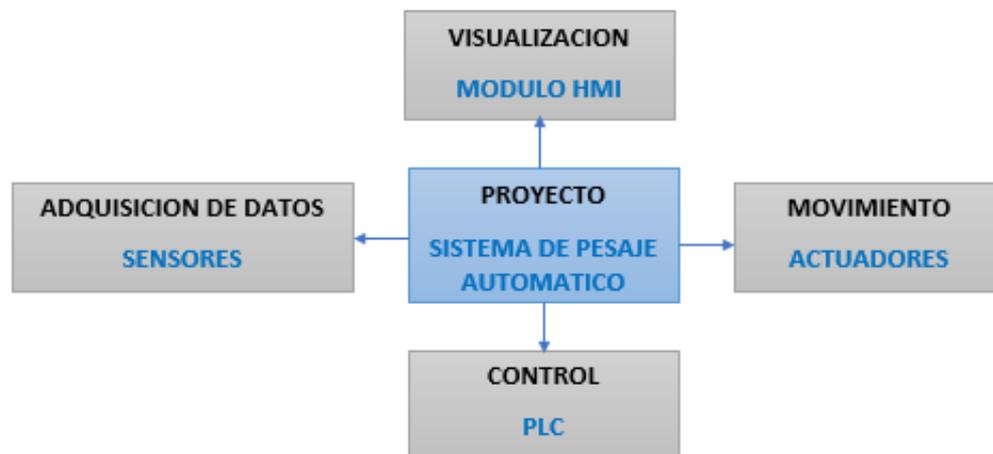


Figura 10 Módulos que componen el proyecto

Fuente: Elaborado por el autor

3.2 Aspectos técnicos

En cuanto a los aspectos técnicos detallados en la Tabla 3 se deben establecer los requerimientos solicitados por el cliente y entregados por SOINTEC:

- Maquinaria no aplicada a un solo rol de producción.
- Varios parámetros para seleccionar (fácil acople a los requerimientos).
- Capacidad de trabajar con varias clases de productos.
- Manejar varios rangos de pesos.
- Controlar tiempos en varios puntos.
- Aumentar o disminuir velocidad de producción.

Tabla 3 Ficha Técnica del Proyecto

CARACTERISTICA	DETALLE
Llenado:	20 ~ 2000 gr.
Capacidad:	28~60 bags/min
Volumen tolva:	3000ml;
Poder:	220V, 50HZ, 1.8KW
Peso:	400kg
Dimensiones:	2500*800*2000mm ³ (L*W*H)
Efectividad de producción:	±0.5-1 g
Ambiente de Trabajo	
Temperatura:	-5 ~ 400 ° C,
Humedad:	35-85%.
Energía Eléctrica:	AC 220V 50Hz.
Lugar de instalación:	Sobre una superficie dura y horizontal (no de oscilación).
Puesta a tierra:	Asegúrese de que el terminal de tierra está conectado a tierra.
	Lugar ideal del trabajo para envasado de productos alimenticios, fuera del alcance de axénicos y polvoriento.

Fuente: Elaborado por el autor

3.3. Descripción de la Propuesta

La empacadora de pesaje automático se compone del alimentador vibrante (tolva principal), 2 cabezales de pesaje regulables y su tablero de control. La máquina es capaz de terminar todos los procesos de manera automática: pesaje y la dosificación del producto para posteriormente realizar el llenado, sellado e impresión de las fechas de expedición y vencimiento de cada bolsa de producto y finalmente transportarlo hacia su destino final.

En la tolva de alimentación se coloca un quintal de producto, está posee un multivibrador magnético basado en un transformador de alimentación de 220V y corriente máxima de 18A. Se encarga de proveer producto en los multivibradores individuales de cada una de las balanzas. Para el dosificado individual se utiliza dos multivibradores de 110V y corriente de 2.5A.

El sistema de pesaje automático consta de un cuerpo denominado cabeza y su construcción mecánica dispone de apertura y cierre. Se encuentra suspendida y sujeta en uno de los extremos de una celda de carga de 5kg.

La detección de la posición de apertura y cierre de cada cabezal tiene incorporado topes metálicos, los mismos que son detectados por un sensor inductivo. La posición de la cabeza es normalmente cerrada, al realizar la apertura de la compuerta es necesario tener un control exacto de posición, velocidad y fuerza motivo por el cual se utiliza un servomotor bipolar de 24V que vencerá la fuerza del resorte para realizar la apertura.

En la construcción de este diseño se identificaron dos etapas para su constitución, a las cuales se las denominó como etapa de mecánica y etapa de control, estas se pueden identificar en la Figura 11.

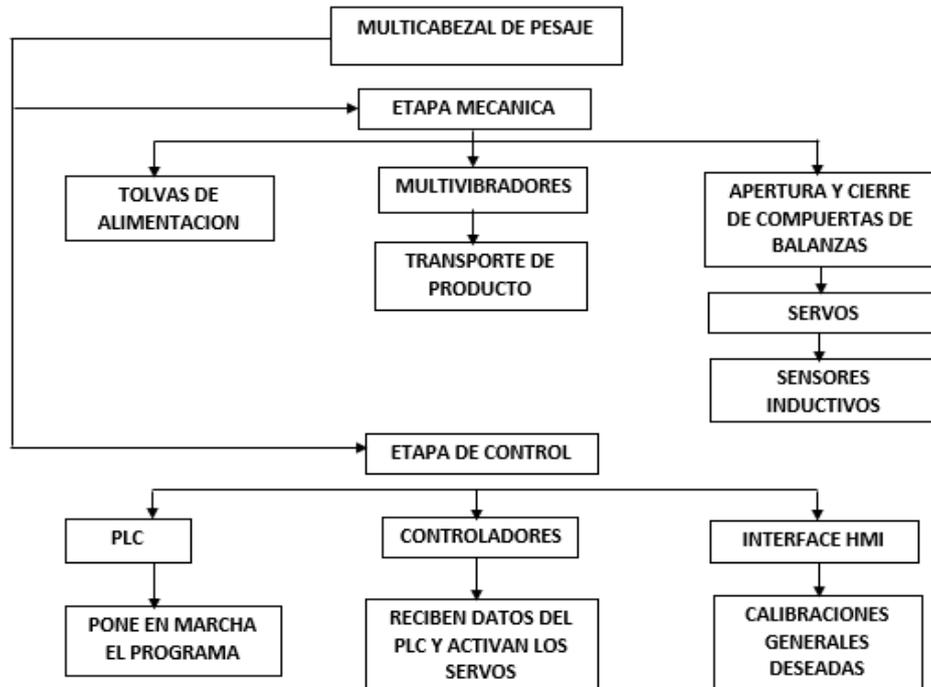


Figura 11 Multicabezal de Pesaje (etapa de mecánica y etapa de control)

Fuente: Elaborado por el autor

3.3.1. Estructura Mecánica

Referente a la parte mecánica del sistema automatizado de pesaje se procederá al montaje de las partes del multicabezal de pesaje, se dispondrá de una estructura mecánica (conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen un sistema), la misma que será proporcionada por SOINTEC.

3.3.2. Constitución de Tablero de Control

El tablero de control mostrado en la en el cual se dispondrán los dispositivos electrónicos, se encuentra ensamblado dentro de una caja hecha de tol, adquirida en una fábrica, tiene una dimensión de:600 mm*600 mm *300 mm. Además, podemos apreciar la ubicación de los distintos elementos que lo componen con sus respectivos tamaños y distancias necesarias para finalizar se incluye la posición que tiene dentro de la estructura.

Para el desarrollo del tablero de control se tomará en cuenta los siguientes elementos en su constitución. A continuación, se detalla su función dentro del sistema.

- **PLC:** dentro de la elaboración del proyecto se decide hacer uso del PLC XINJE XD3 modelo XD3-24R debido a que permite trabajar con el módulo E2WT ideal para adquirir datos de las celdas de carga.
- **Módulo E2WT:** el módulo de expansión Xinje E2WT se encuentra acoplado al PLC principal y es el encargado de detectar la señal enviada por las celdas de carga e interpretarla, posteriormente este enviará la información procesada al PLC con el fin de poner en marcha la programación del sistema.
- **Interfaz HMI:** en el proyecto la interfaz HMI está dada por una pantalla programable la cual presenta un teclado físico con el cual se puede acceder a las distintas pantallas que controlan distintos aspectos del proceso.
- **Controlador Servo:** dentro del proyecto se hace uso de dos controladores debido a que se debe controlar dos compuertas, uno por cada balanza. Este interpreta el pulso del PLC y envía una señal a los servos para darle una posición.
- **Fuente de alimentación:** para energizar el sistema de multicabezal de pesaje.
- **Grupo de accionamiento:** en este caso se agrupan elementos tales como: contactor, relé, breakers y fusibles.

- **Selectores:** cumplen la función de activar cada uno de los multivibradores magnéticos de cada tolva con el fin de realizar pruebas manuales de funcionamiento o como apoyo a algún tipo de calibración de las balanzas.

3.3.3 Software de Diseño

Para el diseño del proyecto es necesario el uso de distintos softwares que permiten solucionar varios requerimientos, estos softwares son: CADe_SIMU usado en el diseño de los circuitos eléctricos y electrónicos necesarios, XC PRO 3.3 el cual permite trabajar con el PLC XINJE XD3 y finalmente HMI OP20 *Edit Tool* encargado de la interface humano-máquina.

3.3.3.1 CADe_SIMU – Diseño de conexiones

Para el diseño electrónico se utilizará software de programación basado en el conjunto de tareas y rutinas que permiten al sistema realizar determinadas funciones, a continuación, se plantean los programas a utilizarse dentro del proyecto: CADe_SIMU.

En la elaboración del esquema se utilizará el programa CADe_SIMU el cual permite insertar los distintos símbolos eléctricos, organizados en librerías que obtiene una simulación del esquema eléctrico de una forma fácil y rápida.

El programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando está activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica. Por medio de la interfaz CAD el usuario dibuja el esquema de forma fácil y rápida. Una vez realizado el esquema por medio de la simulación se puede verificar el correcto funcionamiento. Una muestra de la interface del software se aprecia en la Figura 12.

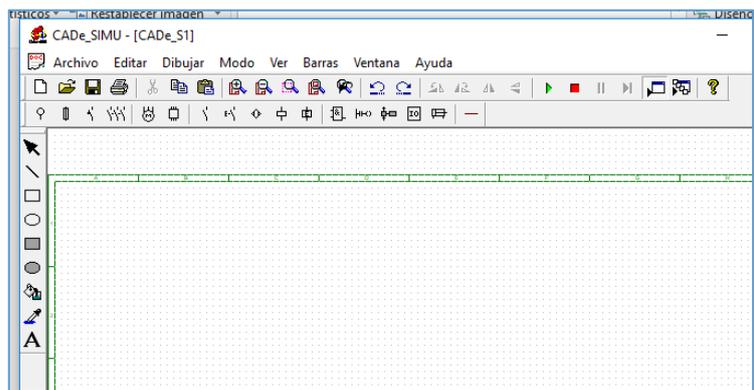


Figura 12 Disposición de tablero de control

Fuente: Elaborado por el autor

3.3.3.2 XC PRO 3.3 - Programación PLC

Para diseñar la programación y llevar a cabo el proyecto es necesario hacer uso del aplicativo XC PRO 3.3 el cual permite trabajar con el PLC XINJE XD3. El software PLC es un conjunto de reglas programables que permiten al equipo de hardware funcionar, normalmente los archivos se almacenan en un dispositivo de memoria no volátil (memoria flash, ROM, discos duros y cintas magnéticas) compuesto de instrucciones, funciones y elementos utilizados en el monitoreo o control del PLC. La interface de usuario de este software se aprecia en la Figura 13.

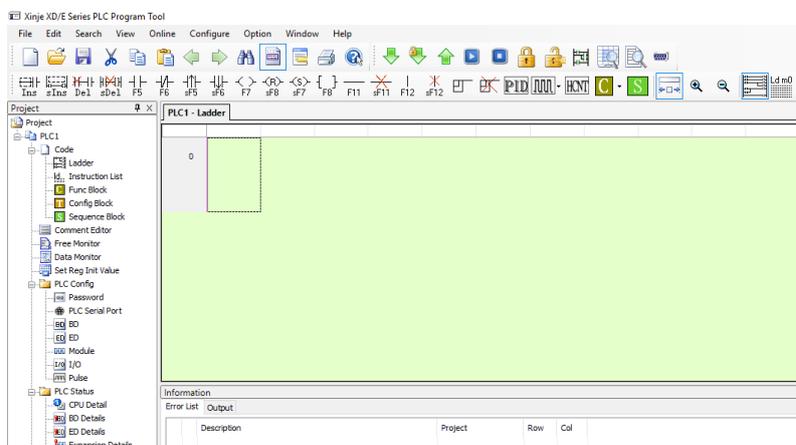


Figura 13 Disposición de tablero de control

Fuente: Elaborado por el autor

3.3.3.3 HMI OP20 edit tool - Programación interface HMI

El software OP20 edit tool es apto para el panel de operación OP320, el panel táctil MP y el controlador XP HMI y PLC, el software se ejecuta en varios sistemas operativos como: Windows98 / XP / Win7. El software es fácil de aprender y usar. Todas las partes que incluye lámpara, texto, botones, mapa de tendencia, datos ajustes, etc. se pueden poner en la pantalla OP320. La interface de usuario se muestra en la Figura 14.

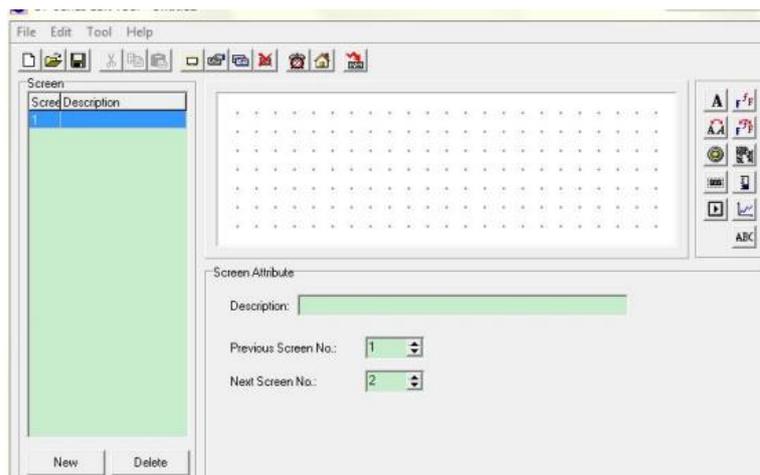


Figura 14 Pantalla de inicio OP20 edit tool

Fuente: Elaborado por el autor

Para desarrollar la programación se toma en cuenta diagramas de flujo con el fin de adquirir un mejor entendimiento de los mecanismos a procesar, adicionalmente los códigos creados con este software se encuentran detallados en el ANEXO B.

A continuación, en la Figura 15 se aprecia un diagrama de flujo de la programación de la interface HMI. El programa presenta varias pantallas en donde se requiere configurar varios procesos y características con las que cuenta el sistema. Se inicia al asignar los puntos de seteo de cada balanza y se da paso a la activación de multivibradores y el sistema de descarga, una vez hecho esto se da paso a la configuración de varios temporizadores necesarios para el

adecuado funcionamiento del proceso, en seguida se encuentran las pantallas que tienen como finalidad la calibración de las balanzas. Finalmente se da paso a la activación de un pulso que será recibido por una maquina diferente que se encarga del envasado de las porciones ya pesadas.

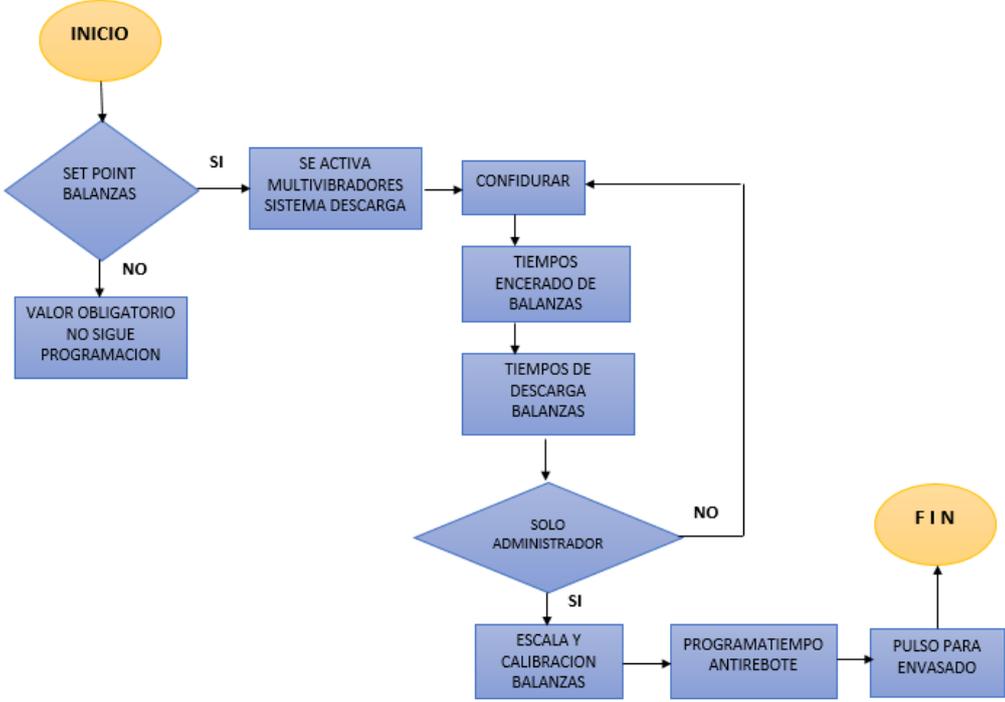


Figura 15 Diagrama de flujo programación de interface HMI

Fuente: Elaborado por el autor

3.7. Costo

En la Tabla 4, indica el costo de los materiales utilizados en la implementación del presente proyecto que llega a los \$5454.0 USD.

Tabla 4 Presupuesto referencial de adquisición de elementos

	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL	
Costos Primarios (Materiales de Construcción)	PLC XINJE XD3	1	350	350	
	Módulo XD-E2WT-A	1	700	700	
	Kit Servo y drive 5kg x cm	2	80	160	
	Celda de carga X5	2	200	400	
	Sensor inductivo alcance de 20 mm NPN	2	45	90	
	Pantalla HMI	1	275	275	
	Relé y base	2	14	28	
	Bobina de 24V y 5ª				
	Contactador 25A	1	40	40	
	Bobina de 24V y 5ª				
	Tablero 600x600x300	1	130	130	
	Dimmer 900w	3	18	54	
	Multivibrador ANRITSU 110V-18ª	2	675	1350	
	Multivibradores Transformador 18ª	1	120	120	
	Fuente SIEMENS 5A-24V	1	550	550	
	Accesorios (cables, borneras, fusibles, protecciones)		200	200	
	(Talento Humano)	Mano de Obra (TESISTA)	1	1000	1000
	Otros Gastos	Internet	30	1	30
		Resma de hojas	1	5	5
CDs		1	2	2	
			TOTAL	5454	

Fuente: Elaborado por el autor

3.7.1. Análisis económico

De acuerdo a una investigación de campo, en los procesos de pesaje existen dos sistemas; el tradicional y el multicabezal (máquinas de alto rendimiento, con alta producción y máxima precisión), por lo que se realizó una comparación de precios entre adquirir uno o implementar el sistema de pesaje automático de *snacks*. Actualmente en el mercado adquirir un multicabezal cuesta aproximadamente 25,000 USD, valor que permite justificar el precio y la construcción del proyecto de titulación ya que se consideró elaborarlo con un presupuesto de 8,000 USD.

3.8 Tiempo



Figura 16 Cronograma de actividades

Fuente: Elaborado por el autor

3.8.1 Analisis de tiempo

Para el diseño de un sistema automático de pesaje de snacks para la empresa SOINTEC se tomará un tiempo determinado de 162 días los cuales se encuentran detallados a continuación:

- **Definición del plan de proyecto.-** Con respecto a la definición del plan de proyecto se tiene un tiempo determinado de 44 días, en los cuales se hace investigación del tema de proyecto, la elaboración del plan de proyecto, rectificación y corrección del plan de proyecto, realización del cronograma de tareas, entrega y aprobación del plan.
- **Establecer las tecnologías y condiciones del diseño.-** Para establecer las tecnologías y condiciones del diseño se tomó en cuenta un tiempo determinado de 24 días, en los cuales se investiga los dispositivos controladores para el proyecto, establecer los dispositivos electrónicos asociados al diseño, definir el sistema de pesaje automático, la adquisición de materiales y dispositivos eléctricos.
- **Pruebas de funcionamiento del dispositivo.-** Para realizar las pruebas de funcionamiento se da un tiempo de 4 días, en los cuales se presenta las pruebas de funcionamiento de PLC, HMI, entre otros, los cálculos y dimensionamiento para montaje de elementos.
- **Diseño de la programación de PLC.-** Este procedimiento tiene un tiempo estimado de 10 en los cuales se diseña las pantallas HMI para adquisición de datos e implementación de las programaciones.

- **Construcción de sistema de control eléctrico.-** en este proceso se toma en cuenta un tiempo de 29 días, divididos en la creación del circuito impreso, cableado y fuentes de voltaje, instalación de componentes de panel y conexiones.
- **Implementación del sistema.-** para la implementación se tiene un tiempo determinado de 15 días en los cuales se realiza la implementación de servomotores y multivibradores para generar movimientos definidos, programación del PLC, implementación de estructura base y de pesaje.
- **Pruebas de funcionamiento y validación.-** Con respecto al funcionamiento y validación se cuenta con un tiempo de 17, días en los cuales se realiza pruebas de sistema de pesaje y pruebas de control.
- **Entrega de plan de proyecto final.-** Para la entrega de proyecto final se toma en cuenta un lapso de 6 días, es decir la entrega final del proyecto del sistema automático de pesaje de snacks.

3.9 Ventajas del producto

Dentro de la propuesta técnica se evaluó las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de adquirir y/o construir el sistema automatizado de pesaje de *snacks* como lo indica la Tabla 5. Esta información fue obtenida en las reuniones mantenidas con la empresa y el cliente, Una vez finalizado el estudio se logró identificar varias ventajas para la implementación del proyecto.

Tabla 5 Análisis FODA del sistema automatizado de pesaje de *snacks*

Factores	Determinan	Categorías			
		Recursos	Organización	Costo	Tiempo
	Debilidades	Pesaje incorrecto.	No existe historial de producción	Valor de comercialización mínimo o elevado del producto.	Mayor cantidad de horas de trabajos Menor producción
Internos	Amenazas	Desperdicio de producto. Insatisfacción de clientes. Pérdida económica.	Base de datos inconsistentes	Precios que no generan ganancias.	Desgaste laboral innecesario

Fuente: Elaborado por el autor

En cuanto a las ventajas del producto se tiene:

- Sistema de pesaje altamente preciso automatizado.
- Aumenta la capacidad productiva de la empresa donde se utilice el multicabezal.
- Fiabilidad en el pesaje que garantiza la medida exacta de las presentaciones del producto (funda 200gr).
- Seguridad en el control de calidad

CAPITULO IV IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se detalla el proceso de implementación además se describen y determinan los resultados obtenidos en las pruebas de funcionamiento, así mismo se detalla la finalización del trabajo de titulación.

4.1. Proceso de construcción del producto

A continuación, se exponen los pasos a seguir con respecto a la construcción del sistema de pesaje automático y se constituye: los circuitos eléctricos – electrónicos, planos generales, programación de elementos de control y cálculos de dispositivos adicionales.

4.1.1. Diseño eléctrico y electrónico

Al diseñar el proyecto se considerará todos los elementos que lo conforman y una vez que se tenga claro todo el conjunto, se implementarán las conexiones necesarias para la operación de los dispositivos.

En el primer plano que se observa en la Figura 17 se puede observar las conexiones existentes entre los relés y los multivibradores, se diferencia las etapas de control y fuerza.

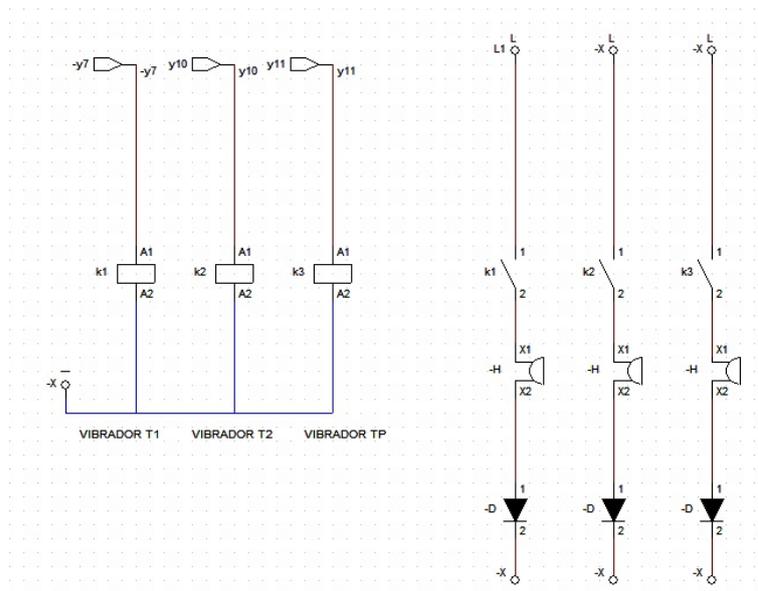


Figura 17 Diseño de conexiones entre los relés y los multivibradores

Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, en la Figura 18 se identifica todas las conexiones que llegan a las entradas del PLC provenientes de dispositivos como sensores inductivos, botones de control, adicional las conexiones al módulo de expansión.

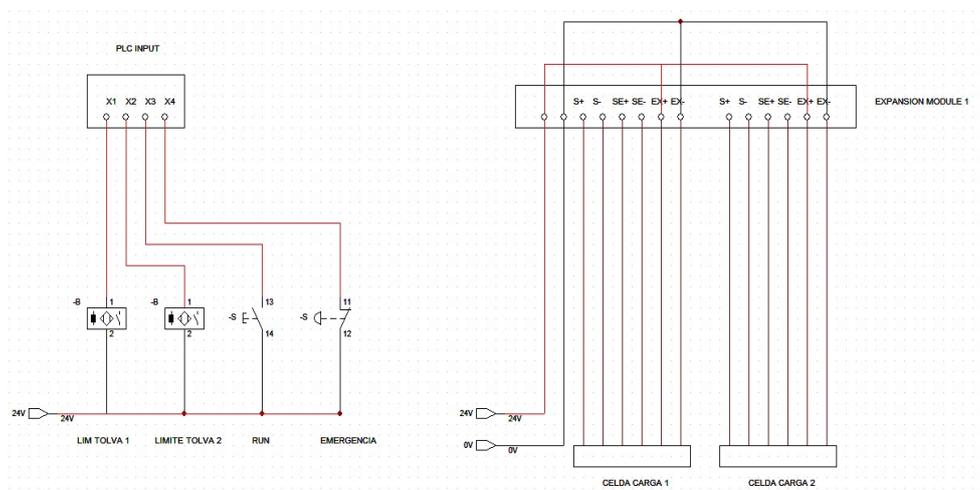


Figura 18 Diseño de conexiones de las entradas del PLC

Fuente: Elaborado por el autor

El ultimo esquema mostrado en la Figura 19 hace referencia a las conexiones para las salidas del PLC.

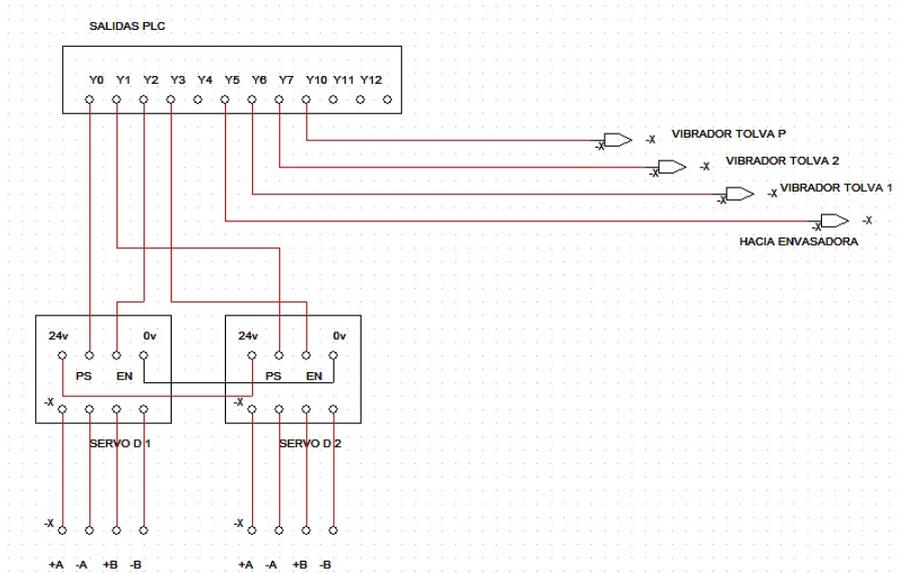


Figura 19 Diseño de conexiones de salidas a PLC

Fuente: Elaborado por el autor

Para finalizar con el diseño de las conexiones eléctricas y electrónicas se muestra a continuación en la Figura 20 un plano completo de estas que tiene como eje principal las borneras del PLC y el módulo de expansión.

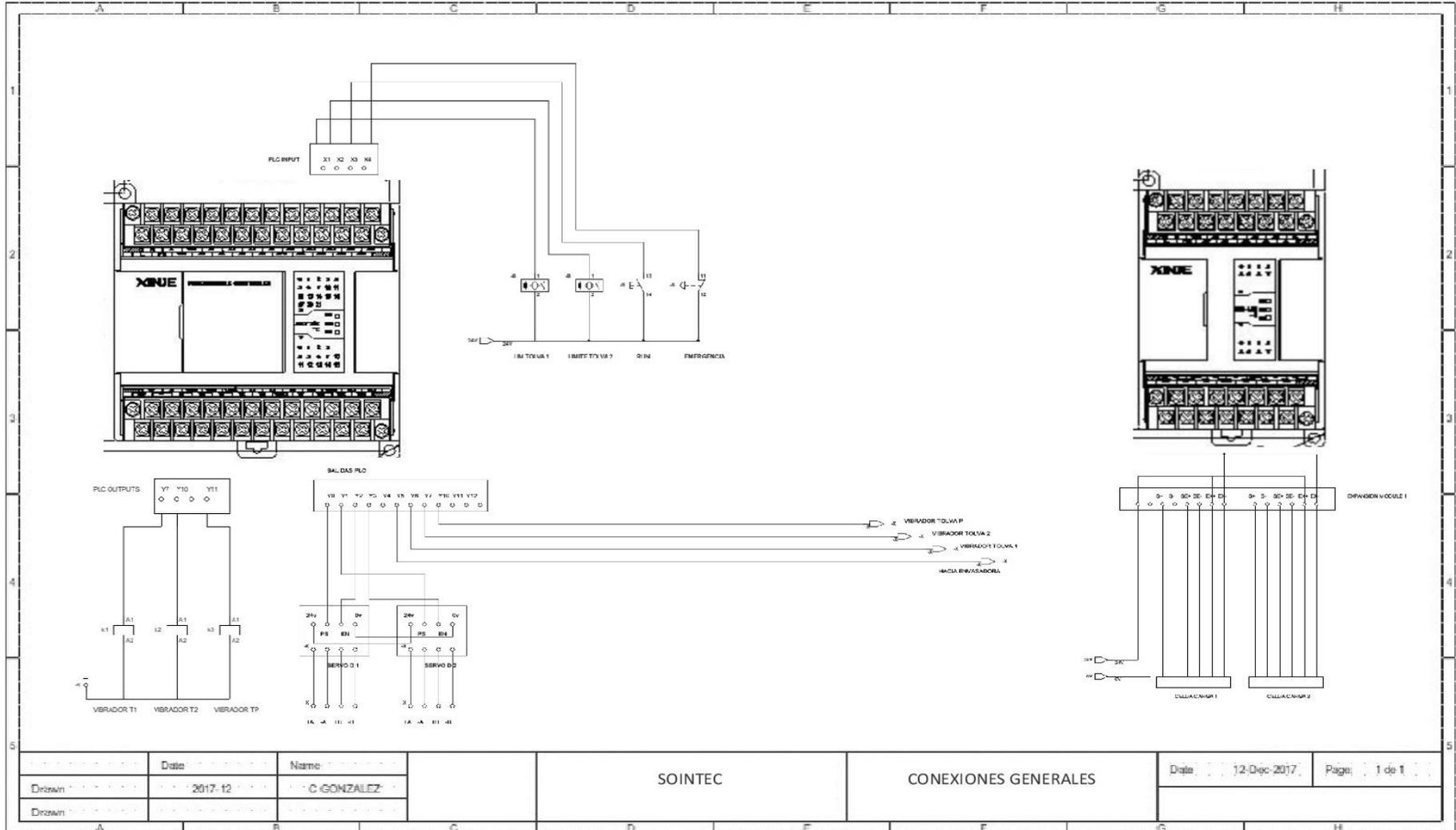


Figura 20 Diseño de conexiones de salidas a PLC

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.2. Diseño de programación del PLC

Para desarrollar la programación se toma en cuenta diagramas de flujo con el fin de adquirir un mejor entendimiento de los mecanismos a procesar, adicionalmente los códigos creados con este software se encuentran detallados en el ANEXO A.

El diagrama de flujo de la Figura 21 indica el proceso de calibración de las balanzas. Al iniciar la calibración el sistema verifica que las balanzas estén sin ningún peso residual, a continuación, se ingresa el valor referencial de acuerdo al peso patrón a utilizar, este dato obtenido por la celda de carga es memorizado en el PLC y reemplaza a valores anteriormente registrados en el mismo, finalmente el proceso de calibración culmina cuando se cumplen todas las etapas con éxito.

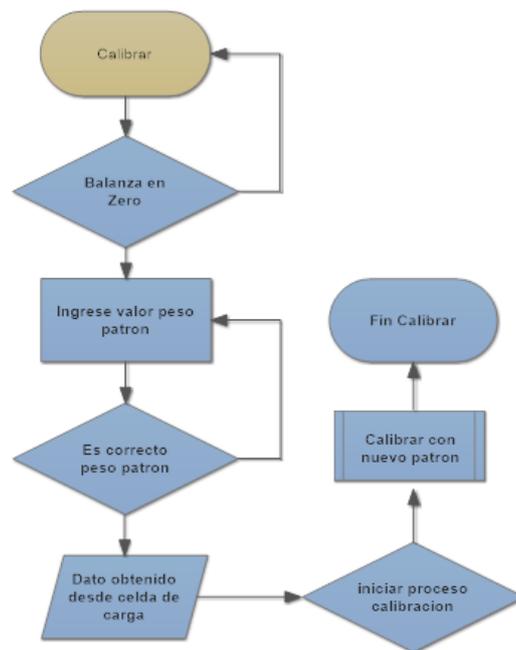


Figura 21 Diagrama de flujo del proceso de calibración

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 22 se observa el proceso a seguir en el trabajo continuo del sistema. El proceso da inicio con la adquisición del registro de las celdas de carga, posteriormente se cuantifica y compara con el *set point* programado por el operador los valores que se seleccionan del peso y el que se obtiene de la balanza, una vez que el valor cuantificado es igual al valor seteado, se procede con la activación de los servomotores que liberan el producto ya pesado, a continuación se envía una señal donde la siguiente máquina realice el proceso de envasado.

El proceso se repite de forma cíclica, mientras haya producto para transportar o el operador lo detenga.

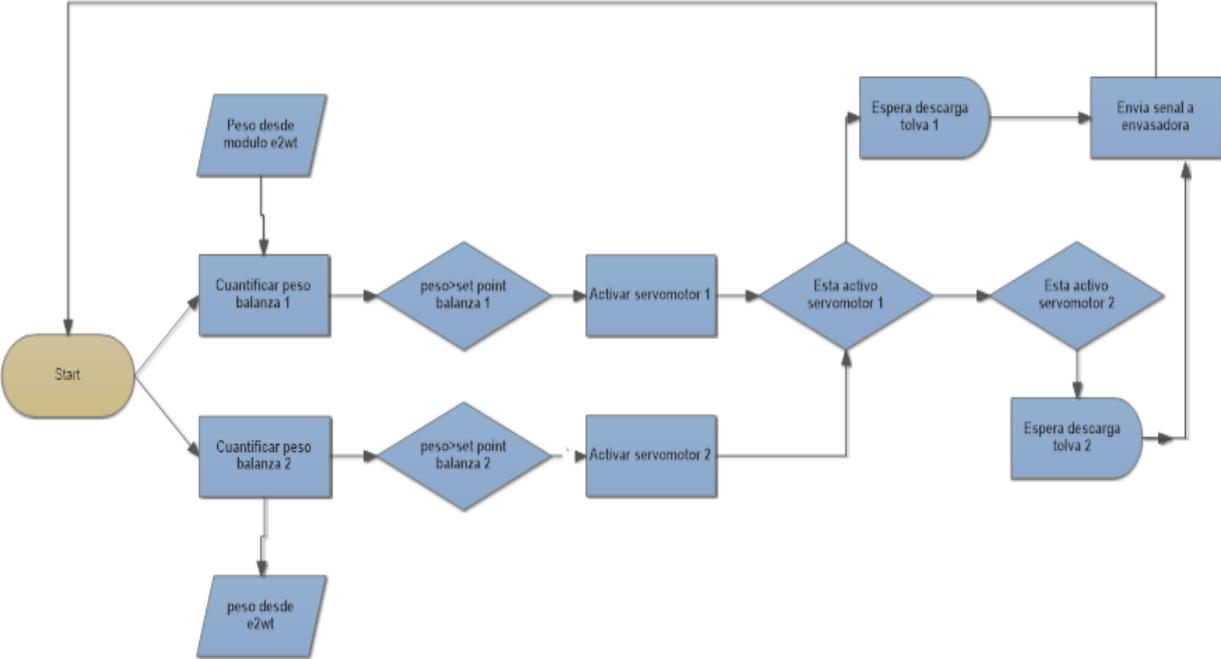


Figura 22 Diagrama de flujo del proceso de compuertas

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3. Diseño de programación del módulo HMI

Para desarrollar la programación de la interface HMI, se toma en cuenta el desarrollo de un diagrama de flujo con el fin de adquirir un mejor entendimiento de los mecanismos a procesar, adicionalmente los códigos creados con este software se encuentran detallados en el ANEXO B. A continuación, en la Figura 23 se aprecia un diagrama de flujo de la programación de la interface HMI. El programa presenta varias pantallas en donde se requiere configurar varios procesos y características con las que cuenta el sistema. Se inicia al asignar los puntos de seteo de cada balanza y se da paso a la activación de multivibradores y el sistema de descarga, una vez hecho esto se da paso a la configuración de varios temporizadores necesarios para el adecuado funcionamiento del proceso, en seguida se encuentran las pantallas que tienen como finalidad la calibración de las balanzas. Finalmente se da paso a la activación de un pulso que será recibido por una maquina diferente que se encarga del envasado de las porciones.

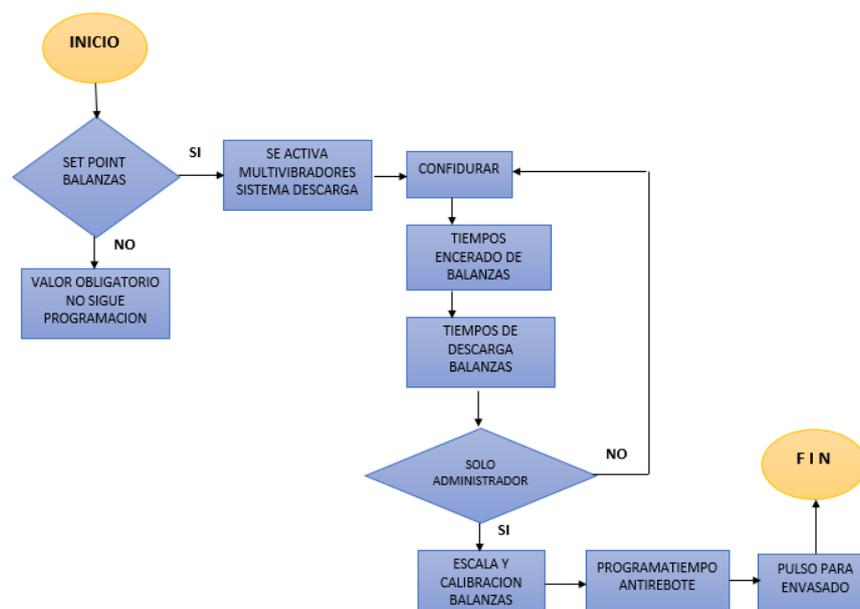


Figura 23 Diagrama de flujo programación de interface HMI

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.4 Calculo de breakers de protección

Con el fin de seleccionar los breakers indicados en la construcción del proyecto se debe calcular la corriente de protección: $IP = 1.25 \times I. \text{ NOMINAL}$ y se selecciona el adecuada con respecto a la existencia comerciar inmediata superior. En el tablero de control del multicabezal de pesaje automático existen 2 de estos componentes. El primero trabaja con los multivibradores los cuales entregan conjuntamente una potencia de 1056w y el segundo con demás elementos electrónicos como el PLC con consumo de 165w. En la Figura 24 se identifica cada uno de los breakers.

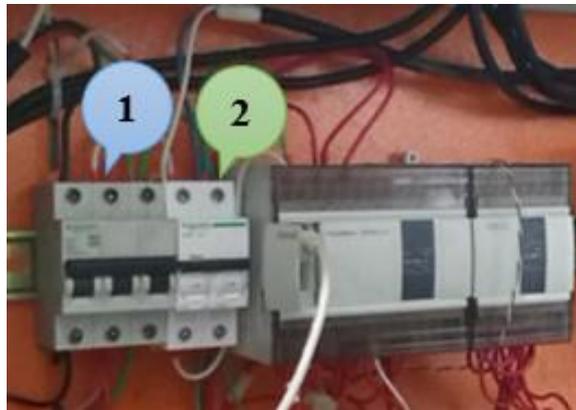


Figura 24 Ubicación Breakers utilizados

Fuente: Elaborado por el autor

- **Cálculos breaker 1**

DATOS	$IP = 1.25 \times I \text{ NOMINAL}$
$P = 1036w$	$IP = 1.25 \times (1036W/220V)$
$V = 220v$	$IP = 5.88 \text{ A}$

De acuerdo con el resultado y la existencia comercial, el breaker a elegir debe ser 6A.

- **Cálculos breaker 2**

DATOS	$IP = 1.25 \times I \text{ NOMINAL}$
$P = 145w$	$IP = 1.25 \times (145W/110V)$
$V = 110v$	$IP = 1.64A$

De acuerdo con el resultado y la existencia comercial, el breaker a elegir debe ser 2A.

4.1.5 Control de servomotores

En cuanto al lograr la movilidad de la tapa de descarga de las balanzas se ha hecho uso de dos servomotores de 3kg por cm de torque que reciben su alimentación de un controlador de 24V y entregan pulsos de 5V para el movimiento de sus ejes.

Con respecto al movimiento de la posición del eje del servo motores se ha hecho uso del sistema homing y su función “Z”, que es una secuencia inicial de cualquier sistema de posicionamiento en el que el controlador necesita conocer la posición absoluta del motor respecto a la máquina que en este caso se trata del multicabezal de pesaje automático.

Al poner en marcha la máquina, el controlador de movimiento necesita saber, cual es la posición deseada del eje del motor, respecto de la posición 0° de la máquina, por lo que se utilizan señales adicionales (sensor inductivo) que determina la posición en este caso definida como marca “Z”. Para definir el movimiento de deseado se presentan 4 etapas:

- **Búsqueda del origen:** que precisa la posición del eje necesario que conoce el inicio de la posición absoluta. En cuanto a este proyecto el eje iniciara en posición 0°, como se observa en la Figura 25.

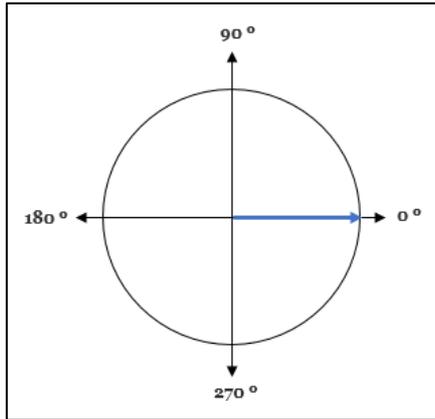


Figura 25 Búsqueda del origen

Fuente: Elaborado por el autor

- **Marca “Z”:** es el ángulo hasta donde se va a mover el eje del servomotor y define el fin de la posición absoluta. Este Ángulo se define una vez que el sensor inductivo recepta la señal de la tapa de la balanza al momento que esta se abre por efecto del servomotor. Para esta aplicación el ángulo requerido es 37° como se aprecia en la Figura 26.

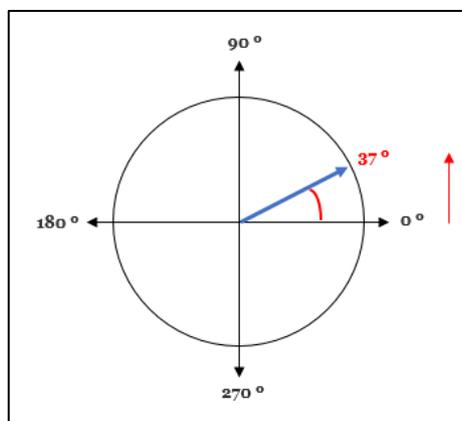


Figura 26 Marca Z

Fuente: Elaborado por el autor

- **Giro en sentido contrario:** el eje gira en sentido contrario con el fin de regresar a la posición de origen definida previamente, mostrado en la Figura 27.

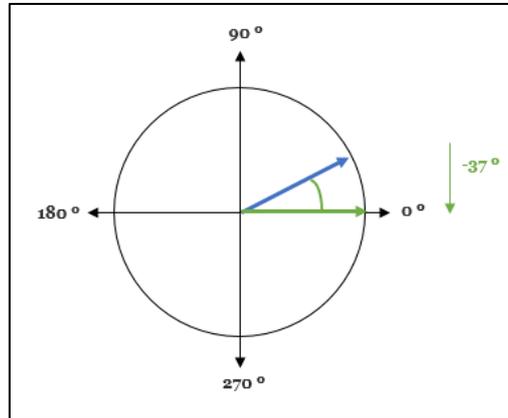


Figura 27 Giro en sentido contrario de la marca

Fuente: Elaborado por el autor

- **Redefinición de la posición:** significa que el eje ha llegado a su posición de origen y el proceso puede iniciar nuevamente mostrado en la Figura 28.

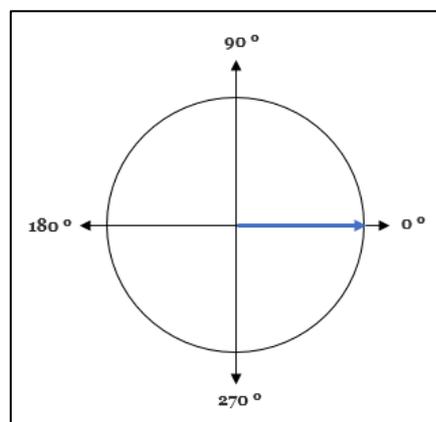


Figura 28 Redefinición de la posición de origen

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.6 Control multivibrador

Los multivibradores utilizados en las balanzas trabajan a 110V y 3A, con respecto a la regulación poseen un conjunto de placas que se ajustan o se aflojan para generar más vibración.

En la tolva principal se encuentra un transformador de 220V y 18A que funciona como multivibrador principal. Para controlar la intensidad de las vibraciones de los multivibradores existe 3 dimmer que se encargan de regular el paso de corriente a cada uno de ellos como se puede observar en la Figura 29.

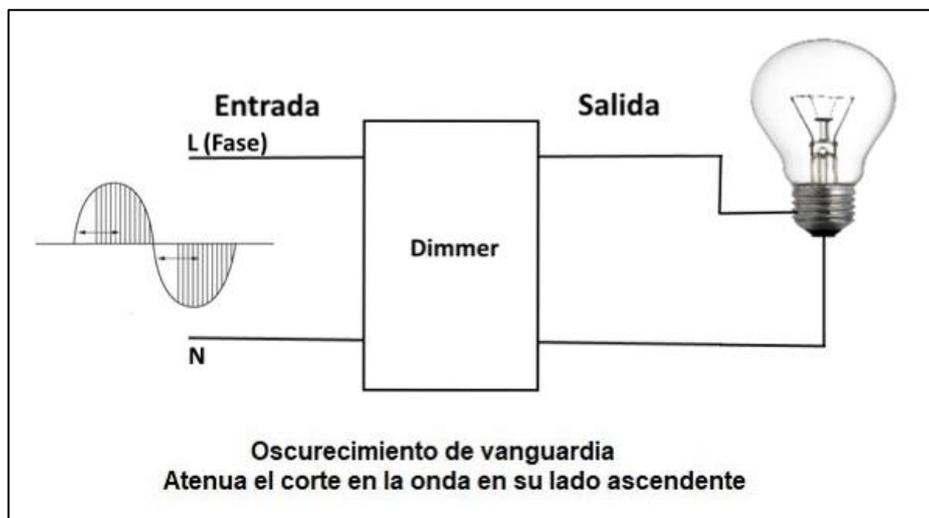


Figura 29 Disposición de tablero de control

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.7. Montaje de elementos mecánicos

Para el montaje de elementos mecánicos que constituyen el Multicabezal de Pesaje Automático, el trabajo se dividió en dos partes: Construcción Multicabezal y Construcción Tablero de Control.

4.1.8. Construcción Multicabezal

En cuanto a la construcción de la estructura del multicabezal se cuenta con los siguientes componentes:

- 1 tolva principal capacidad 1 quintal.
- 2 tolvas secundarias con capacidad +/- 200 g.
- Multivibrador magnético basado en un transformador 220V, 18A.
- 2 multivibradores de 110V a 2.5A.
- 2 celdas de carga de 5kg.
- 2 sensores inductivos.
- 2 servomotores 24V.
- 2 resortes.

4.1.8.1. Ensamblaje estructura mecánica

Como se mencionó con anterioridad se contó con el auspicio de SOINTEC INGENIERÍA, quien proporcionó la estructura mecánica a base de tol la misma que se puede observar en la Figura 30.



Figura 30 Estructura mecánica base para montaje de piezas

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.8.2. Montaje de Tolva Principal y Secundarias

La estructura mecánica viene a ser la base que permite el montaje de la tolva principal conforme lo indicado en la Figura 31.



Figura 31 Montaje Tolva de alimentación principal

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 32 se visualiza el montaje de cuatro tolvas: la tolva principal en la parte superior que cumple con la función de alimentar a las balanzas de pesaje, las siguientes dos tolvas en donde se colocarán cada balanza y son las encargadas de recibir el producto a ser pesado, por último, está la cuarta tolva que recibe el producto ya pesado para ser empaquetado.



Figura 32 Conjunto de Tolvas de Alimentación

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.8.3. Montaje de Canales de transporte

A continuación, en la Figura 33 se procede a la instalación de los canales de transporte de producto.



Figura 33 Instalación de los canales de transporte de producto

Fuente: Elaborado por el autor

Debajo de estas se debe colocar los canales de carga, según Figura 34 se realizan ajustes para la instalación de los multivibradores.



Figura 34 Montaje de canales de carga de producto

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.8.4. Montaje de multivibradores, sensores y servomotores

Se toma en cuenta los otros elementos que conforman el Multicabezal de pesaje (multivibradores, sensores y servomotores), lo siguiente es la construcción de la estructura de las balanzas (cabezas) las cuales están conformada por las tolvas de +/- 200g de capacidad. La ubicación de los elementos se identifica en la Figura 35.

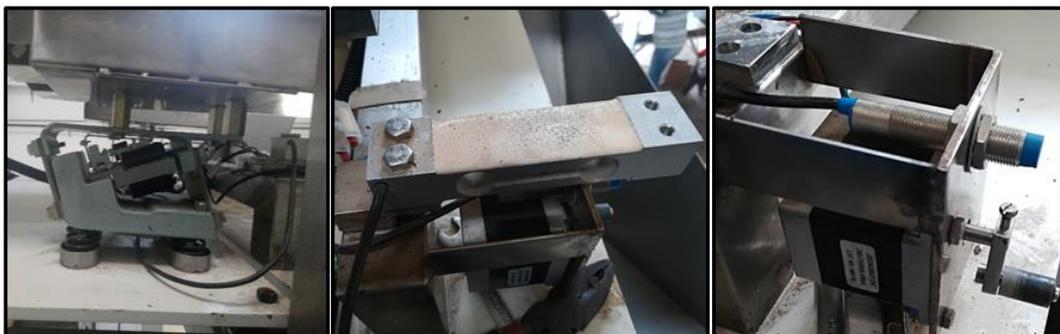


Figura 35 instalación de componentes de las balanzas

Fuente: Elaborado por el autor

Cada uno de los cabezales tiene un sistema de detección de apertura y cierre de una compuerta que despacha el producto una vez pesado según Figura 36, este incorpora topes metálicos los mismos que son detectados por un sensor inductivo el cual es acoplado en la estructura del cabezal.



Figura 36 Sistema de detección de apertura y cierre de compuerta

Fuente: Elaborado por el autor

La posición de la compuerta de los cabezales es normalmente cerrada y se mantiene así debido a la existencia de un resorte ubicado por debajo de esta estructura para la sujeción de la tapa de la balanza, conforme Figura 37.

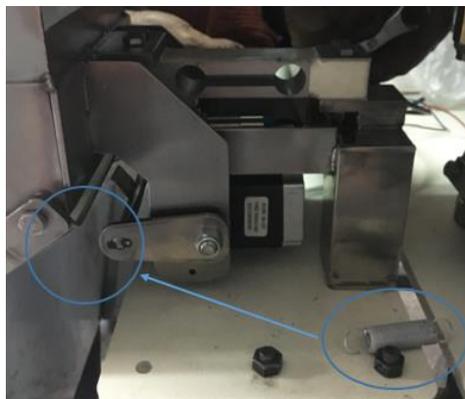


Figura 37 Resorte de sujeción de tapa de balanza

Fuente: Elaborado por el autor

En cuanto a la apertura de cada compuerta, es necesario tener un control exacto de la posición, velocidad y fuerza. Se utiliza servomotores bipolares de 24V como se aprecia en la Figura 38 encargados de vencer la tensión del resorte para realizar la apertura de las compuertas.



Figura 38 Ubicación servomotor bipolar debajo de balanza

Fuente: Elaborado por el autor

Los sensores inductivos como se observa en la Figura 39, trabajan conjuntamente con el servomotor el cual envía un pulso al PLC con el fin de detectar la apertura y cierre de las compuertas de las balanzas.



Figura 39 Montaje de sensor inductivo

Fuente: Elaborado por el autor

Referente a la instalación mostrada en la Figura 40 se colocan dos servomotores bipolares acoplados a las compuertas de cada balanza de esta forma se controla la apertura y cierre de estas.



Figura 40 Acople de conjuntos del multicabezal

Fuente: Elaborado por el autor

Debajo de la tolva principal la cual se encuentra asegurada en la estructura de soporte, se coloca el multivibrador magnético como se indica en la Figura 41, el cual consta de un transformador de 220V a 18A.



Figura 41 Instalación de Multivibradores magnéticos

Fuente: Elaborado por el autor

Los multivibradores magnéticos están ubicados debajo de las tolvas como se observa en la Figura 42, lo que provoca un movimiento vibratorio que afectará al producto con el que se va a trabajar para llevarlo a través del sistema.

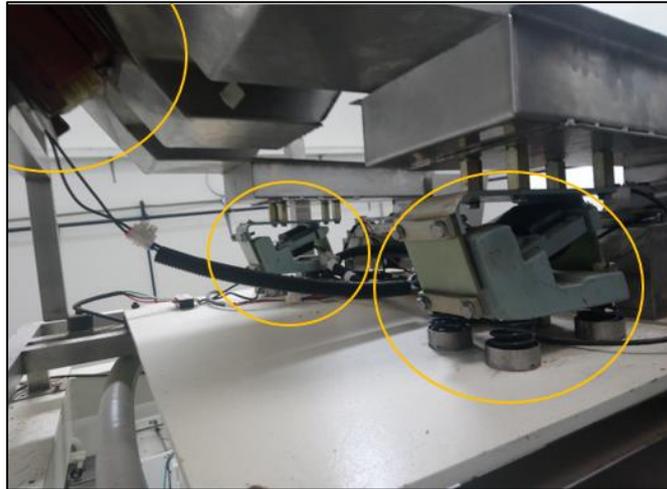


Figura 42 Ubicación de multivibradores magnéticos

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.8.5. Montaje de Celda de carga

La celda de carga como se ve en la Figura 43 cumple una función vital dentro de todo el proceso de pesaje, ya que es la encargada de detectar el peso del producto se encuentra dentro de la estructura de cada balanza estos elementos envían información al módulo E2WT para su procesamiento.

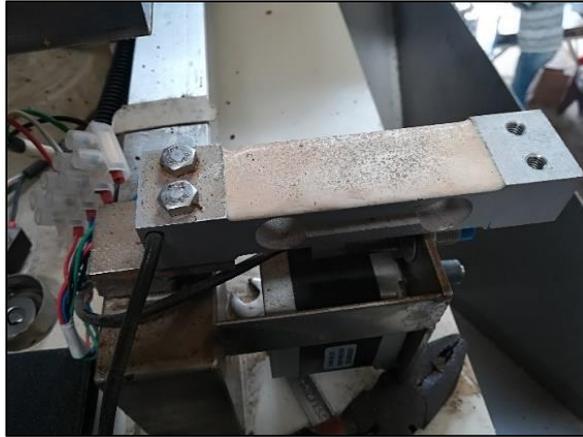


Figura 43 Instalación de celdas de carga

Fuente: Elaborado por el autor

La estructura de los cabezales como se muestra en la Figura 44 está montada sobre las celdas de carga de 5 kilos que soporta el peso del cuerpo del cabezal y el producto que va a recibir.



Figura 44 Ensamblado conjunto multicabezal de pesaje

Fuente: Elaborado por el autor

Finalmente, como se observa en la Figura 45, la estructura mecánica del proyecto se encuentra totalmente ensamblada y lista efectuar las conexiones eléctricas hacia el tablero de control.



Figura 45 Multicabezal de Pesaje Automático finalizado

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.9. Construcción Tablero de Control

Para la construcción del tablero de control se dispuso de una caja metálica, que se contiene los siguientes componentes: un PLC XINJE XD3, un Módulo E2WT, la interfaz HMI, un controlador de servo, una fuente de Alimentación de 24V y un grupo de acondicionamiento electrónico que consiste en: relés, breakers y selectores. Para una mejor comprensión se definen en la Figura 46.

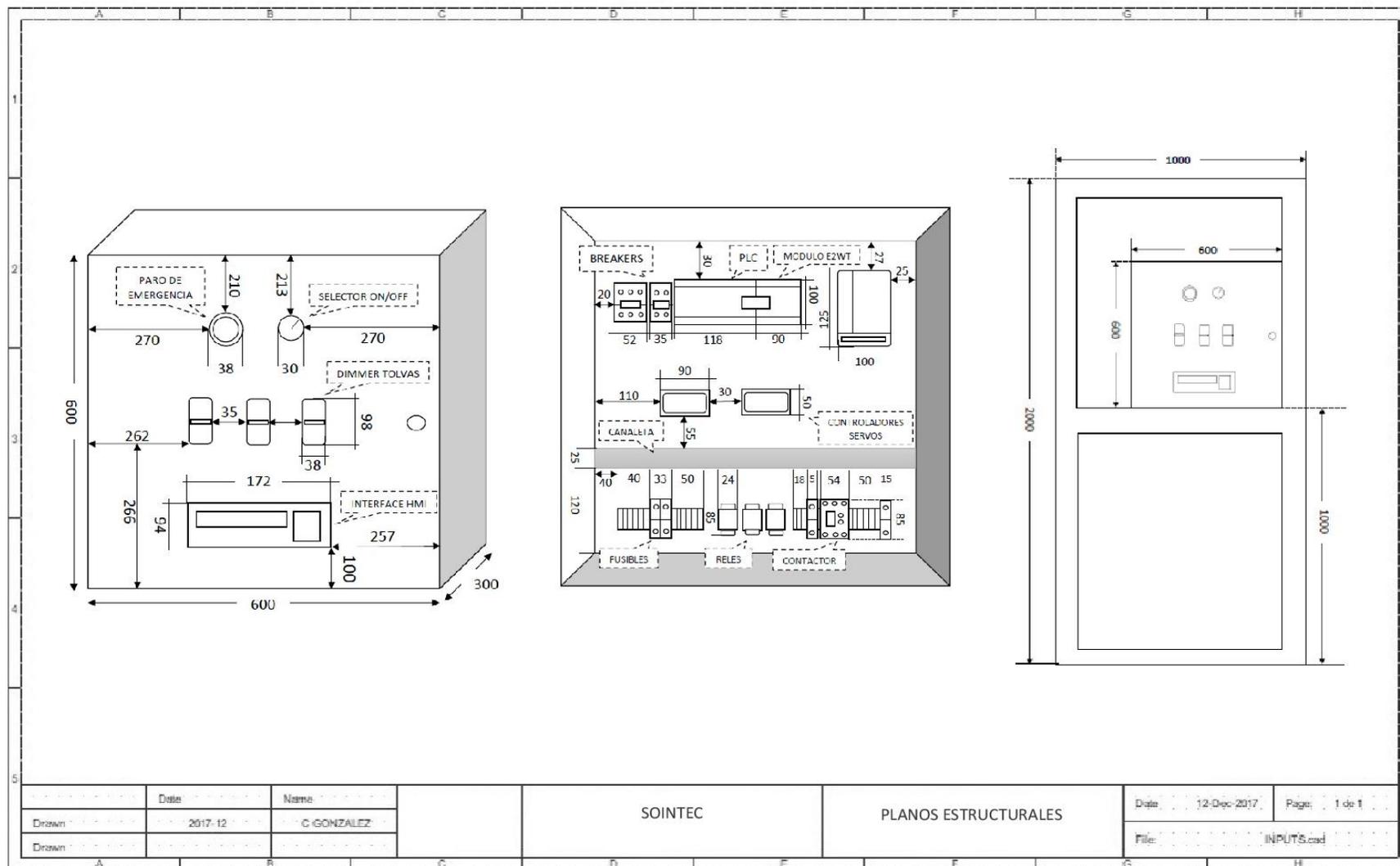


Figura 46 Disposición de tablero de control

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.9.1 Implementación de los circuitos eléctricos

Con respecto a la implementación de los circuitos eléctricos, se realizó en concordancia con los diseños propuestos en las Figuras 17, 18 y 19 apartado 4.1.1 Diseño de los circuitos eléctricos y electrónicos, el montaje de estos fue en la parte interna y externa del tablero.

En primer lugar, se procede al montaje de varias piezas dentro del tablero de control: la fuente de 24V, el PLC XINJE XD3, el módulo E2WT, controladores de servos, relés y breakers de protección, se debe verificar que exista un espacio prudencial entre cada uno de estos dispositivos para colocar canaletas que permitan el paso ordenado de los cables de conexión, según lo mostrado en las Figura 47.

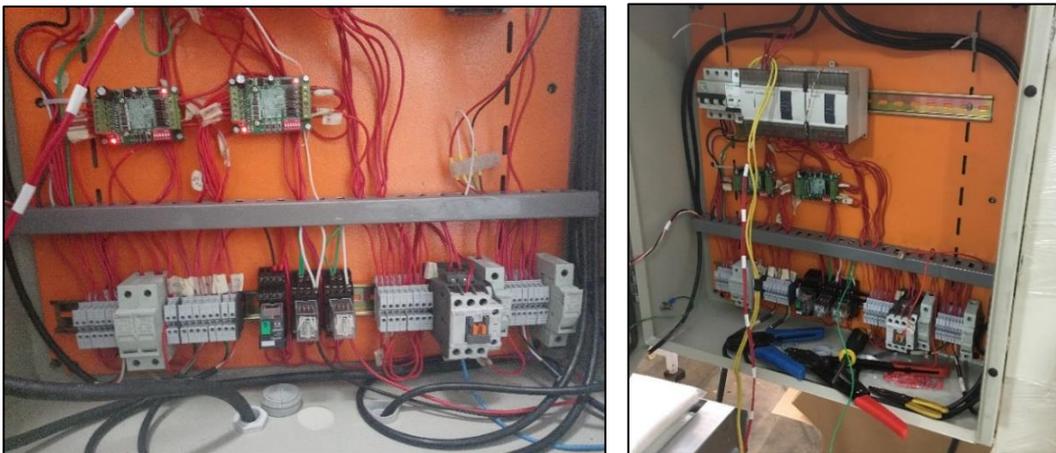


Figura 47 Montaje de componentes electrónicos

Fuente: Elaborado por el autor

Como segundo paso se realiza la inserción de las piezas que van en la parte externa del tablero de control, que permite al operador controlar la máquina, según Figura 48.

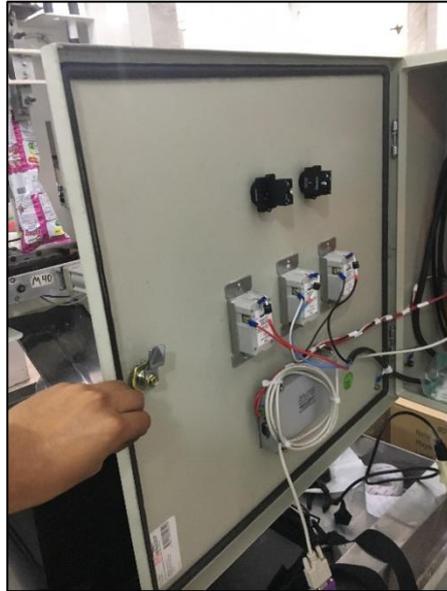


Figura 48 Instalación de relés

Fuente: Elaborado por el autor

El tablero está compuesto por la interfaz HMI, pulsadores y selectores, como se aprecia en la Figura 49.



Figura 49 Montaje de Panel de Control

Fuente: Elaborado por el autor

En el proceso de ensamblaje de conexiones se etiquetan cada uno de los cables y dispositivos según Figura 50 en todas las partes de la máquina, además de esta forma realizar mantenimientos o posibles cambios dentro del proyecto y como guía para que el operador pueda distinguir los controles.



Figura 50 Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez que la parte mecánica y el tablero de control están armados, se procede a la conexión de los cables correspondientes a los elementos que controlan la parte mecánica, como se observa en la Figura 51.



Figura 51 Instalación de conexiones eléctricas y electrónicas

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 52 se observa la instalación del panel de control.



Figura 52 Instalación panel de control

Fuente: Elaborado por el autor

En la Figura 53 se observa la conexión del PLC, dispositivo al cual están conectados los demás elementos, adicionalmente se visualiza acoplado el módulo de expansión XINJE E2WT.



Figura 53 PLC y Módulo de expansión XINJE E2WT

Fuente: Elaborado por el autor

La Figura 54 se aprecia el controlador de Servo.

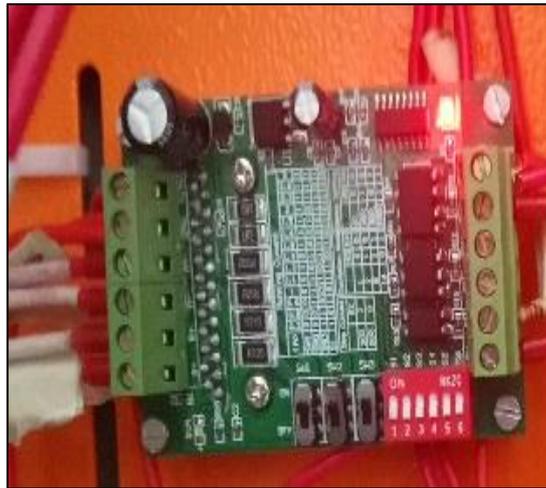


Figura 54 Controlador de Servo

Fuente: Elaborado por el autor

Para energizar el sistema se instaló una fuente de alimentación SITOP, según lo indicado en Figura 55.



Figura 55 Fuente de Alimentación SITOP

Fuente: Elaborado por el autor

En la implementación del grupo de accionamiento se instaló: el contactor eléctrico como se observa en las Figura 56, relés en la Figura 57, y breaker en la Figura 58.

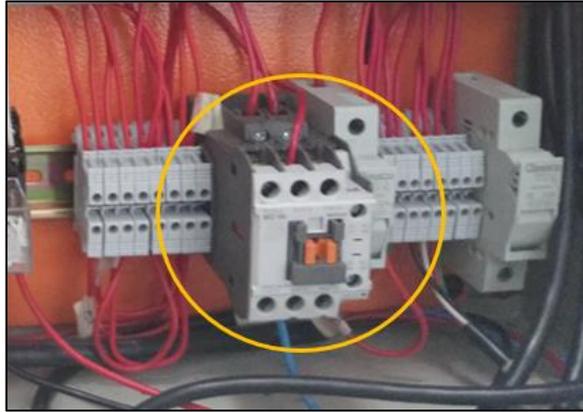


Figura 56 Contactor eléctrico

Fuente: Elaborado por el autor



Figura 57 Relé

Fuente: Elaborado por el autor



Figura 58 Breaker

Fuente: Elaborado por el autor

4.2. Funcionamiento

Para el funcionamiento del sistema del Multicabezal de pesaje se deben establecer los parámetros respectivos según lo establecido en la Figura 59. Debido a que el proceso es automatizado se debe tomar en cuenta aspectos previos a su puesta en marcha.

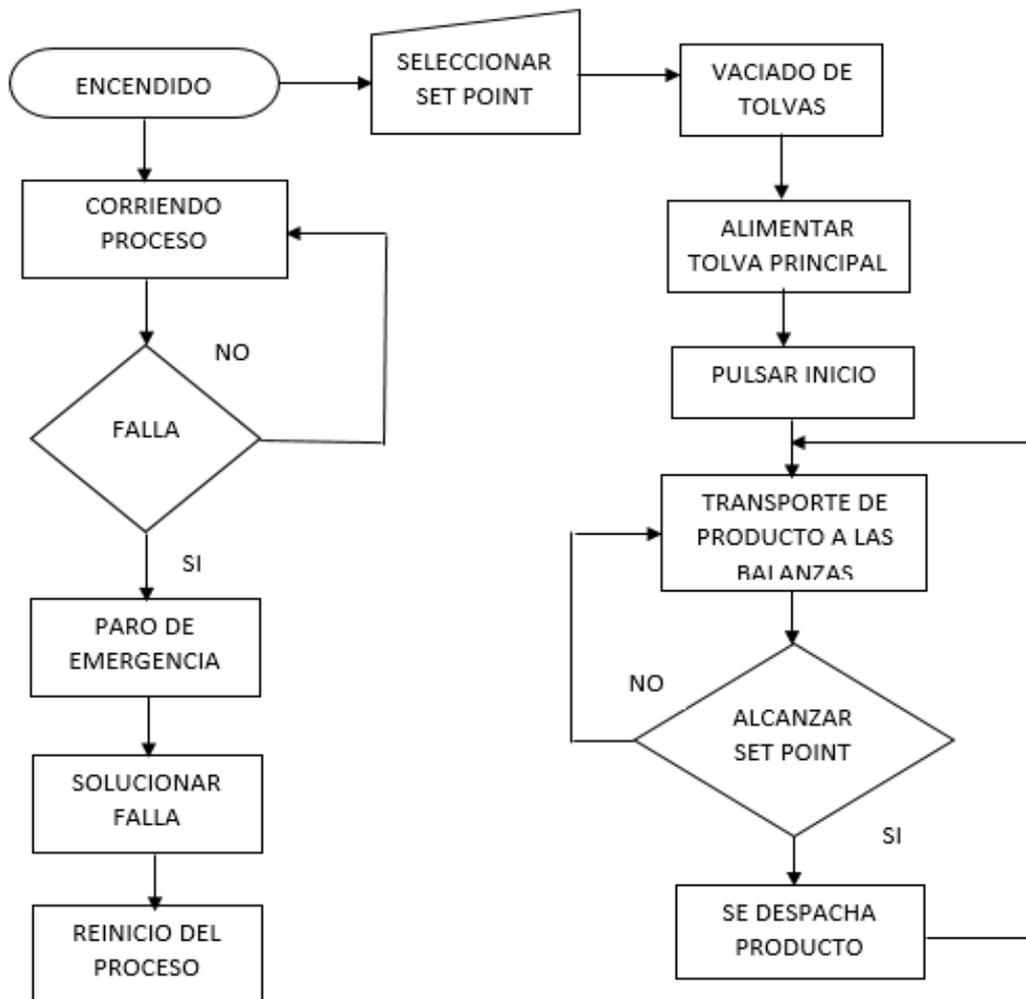


Figura 59 Diagrama de flujo del funcionamiento del Multicabezal de pesaje

Fuente: Elaborado por el autor

- **Encendido:** el sistema está conectado al tablero de control donde existe un selector que permite realizar esta tarea.
- **Selección del Set Point Deseado:** una vez que se haya encendido el sistema en la pantalla se debe seleccionar el valor en gramos con el cual se va a trabajar, este valor debe ser máximo 200 gramos en cualquiera de las dos balanzas.
- **Alimentación de la Tolva Principal:** ahora que el sistema está listo para trabajar y que la tolva principal se encuentra llena de producto se verifica que el transporte de este llegue a las balanzas ya calibradas.
- **Transporte de Producto a las Balanzas:** este proceso se lo realiza por medio de los multivibradores que al ser activados transportan el producto.
- **Balanzas Alcanzan el Peso Seteado:** el proceso de llenado de las balanzas continúa gracias al trabajo de los multivibradores, una vez que se alcanza el peso previamente seteado el cual no debe superar los 200g, se detienen los multivibradores para evitar pesos fantasmas que puedan interferir, respecto a proceder a activar el mecanismo de apertura y cierre de las compuertas de cada balanza de acuerdo a tiempos programados. Finalmente, el producto es despachado del sistema y pasa al siguiente proceso.
- **Paro de Emergencia:** si en algún momento del proceso se presenta algún tipo de inconveniente que ponga en riesgo la seguridad de los operadores o vaya en contra del funcionamiento normal de la maquinaria y se necesite detener el proceso se debe presionar el botón de color rojo ubicado en el tablero de control.

4.3. Pruebas de funcionamiento y análisis de resultados

Para las pruebas de funcionamiento y análisis de resultados se efectuó un proceso completo de pesaje automatizado en el multicabezal.

4.3.1. Prueba de funciones de multivibradores

La prueba realizada a los multivibradores se basa en el comportamiento del sistema con diversos productos, que verifica si este es capaz de transportarlos a las balanzas de manera adecuada.

Tabla 6 Prueba de funciones de multivibradores

Producto	Papas fritas	Chifles	Cupcakes	Resultados y observaciones
Prueba 1	Aprueba	Aprueba	No aprueba	<i>Snacks</i> =aprueba
Tolva principal				Otros=no aprueba
Prueba 2	Aprueba	Aprueba	No aprueba	<i>Snacks</i> =aprueba
Tolva 2				Otros=no aprueba
Prueba 3	Aprueba	Aprueba	No aprueba	<i>Snacks</i> =aprueba
Tolva 3				Otros=no aprueba

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a los datos obtenidos en la Tabla 6 durante las pruebas se concluye que los multivibradores funcionan de manera ideal con *snacks* (papas fritas, chifles, chitos), debido a que la máquina fue diseñada para este fin; en el caso de otros productos, por ejemplo: *cupcakes*,

frutas, vegetales y líquidos la máquina presentará inconvenientes debido a que el diseño no es adecuado en estos casos.

4.3.2. Prueba de funcionamiento de balanza

La prueba de funcionamiento de las balanzas se la realiza también con diversos productos y distintos pesos requeridos, con lo que se obtiene los datos mostrados en las Tablas 7 y 8.

Tabla 7 Prueba de funcionamiento de balanza 1

Pesos	20g	100g	200g	Resultados y observaciones
Pruebas				
Prueba 1	19g	98g	202g	Aprueba
Papas Fritas				
Prueba 2	20g	99g	199g	Aprueba
Chifles				
Prueba 3	21g	103g	200g	Aprueba
Chitos				

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 8 Prueba de funcionamiento de balanza 2

Pesos	20g	100g	200g	Resultados y observaciones
Pruebas				
Prueba 1	20g	98g	199g	Aprueba
Papas Fritas				
Prueba 2	20g	101g	200g	Aprueba
Chifles				
Prueba 3	21g	103g	199g	Aprueba
Chitos				

Fuente: Elaborado por el autor

Mediante los datos obtenidos se puede determinar que las balanzas son capaces de trabajar con varios productos siempre con el peso deseado sin superar el margen de error del $\pm 5\%$.

4.3.3. Prueba de calibraciones

Estas pruebas a realizadas a las dos balanzas, se valida si la calibración es la correcta los resultados de estas pruebas se los aprecia en la Tabla 9 y 10.

Tabla 9 Prueba de calibraciones balanza 1

Estados	Calibración	Calibración	Calibración	Resultados y observaciones
Pruebas	1	2	3	
Prueba 1 50g	50g	48g	49g	Aprueba
Prueba 2 100g	101g	100g	98g	Aprueba
Prueba 3 200g	203g	202g	198g	Aprueba

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 10 Prueba de calibraciones balanza 2

Estados	Calibración	Calibración	Calibración	Resultados y observaciones
Pruebas	1	2	3	
Prueba 1 50g	51g	48g	50g	Aprueba
Prueba 2 100g	103g	101g	104g	Aprueba
Prueba 3 200g	200g	201g	203g	Aprueba

Fuente: Elaborado por el autor

Las pruebas realizadas demuestran que las balanzas una vez calibradas son capaces de detectar el peso patrón y dar un resultado con un margen de error dentro del $\pm 5\%$ establecido.

CONCLUSIONES

- Dentro de los parámetros de funcionamiento y elementos constitutivos del sistema se considera que la máquina es capaz de proporcionar porciones con pesos comprendidos entre 20 y 200 gramos para una cantidad de 28 a 60 fundas por minuto lo que mejora los procesos de producción tradicionales que no supera un máximo de 15 fundas en el mismo tiempo.
- El diseño y construcción de las compuertas de las balanzas posibilitan el trabajo de la máquina con varias clases de productos y se adaptan a distintas velocidades de operación requeridas por el operador.
- La incorporación de un sistema de multivibradores permite desplazar de mejor manera el producto a empacar, ya que estos actúan directamente sobre la estructura mecánica con el fin de producir vibraciones que permiten el transporte del producto.
- Se determina que el uso de la interfaz HMI facilita la interacción del operador con la máquina ya que este dispositivo es capaz de mostrar de manera adecuada información de parámetros y configuraciones además que reduce la cantidad de botones, controladores y pulsadores a usar.
- En la realización de pruebas de funcionamiento y operación del sistema de pesaje automático del multicabezal se comprobó que la máquina desarrollada cumple con los requerimientos deseados por lo cual se convierte en una opción idónea en el trabajo a realizar.

RECOMENDACIONES

- Se debe realizar el vaciado de las balanzas antes de utilizarla nuevamente con el fin de evitar que residuos de procesos anteriores afecten el nuevo proceso.
- En cuanto al funcionamiento correcto de la maquina es aconsejable realizar una recalibración de las balanzas por lo menos una vez por semana y así garantizar la mayor exactitud posible del peso a través del tiempo.
- Se recomienda ubicar la maquina sobre una superficie plana ya que el movimiento que esta genera por medio de los multivibradores puede ocasionar inconvenientes en el proceso de transporte del producto hacia las balanzas.
- Es importante que el operador realice una lectura de los manuales técnicos y de usuario previo a la puesta en marcha de la maquina con el fin de realizar una operación adecuada del sistema y evitar eventos que pongan en riesgo su seguridad.
- Conforme a las pruebas de funcionamiento efectuadas se recomienda la utilización de la máquina única y exclusivamente en el proceso de pesaje de *snacks*, ya que, si se desea utilizarla con otro tipo de producto como por ejemplo vegetales, frutas, embaces, etc. se debe hacer un nuevo estudio en cuanto al determinar si la maquina puede trabajar con este nuevo elemento o se debe hacer algún tipo de modificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Calvo, J. Y. (10 de Junio de 2018). *Diseño estructural de una tolva de acero comercial de 5TN para apilamiento de mineral utilizando modelos Computacionales y Cálculos Convencionales*. Recuperado el 20 de Agosto de 2010, de <http://repositorio.unsa.edu.pe>: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6012/MCatcajy.pdf?sequence=3>
- AIS. (12 de Mayo de 2018). *Paneles Tacticos*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.aispro.com>: <http://www.aispro.com/products/hmi-touch-panels>
- Alvarez, R. (16 de Febrero de 2012). *Sensores Inductivos*. Recuperado el 21 de Agosto de 2018, de <http://automatizacionindustrialiue.blogspot.com>: <http://automatizacionindustrialiue.blogspot.com/2012/02/sensores-inductivos.html>
- Barros, A. (29 de Enero de 2017). *Maquinas electricas 3*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://es.slideshare.net>: <https://es.slideshare.net/alanbarroscervantes/motor-paso-a-paso-85107546>
- BINDER. (12 de Marzo de 2018). <http://www.binder-es.com/>. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de Vibradores: <http://www.binder-es.com/index.php/vibradores/>
- Caycedo, A. (2017). *Laboratorio 5 Control De Posición Del Servo Mediante Acelerómetro*. Nueva Granada: Universidad Militar Granada.
- Cerda, M. (2014). *Instalaciones eléctricas y automatismos*. Madrid: Paraninfo. Recuperado el 20 de Agosto de 2018
- Espinosa, M. (13 de Marzo de 1995). *Diseño y Construcción de una Celda*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de eprints.uanl.mx/: eprints.uanl.mx/7045/1/1020074697.PDF
- Gaspar Hurtado, D. I. (05 de Mayo de 2017). *Sistema de registro de velocidades para monitoreo y alerta de exceso de velocidad, mediante controladores programables*. Recuperado el

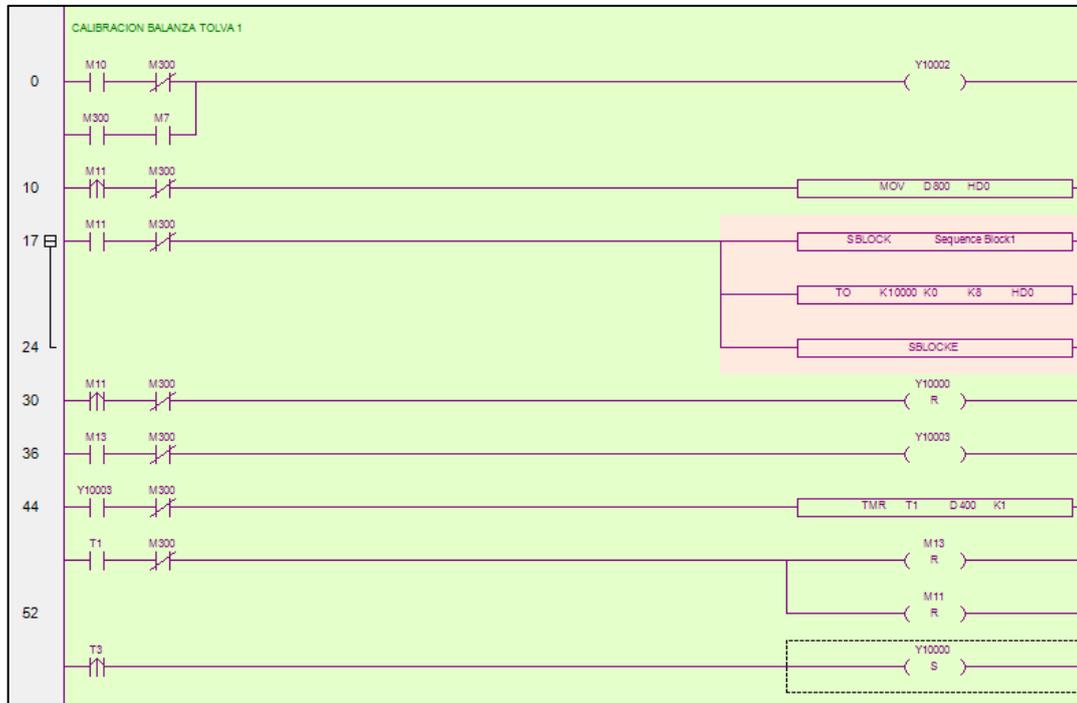
- 20 de Agosto de 2018, de [https://tesis.ipn.mx:
https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21030](https://tesis.ipn.mx:https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21030)
- IIEC. (10 de Junio de 2016). *Controladores Lógicos Programables (PLCs)*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de [http://www.ieec.uned.es:
http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf](http://www.ieec.uned.es:http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)
- IMC. (10 de Marzo de 2018). <http://www.imc-albacete.com>. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de accesorios de envasado: <http://www.imc-albacete.com/es/accesorios-de-ensado/45-tolva-cuadrada-frutos-secos.html>
- IndiaMART. (18 de Agosto de 2018). *XinjePLC*. Recuperado el 18 de Agosto de 2018, de [https://www.indiamart.com:
https://www.indiamart.com/proddetail/xinje-plc-8077292173.html](https://www.indiamart.com:https://www.indiamart.com/proddetail/xinje-plc-8077292173.html)
- Juela , J. (10 de Septiembre de 2016). *CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO AUTOMATIZADO PARA EL CULTIVO DE HORTALIZAS BAJO CONDICIONES CONTROLADAS HACIENDO USO DE HIDROPONÍA*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de [dspace.unl.edu.ec:
dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/.../Juela%20Loján%2C%20Johnny%20Marcelo.pdf](dspace.unl.edu.ec:dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/.../Juela%20Loján%2C%20Johnny%20Marcelo.pdf)
- LogistMarket. (22 de Agosto de 2018). *Empacadora Automatica multicabezal*. Obtenido de [https://www.logismarket.com:
https://www.logismarket.com.co/tme/empacadora-automatica-multicabezal-pesaje/6884962533-5260959758-p.html](https://www.logismarket.com:https://www.logismarket.com.co/tme/empacadora-automatica-multicabezal-pesaje/6884962533-5260959758-p.html)
- Morazan, F. (20 de Agosto de 2018). *Interruptor automático magneto-térmico o Guardamotor*. Obtenido de [https://sites.google.com:
https://sites.google.com/site/elictricidadchandias/interruptor-automatico-magnetotermico](https://sites.google.com:https://sites.google.com/site/elictricidadchandias/interruptor-automatico-magnetotermico)

- Quispe Quispe, M. (16 de Noviembre de 2014). *Diseño de un controlador de proceso industrial utilizando controladores lógico programables de siemens/simatic-s7 interactuando con la planta virtual its y monitorización Scada*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://tesis.unap.edu.pe/>: <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/2693>
- Romero, C. (08 de Junio de 2010). *LABORATORIO: MEDICIÓN DE NIVEL UTILIZANDO PRESIÓN HIDROSTÁTICA Y PESO*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://es.scribd.com/document/>
<https://es.scribd.com/document/341030426/LABORATORIO-Instrumentacion-Industrial-II-1>
- SOINTEC. (12 de Junio de 2014). *Sistema de control Industrial*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <http://www.sointec-ecuador.com/>: <http://www.sointec-ecuador.com/>
- Vera, Y. (11 de Diciembre de 2006). *Análisis de la distribución de las plantas de una empresa dedicada a la elaboración de chocolates y galletas*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/>
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/61111/3/Tesis%20-%20Ing.%20Yamill%20Javier%20Vera%20Mart%C3%ADnez.pdf>
- Vilches, E. (10 de Febrero de 2014). *EL CONTACTOR*. Recuperado el 20 de Agosto de 2018, de <https://www.eet460rafaela.edu.ar/>
<https://www.eet460rafaela.edu.ar/descargar/apunte/74>

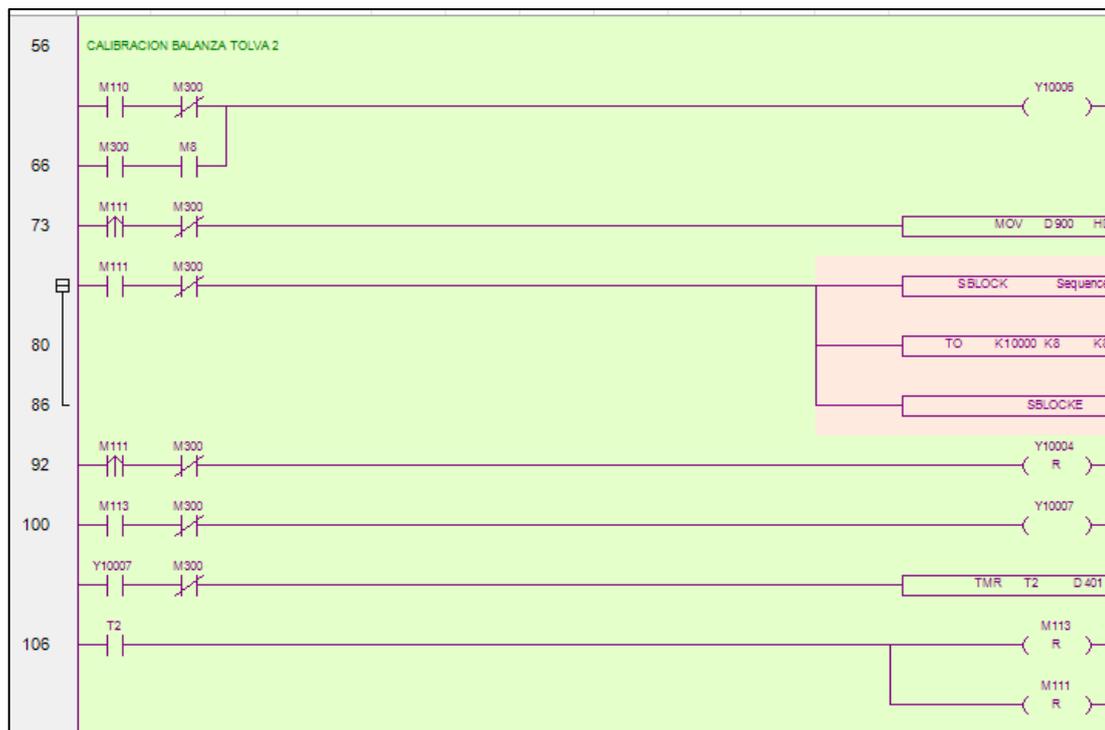
ANEXOS

ANEXO A ETAPAS DE PROGRAMACIÓN DESARROLLADAS EN EL SOFTWARE XC PRO V3.3

a) La primera etapa de programación está relacionada con la calibración de las balanzas

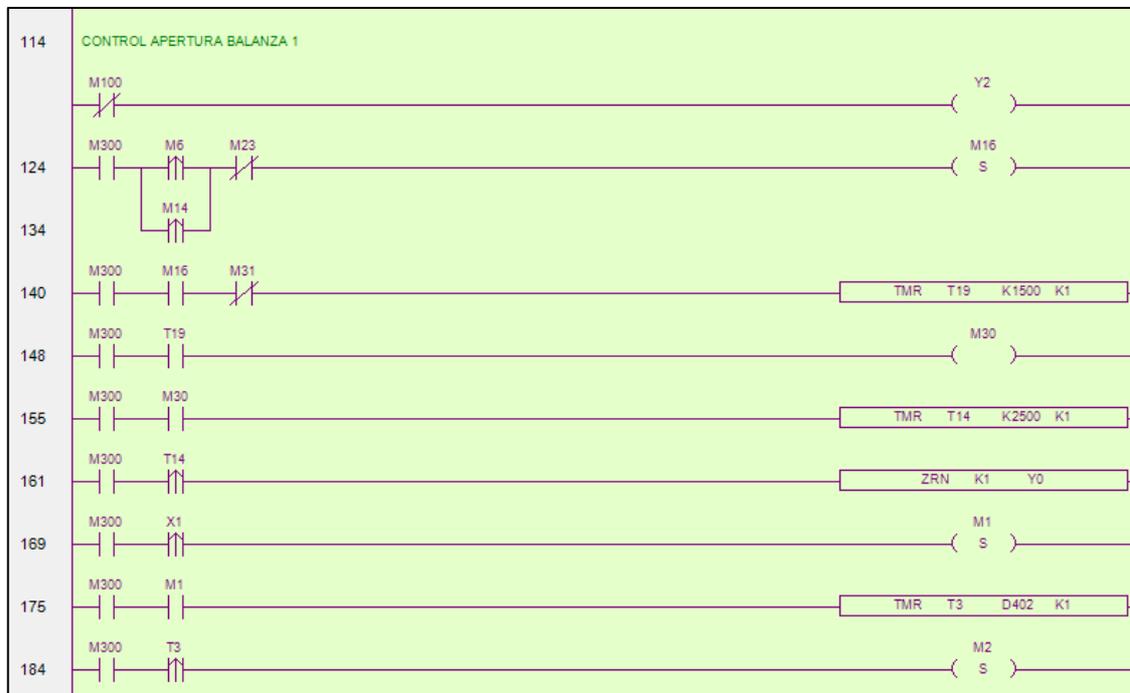


Programación de la calibración de las balanzas.

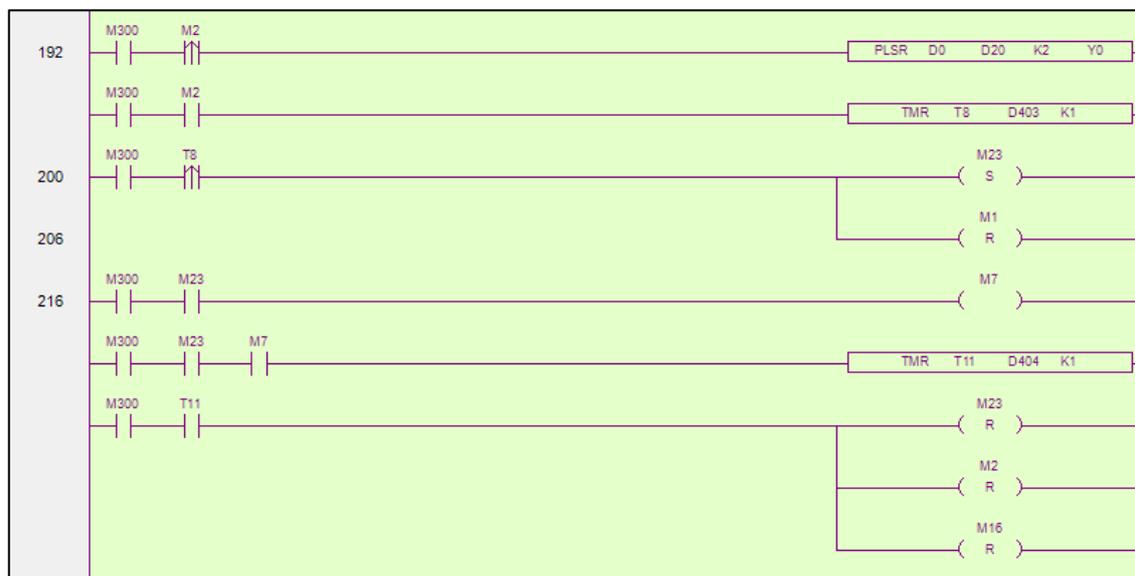


Programación de la calibración de las balanzas

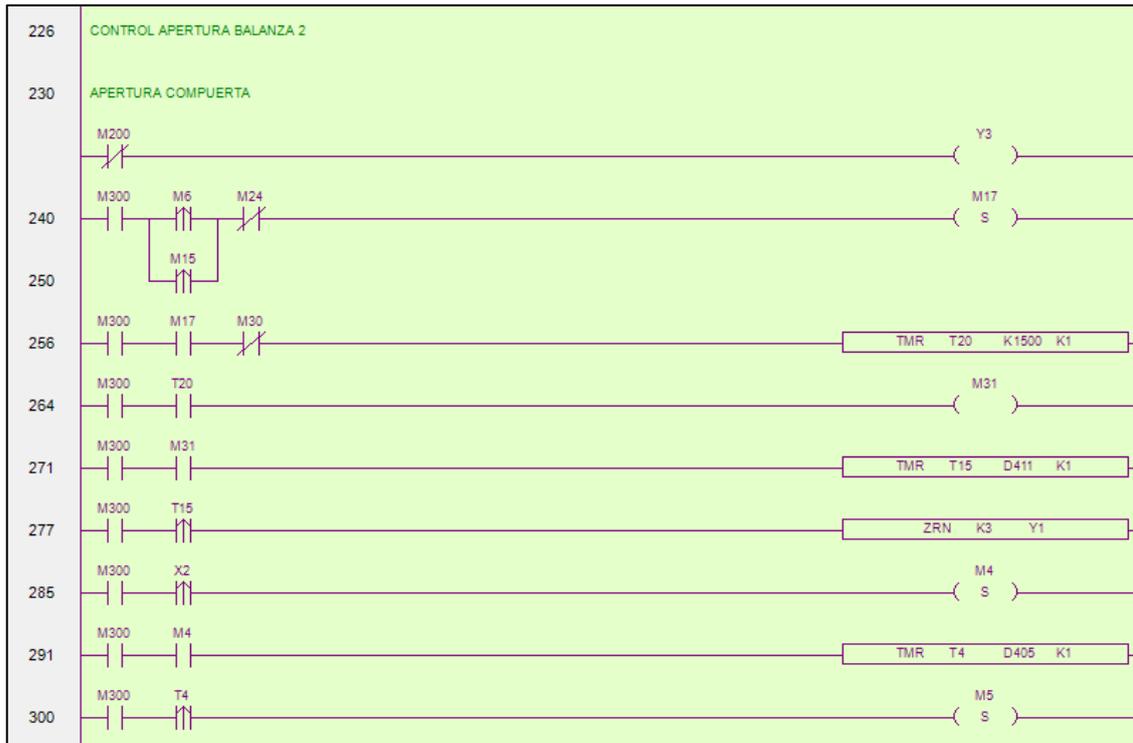
- b) La segunda etapa de programación señala el bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas.



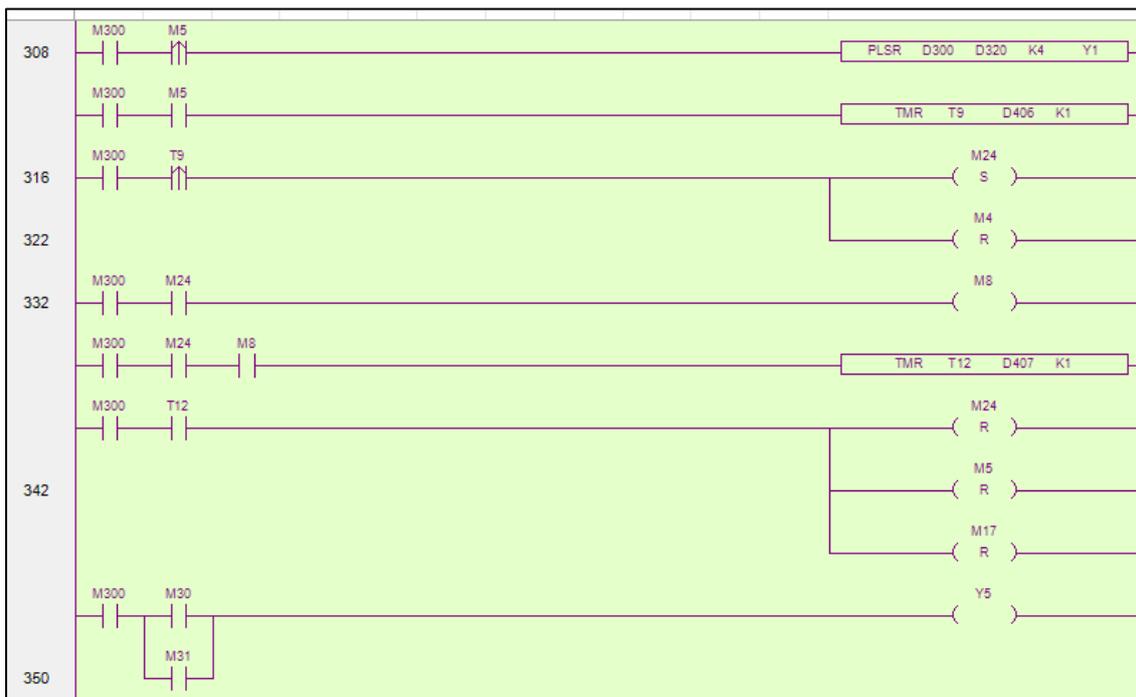
Bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas



Bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas

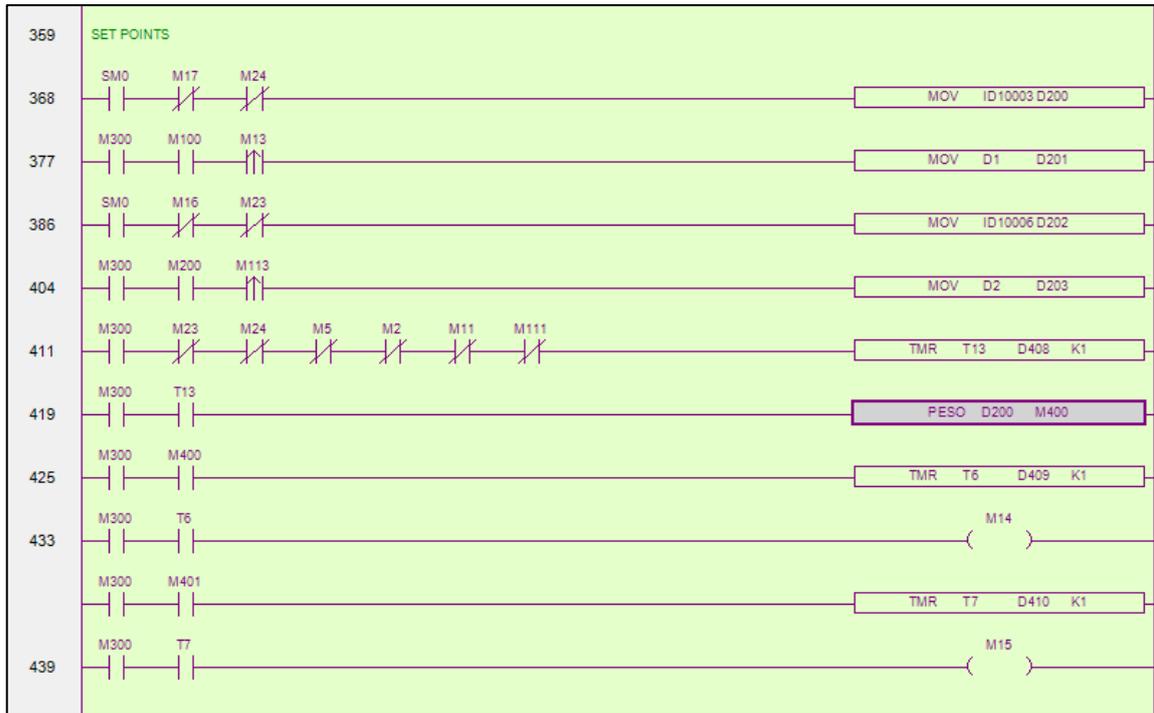


Bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas



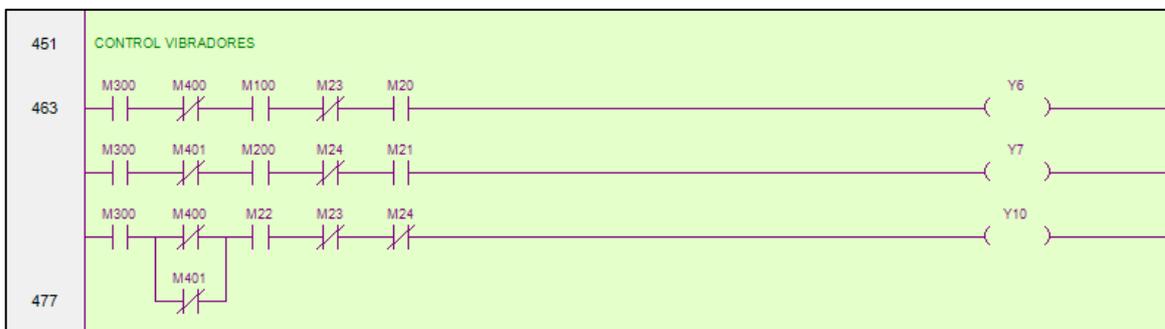
Bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas

- c) El tercer bloque de configuración está diseñado para el control de los puntos de seteo de peso de las balanzas.



Control de los puntos de seteo de peso de las balanzas.

- d) El cuarto bloque de comandos indica el control de encendido de los multivibradores.

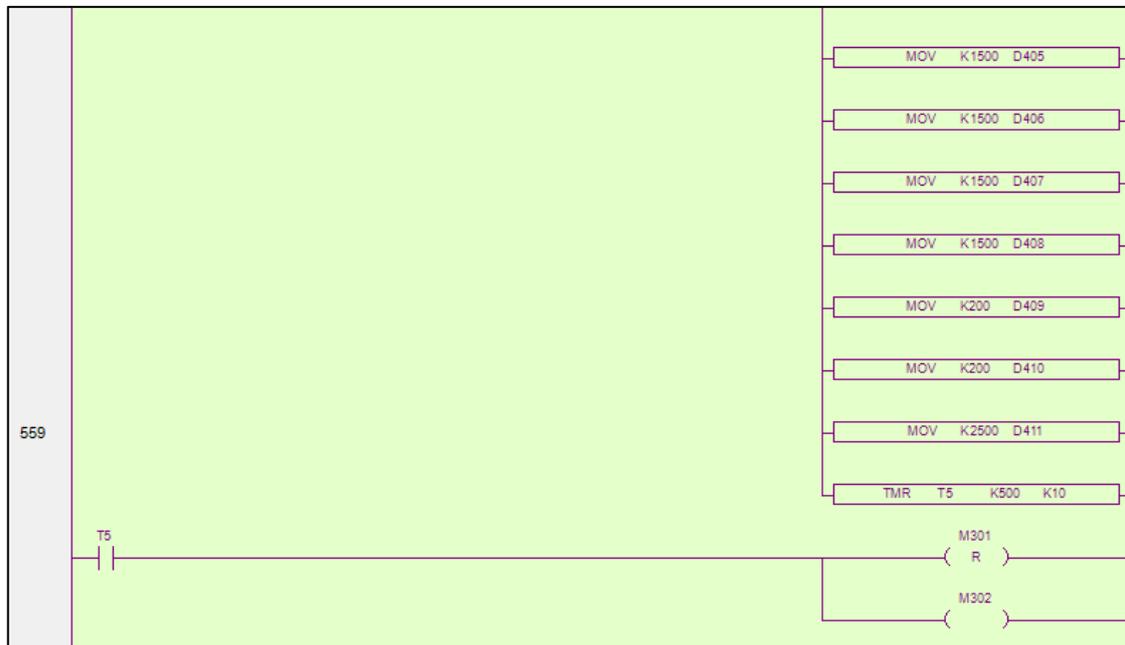


Bloque de comandos muestra el control de encendido de los multivibradores

- e) El último bloque de programación está diseñado para los controles de movimiento de los servomotores que dan la apertura de las compuertas de las balanzas.



Programación para los controles de movimiento



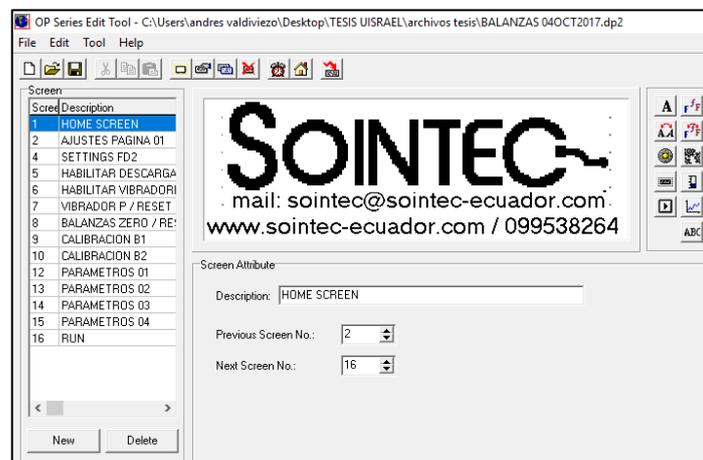
Programación para los controles de movimiento

ANEXO B DESARROLLO DE PANTALLAS EN SOFTWARE PARA HMI OP20

EDIT TOOL

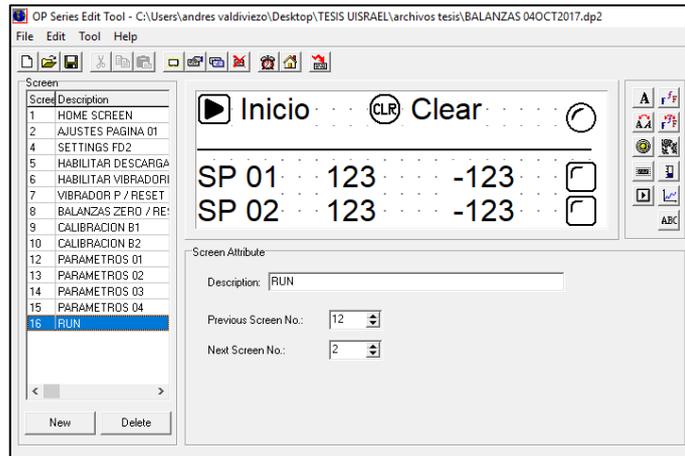
A continuación, se detalla cada una de las pantallas de la interfaz HMI las cuales permiten al operador realizar varias configuraciones y controlar funciones del multicabezal de pesaje. El desarrollo de estas pantallas está dado por el software OP20 Edit Tool.

La pantalla 1 de inicio indica información relacionada con la empresa, adicionalmente se observará otros datos como correo electrónico, página web y celular de contacto. Esta pantalla funciona como presentación y puede ser cambiada con información diferente sin afectar a la programación y funcionamiento de la máquina.



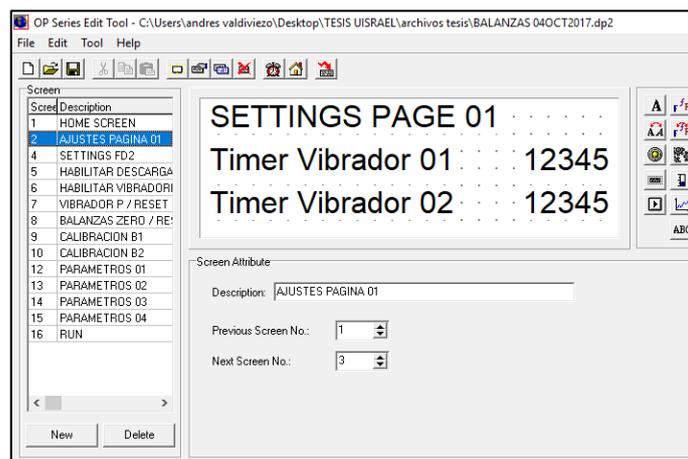
Pantalla 1 Pantalla de inicio para la empresa

La pantalla 2 indica las primeras configuraciones en la cual se debe proporcionar el valor de set point del producto a pesar por ejemplo 50g, 100g y también se puede apreciar si existe alguna cantidad residual en las balanzas. En esta misma pantalla se observa el botón de inicio que pone en marcha el sistema.



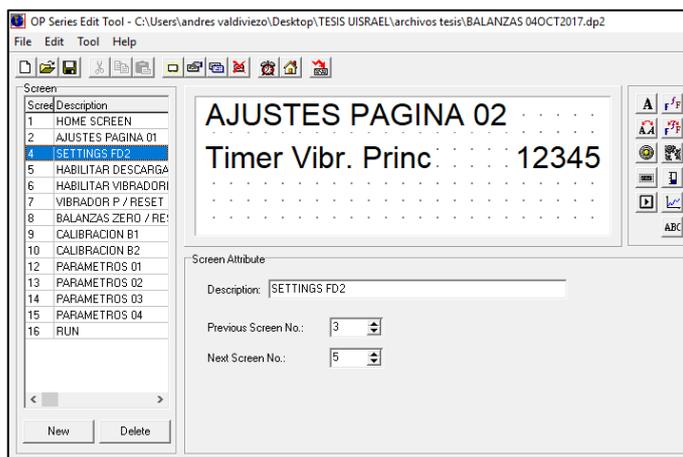
Pantalla 2 Configuración inicial valor de set point del producto

En la pantalla 3 se puede observar las opciones de configuración de tiempos de los multivibradores de los cabezales ya que estos deben ser configurados ya que estos cuentan con una secuencia de encendido-apagado.



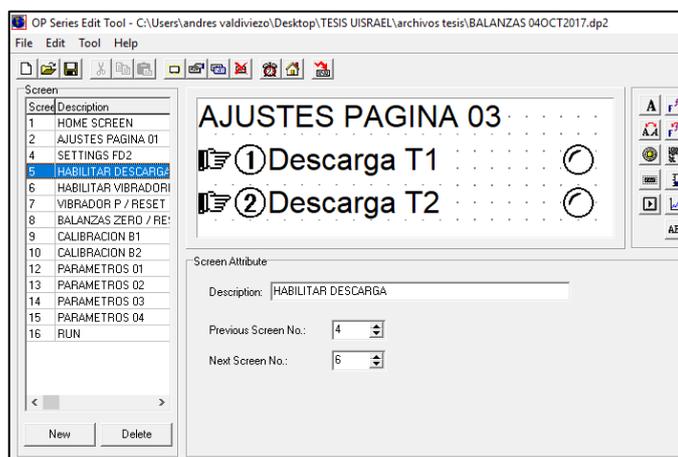
Pantalla 3 Opciones de configuración de tiempos de los multivibradores de los cabezales

A continuación, se aprecia la configuración del timer de la tolva principal la cual siempre va a estar encendida durante todo el proceso.



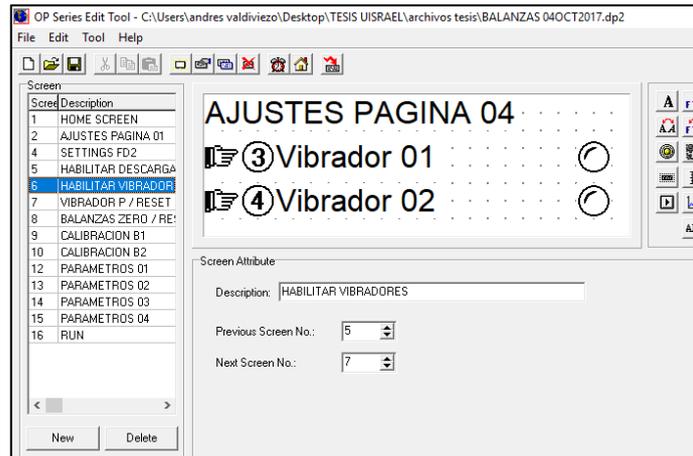
Pantalla 4 Configuración del timer de la tolva principal

Se observa la opción para activar el sistema de descarga, es decir, da paso a la activación de los servos, caso contrario no se puede realizar la descarga del producto una vez pesado.



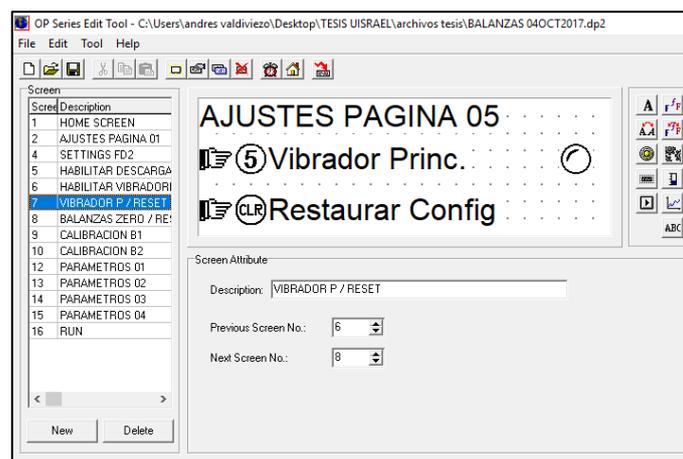
Pantalla 5 Opción para activar el sistema de descarga

En la pantalla 6 se observa una función similar a la anterior, en donde se indica las opciones para activar los multivibradores de cada una de las tolvas.



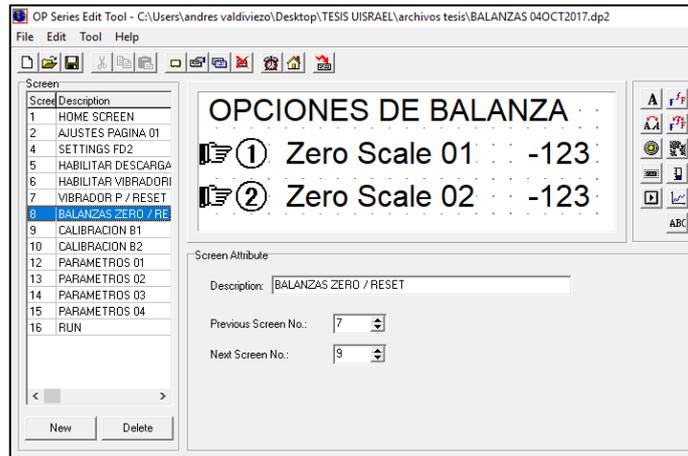
Pantalla 6 Opción para activar los multivibradores de cada una de las tolvas

En la pantalla 7 se tiene 2 opciones, la primera activa el multivibrador de la tolva principal y en la segunda opción hay la posibilidad de reestablecer los ajustes a su configuración inicial por si se ha realizado algún tipo de cambio en los parámetros.



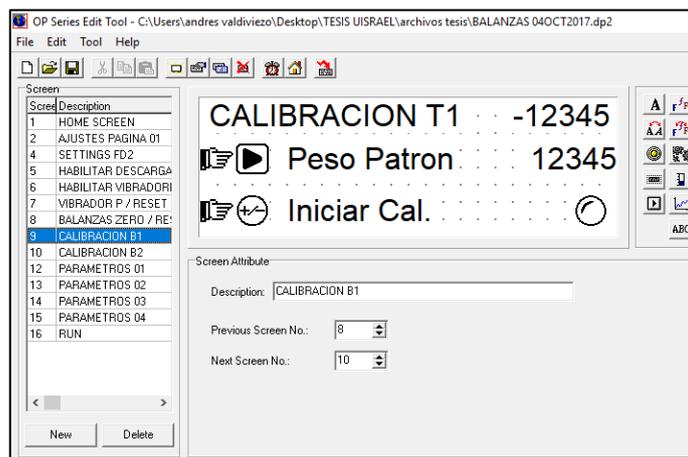
Pantalla 7 Activación de multivibrador de la tolva principal y reestablecer los ajustes

En la pantalla 8 se puede apreciar las configuraciones de escala de las balanzas, esta opción es únicamente para el administrador del sistema en donde el operador no debe tener acceso. Su objetivo es indicar al sistema el peso de la estructura de la balanza para que este no sea tomado en cuenta al momento de realizar la medición, se toma ese peso como cero y todo peso a partir de este sea suministrado recién iniciará su pesaje.

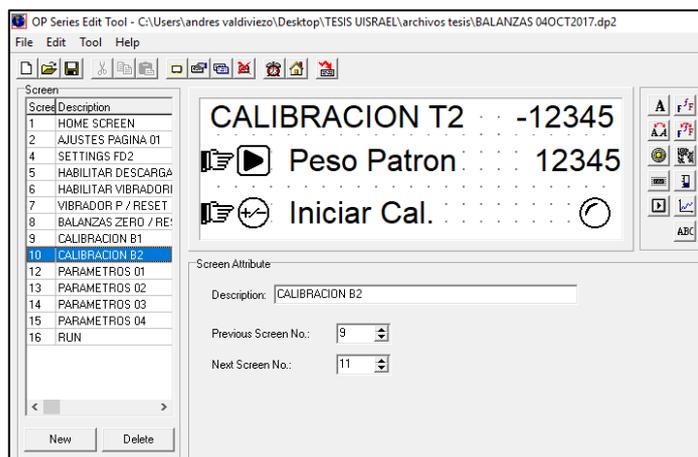


Pantalla 8 Configuraciones de escala de las balanzas

En las pantallas 9 y 10 se aprecia cómo se va a realizar la calibración de las balanzas ayudadas por un peso patrón el cual debe tener el valor en gramos exactos para realizar dicho proceso con el fin de que la maquina tenga un valor referencial al momento de realizar su trabajo. Antes de iniciar este proceso se debe encerrar las balanzas.

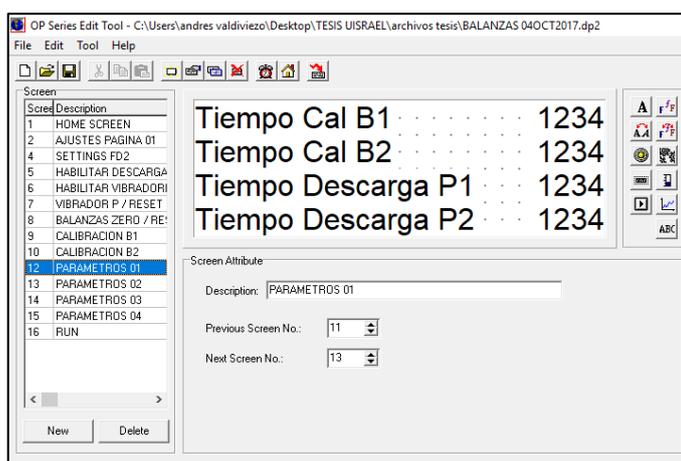


Pantalla 9 Calibración de las balanzas con un peso patrón



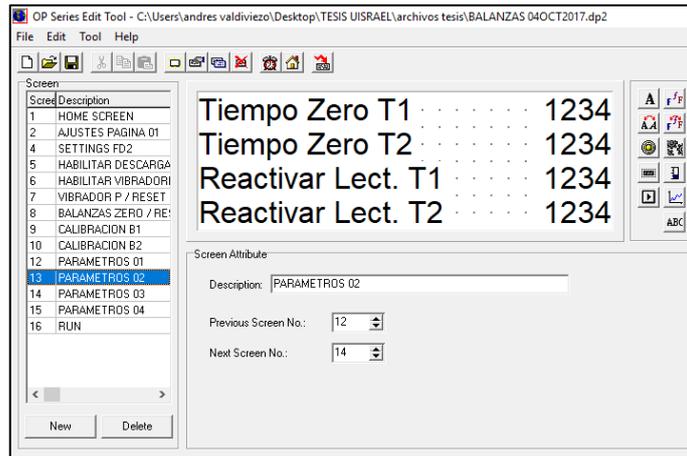
Pantalla 10 Calibración de las balanzas con un peso patrón

En la pantalla 11 se observa los tiempos de calibración de las balanzas y del sistema de descarga de cada cabezal los cuales se deben configurar en milisegundos y su función es dar un tiempo determinado al sistema para que se adapte a la calibración con el peso patrón.



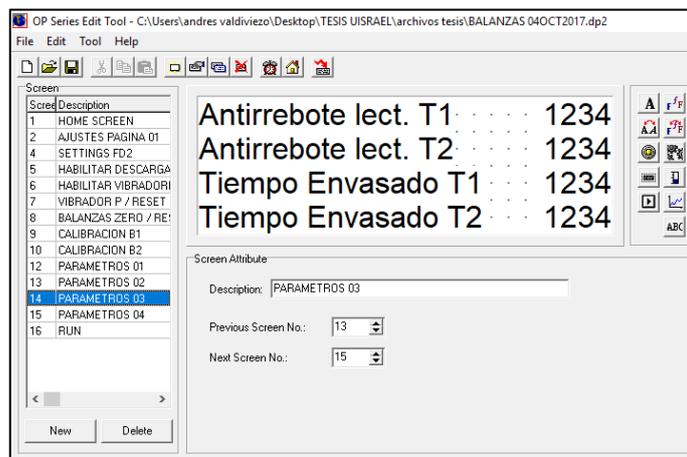
Pantalla 11 Tiempos de calibración de las balanzas y del sistema de descarga de cada cabezal

En la pantalla 12 se tiene los tiempos de encendido de las balanzas los cuales por son necesarios ya que al momento de abrirse la compuerta de descarga se genera un valor fantasma en gramos al cual hay q convertirlo en cero una vez que la balanza cierra su compuerta. La opción reactivar lectura trabaja con el fin de evitar ruidos que afecten entre balanzas por un tiempo determinado, se desactiva la lectura de estas mientras está abierta la compuerta de descarga.



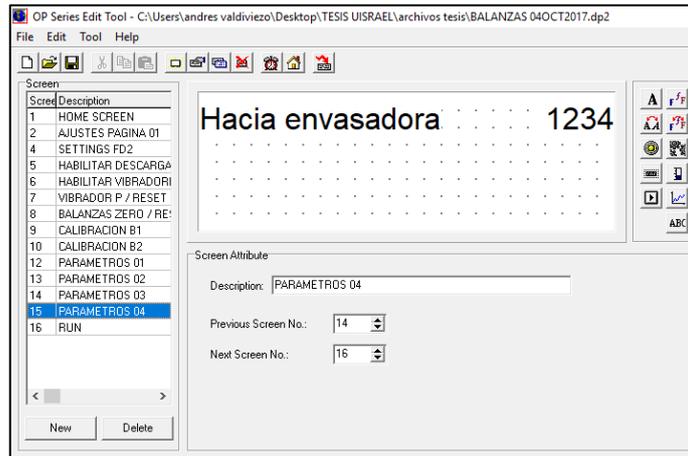
Pantalla 12 Tiempos de encerado de las balanzas

En la pantalla 13 se debe seleccionar los tiempos de la programación anti rebote la cual le da un tiempo determinado al sistema para que se cerciore de que si el peso tiene una subida muy alta repentinamente al momento del pesaje sea un valor real o producto de alguna vibración. Pasado este tiempo retoma la lectura y determina el peso adecuado. La siguiente opción dentro de esta pantalla es el tiempo de envasado que indica al sistema el tiempo que debe tomarse en realizar el proceso completo antes de repetirse.



Pantalla 13 Tiempos de la programación anti rebote

En la pantalla 14 se puede observar la existencia del pulso que va a dar paso al siguiente proceso que es el envasado del producto ya pesado el cual se lleva a cabo en una maquina diferente.



Pantalla 14 Existencia del pulso

ANEXO C MANUAL TÉCNICO

MANUAL TECNICO

SISTEMA AUTOMÁTICO DE PESAJE DE SNACKS

AGOSTO 2018

INDICE

INDICE	2
1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL MANUAL	4
1.1 Objetivos	4
1.2 Alcance	4
2. DESCRIPCION DE BASE DE DATOS	4
2.1 Plc Xinje XD3	4
2.1.1 Especificaciones técnicas Plc Xinje XD3	4
2.1.2 Especificaciones generales	5
2.1.3 Especificaciones de funciones	5
2.1.4 Dimensión	7
2.2 Hmi Touchwin OP320	7
2.2.1 Especificaciones Tecnicas Hmi Touchwin OP320	7
2.2.2 Especificaciones generales	8
2.2.3 Especificaciones de funciones	8
2.2.4 Dimensiones	9
3. LISTADO DE MATERIALES	10
4. DIAGRAMAS	10
4.1 Diseño de conexiones entre reles y vibradores	10
4.2 Diseño de conexiones entradas aPLC	11
4.3 Diseño de conexiones salidas a PLC	11

5. MONTAJE DEL DISPOSITIVO	12
5.1 Construcción Multicabezal	12
5.2 Construcción tablero de control	14
6. PROGRAMACION PLC XINJE XD3	16
7. GUIA DE MANTENIMIENTO	21
8. GUIA DE SOLUCION DE PROBLEMAS	22
8.1 No enciende el sistema	22
8.2 Tolvas no reciben producto	22
8.3 Compuertas balanzas no abren	22
8.4 Pesos erroneos	22
9. SOPORTE TECNICO	23

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DEL MANUAL

1.1 Objetivos

- Realizar una descripción técnica de los elementos y dispositivos utilizados en el dispositivo.
- Facilitar al técnico el conocimiento necesario para solventar errores y posibles fallas en el dispositivo.
- Proporcionar diagramas esquemáticos y eléctricos para facilitar la localización de fallas.

1.2 Alcance

El presente manual esta realizado con el fin de que el técnico a cargo del dispositivo pueda realizar reparaciones en la parte del hardware del dispositivo.

2. DESCRIPCIÓN DE BASE DE DATOS

2.1 PLC XINJE XD3

2.1.1 Especificaciones técnicas PLC XINJE XD3

- 18 entradas NPN, 14 salidas de relé (R) o salidas de transistor (T) o salida mixta de relé y transistor (RT)
- Fuente de alimentación AC220V (E) o DC24V (C)
- La CPU puede ampliar diez módulos de expansión y tres tarjetas BD
- Soporte RTC, apagador de apagado
- Soporte de control lógico básico y operación de datos
- La velocidad de procesamiento es 10 veces mayor que la del PLC de la serie XC

- Admite recuento de alta velocidad, salida de pulso, interrupción externa, bloque de función de lenguaje C, interruptor libre para puntos de E / S, comunicación de protocolo libre y comunicación MODBUS.

2.1.2 Especificaciones generales

Artículos	Presupuesto
Voltaje de aislamiento	Por encima de DC 500V 2MΩ
Anti-ruido	Voltaje de ruido 1000Vp-p 1us pulso por 1 minuto
Atmósfera	Sin gas corrosivo e inflamable
Temperatura ambiente	0 °C ~ 60 °C
Humedad ambiental	5% ~ 95% (sin condensación)
COM1	RS-232, para conectar la computadora superior, HMI para programar o depurar.
COM2	RS-232 / RS-485, para conectar instrumentos inteligentes o inversores.
Instalación	Use tornillos M3 o DIN para reparar
Toma de tierra	El tercer tipo de conexión a tierra (no a tierra con un sistema de alimentación fuerte)

2.1.3 Especificaciones funcionales

Artículos	Presupuesto
Modo de ejecución del programa	Modo de escaneo en bucle
Modo de programa	Instrucciones y escalera
Velocidad de procesamiento	0.05us
Apagar el retentivo	FlashROM y Li-batería

Capacidad del programa de los usuarios		256 KB		
Puntos de E / S	E / S total	dieciséis	32	60
	Entrada	8 X0 ~ X7	18 X0 ~ X21	36 X0 ~ X43
	Salida	8 Y0 ~ Y7	14 Y0 ~ Y15	24 Y0 ~ Y27
Bobinas internas (X)		X0 ~ X2027 (1048)		
Bobinas internas (Y)		Y0 ~ Y1037 (1048)		
Bobinas internas (M, HM)		11008	M0 ~ M7999 【HM0 ~ HM959】	
			Para uso especial SM0 ~ SM2047	
Procedimiento (S)		1153	S0 ~ S1023 【HS0 ~ HS128】	
Temporizador (T)	puntos	640	T0 ~ T575 【HT0 ~ HT95】	
	Especulación.	Temporizador de 100mS: establece el tiempo 0.1 ~ 3276.7seg. Temporizador de 10mS: establece un tiempo de 0.01 ~ 327.67seg. Temporizador de 1mS: establece el tiempo 0.001 ~ 32.767seg.		
Contador (C)	puntos	672	C0 ~ C575 【HC0 ~ HC95】	
	Especulación.	Contador de 16 bits: valor establecido K0 ~ 32,767 Contador de 32 bits: valor establecido - 2147483648 ~ + 2147483647		
Registro de datos (D)		11048words	D0 ~ D7999 【HD0 ~ HD999】	
			Para uso especial SD0 ~ SD2047	
Registro de FlashROM (FD)		8144 palabras	FD0 ~ FD6143	
			Para uso especial SFD0 ~ SFD1999	

Capacidad de eliminación de alta velocidad	Contador de alta velocidad, salida de pulso, interrupción externa
Protección de contraseña	6 bits ASCII
Función de autodiagnóstico	Encienda la autocomprobación, controle el temporizador, revise la gramática

2.1.4 Dimensión (Unidad: mm)

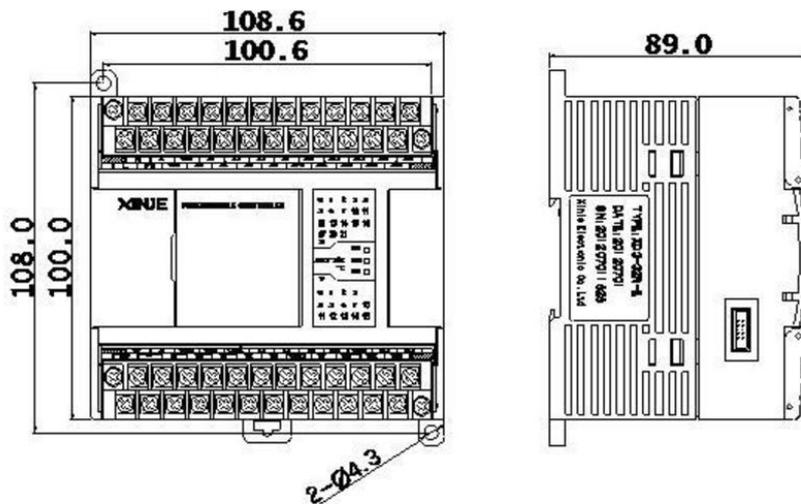


Imagen 1: PLC XINJEN XD3

2.2 Hmi Touchwin OP320

2.2.1 Especificaciones técnicas HMI TOUCHWIN OP320

- LCD monocromo de 3.7 pulgadas, 20 pulsaciones de tecla
- Adecuado para varios PLC
- Protección de contraseña y reloj interno (Opcional) Text fairy,

visualización de texto dinámico

- Lista de información de alarma, visualización de información de alarma actual por elementos en tiempo real
- La pulsación de tecla se puede definir como teclas de función Con luz de fondo STN LCD

2.2.2 Especificaciones generales

Monitor	Modelo	Kelly LCD
	Usando la vida	Hasta 20000, temperatura ambiente operación 25,24 horas
	Área de visualización	de 192 * 64
	Brillo	Puede ser ajustado por potenciómetro
	Idioma	Chino simplificado / Inglés
	Personaje	Chino: 16 * 16 32 * 3 Inglés: 8 * 16 16 * 32
	Pulsación de tecla	20
Memoria	Pantalla	64KBFlashROM
	Datos	1KBSRAM
Interfaz	Descargar Puerto	RS232
	Puerto COM	RS485 / RS232

2.2.3 Especificaciones de funciones

Eléctrico Características	Voltaje de entrada	de DC24V
	Rango de voltaje	DC22V ~ DC26V
	Consumo actual	<140mA
	Tiempo de corte momentáneo permisible	Menos de 10 mS (corte de potencia real inferior a 1 segundo)

	Resistencia de voltaje	de AC1000V, menos de 20 mA durante 1 minuto
	Resistencia aislada	Por encima de 10M, DC500V
Ambiente	temperatura de operacion	de 0 a 50
	Temperatura almacenamiento	de -20 a 60
	Humedad operaci3n	de 10% de humedad relativa a 90% de humedad relativa (sin condensaci3n, bulbo seco)
	Rechazo de interferencia	de Voltaje de ruido; 1500Vp-p, ciclo de pulso: 1uS, Druation: 1 minuto
	Atm3sfera	Libre de gas corrosivo
Estructura	M3todo de enfriamiento	de Enfriamiento de aire natural
	Dimension externa	172.0 * 94.0 * 30.0
	Dimensi3n de recorte	de 163 * 85

2.2.4 Dimensi3n (unidad: mm)

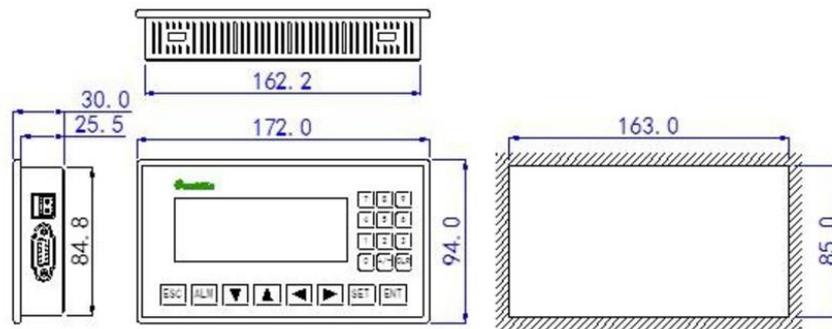


Imagen 2: Hmi Touchwin OP320

3. LISTADO DE MATERIALES

- Plc Xinje XD3
- Modulo expansión E2WT
- Hmi Touchwin OP320
- Servos 5Kg + Drive
- Celda de carga 5Kg
- Sensor inductivo 20mm NPN
- Multivibradores 110v 3A x2
- Transformador 18A
- Fuente DC 5A – 24V

4. DIAGRAMAS

4.1 Diseño de conexiones entre los relés y los vibradores

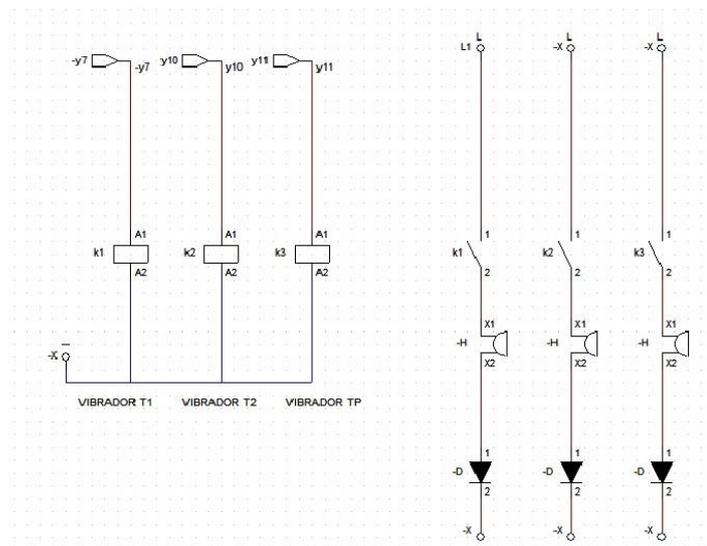


Imagen 3: Diseño de conexiones entre los relés y los vibradores

4.2 Diseño de conexiones entradas PLC

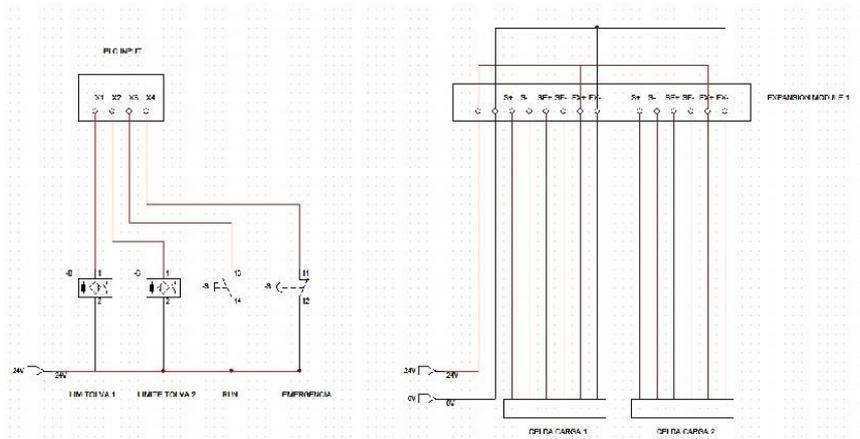


Imagen 4: Diseño de conexiones entradas PLC

4.3 Diseño de conexiones de salidas a PLC

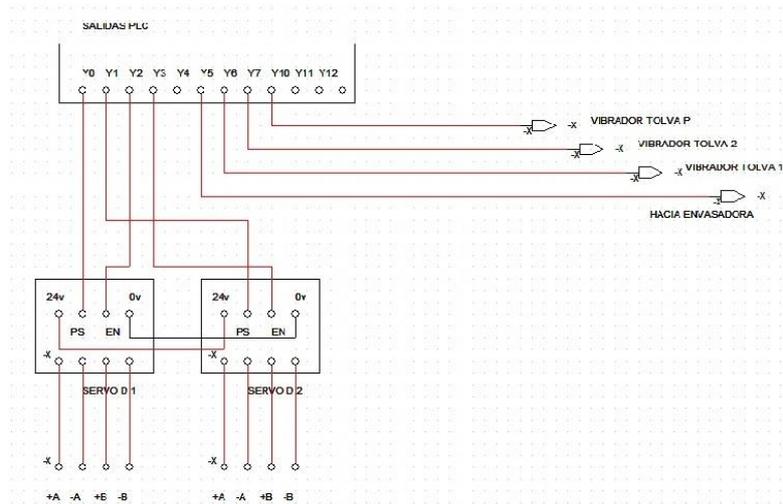


Imagen 5: Diseño de conexiones de salidas a PLC

5. MONTAJE DEL DISPOSITIVO

5.1 Construcción Multicabezal

Para la construcción de la estructura del multicabezal se cuenta con los siguientes componentes:

- 1 tolva principal capacidad 1 quintal.
- 2 tolvas secundarias con capacidad +/- 200 g.
- Vibrador magnético basado en un transformador 220v, 3A.
- 2 vibradores de 110v a 2.5A.
- 2 celdas de carga de 5kg.
- 2 sensores inductivos.
- 2 servomotores 12v.
- 2 resortes.

La estructura consta de 4 tovas, la tolva principal en la parte superior que cumple con la función de alimentar a las balanzas de pesaje, las siguientes dos tolvas montadas en cada balanza las cuales reciben el producto destinado a ser pesado y para finalizar una cuarta tolva que recibe el producto después de ser pesado para su posterior empaquetado.



Imagen 6: Conjunto de Tolvas de Alimentacion

Una vez montado las tolvas se procede a colocar los multivibradores en su posición correspondiente. Los Multivibradores magnéticos están ubicados justo por debajo de las primeras tres tolvas para provocar un movimiento vibratorio que afectará al producto con el que se esté trabajando y llevándolo a través del sistema.

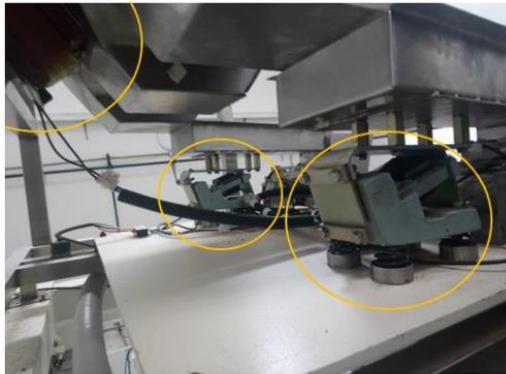


Imagen 7: Posición Multivibradores

Tomando en cuenta los otros elementos que conforman el Multicabezal de pesaje (sensores y servomotores), lo siguiente es la construcción de la estructura de las balanzas (cabezales) las cuales están conformada por las tolvas de +/- 200g de capacidad.

Cada uno de los cabezales tiene un sistema de detección de apertura y cierre de una compuerta para despachar el producto una vez pesado, este incorpora topes metálicos los mismos que son detectados por un sensor inductivo el cual debe ser acoplado en la estructura del cabezal.



Imagen 8: Sistema de apertura y cierre de balanza

5.2 Construcción Tablero de Control

Para la construcción del tablero de control se dispuso de una caja metálica, donde se consideraron montar los siguientes componentes: un PLC XINJE XD3, un Módulo E2WT, la interface HMI, un controlador de servo, una fuente de Alimentación de 24v y un grupo de acondicionamiento electrónico que consiste en: relés, breakers y selectores.

A continuación se procede al montaje de varias piezas dentro del tablero de control: la fuente de 24v, el PLC XINJE XD3, el módulo E2WT, controladores de servos, relés y breakers de protección controlando que se deje un espacio prudencial entre cada uno de estos dispositivos, con el fin de permitir se coloquen canaletas para el paso ordenado de los cables de conexión.



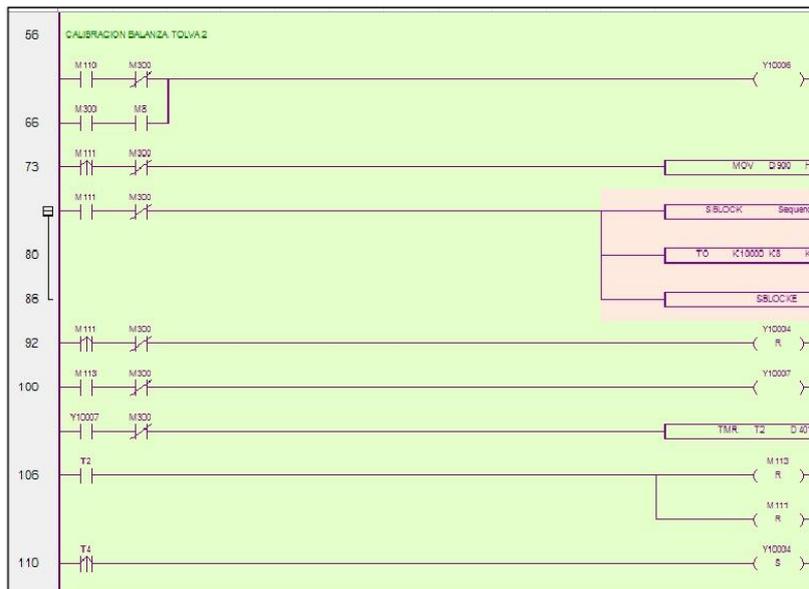
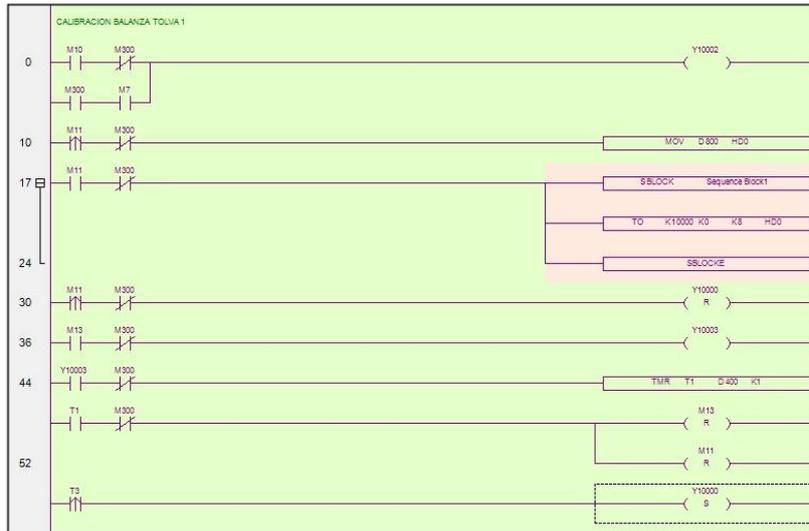
Imagen 9: Parte Exterior del Tablero



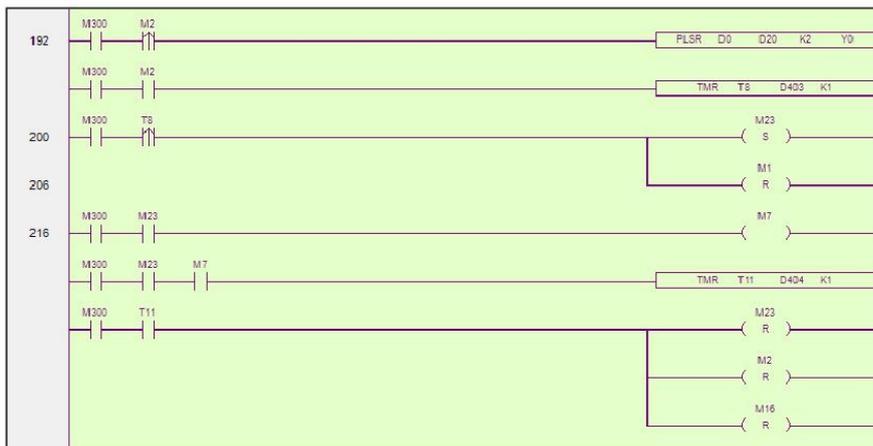
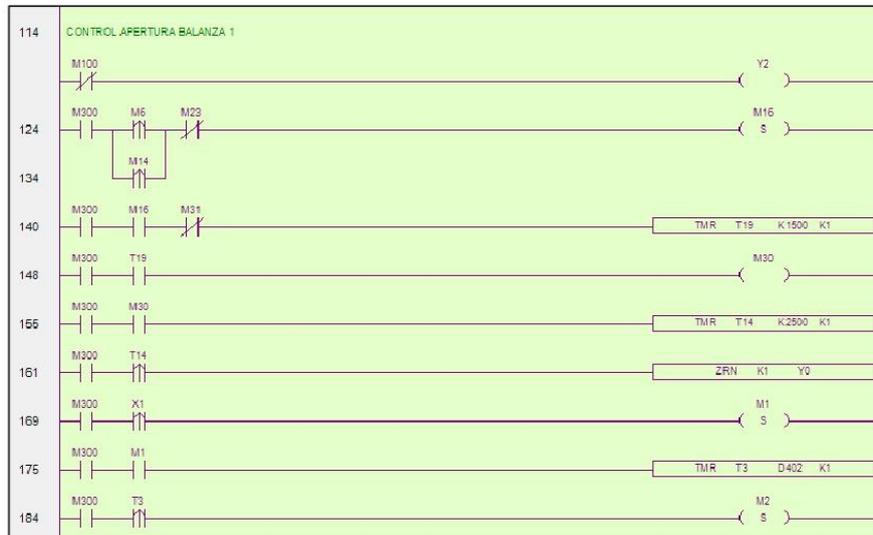
Imagen 10: Parte Interior del Tablero

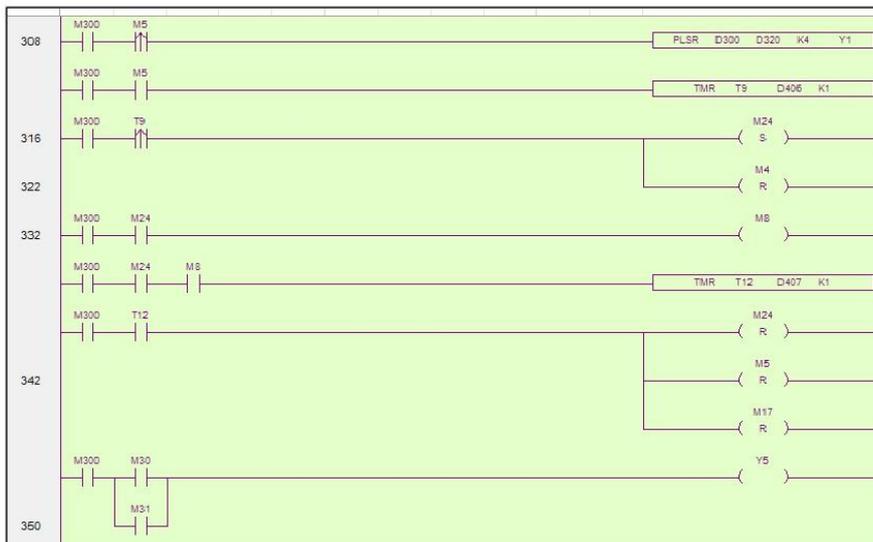
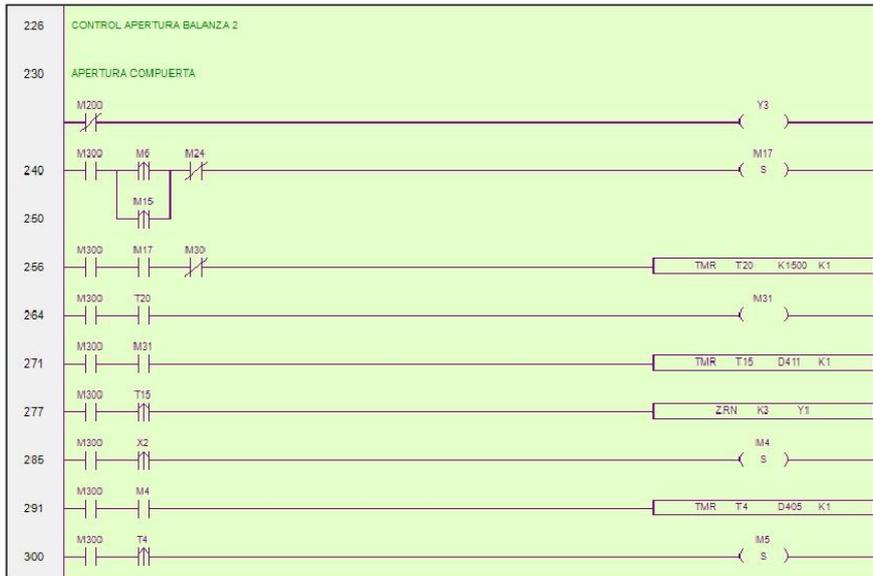
6. PROGRAMACION PLC XINJE XD3

- a) La primera etapa de programación está relacionada con la calibración de las balanzas

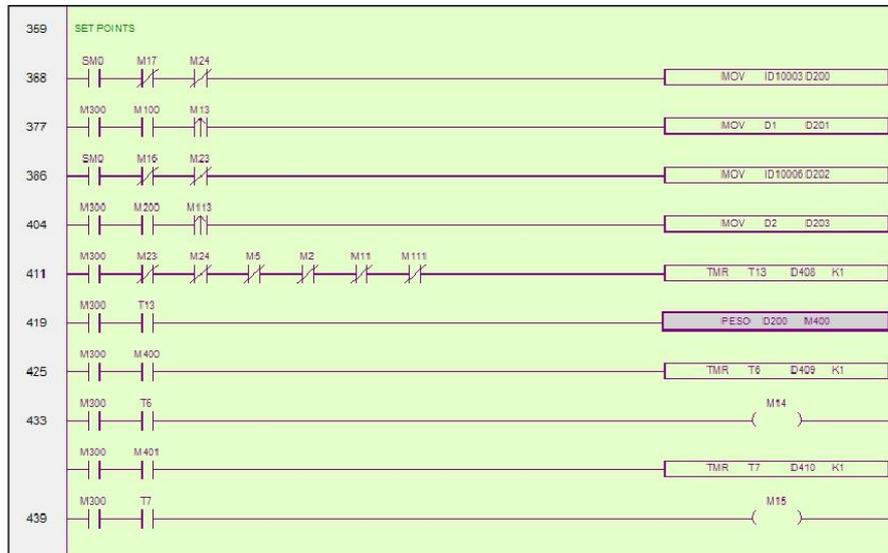


b) La segunda etapa de programación muestra el bloque de configuraciones para el control de apertura de las compuertas de las balanzas.

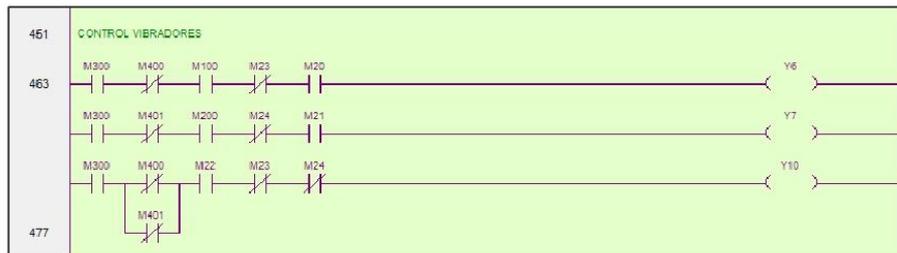




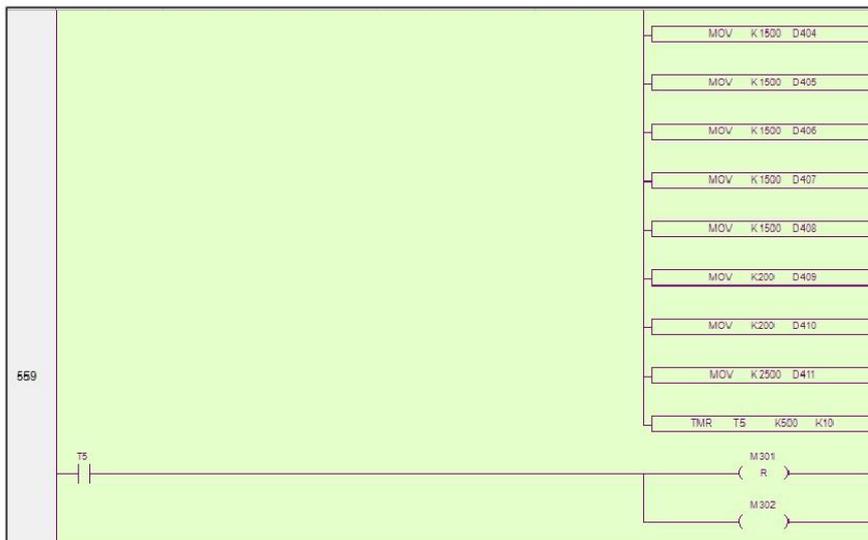
c) El tercer bloque de configuración está diseñado para el control de los puntos de seteo de peso de las balanzas.



d) El cuarto bloque de comandos muestra el control de encendido de los vibradores.



e) El último bloque de programación está diseñado para los controles de movimiento de los servomotores que dan la apertura de las compuertas de las balanzas.



7. GUÍA DE MANTENIMIENTO

- a.** Inspección de las condiciones ambientales en las que se encuentra el equipo ya sea en funcionamiento o en almacenamiento. Los aspectos que se recomienda evaluar son: Humedad, exposición a vibraciones mecánicas, presencia de polvo, seguridad de la instalación y temperatura.
- b.** Limpieza integral externa: Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes externas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda. Esto podría incluir: Limpieza de superficie externa utilizando limpiador de superficies líquido, limpiador de superficies, etc.
- c.** Inspección externa del equipo: Revisión del aspecto físico general del equipo y sus componentes, para detectar posibles impactos físicos, maltratos, cualquier otro daño físico.
- d.** Limpieza integral interna: Eliminar cualquier vestigio de suciedad, desechos, polvo, moho, hongos, etc., en las partes internas que componen al equipo, mediante los métodos adecuados según corresponda.
- e.** Inspección interna: Examinar atentamente las partes internas del equipo y sus componentes, para detectar signos de corrosión, impactos físicos, desgastes, vibración, sobrecalentamiento, roturas, partes faltantes, o cualquier signo que obligue a sustituir las partes afectadas o a tomar alguna acción pertinente al mantenimiento preventivo.
- f.** Pruebas funcionales completas: Además de las pruebas de funcionamiento realizadas en otras partes de la rutina, es importante poner en funcionamiento el equipo en conjunto con el operador, en todos los modos de funcionamiento que éste posea, lo cual además de detectar posibles fallas en el equipo, promueve una mejor comunicación entre el técnico y el operador.

- g. Revisión de seguridad eléctrica: La realización de esta prueba, dependerá del grado de protección que se espera del equipo en cuestión, según las normas establecidas por cada equipo y las especificadas por sus fabricantes.

8. GUÍA DE SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

8.1 No enciende el sistema

- Verificar alimentación principal.
- Revisar estado de los fusibles y breakers.
- Verificar estado de botón paro de emergencia.

8.2 Tolvas no reciben producto

- Revisar estado de dimmers de los multivibradores.
- Verificar alimentación en los multivibradores.
- Observar si existen obstrucciones.

8.3 Compuertas de balanzas no abren

- Verificar estado de sensor inductivo.
- Verificar estado de servomotor.
- Observar si existen obstrucciones.

8.4 Pesos errneos

- Verificar si existen residuos de procesos anteriores.
- Revisar que el set point sea el deseado.
- Realizar nueva calibración de balanzas.

9. SOPORTE TÉCNICO

Para mayor información o soporte técnico contáctenos a:

Tlgo. Andrés Valdivieso

Email: andrew_exd@hotmail.com

Cel: 0998775149

ANEXO D MANUAL DE USUARIO

MANUAL DE USUARIO

SISTEMA AUTOMÁTICO DE PESAJE DE SNACKS

AGOSTO 2018

INDICE

INDICE	2
1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD	3
1.1 Encendido de dispositivo	3
1.2 Uso correcto	3
1.2 Personal autorizado	3
1.4 Función	3
2. INTRODUCCION	4
2.1 Descripción del Multicabezal de Pesaje Automático	4
2.2 Dispositivo	4
2.3 Conexión de la alimentación	4
3. GUIA DE USO	6
3.1 Encendido	7
3.2 Selección del Set Point deseado	7
3.3 Alimentación de la Tolva Principal	7
3.4 Transporte del producto a las Balanzas	7
3.5 Balanzas alcanzan el peso Seteado	7
3.6 Paro de Emergencia	7
4. SOLUCION DE PROBLEMAS MAS COMUNES	8
5. SOPORTE TECNICO	8

1. PRECAUCIONES DE SEGURIDAD.

1.1 Encendido del dispositivo

El multicabezal esta conectado a la alimentación suministrada por la red eléctrica de 220v, para su encendido inicial es necesario verificar el estado de breakers y contactores propios del lugar donde se encuentra instalada. Una vez garantizada la alimentación principal se debe accionar el selector on/off ubicado en el tablero de control y de esta manera el sistema quedara encendido y listo para el uso del operador.

1.2 Uso correcto

El dispositivo funciona de manera automática simplemente se debe proporcionar el producto con el cual se va a trabajar, configurar parámetros de funcionamiento deseados y poner en marcha el proceso. Se recomienda la supervisión continua de un operador en el caso de que la maquina requiera algún tipo de asistencia o una posible para de emergencia.

1.3 Personal Autorizado

Todas las operaciones descritas en este manual de instrucciones pueden ser realizadas solamente por personal capacitado, autorizados por el operador del equipo. Durante los trabajos en y con el instrumento siempre es necesario el uso del equipo de protección necesario.

1.4 Función

Este manual de instrucciones ofrece la información necesaria para la puesta en marcha y de manera segura del dispositivo, por lo cual es necesario leerlo antes de realizar cualquier tipo de trabajo.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Descripción del Multicabezal de Pesaje Automático

Esta máquina cumple con la función de realizar el pesaje de diversos tipos de snacks para su posterior empaclado. Para cumplir con su función el dispositivo consta de una tolva principal en la cual se introduce el producto con el que se desea trabajar y este es transportado a diversas balanzas que se llenan hasta el valor de peso deseado, una vez hecho, las balanzas liberan el producto con el peso ideal para dar paso al proceso de empaclado en una siguiente máquina. Para la operación del multicabezal, este cuenta con un tablero de control para la interacción de la máquina con el operador.

2.2 Dispositivo

A continuación, podemos observar al multicabezal y las partes que lo constituyen.



Imagen 1: Multicabezal De Pesaje Automático



Imagen 2: Tablero de Control del Multicabezal

2.3 Conexión de la Alimentación

El multicabezal se conecta a la alimentación suministrada por la red eléctrica de 220v la cual es suministrada por el establecimiento en el que se encuentra. Internamente cuenta con una fuente de alimentación que es utilizada para el encendido de la parte electrónica. Adicionalmente cuenta con dispositivos de protección para evitar daños por descargas eléctricas o fallas en la red de suministro eléctrico.



Imagen 3: Tablero de alimentación 220v



Imagen 4: Conexión

3. GUÍA DE USO

Para el funcionamiento del sistema del Multicabezal de pesaje se deben establecer los parámetros respectivos según lo establecido en la Figura. Debido a que el proceso es automatizado se debe tomar en cuenta aspectos previos a su puesta en marcha.

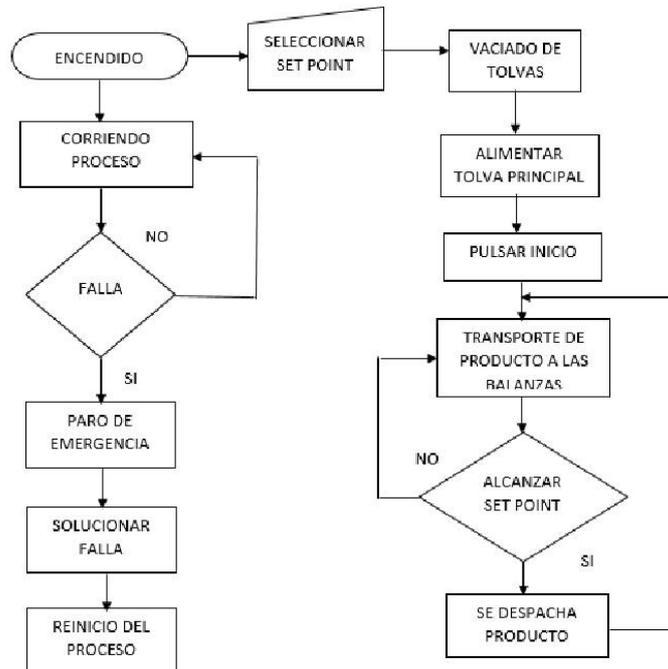


Imagen 4: Diagrama de flujo funcionamiento

3.1 Encendido: El sistema está conectado en su totalidad al tablero de control, es ahí donde llegan las conexiones eléctricas de todas sus etapas haciendo su encendido más sencillo, ya que solo es cuestión de accionar el selector.

3.2 Selección del Set Point Deseado: Una vez que se haya encendido el sistema podremos observar que la interface HMI se enciende para poder seleccionar las distintas instrucciones que la maquina debe seguir.

3.3 Alimentación de la Tolva Principal: Ahora que el sistema está listo para trabajar se procede a la alimentación de la tolva principal la cual se encarga de recibir todo el producto y transportarlo hacia las balanzas ya calibradas.

3.4 Transporte de Producto a las Balanzas: El proceso se lo realiza de forma automatizada, después de que la tolva principal esté cargada se presiona la tecla de inicio. Al iniciar el proceso los multivibradores se activan con el fin de transportar el producto pasando desde la tolva principal a las tolvas de cada uno de las balanzas.

3.5 Balanzas Alcanzan el Peso Seteado: El proceso de llenado de las balanzas continúa gracias al trabajo de los multivibradores que están surtiendo el producto en estas, una vez que estas alcanzan el peso previamente seteado el cual no debe superar los 200g, se detienen los vibradores para evitar pesos fantasmas que puedan interferir y el sistema procede a activar el mecanismo de apertura y cierre de las compuertas de cada balanza respetando tiempos programados para este fin. Finalmente, el producto es despachado del sistema y pasa a un siguiente proceso gobernado por otra máquina.

3.6 Paro de Emergencia: Si en algún momento del proceso se presenta algún tipo de inconveniente que ponga en riesgo la seguridad de los operadores o vaya en contra del funcionamiento normal de la maquinaria y se necesite detener totalmente su movimiento se debe presionar el botón rojo ubicado en el tablero de control.

4. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MÁS COMUNES

- 4.1** En caso del mal funcionamiento del sistema revisar si existen residuos de producto en las balanzas o tolvas que impidan el correcto funcionamiento del sistema.
- 4.2** Revisar que el botón de pánico no se encuentre activado ya que este detiene cualquier movimiento de la máquina e impide su operación.
- 4.3** Verificar que los seteos de las balanzas sean los deseados ya que generaría pesos no deseados al final del proceso.

5. SOPORTE TÉCNICO

Para mayor información o soporte técnico contáctenos a:

Tigo. Andrés Valdivieso
email andrew_exd@hotmail.com
cel: 0998775149