



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

**DESARROLLO DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE
EXTRACCIÓN DE AGUA DE COCO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Jordy Joel Ramón Fernández
Bryan Arlex Cabrera Arichabala
TUTOR: MSc. José Alexander Zambrano García

Guayaquil-Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Jordy Joel Ramón Fernández** con documento de identificación N° **0704684265** y **Bryan Arlex Cabrera Arichabala** con documento de identificación N° **0927863209**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Desarrollo de una máquina automática de extracción de agua de coco**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Jordy Joel Ramon Fernandez
0704684265



Bryan Arlex Cabrera Arichabala
0927863209

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Jordy Joel Ramón Fernández** con documento de identificación N° **0704684265** y **Bryan Arlex Cabrera Arichabala** con documento de identificación N° **0927863209**; manifestamos que:

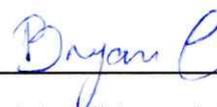
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Jordy Joel Ramón Fernández
0704684265



Bryan Arlex Cabrera Arichabala
0927863209

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **José Alexander Zambrano García**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **Desarrollo de una máquina automática de extracción de agua de coco**, realizado por **Jordy Joel Ramón Fernández** con documento de identificación N° **0704684265** y por **Bryan Arlex Cabrera Arichabala** con documento de identificación N° **0927863209**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Dispositivo Tecnológico** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2022

Atentamente,



Ing. José Alexander Zambrano García, MSc.
0703175521

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer con unas breves líneas todo el apoyo brindado de parte de nuestros amigos y compañeros al momento de realizar el proceso de redacción e investigación de este trabajo. A sí mismo un agradecimiento a todo el personal docente de la carrera de Ingeniería Mecatrónica y sobre todo a nuestro tutor del proyecto Ing. José Zambrano por habernos instruido y encaminado en nuestro proceso de terminar el proyecto con sus recomendaciones.

DEDICATORIA

Jordy

Este trabajo de titulación está dedicado en primer lugar a Dios, ya que fue guía en todo momento y fortaleza cuando no podía avanzar, en segundo lugar, a mi padre Franklin Ramón y mi madre Sandra Fernández, ya que sin sus consejos a lo largo de mi carrera hubiera desistido, y por último a todos mis familiares y personas que han confiado en mí.

Bryan

Esta tesis está dedicada a mi padre, quien me enseñó que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo. También está dedicado a mi madre, quien me enseñó que incluso la tarea más grande se puede lograr si se hace un paso a la vez.

ÍNDICE

I.	Resumen	12
II.	Abstract	13
III.	Introducción	14
IV.	Problema de Investigación	15
V.	Justificación	16
VI.	Objetivos	17
	VI-A. Objetivo General	17
	VI-B. Objetivos específicos	17
VII.	Marco Hipotético	17
	VII-A. Hipótesis	17
VIII.	Marco Teórico Referencial	18
	VIII-A. Antecedentes del Problema	18
	VIII-B. Historia del Coco	18
	VIII-C. Descripción del Coco	18
	VIII-C1. Fruto	18
	VIII-D. Derivados del Fruto	18
	VIII-D1. Aceite de coco	18
	VIII-D2. Leche de coco	19
	VIII-D3. Agua de coco	19
	VIII-E. Composición del fruto	20
	VIII-E1. Nutrientes	20
	VIII-E2. Propiedades	20
	VIII-E3. Beneficios	21
	VIII-E4. Vitaminas	21
	VIII-F. Forma tradicional de extraer el agua de coco	21
	VIII-G. Distinto método de extracción	22
	VIII-H. Partes Neumáticas	22
	VIII-H1. Cilindros Neumáticos	22
	VIII-H2. Variedad de cilindros	23
	VIII-I. Partes eléctricas	23
	VIII-I1. Tableros Eléctricos	23
	VIII-I2. Sensor de nivel	24
	VIII-I3. Sensor Magnético	25
	VIII-J. Partes del proceso de control	26
	VIII-J1. PLC	26
	VIII-J2. HMI	26
	VIII-K. Software	27
	VIII-K1. INVT PLC Programming Software Auto Station	27
	VIII-K2. VT Designer	27

IX. Propuesta de solución	28
IX-A. Implementación de Automatización	30
IX-B. Implementación de Programación	31
IX-C. Implementación de Interfaz con el usuario	32
IX-D. Implementación de Tablero Eléctrico	33
X. Metodología	34
X-A. Marco Metodológico	34
X-A1. Diseño de la investigación	34
X-A2. Enfoque de la investigación	34
X-A3. Población	34
X-A4. Muestra y muestreo	34
X-A5. Técnicas de recolección de datos	34
X-A6. Instrumento de recolección de datos	35
X-A7. Técnicas de procesamiento de datos	35
X-A8. Herramientas para el procesamiento de datos	35
XI. Diseño y desarrollo de la maquina extractora	36
XI-A. Diseño de forma de máquina	36
XI-B. Diseño Mecánico de Maquina	38
XI-B1. Calculo y diseño de estructura de la máquina	38
XI-B2. Calculo y selección de cilindros neumáticos	46
XI-B3. Diseño del sistema de succión de agua de coco	54
XI-B4. Calculo y diseño del sistema neumático	55
XI-B5. Capacidad de la Máquina	57
XI-C. Diseño Eléctrico	57
XI-C1. Calculo, diseño y selección de componentes eléctricos.	57
XI-D. Automatización de la máquina	59
XI-E. Diseño Eléctrico neumático	61
XII. Resultados	62
XII-A. Desarrollo	62
XII-B. Capacidad de la Máquina	63
XII-C. Identificación de variables	63
XII-D. Diseño de la maquina automática de extracción de agua de coco	64
XII-E. Implementar los sistemas mecatrónicos	65
XII-F. Validación de resultados reflejados en el HMI	65
XII-G. Secuencia	65
XII-H. Diferencias en cuanto a aseo y limpieza	65
XII-I. Ventajas con respecto al proceso manual	66
XIII. Cronograma y actividades por desarrollar	66
XIV. Presupuesto	68
XV. Conclusiones	70
XVI. Recomendaciones	71

XVII. Apéndice	72
XVII-A. Planos de partes y elementos de la máquina	72
XVII-B. Fotografías de ensamble de la estructura	84
XVII-C. Conexiones Tablero Eléctrico	96
XVII-D. Interfaz HMI	98
XVII-E. Programación del PLC	99
XVII-F. Diseño Electro neumático	111
XVII-G. Diseño Eléctrico	112
XVII-H. Datasheet de valvula eyectora de vacío	115

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Forma del coco	18
2.	Aceite de coco	19
3.	Leche de coco	19
4.	Agua de coco	20
5.	Extractora tradicional	22
6.	Método diferente	22
7.	Cilindro Neumático	23
8.	Cilindro doble efecto	23
9.	Tablero Eléctrico	24
10.	Sensor de nivel para líquidos	25
11.	Sensor magnético	25
12.	PLC INVT	26
13.	HMI INVT	27
14.	Software Auto Station	27
15.	Software VT Designer	28
16.	Máquina extractora de agua de coco	29
17.	Propuesta de Programación	31
18.	Carga al módulo PLC	32
19.	Desarrollo del Menú	32
20.	Carga al HMI	33
21.	Propuesta Tablero Eléctrico	33
22.	Diseño de la máquina	36
23.	Partes Principales de la máquina	36
24.	Primera tensión de la estructura 1	38
25.	Tercera tensión de la estructura 1	39
26.	Desplazamiento de la estructura 1	39
27.	Factor de seguridad de la estructura 1	40
28.	Primera tensión de la compuerta	41
29.	Tercera tensión de la compuerta	41
30.	Desplazamiento de la compuerta	42
31.	Factor de seguridad de la compuerta	42
32.	Primera tensión de la estructura 2	44
33.	Tercera tensión de la estructura 2	44
34.	Desplazamiento de la estructura 2	45
35.	Factor de seguridad de la estructura 2	45
36.	Análisis de fuerzas	48
37.	Diametros del cilindro	51
38.	Punta de acero inoxidable	54
39.	Eyector de Vacío	54
40.	Diagrama Eléctrico	59
41.	Diagrama de Flujo	60
42.	Diagrama Electro neumático	62
43.	Menú Calibración	64
44.	Diseño en Inventor	64

ÍNDICE DE CUADROS

I.	Nutrientes del coco.	20
II.	Vitaminas del coco.	21
III.	Componentes de la máquina	37
IV.	Resultados generales de la estructura 1	40
V.	Características físicas de la estructura 1	40
VI.	Resultados generales de la compuerta	43
VII.	Características físicas de la compuerta	43
VIII.	Resultados generales de la estructura 2	46
IX.	Características físicas de la estructura 2	46
X.	Cuadro de actividades de planificación.	67
XI.	Cuadro de presupuesto total del proyecto.	69

I. RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de una máquina automática extractora de agua de coco cuya finalidad es modernizar la forma tradicional en la cual las personas extraen el líquido del fruto, garantizando mayor seguridad e higiene al momento de extraer el líquido. Esta máquina facilita a gran escala el proceso ya que utiliza un PLC para el control de la misma y un HMI para reflejar los resultados. Se tiene una interfaz con el usuario de forma sencilla al momento de encender utilizando un selector y un paro de emergencia tipo hongo para parar el proceso en caso de algún desperfecto. El proceso es realizado mediante 4 cilindros neumáticos, los cuales tienen diferentes funciones dentro de la secuencia, además de sus electroválvulas y el manifold para sus conexiones de aire.

Actualmente el coco es una fruta muy apetecida por las personas por su gran sabor y por los alimentos que salen del mismo fruto. Como es de conocimiento existen muchos vendedores de agua de coco y del fruto alrededor de toda la ciudad de Guayaquil ya que representa un beneficio económico para las personas que se dedican a esto, es por ello que adaptamos una máquina para contribuir con la extracción del líquido de una forma más pulcra y segura tanto para el operario que realiza los cortes como para el consumidor del agua de coco.

Palabras clave: PLC, Cilindros Neumáticos, Electrovalvula

II. ABSTRACT

The project consists of the development of an automatic coconut water extractor machine whose purpose is to modernize the traditional way in which people extract the liquid from the fruit, guaranteeing greater safety and hygiene when extracting the liquid. This machine facilitates the process on a large scale since it uses a PLC to control it and an HMI to reflect the results. There is a simple interface with the user at the moment of turning on using a selector and a mushroom-type emergency stop to stop the process in case of any damage. The process is carried out by means of 4 pneumatic cylinders, which have different functions within the sequence, in addition to their solenoid valves and the manifold for their air connections.

Currently, the coconut is a fruit very desired by people for its great flavor and for the foods that come out of the same fruit. As you know, there are many sellers of coconut water and the fruit around the entire city of Guayaquil since it represents an economic benefit for the people who are dedicated to this, which is why we adapted a machine to contribute to the extraction of the liquid. in a neater and safer way both for the operator who makes the cuts and for the consumer of coconut water.

Keywords: PLC, Pneumatic Cylinders, Solenoid Valve.

III. INTRODUCCIÓN

Las personas campesinas o pequeños productores que realizan o tienen negocios con respecto al sector alimenticio manejan una gran variedad de problemas y trabas al momento de destilar su producto. Además los métodos ya conocidos como tradicionales son un poco rústicos y anticuados, lo que no garantiza una seguridad al operario al momento de realizar la destilación de su producto.

El trabajo está pensado de tal forma que todo sea automatizado. La secuencia de nuestro proceso se realiza mediante un PLC INVT el cual controla los cilindros neumáticos y sus diferentes acciones dentro del ciclo. Tiene un HMI, el cual muestra las variables que se están efectuando dentro del proceso. Todo el circuito es alimentado mediante un compresor de aire.

Es por ello que la investigación que nosotros hemos propuesto es el desarrollo de una máquina automática de extracción de agua de coco, la cual nos centramos en facilitarle el proceso al operario al momento de extraer el líquido, garantizándole una plena seguridad y modernizando su anterior forma de realizar su pequeño emprendimiento de venta de agua de coco.

Finalmente la investigación será estructurada de tal forma que se cumplan con los requisitos tanto específicos como general, realizando un marco teórico referencial y metodológico, teniendo en cuenta que tenemos la propuesta de solución y denotando los resultados finales.

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Actualmente en el siglo XXI se ha presenciado un incremento potencial en el desarrollo tecnológico de la industria en el mundo, dando así eficiencia en la producción y disminuyendo tiempos y costos. La industria automatizada ha revolucionado los procesos de producción y también disminuyendo la interacción directa del hombre.

Centrándonos más concretamente en la industria de producción para el coco y los derivados que genera podemos denotar que no tenemos un desarrollo progresivo a gran escala específicamente en la extracción del agua de coco; que es lo más consumido de esta fruta. Según la revista Líderes nos presenta que “Las ventas de agua de coco envasadas en botellas son una muestra de comercio con valor agregado”. [14]

Esto refiriéndose a los productores campesinos quienes venden este producto producido de una forma totalmente manual en principales carreteras de diversas provincias del Ecuador. Mediante este medio de generar el producto final se observa que contiene contaminación por residuos de cascaras y contiene impurezas, por lo que pierde su calidad en el peor de los casos.

Añadiendo al problema anterior, está la baja producción de unidades para el comercio, esto tiene como consecuencia tiempos más largos para generar cantidades grandes de este producto. El resultado de esto desencadena en baja productividad.

En el proceso de llenado puede existir contaminación en el fluido ya sea por residuos de la cascara del mismo fruto como también factores externos que provocan el cambio de su sabor y las propiedades que contiene, esto se debe a que el envasado del agua se hace de forma manual. En cuestión de calidad se debe cumplir con los diferentes estándares ya establecidos según normativa ISO 8402, lo que conlleva que dentro de la extracción y llenado del producto debe estar libre de impurezas y desperdicios del producto primario (agua de coco).

La eficiencia del proceso también nos sitúa en el análisis del desperdicio de producto, ya que al tener un proceso “casero” existe un gran porcentaje de pérdida, el cual se va evidenciando a lo largo de la elaboración.

Autores como [8] y [1] coinciden en que la medición del trabajo proporciona un medio para medir el tiempo empleado en la realización de una operación o una serie de operaciones de tal manera que separa los tiempos efectivos de los que no lo son. Es decir, el tiempo de producción también se alarga teniendo menos unidades de manufactura disponibles para la venta mediante procesos menos efectivos para la manufactura y es por esto que se busca mayor eficacia.

“La gestión de procesos no sólo busca mejorar la calidad y reducir costes, sino que además intenta reducir el tiempo de desarrollo y puesta en el mercado de nuevos productos, así como el tiempo de servicio al cliente”. [6]

Este tipo de proceso no automatizado demuestra ser ineficiente en varios aspectos, además de siempre tener presente el riesgo de lesiones o daños a la persona que interviene en la elaboración del producto. El operario o la persona productora está en riesgo constante puesto que las herramientas utilizadas son de corte, ya que el coco es un fruto que está cubierto por una cascara fibrosa muy dura y se necesita de aplicación de fuerzas de magnitudes altas para llevar el proceso de extracción del líquido del fruto.

V. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfoca en dar una mayor eficiencia al proceso de extracción de agua de coco teniendo en cuenta que la producción actual de este producto no es tan sofisticada y automatizada sobre todo en el sector de los pequeños comerciantes.

Nunca hay que dejar de tener en cuenta lo importante que es el aseo para la salud del ser humano. No es nada fuera de lo común que un establecimiento que cumple con todas las medidas de salubridad, transmita una sensación de seguridad a todos los ciudadanos que se encuentran realizando algún consumo de diferentes tipos de bebidas. Cuando hablamos de un establecimiento donde se realiza la destilación y extracción del agua del coco, dicha sensación debe de extenderse en cada esquina del local, debido a que la mínima muestra de suciedad o falta de consideración en el aseo de cualquier zona, a pesar de que no represente un área relevante para los consumidores, puede provocar una mala impresión en todos los aspectos íntegros del producto extraído.

Introducir la tecnología en el campo de la extracción del líquido del coco representa una ventaja enorme para las pequeñas empresas que desean realizar dicha actividad debido a las complicaciones que pueden otorgar el partir un coco y el destilarlo de forma pulcra. Para mejorar la producción de este proceso en particular resulta de real importancia hacer que se transforme a una manufactura de calidad.

Además, en la actualidad el proceso de agua de coco embotellada tiene un procedimiento manual en su gran mayoría, es por esto que se propone una automatización que genere mayor salubridad, calidad y cantidad de unidades por tiempo.

Nos brinda grandes beneficios el modernizar los métodos tradicionales automatizando el proceso y dejando a un lado las máquinas de este tipo, que la mayoría son de uso mecánico, esto quiere decir que se eliminaran por completo los errores que el ser humano ocasiona o puede sufrir al trabajar en dicho campo. No obstante, no hay que echarle la culpa a las personas que realizan esta labor debido a la problemática que tiene la destilación del fruto.

VI. OBJETIVOS

VI-A. *Objetivo General*

Desarrollar una maquina automática de extracción de agua de coco utilizando un PLC con control de nivel, orientada a aumentar la velocidad, eficiencia e higiene del proceso.

VI-B. *Objetivos específicos*

- Identificar las variables que intervienen en el proceso de extracción, para definición de especificaciones técnicas de la máquina.
- Realizar el diseño de la maquina automática de extracción de agua de coco.
- Implementar los sistemas mecatrónicos controlados a través de un PLC.
- Validar los resultados experimentales por medio de variables reflejadas en un HMI.

VII. MARCO HIPOTÉTICO

VII-A. *Hipótesis*

La máquina extractora de agua de coco por medio de la automatización ayudará y también mejorará el proceso de extracción que se tiene actualmente entre los pequeños productores y comerciantes de agua de coco. Al mismo tiempo aumentara la calidad y eficiencia de tiempos de manufactura para dar paso a una evolución de este procedimiento.

VIII. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

VIII-A. Antecedentes del Problema

El presente proyecto necesita facilitar la obtención del agua del coco, mediante un proceso más automatizado y que brinde mayor efectividad y salubridad al proceso de producción llevado a cabo habitualmente por los pequeños comerciantes de este sector del mercado alimenticio.

VIII-B. Historia del Coco

“El cocotero es originario de Asia, desde aquí se ha extendido por todo el mundo. La distribución mundial aún no se ha determinado.” [15].

Desde sus orígenes hasta el día de hoy, es una fruta muy popular en muchas partes del mundo, y según Mendoza M. y Silva M. “La palabra coco proviene de la palabra portuguesa “cocu”, es común en las regiones tropicales y subtropicales de América del Sur, África y el Caribe.”.[16]

Figura 1. Forma del coco



VIII-C. Descripción del Coco

VIII-C1. Fruto: Es una nuez recubierta de filamentos ovoides de 20 - 30 cm de largo que pueden pesar hasta 2,5 kg.

Está formado por una cubierta exterior filamentosa amarilla (exocarpio) de 4-5 cm de espesor en forma de pelos que se adhieren a la semilla; una delgada capa intermedia (mesocarpio) y una capa más rígida (endocarpo), con tres orificios triangulares adyacentes ubicados en la parte superior, dos cerrados y uno anterior a la base del embrión.

Es susceptible a poca presión y el agua puede derramarse antes de que se rompan las vainas, que es donde entran las semillas.

La pulpa blanca es comestible y su cavidad central contiene un líquido dulce llamado agua de coco, que pesa unos 300 gramos en el interior del fruto.[2]

VIII-D. Derivados del Fruto

VIII-D1. Aceite de coco: “También conocido como aceite vegetal o aceite de coco. Es una grasa que contiene un 90 % de ácido que se obtiene de la pulpa del coco.”. [7]

Figura 2. Aceite de coco



VIII-D2. *Leche de coco*: “Esta sustancia es un ingrediente que se obtiene mezclando agua con carne del coco maduro triturado”. [7]

Figura 3. Leche de coco



VIII-D3. *Agua de coco*: “El agua de coco es un humectante natural, no pierde sus propiedades cuando se envasa para exportación sin refrigeración, el agua tiene una vida útil de nueve meses si no está abierta.” [7]
Cuanto más viejo es el coco, más agua contiene y más nutrientes contiene. Se considera una bebida isotónica natural por el contenido de nutrientes que contiene: sales minerales, azúcares y vitaminas (estas propiedades se pierden al exponerse al aire). parenciteDiaz

Figura 4. Agua de coco



VIII-E. Composición del fruto

El agua de coco es un líquido natural que se encuentra en los cocos, es transparente y de color opaco y está rodeada por la pulpa de la fruta. Este líquido es rico en nutrientes y vitaminas así como en grasas saturadas que son de fácil absorción y asimilación por el organismo.

VIII-E1. *Nutrientes:* A continuación, describimos los nutrientes del coco [10] :

Cuadro I
NUTRIENTES DEL COCO.

Valor nutricional del agua de coco por cada 100 gramos	
Calorías	19 kcal
Grasas	0.2 gr
Proteínas	0.7 gr
Hidratos de Carbono	3.7 gr
Potasio	250 mg
Calcio	24 mg
Magnesio	25 mg

VIII-E2. *Propiedades:* El agua de coco es baja en calorías. Sin embargo, la mayor parte de su composición se compone de azúcares con efectos isotónicos. Por ello, se recomienda a los deportistas para estimular la regeneración tras el esfuerzo. Estos alimentos también tienen propiedades antioxidantes que ayudan a retrasar el envejecimiento celular. Además, al ser mayoritariamente agua, nos ayuda a mantenernos hidratados y desintoxica el organismo. La fibra que se encuentra en estos alimentos también ayuda a regular el organismo. [10]

VIII-E3. *Beneficios:* El agua de coco o apodada la bebida deportiva de la madre naturaleza contiene muchos beneficios como lo son:

- Aporte de energía. - una taza de agua de coco contiene potasio el cual regula el ritmo cardiaco y mejora la función de los músculos.
- Favorece la digestión. - beber agua de coco antes de tus comidas sirve como tónico digestivo evitando dolencias abdominales y estreñimiento.
- Ayuda a la hidratación. - el agua de coco sirve para nunca deshidratarte y mejora las condiciones de tu piel.
- Evita problemas de circulación. - ayuda a mantener los niveles equilibrados de colesterol y no permite que se forma coágulos de sangre.
- Te mantiene joven. - vitaminas naturales, enzimas, aminoácidos y antioxidantes hacen del agua de coco tu antídoto contra el envejecimiento. Asimismo, previene el cáncer y otras enfermedades graves. [21]

VIII-E4. *Vitaminas:* El coco ofrece los diferentes tipos de vitaminas: [10] :

Cuadro II
VITAMINAS DEL COCO.

Vitaminas del coco	
Vitamina B6	0.04 mg
Vitamina E	0.70 mg
Vitamina C	2.0 mg
Vitamina B1(Tiamina)	0.003 mg
Vitamina B2(Riboflavina)	0.02 mg

VIII-F. *Forma tradicional de extraer el agua de coco*

Para la realización de esta actividad la gente comúnmente utiliza el método tradicional para extraer el agua de coco, el cual es mediante una prensa manual aprietan el coco contra una superficie filosa que debe ser de acero inoxidable ya que el sector alimenticio no puede ser usado con otro tipo de material. A continuación, el coco se parte por la mitad y cae el líquido en un reservorio que usualmente lleva un cernidero primero para limpiar impurezas, luego sirven el agua de coco mediante una llave en un vaso plástico o botella plástica según sea el emprendimiento de cada persona.

Figura 5. Extractora tradicional



VIII-G. *Distinto método de extracción*

También existe otra forma para extraer el líquido del coco el cual es con un sacacorchos se realiza un orificio al coco y se introduce un sorbete el cual es entregado así al consumidor para que el mismo beba el agua desde el propio coco.

Figura 6. Método diferente

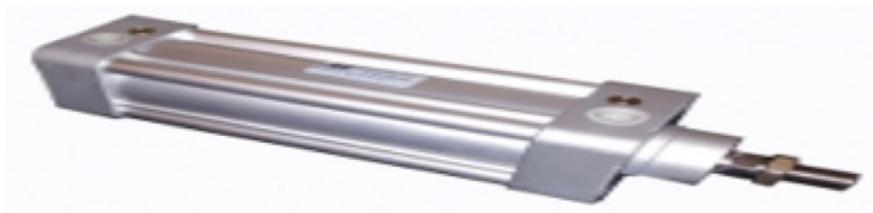


VIII-H. *Partes Neumáticas*

VIII-H1. Cilindros Neumáticos: Los cilindros neumáticos utilizados en la automatización industrial son dispositivos que convierten la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o fuerza de presión. Consisten básicamente en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. Cuando se suministra cierto flujo de aire comprimido, se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se une una varilla rígida al pistón, este mecanismo puede empujar el elemento o simplemente sostenerlo. La fuerza de empuje es proporcional

a la presión del aire y a la superficie del pistón: $F = P \cdot A$. A donde: F es fuerza / P presión manométrica / A área del émbolo o pistón. [20]

Figura 7. Cilindro Neumático



VIII-H2. Variedad de cilindros: Existen varios tipos de cilindros neumáticos como son:

- Cilindros neumáticos de simple efecto. - Uno de sus movimientos está controlado por aire comprimido y el otro por una acción compensatoria, generalmente un resorte ubicado dentro del cilindro. Este resorte se puede colocar opcionalmente entre el pistón y su tapa delantera (con resorte delantero) o entre el pistón y su tapa trasera (con resorte trasero). Solo realiza trabajo en una de las dos direcciones y la fuerza que se puede lograr es ligeramente menor que la fuerza dada $F = PA$, ya que se debe despreciar la fuerza opuesta sobre el resorte.
- Cilindros neumáticos de doble efecto. - El pistón es accionado por el aire comprimido en ambas carreras. Realiza trabajo aprovechable en los dos sentidos de marcha.[20]

Figura 8. Cilindro doble efecto



VIII-I. Partes eléctricas

VIII-II. Tableros Eléctricos: Los tableros eléctricos son las soluciones a un esquema de control de forma remota, en la cual según las características o tamaños de tus componentes pueden variar los tamaños de estos tableros, existen medidas pequeñas, medianas y hasta grandes tableros para procesos industriales grandes. Dentro de los tableros por lo normal va el controlador que utilices ya sea en tu maquina o fabrica, los breakers a los cuales están conectados tu controlador, tu fuente de poder, etc.

También suelen usar canaletas ranuradas y riel metálico tipo din los cuales hacen que se vea una mejor estética de los cables conectados dentro de tu tablero, el tipo de cable varía dependiendo la cantidad de amperaje que estás

utilizando el más común es el cable flexible 18. Afuera del tablero se encuentra toda la interfaz o selector para encendido y apagado, al igual que luz piloto y botón de marcha y paro.

En definitiva, los tableros eléctricos son pequeñas cajas con forma de gabinete que contienen equipos de control, conexión, protección, distribución, etc. Todo ello permite un perfecto funcionamiento de la instalación eléctrica en el interior del tablero. Las dos partes que componen el cuadro eléctrico son el contador de consumo y el interruptor. El primero se encarga de comprobar la corriente que utiliza la vivienda, y el segundo de apagarlo cuando se supera el nivel de energía contratado calculado.

A la hora de diseñar un cuadro eléctrico es necesario tener en cuenta unas normas de seguridad que permitan su correcto funcionamiento ante la exposición a la electricidad. El cumplimiento de estas normas no sólo beneficiará a la instalación, sino también al propietario o responsable del mantenimiento de las mismas.[12]

Figura 9. Tablero Eléctrico



VIII-12. Sensor de nivel: Los sensores de nivel de líquido pueden operar con mediciones directas, como sonda, cinta métrica y resistencia, flotabilidad, nivel de vidrio, o mediciones indirectas o inductivas, como membrana y presión. Las propiedades conductivas de los líquidos también se pueden utilizar para realizar mediciones, en este caso, los sensores pueden ser capacitivos, conductivos, resistivos, de radiación, entre otros.

El nivel del tanque se usa comúnmente para calcular el volumen de líquido contenido a partir del área de la sección transversal y la masa cuando se conoce la densidad. [19]

Figura 10. Sensor de nivel para líquidos



VIII-13. Sensor Magnético: Un sensor es un instrumento diseñado para asegurar exactitud, precisión y sensibilidad. Cada uno de estos componentes tendrá una aplicación diferente según la tarea y el tipo de sensor utilizado.

Por sus propiedades, que veremos más adelante, el sensor magnético es una herramienta industrial adecuada para su uso en situaciones difíciles como; trabajar con productos químicos agresivos, humedad, polvo, turbinas de vapor, altas temperaturas, etc.[13]

Figura 11. Sensor magnético



Este dispositivo tiene diversos usos en la industria, señalaremos algunos de ellos:

- Para detectar el nivel
- En sistemas de alarmas
- Para posiciones con precisión
- Control de velocidad
- Para puertas y ventanas automatizadas
- En lugares explosivos, entre otros [13]

VIII-J. Partes del proceso de control

VIII-J1. **PLC:** Un PLC es un dispositivo controlado por computadora que cumple la función de realizar procesos automatizados en la industria. Se basa en la automatización, que es la fuente de alimentación de todo el sistema. Esto es para realizar operaciones de E/S de forma rápida y segura. Los PLC funcionan de diversas formas, una de las más comunes es la capacidad de controlar y secuenciar el sistema operativo. Los datos de entrada y salida les permiten tener procesos automatizados que aseguran calidad y perdurabilidad en el tiempo.[24]

Figura 12. PLC INVT



VIII-J2. **HMI:** Es una interfaz hombre-máquina, su abreviatura se deriva de su nombre en inglés: Human-Machine Interface.

En otras palabras, es la interfaz entre el proceso y los operadores de la planta, línea de producción, empresa o cualquier sistema que requiera control humano. En sí mismo, esta es una barra de herramientas que el operador puede manipular para controlar el proceso.

Es la herramienta principal utilizada por los operadores y gerentes de línea para coordinar y controlar los procesos industriales y de fabricación. La pantalla HMI transforma variables de proceso complejas en información útil y procesable.[4]

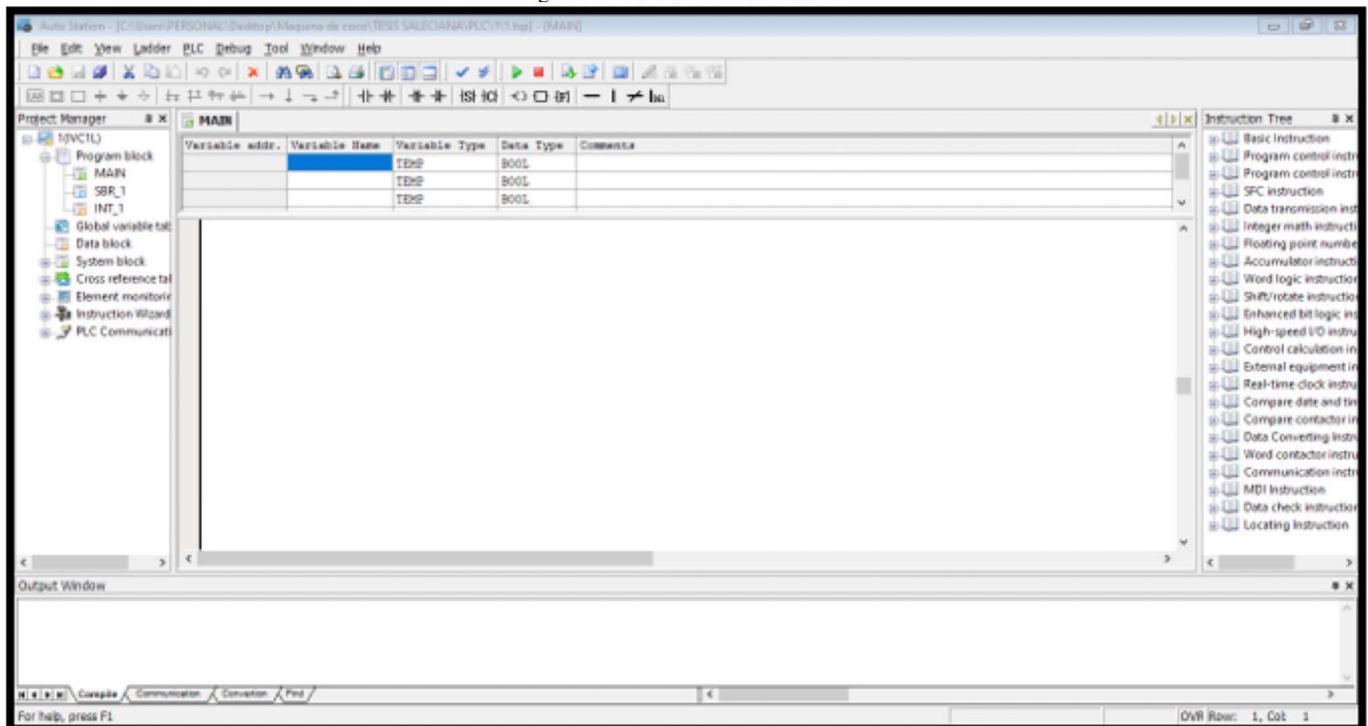
Figura 13. HMI INVT



VIII-K. Software

VIII-K1. INVT PLC Programming Software Auto Station: Auto Station es una herramienta estándar de programación de esquemas basada en Windows, controlada por mouse y teclado. Hay tres lenguajes de programación disponibles: diagrama de escalera (LAD), lista de instrucciones (IL) y gráfico de función secuencial (SFC).

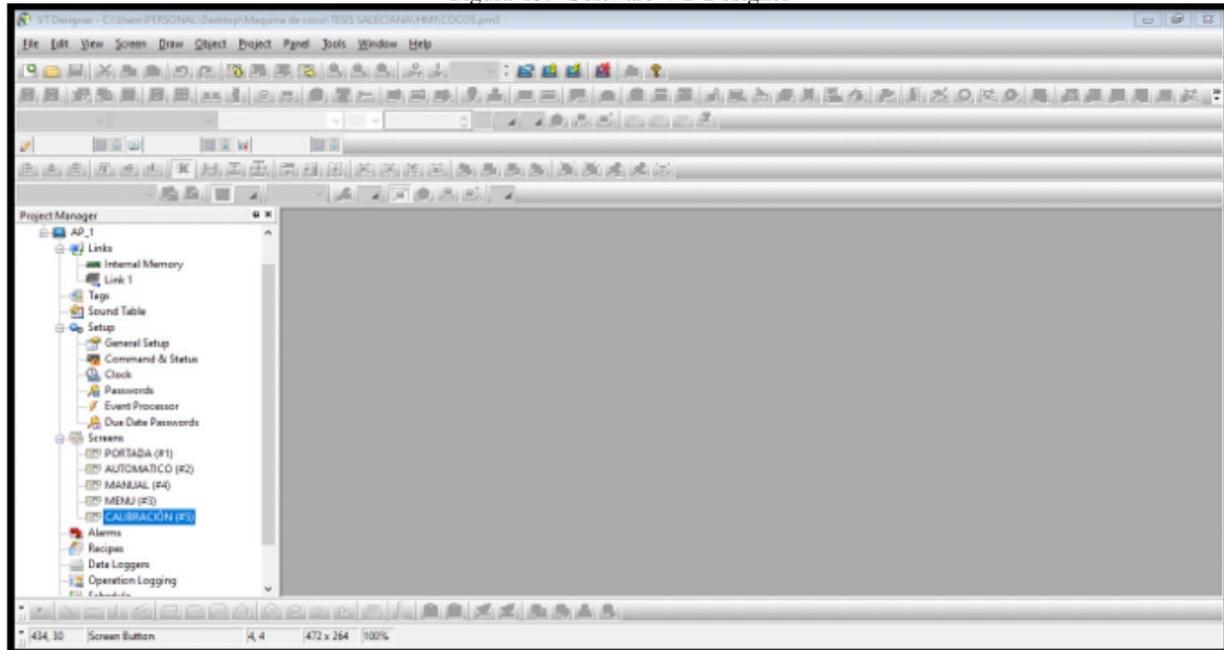
Figura 14. Software Auto Station



VIII-K2. VT Designer: VT Designer es una herramienta de software para diseño gráfico, edición y simulación de grupos de objetos. Esto facilita la creación de interfaces de usuario personalizadas para controlar sistemas de

máquinas basados en ISOBUS. Las máscaras quirúrgicas creadas con VT Designer cumplen automáticamente con la norma ISO 11783.

Figura 15. Software VT Designer



IX. PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Lo que nosotros proponemos para solucionar la problemática de extraer agua de coco de forma manual es implementar una máquina automática de extracción de agua de coco controlada mediante un PLC INVT; esta propuesta busca modernizar el método tradicional de extracción del líquido mediante un modelo de máquina innovador y actualizado tecnológicamente.

Al mismo tiempo se deduce que el operario o micro emprendedor disminuirá el peligro constante al cual es sometido por utilizar diferentes utensilios afilados que pueden ocasionar cierto accidente. Además, la interfaz con el usuario de la máquina es sencilla y no se necesita de muchos conocimientos de ingeniería para poder encenderla o apagarla, ya que utiliza una pantalla HMI INVT de 4.3” pulgadas para realizar el proceso, ya sea que se activen los cilindros de forma manual o automático mediante el selector del tablero. El software que utiliza para la programación es Auto Station y el de desarrollo gráfico es VT Designer, buscando obtener resultados profesionales y competitivos dentro del campo laboral.

Figura 16. Máquina extractora de agua de coco



Como se puede observar en la figura que antecede, la maquina está compuesta de 3 estructuras en total las cuales son:

Una primera estructura en la cual van 3 cilindros neumáticos los cuales realizan diferentes acciones:

El cilindro de la parte superior es el que realiza la perforación y posteriormente succión del agua de coco. Para ello se diseñó una punta de acero inoxidable de 20 cm de longitud la cual va acoplada al cilindro el cual tiene una carrera de 150 mm por 50 de diámetro.

Un cilindro de la parte inferior, el cual su función es abrir y cerrar la compuerta que actúa como piso falso después de haber perforado y succionado el agua el cilindro superior. Este cilindro tiene una carrera de 150 mm por 32 de diámetro.

El cilindro de la parte lateral, el cual realiza una función de sujetador. Para ello se diseñó una pieza hecha en nylon para poder sujetar el coco después de bajar por la rampa. Este cilindro es de 100 mm de carrera por 32 de diámetro.

La segunda estructura es la de la rampa la cual es desarmable y está sujeta a la primera estructura. En esta estructura se encuentra el cuarto cilindro el cual su función es de botador. Para ello se diseñó una pieza hecha del mismo material del cilindro anterior que va ajustada al cilindro y empuja al coco para comenzar con el proceso. Este cilindro tiene una carrera de 150 mm por 32 de diámetro.

La tercera estructura es la del tablero eléctrico, que no es más que un soporte para elevar el tablero y pueda ser más accesible al operador, además es un soporte móvil con ruedas. El gabinete metálico del tablero eléctrico es de 600 x 400 x 200 mm el cual lleva dentro todos los componentes eléctricos y electrónicos que estamos usando en la maquina, como por ejemplo el PLC, la fuente de poder y las conexiones de los sensores.

En la parte exterior del tablero está situado el HMI y más abajo se encuentran la luz piloto que va junto con el selector para cambiar de manual a automático y debajo de ellos el paro de emergencia como se puede observar en la "Figura 21".

En la parte inferior de la estructura se encuentra localizado nuestro recipiente que es donde va a ser dirigido el agua de coco al momento de extraerla. En este recipiente están situados los dos sensores de nivel tipo electrodos los cuales nos detectan los niveles de agua de coco alto y bajo.

Ahora bien, al PLC se le asignara una programación, que es de tipo ladder, para habilitar el sensor de posición

que nos detecta si hay o no coco al momento de empezar el proceso. También es el que detectara los sensores magnéticos ubicados en cada cilindro. Teniendo así un total de 7 sensores, 2 sensores en los cilindros superior, inferior, rampa y 1 sensor en el cilindro lateral. Estos recibirán información desde el centro de mando.

Cabe destacar que los cilindros neumáticos están conectados a 4 electroválvulas monoestables de 5/2 con bobina de 220 v y estas a su vez están conectadas a un manifold desde donde se conecta el compresor neumático mediante manguera de 10 mm.

El proceso de succión del agua de coco se le realiza mediante un eyector de vacío, el cual se basa su funcionamiento en el efecto Venturi: mediante un estrechamiento dentro del tubo, el cual lleva las mismas dimensiones en cada lado, el aire ingresa dentro de este con su respectiva presión y velocidad, al momento de pasar por el estrechamiento la velocidad aumenta y la presión disminuye lo que ocasiona una presión negativa que nos crea la succión. Este eyector va acoplado al tanque y se conecta una manguera de 8 mm la cual va directa al compresor neumático. Desde las cruz de acero inoxidable se conecta una manguera de 10 mm la cual va a un racor recto de 10 mm el cual esta acoplado al tanque. Una vez conectados dentro del recipiente se crea un vacío y mediante este se realiza la succión a través de los dos orificios que tiene la punta, extrayendo el líquido de dentro del coco.

La aplicación de automatización que se utiliza es el software Auto Station que es el programa propio que tiene el PLC INVT. Además el programa VT designer es el utilizado para la interfaz, estos dos programas se asocian entre sí para poder realizar una correcta simulación. Su comunicación es Modbus RTU 485

IX-A. Implementación de Automatización

Dentro de la implementación del control es importante resaltar que el desarrollo del proceso de control está basado en la instalación de un PLC Modulo 14 input/10 output relé 220v IVC1 el cual cuenta con las siguientes entradas:

1. El paro de emergencia tipo hongo, cuya función es parar el proceso en cualquier momento como seguridad.
2. El selector de inicio, el cual es utilizado para cambiar de forma manual a automático en el momento en que se desee realizar el cambio.
3. Sensor magnético 1 del cilindro superior, detecta que el vástago se encuentre totalmente retraído para poder realizar la perforación
4. Sensor magnético 2 del cilindro superior, detecta cuando el vástago se encuentra totalmente extendido para realizar la succión.
5. Sensor magnético 1 del cilindro inferior, detecta que el vástago se encuentre totalmente extendido para así soportar el piso falso de la estructura.
6. Sensor magnético 2 del cilindro inferior, detecta que el vástago se encuentre totalmente retraído para que así pueda caer el coco.
7. Sensor magnético 1 del cilindro lateral, detecta que el vástago se encuentre totalmente retraído para poder realizar el proceso de sujeción del coco.
8. Sensor magnético 1 del cilindro de la rampa, detecta que el vástago este totalmente retraído para comenzar el proceso de la máquina.

9. Sensor magnético 2 del cilindro de la rampa, detecta que el vástago este totalmente extendido para poder volver a la posición de origen.
10. Sensor de posición foto eléctrico, detecta cuando el coco se encuentra en posición para arrancar el proceso.
11. Sensor de nivel tipo electrodos, detecta el nivel de líquido que existe en el recipiente.

Las salidas del módulo PLC son las siguientes:

1. Luz piloto a 220 v, es de color verde y nos indica que se acaba poner en marcha el automático, enciende al momento de mover el selector de manual a automático.
2. Electroválvulas “1” con bobina 220v, aquí va conectado el cilindro superior mediante mangueras de 10 mm.
3. Electroválvulas “2” con bobina 220v, aquí va conectado el cilindro inferior mediante mangueras de 10 mm.
4. Electroválvulas “3” con bobina 220v, aquí va conectado el cilindro lateral mediante mangueras de 10 mm.
5. Electroválvulas “4” con bobina 220v, aquí va conectado el cilindro de la rampa mediante mangueras de 10 mm.

IX-B. Implementación de Programación

La programación será de tipo ladder en el programa Auto Station el cual será cargado en el PLC INVT.

Figura 17. Propuesta de Programación

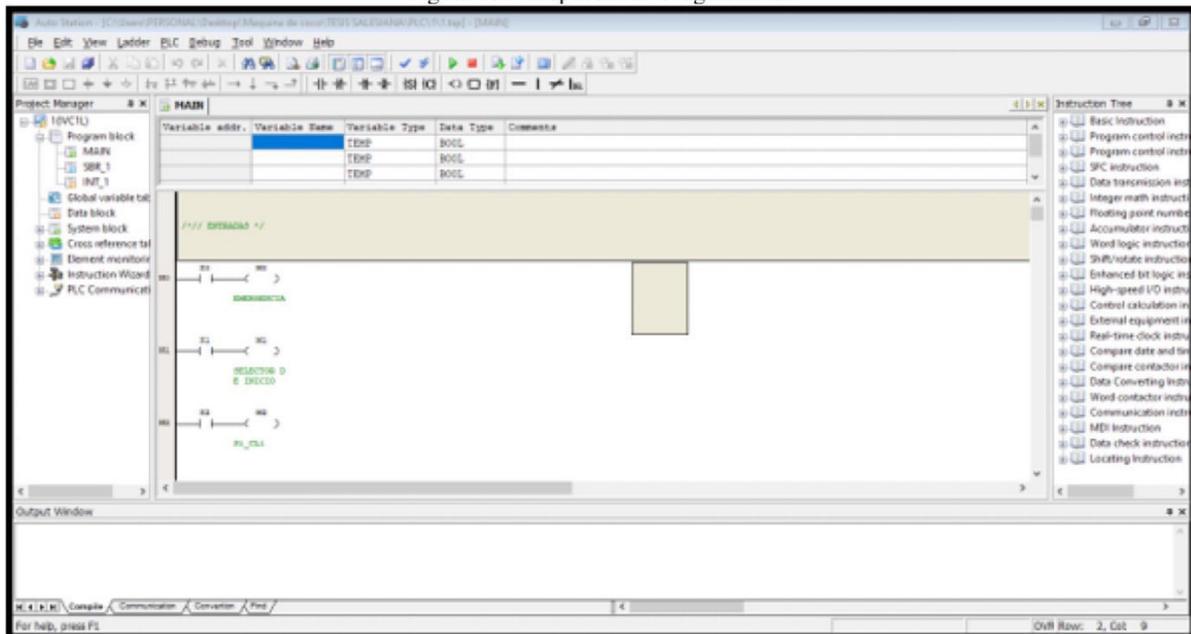


Figura 18. Carga al módulo PLC



IX-C. Implementación de Interfaz con el usuario

Con respecto al desarrollo del software se implementará un entorno grafico el cual será visualizado a través de un HMI utilizando el programa VT Designer.

Figura 19. Desarrollo del Menú

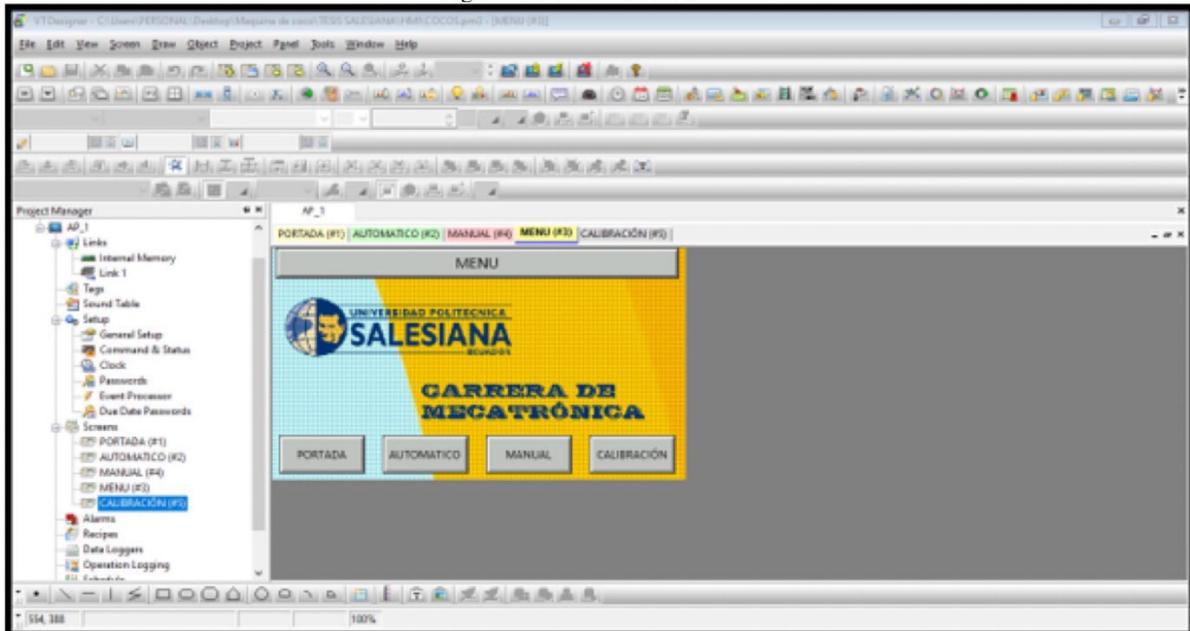


Figura 20. Carga al HMI



IX-D. Implementación de Tablero Eléctrico

Se propuso un tablero eléctrico el cual tiene unas dimensiones de 600 x 400 x 200mm, dentro de este se encuentran nuestros componentes electrónicos y eléctricos. Nuestro tablero trabaja a 220v debido a que las bobinas de las electroválvulas son a 220 razón por la cual nuestra alimentación es de 220v. En la parte frontal se encuentra el HMI donde se activa el proceso y de donde se pueden modificar las variables del tiempo como son el tiempo de succión o el tiempo en que trabaja cada cilindro secuencialmente al momento de estar en automático. También está la luz piloto verde que nos enciende al momento de pasar de manual a automático el proceso mediante el selector de 2 posiciones, y por ultimo su paro de emergencia tipo hongo.

Figura 21. Propuesta Tablero Eléctrico



X. METODOLOGÍA

X-A. Marco Metodológico

X-A1. *Diseño de la investigación:* Dado que el objetivo de nuestro proyecto será el diseño e implementación de una maquina extractora del agua de coco mediante un sistema automatizado. Se recurrió a un diseño experimental de tipo cuasiexperimental debido a que sus características encajan con nuestro proceso de estudio.

El objetivo principal del diseño experimental es averiguar si existe una diferencia significativa entre las diferentes versiones de la prueba y, si la respuesta es afirmativa, cuál será la magnitud de la diferencia. El segundo objetivo de los proyectos experimentales es comprobar la presencia de una tendencia debido al análisis de datos de prueba.[25]

“Diseño cuasiexperimental es un proyecto de trabajo con el objetivo de estudiar los efectos del tratamiento y el cambio en situaciones donde los sujetos de observación no se distribuyen aleatoriamente”. [3]

X-A2. *Enfoque de la investigación:* El presente trabajo muestra un enfoque mixto por la investigación realizada en los cuales se trata de demostrar la combinación entre los enfoques cuantitativos y cualitativos, acogiendo cada uno de ellos para complementar de manera mucho mas eficiente lo realizado en el proceso de investigación e implementación del proyecto en cuestión.

Enfoques mixtos: “Esto se debe a la necesidad de abordar la complejidad de los problemas de investigación que se presentan en todas las ciencias y abordarlos de manera holística. El investigador utiliza técnicas de enfoque tanto cuantitativo como cualitativo.” [11]

El análisis de enfoque mixto nos motivó a identificar diferentes aspectos: “Introdujo los conceptos básicos del plano compuesto, utilizando los métodos y herramientas proporcionados por los modelos maestros de sentido positivista y natural para la recolección de datos, priorizando la triangulación de datos. ”[22]

X-A3. *Población:* La población de estudio estará enfocada en el mercado alimenticio sobre todo segmentado hacia los pequeños productores y comerciantes del coco y sus derivados especialmente la venta del agua de coco embotellada, para poder potencializar su producción y mejorar la calidad de su producto y su proceso.

Podemos definir una población como: “Un conjunto de individuos con los que nuestra pregunta de investigación está interesada o sobre los que pretendemos sacar algunas conclusiones. Las preguntas de estudio nunca remiten a “una muestra””. [9]

X-A4. *Muestra y muestreo:* Según lo detallado por Ernesto Bolaños: “La muestra tiene que ser representativa de la población de la que se extrae. Se pueden producir errores imprevistos e incontrolados. Dichos errores se denominan sesgos y si suceden diremos que la muestra está sesgada.

Las distintas maneras de elegir una muestra de una población se denominan muestreos”. [5]

De acuerdo a lo propuesto y definido se tomará de muestra a un grupo específico de comerciantes que se dediquen al embazado y extracción del jugo de coco como su labor principal. Aquellos productores conformaran la muestra de nuestra investigación, ya que, nos enfocamos en darles una mayor productividad a su negocio por medio de la implementación del proyecto.

Por eso nuestra muestra es no probabilística, y su ramificación es intencional, porque “permite seleccionar casos específicos de la población, limitando la muestra a solo estos casos. Se utiliza en situaciones en las que la población es muy volátil y, por lo tanto, el tamaño de la muestra es muy pequeño. ’ [18]

X-A5. *Técnicas de recolección de datos :* Las técnicas de recolección de datos a utilizar tendrán base en la observación e investigación en artículos científicos, tesis y libros donde se fundamente la información que se necesite para nuestro proceso investigativo.

En el curso de nuestras observaciones, será de tipo experimental que puede definirse como uno: "producir datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, especialmente porque ha manipulado una variable o variables. Este es un poderoso método de investigación científica". Puede utilizar un registro de datos o una etiqueta como herramienta. [23]

X-A6. Instrumento de recolección de datos: El instrumento de investigación estará diseñado mediante la observación y el campo experimental hacia el sector de segmentación escogido en la población que son lo pequeños productores del procesamiento para el coco. A su vez, se implementará la investigación exhaustiva en artículos científicos de investigación, libros de la institución, tesis, páginas web confiables, que servirán como instrumentos para la recolección de la mayor cantidad de datos e información para llevar a cabo nuestro proyecto de investigación.

El instrumento para la recolección de datos que nosotros vamos a utilizar son los cuestionarios que son "un conjunto de preguntas destinados a recoger, procesar y analizar información sobre hechos estudiados en poblaciones (muestras)."[23]

X-A7. Técnicas de procesamiento de datos: La técnica a utilizar será la estadística descriptiva, ya que nos permitirá organizar la información de una manera eficiente mediante diferentes representaciones dinámicas por medio de tablas y gráficos.

"La estadística descriptiva es la rama de la estadística que formula recomendaciones sobre cómo resumir la información en cuadros o tablas, gráficas o figuras". [17]

X-A8. Herramientas para el procesamiento de datos: Para el procesamiento de los datos se utilizarán las siguientes herramientas:

- Software para programación: INVT PLC Programming Software Auto Station
- Software para simulación o modelado 3d: Inventor
- Base de datos: Microsoft Excel
- Plataformas virtuales de aprendizaje

XI. DISEÑO Y DESARROLLO DE LA MAQUINA EXTRACTORA

XI-A. Diseño de forma de máquina

Figura 22. Diseño de la máquina

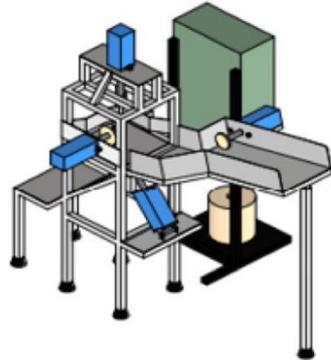
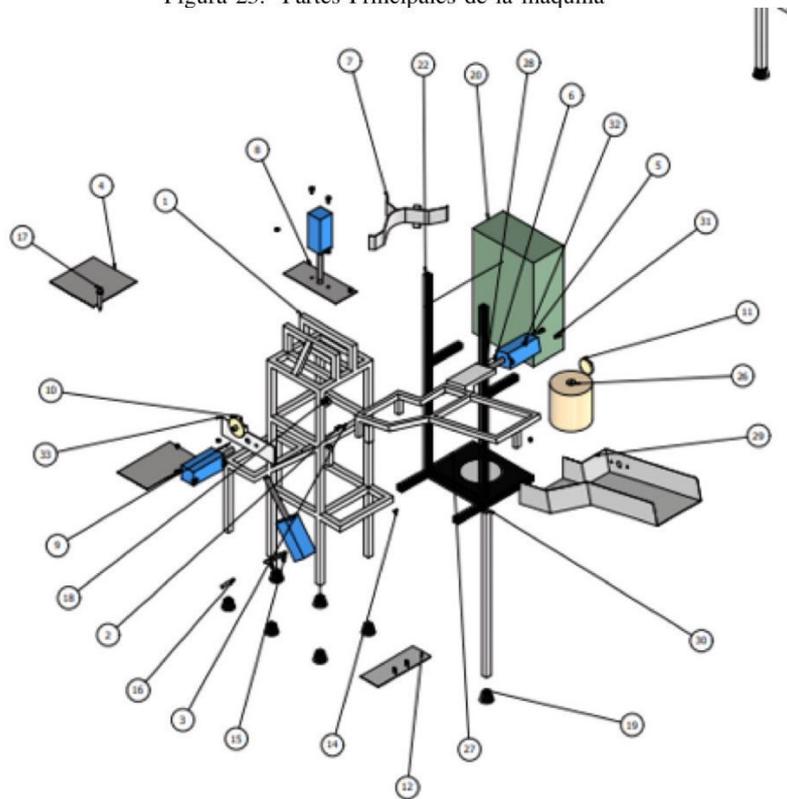


Figura 23. Partes Principales de la máquina



Cuadro III
COMPONENTES DE LA MÁQUINA

Ítem	Cantidad	Descripción
1	1	Estructura
2	1	Bisagra 1
3	1	Bisagra 2
4	1	Compuerta
5	4	Cuerpo
6	4	Embolo
7	1	Soporte para coco
8	1	Tapa superior
9	1	Rampa 2
10	1	Accesorio cilindro presionador
11	1	Accesorio cilindro rampa
12	1	Soporte cilindro 4
13	1	Accesorio cilindro 4 orejas
14	1	Pin accesorio CL 4
15	1	Accesorio CL 4 T
16	1	Pin CL 4 T
17	1	Punta Perforadora
18	1	Cruz 4 vías
19	7	Topes para piso
20	1	Tablero eléctrico
21	1	HMI
22	1	Soporte tablero eléctrico
23	1	Pulsador de emergencia tipo hongo
24	1	Luz piloto
25	1	Selector
26	1	Tanque
27	1	Soporte tanque
28	1	Rampa
29	1	Plancha rampa
30	1	Base de rampa
31	6	Perno M12X20
32	6	Tuerca M12
33	1	Soporte CL 2

El funcionamiento de la maquina en automático comienza al mover el selector a la posición 2 y a su vez enciende la luz piloto. Primero el sensor fotoeléctrico detecta el coco si está en posición o no. Si se encuentra en posición manda una señal para que el cilindro de la rampa lo empuje y el coco caiga por la rampa al lugar de perforación.

A continuación, el cilindro lateral después de un tiempo establecido en el HMI, se activa para sujetar el coco. Después de sujetarlo concurre un retardo de tiempo para que el cilindro superior baje y realice la perforación. Acto seguido empieza la succión del mismo durante un tiempo.

La succión es realizada por un eyector de vacío el cual al ser incorporado presión positiva por su entrada genera presión negativa en su salida mediante la disminución de diámetros dentro del eyector. Luego de perforar y succionar se activa el cilindro inferior el cual es un piso falso que al momento de retraerse el cilindro este baja y le da salida al coco, siguiendo el proceso el cilindro inferior vuelve a subir a su posición.

Después al succionar el agua de coco este va directo al recipiente de 4.2 litros que se encuentra debajo del tablero; dentro del recipiente se encuentran dos sensores de nivel los cuales nos van a detectar cuando el recipiente se llene.

Al terminar este proceso el contador de nuestra interfaz empezara el ciclo contando cada coco que salga. Para terminar el proceso automático se mueve el sector a la posición 1 de manual y se para el proceso. Cuando el proceso se encuentra en manual la activación de los cilindros es mediante la pantalla HMI además que los tiempos que son nuestras variables dentro del proceso se las pueden cambiar en el menú ingresando a calibración.

XI-B. Diseño Mecánico de Maquina

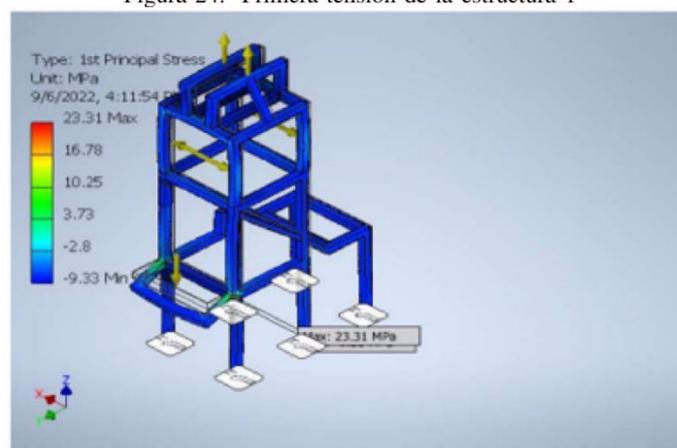
XI-B1. Calculo y diseño de estructura de la máquina: A continuación, se detallará la ubicación de puntos críticos donde serán situadas las cargas. Para mejor entendimiento del software de simulación que se está utilizando, el cual es Inventor, por lo normal las fuerzas actuantes de los cilindros están situadas en dirección hacia abajo, pero también existen algunas fuerzas hacia arriba.

Estructura 1

Primera Tensión

En la primera tensión se puede observar la simulación que da como resultado dos valores, obteniendo como máximo un valor de 23.31 MPa y un valor mínimo de -9.33 Mpa. Estos rangos están dentro de lo permitido ya que son menores que el límite de fluencia de 240 Mpa, por lo cual se denota un color azul en toda la estructura.

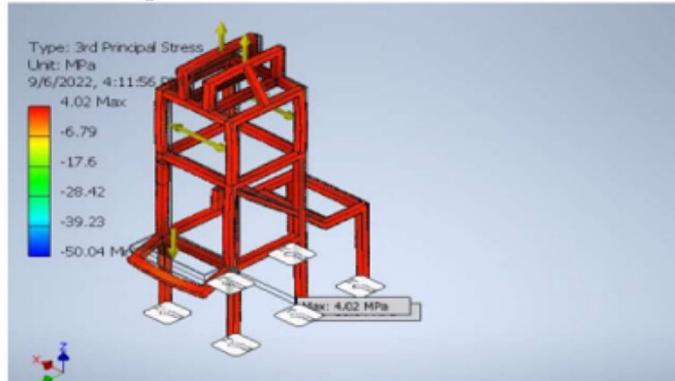
Figura 24. Primera tensión de la estructura 1



Tercera Tensión

Las simulaciones de la tercera tensión nos dejan como resultado que el valor máximo es de 4.02 Mpa y el valor mínimo es de -9.33 Mpa.

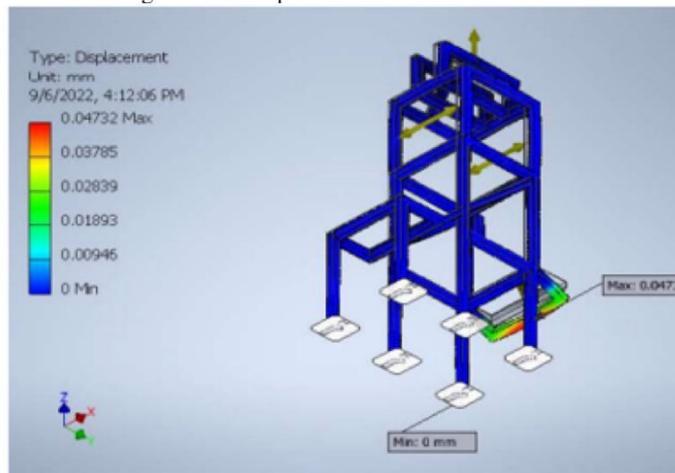
Figura 25. Tercera tensión de la estructura 1



Deflexión

La simulación de la deflexión nos deja el resultado máximo de 0.04732 mm, la cual se refleja mínimamente un color rojo y es el desplazamiento máximo que existe.

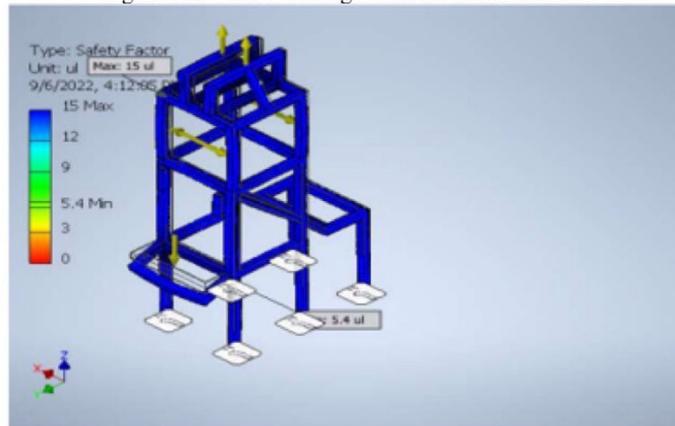
Figura 26. Desplazamiento de la estructura 1



Factor de seguridad

El análisis realizado nos dejó como resultado que nuestra estructura 1 tiene un factor de seguridad de 5.4 ul.

Figura 27. Factor de seguridad de la estructura 1



Resultados Generales

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de todos los resultados arrojados por el programa de simulación Inventor.

Cuadro IV
RESULTADOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA 1

☐ **Result Summary**

Name	Minimum	Maximum
Volume	3434880 mm ³	
Mass	59.445 lbmass	
Von Mises Stress	0.00084999 MPa	38.3218 MP
1st Principal Stress	-9.32937 MPa	23.3068 MP
3rd Principal Stress	-50.0418 MPa	4.02129 MP
Displacement	0 mm	0.0473178 mm
Safety Factor	5.40162 ul	15 ul
Stress XX	-11.7102 MPa	6.77988 MP
Stress XY	-5.70376 MPa	6.2117 MPa
Stress XZ	-5.3049 MPa	6.09838 MP
Stress YY	-39.5067 MPa	22.2018 MP
Stress YZ	-14.7751 MPa	4.51893 MP
Stress ZZ	-22.9935 MPa	8.56193 MP
X Displacement	-0.0055178 mm	0.00550433 mm
Y Displacement	-0.00148626 mm	0.0107465 mm
Z Displacement	-0.0463773 mm	0.00661808 mm
Equivalent Strain	0.0000000650236 ul	0.00018019 ul
1st Principal Strain	-0.000000727584 ul	0.00011714 ul
3rd Principal Strain	-0.000213956 ul	0.00000274 ul
Strain XX	-0.0000574253 ul	0.00003980 ul
Strain XY	-0.0000370744 ul	0.00004037 ul
Strain XZ	-0.0000344818 ul	0.00003963 ul
Strain YY	-0.000145478 ul	0.00010553 ul
Strain YZ	-0.0000960383 ul	0.00002937 ul
Strain ZZ	-0.0000591787 ul	0.00003659 ul

Cuadro V
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ESTRUCTURA 1

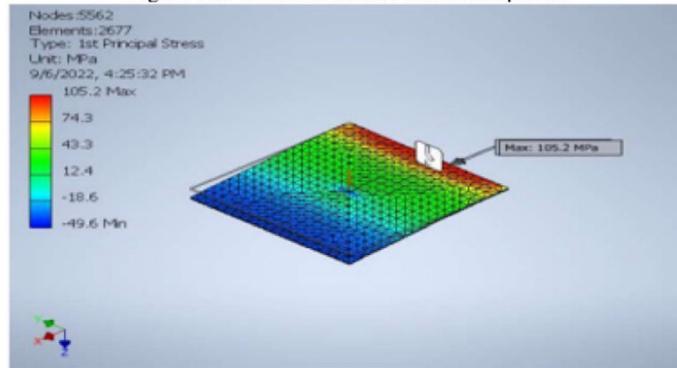
☐ **Physical**

Material	Steel, Galvanized
Density	0.283599 lbmass
Mass	59.445 lbmass
Area	2833130 mm ²
Volume	3434880 mm ³
Center of Gravity	x=-160 mm y=127.656 mm z=670.106 mm

Compuerta Primera Tensión

En la primera tensión se puede observar la simulación que da como resultado dos valores, obteniendo como máximo un valor de 105.2 MPa y un valor mínimo de -49.6 Mpa, estos rangos están dentro de lo permitido del límite de fluencia de 240 MPa.

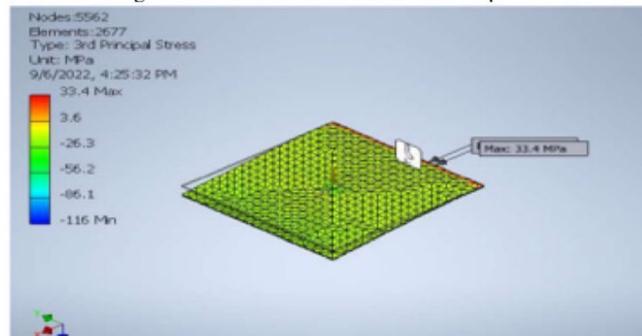
Figura 28. Primera tensión de la compuerta



Tercera Tensión

Las simulaciones de la tercera tensión nos dejan como resultado que el valor máximo es de 33.4 Mpa y el valor mínimo es de -116 Mpa.

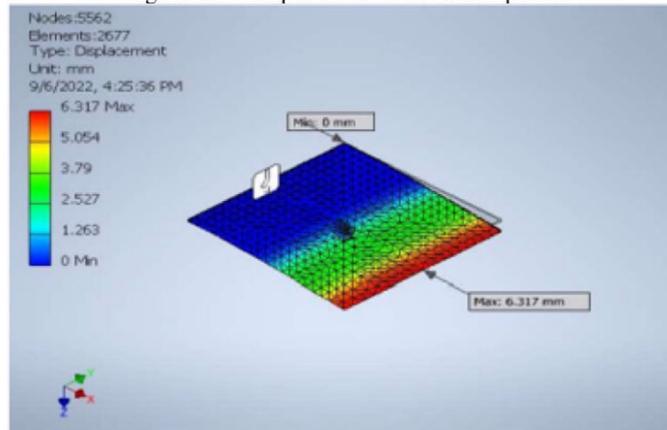
Figura 29. Tercera tensión de la compuerta



Desplazamiento

La simulación del desplazamiento nos deja el resultado máximo de 6.317 mm, se refleja mínimamente un color rojo el cual es el desplazamiento máximo que existe.

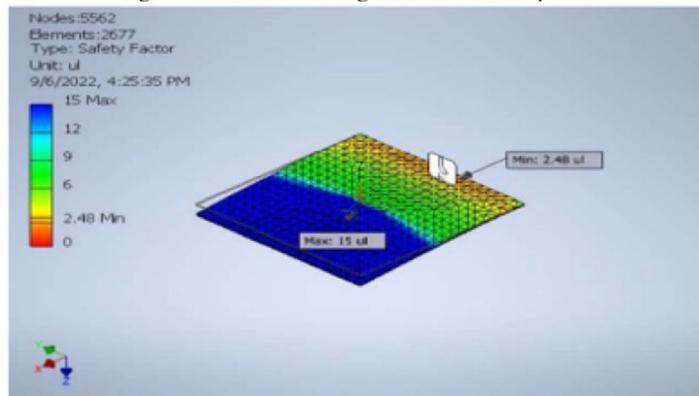
Figura 30. Desplazamiento de la compuerta



Factor de seguridad

El análisis realizado nos dejó como resultado que nuestra compuerta tiene un factor de seguridad de 2.48 ul.

Figura 31. Factor de seguridad de la compuerta



Resultados Generales

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de todos los resultados arrojados por el programa de simulación Inventor.

Cuadro VI
RESULTADOS GENERALES DE LA COMPUERTA

Result Summary		
Name	Minimum	Maximum
Volume	256101 mm ³	
Mass	4.43216 lbmass	
Von Mises Stress	0.0314844 MPa	83.4196 N
1st Principal Stress	-49.5645 MPa	105.248 N
3rd Principal Stress	-115.97 MPa	33.433 Mf
Displacement	0 mm	6.31696 n
Safety Factor	2.48143 ul	15 ul
Stress XX	-115.822 MPa	105.247 N
Stress XY	-14.7899 MPa	13.7908 N
Stress XZ	-23.6348 MPa	10.3947 N
Stress YY	-49.6381 MPa	38.9746 N
Stress YZ	-7.75032 MPa	7.49307 N
Stress ZZ	-49.6381 MPa	33.9865 N
X Displacement	-0.674204 mm	0.044018
Y Displacement	-0.00386645 mm	0.003874
Z Displacement	0 mm	6.31681 n
Equivalent Strain	0.000000136688 ul	0.000379
1st Principal Strain	0.0000000100765 ul	0.000430
3rd Principal Strain	-0.000437299 ul	-0.000000
Strain XX	-0.000437022 ul	0.000430
Strain XY	-0.0000961345 ul	0.000089
Strain XZ	-0.000153626 ul	0.000067
Strain YY	-0.000101103 ul	0.000114
Strain YZ	-0.0000503771 ul	0.000048
Strain ZZ	-0.000182242 ul	0.000181

Cuadro VII
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA COMPUERTA

Physical	
Material	Steel, Galvanized
Density	0.283599 lbmass
Mass	4.43216 lbmass
Area	172220 mm ²
Volume	256101 mm ³
Center of Gravity	x=0 mm y=0 mm z=1.78278 mm

Estructura 2
Primera Tensión

En la primera tensión se puede observar la simulación que da como resultado dos valores, obteniendo como máximo un valor de 9.356 MPa y un valor mínimo de -2.094 Mpa, estos rangos están dentro de lo permitido por lo cual se denota un color azul en toda la estructura, estos rangos están dentro de lo permitido del límite de fluencia de 240 MPa.

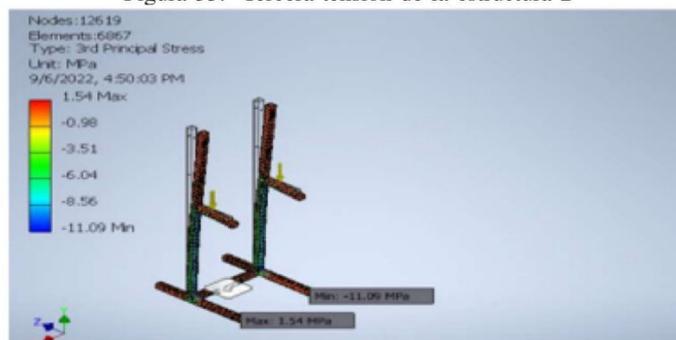
Figura 32. Primera tensión de la estructura 2



Tercera Tensión

Las simulaciones de la tercera tensión nos dejan como resultado que el valor máximo es de 1.54 Mpa y el valor mínimo es de -11.09 Mpa.

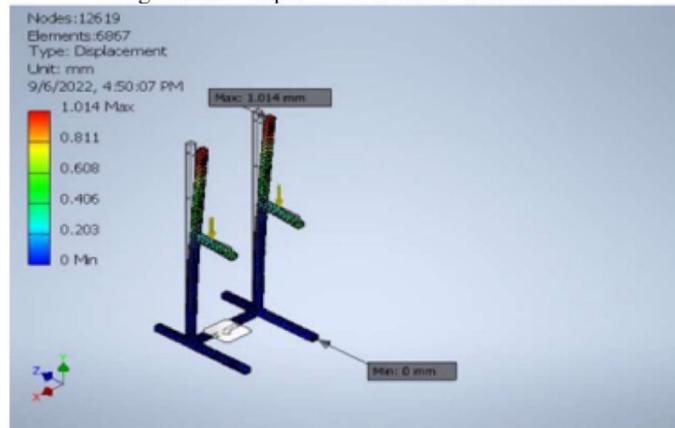
Figura 33. Tercera tensión de la estructura 2



Desplazamiento

La simulación del desplazamiento nos deja el resultado máximo de 1.014 mm, se refleja mínimamente un color rojo el cual es el desplazamiento máximo que existe.

Figura 34. Desplazamiento de la estructura 2



Factor de seguridad

El análisis realizado nos dejó como resultado que nuestra estructura 2 tiene un factor de seguridad de 0.15 ul.

Figura 35. Factor de seguridad de la estructura 2



Resultados Generales

En el cuadro siguiente se muestra un resumen de todos los resultados arrojados por el programa de simulación Inventor.

Cuadro VIII
 RESULTADOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA 2

Result Summary		
Name	Minimum	Maximum
Volume	899252 mm ³	
Mass	7.05913 kg	
Von Mises Stress	0.0000789264 MPa	10.2494
1st Principal Stress	-2.09426 MPa	9.35558
3rd Principal Stress	-11.0883 MPa	1.54272
Displacement	0 mm	1.01416
Safety Factor	15 ul	15 ul
Stress XX	-2.21831 MPa	2.96447
Stress XY	-2.10995 MPa	2.59039
Stress XZ	-1.11099 MPa	1.18251
Stress YY	-10.4591 MPa	9.10202
Stress YZ	-4.31423 MPa	2.87036
Stress ZZ	-9.62609 MPa	6.19016
X Displacement	-0.00169995 mm	0.00278
Y Displacement	-0.28884 mm	0.01685
Z Displacement	-1.01398 mm	0.00011
Equivalent Strain	0.00000000376157 ul	0.00004
1st Principal Strain	-0.00000142129 ul	0.00004
3rd Principal Strain	-0.0000525811 ul	0.00000
Strain XX	-0.0000115313 ul	0.00001
Strain XY	-0.0000137147 ul	0.00001
Strain XZ	-0.00000722144 ul	0.00000
Strain YY	-0.0000484916 ul	0.00004
Strain YZ	-0.0000280425 ul	0.00001
Strain ZZ	-0.0000443115 ul	0.00002

Cuadro IX
 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LA ESTRUCTURA 2

Physical	
Material	Steel, Galvani
Density	7.85 g/cm ³
Mass	7.05913 kg
Area	903534 mm ²
Volume	899252 mm ³
Center of Gravity	x=185 mm y=391.101 mm z=286.555 mm

XI-B2. *Calculo y selección de cilindros neumáticos:* Para realizar el proceso de la máquina se escogieron 4 cilindros neumáticos los cuales tienen las siguientes características:

- Cilindro de la rampa. - Mindman 32 de diámetro x 150 mm de carrera, doble efecto trabaja hasta 175 psi.
- Cilindro lateral - Mindman 32 de diámetro x 100 mm de carrera, doble efecto trabaja hasta 175 psi.
- Cilindro superior. - Mindman 50 de diámetro x 150 mm de carrera, doble efecto trabaja hasta 175 psi.
- Cilindro inferior. - Mindman 32 de diámetro x 150 mm de carrera, doble efecto trabaja hasta 175 psi.

Cilindro de la rampa

Datos Peso del coco = 5 [lb] = 22.24 [N]

Presion = 60 [lbf/in²] = 413685 [N/m²]

Fpc = Fuerza de perforacion del coco = 270.756 [N]

Fu: Fuerza tangencial [N]

μ: Coeficiente de fricción

g: aceleración de la gravedad [m/s²]

w: peso del coco [lb]

p: presión [N/m²]

A: área [m]

∅ : *diametrodelcilindro*

$$W = N \quad (1)$$

$$Fu = \mu * N \quad (2)$$

$$Fu = (0,6) * (22,24)[N] \quad (3)$$

$$Fu = 13,344[N] \quad (4)$$

(5)

$$\sum Fx = 0 \quad (6)$$

$$Fc1 = Fu \quad (7)$$

$$Fc1 = 13,344[N] \quad (8)$$

(9)

$$A = \left(\frac{Fc1}{p} \right) \quad (10)$$

$$A = \left(\frac{13,344[N]}{413685[N/m^2]} \right) \quad (11)$$

$$A = 0,000032256[m^2] \quad (12)$$

(13)

$$r = \sqrt{\left(\frac{A}{\pi} \right)} \quad (14)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{0,000032256[m^2]}{3,1416} \right)} \quad (15)$$

$$r = 0,032[m] \quad (16)$$

$$r = 3,2014[mm] \quad (17)$$

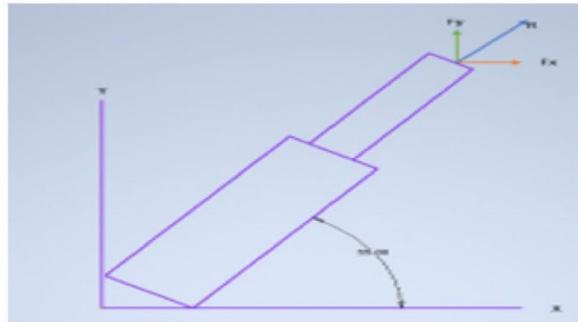
$$d = r * 2 \quad (18)$$

$$d = (3,2014) * (2) \quad (19)$$

$$d = 6,4[mm] \quad (20)$$

(21)

Figura 36. Análisis de fuerzas



$$m = \rho * V \quad (22)$$

$$m = (0,00025)[m^3] * (7850)[kg/m^3] \quad (23)$$

$$m = 1,9625[kg] \quad (24)$$

$$Wt = (1,9625)[kg] * (9,8)[km/s^2] \quad (25)$$

$$Wt = 19,23[N] \quad (26)$$

$$\sum Fy = 0 \quad (27)$$

$$Fy = Wt + Wc + Fpc \quad (28)$$

$$Fy = 19,23[N] + 22,24[N] + 270,756[N] \quad (29)$$

$$Fy = 312,226[N] \quad (30)$$

$$FcA = \left(\frac{Fy}{Sen\theta} \right) \quad (31)$$

$$FcA = \left(\frac{312,226[N]}{Sen55} \right) \quad (32)$$

$$FcA = 381,1575[N] \quad (33)$$

$$A = \left(\frac{FcA}{p} \right) \quad (34)$$

$$A = \left(\frac{381,1575[N]}{413685[N/m^2]} \right) \quad (35)$$

$$A = 0,000921371[m^2] \quad (36)$$

$$(37)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{A}{\pi}\right)} \quad (38)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{0,000921371[m^2]}{3,1416}\right)} \quad (39)$$

$$r = 0,015[m] \quad (40)$$

$$r = 15,65[mm] \quad (41)$$

$$d = r * 2 \quad (42)$$

$$d = (15,65) * (2) \quad (43)$$

$$d = 31,29[mm] \quad (44)$$

$$d \approx 32[mm] \quad (45)$$

Cilindro Lateral

$$\sum Fy = 0 \quad (46)$$

$$N = Wc + Fpc \quad (47)$$

$$Fy = 22,24[N] + 270,756[N] \quad (48)$$

$$Fy = 292,996[N] \quad (49)$$

$$Fu = \mu * N \quad (50)$$

$$Fu = (0,6) * (292,996)[N] \quad (51)$$

$$Fu = 175,7976[N] \quad (52)$$

$$(53)$$

$$\sum Fx = 0 \quad (54)$$

$$Fc2 = fu \quad (55)$$

$$Fc2 = 175,7976[N] \quad (56)$$

$$(57)$$

$$A = \left(\frac{Fc2}{p} \right) \quad (58)$$

$$A = \left(\frac{175,7976[N]}{413685[N/m^2]} \right) \quad (59)$$

$$A = 0,000424955[m^2] \quad (60)$$

$$(61)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{A}{\pi} \right)} \quad (62)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{0,000424955[m^2]}{3,1416} \right)} \quad (63)$$

$$r = 0,01169[m] \quad (64)$$

$$r = 11,69[mm] \quad (65)$$

$$d = r * 2 \quad (66)$$

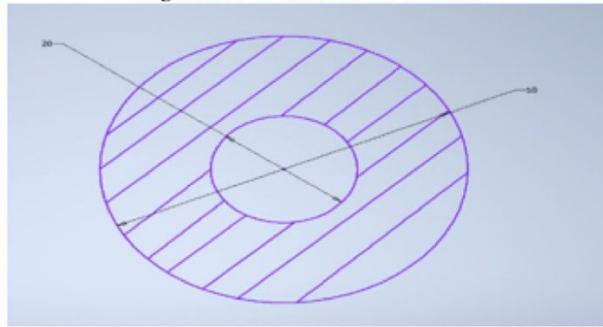
$$d = (11,69) * (2) \quad (67)$$

$$d = 23,39[mm] \quad (68)$$

$$d \approx 25[mm] \quad (69)$$

Cilindro Superior

Figura 37. Diametros del cilindro



Por datos experimentales pudimos denotar que la fuerza necesaria para perforar el coco es de 270.756 [N], entonces:

$$A = \left(\frac{Fc3}{p} \right) \quad (70)$$

$$A = \left(\frac{270,756[N]}{413685[N/m^2]} \right) \quad (71)$$

$$A = 0,000654498[m^2] \quad (72)$$

$$(73)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{A}{\pi} \right)} \quad (74)$$

$$r = \sqrt{\left(\frac{0,000654498[m^2]}{3,1416} \right)} \quad (75)$$

$$r = 0,01445[m] \quad (76)$$

$$r = 14,45[mm] \quad (77)$$

$$d = r * 2 \quad (78)$$

$$d = (14,45) * (2) \quad (79)$$

$$d = 28,9[mm] \quad (80)$$

$$d \approx 32[mm] \quad (81)$$

Se escoge el superior inmediato en este caso el de 32 mm.

Consumo del cilindro superior

$$\varnothing : 50[mm] = 0,025r[m] \text{ carrera} = 150[mm] = 0,15[m]$$

$$A = (r^2) * \pi \quad (82)$$

$$A = (0,025^2)[mm] * (3,1416) \quad (83)$$

$$A = 0,00196[m^2] \quad (84)$$

$$(85)$$

$$V = \left(\frac{D}{T} \right) \quad (86)$$

$$V = \left(\frac{0,150[m]}{0,5[s]} \right) \quad (87)$$

$$V = 0,3[m/s^2] \quad (88)$$

$$(89)$$

$$Qs = (V) * (A) \quad (90)$$

$$Qs = (0,3)[m/s^2] * 0,00196[m^2] \quad (91)$$

$$Qs = 0,000588[m^3/s] \quad (92)$$

$$Qs = 1,2459[ft^3/min] \quad (93)$$

Consumo del cilindro de la rampa

$$\varnothing : 32[mm] = 0,016r[m] \text{ carrera} = 150[mm] = 0,15[m]$$

$$A = (r^2) * \pi \quad (94)$$

$$A = (0,016^2)[mm] * (3,1416) \quad (95)$$

$$A = 0,0008042[m^2] \quad (96)$$

$$(97)$$

$$V = \left(\frac{D}{T} \right) \quad (98)$$

$$V = \left(\frac{0,150[m]}{0,5[s]} \right) \quad (99)$$

$$V = 0,3[m/s^2] \quad (100)$$

$$(101)$$

$$Qs = (V) * (A) \quad (102)$$

$$Qs = (0,3)[m/s^2] * 0,0008042[m^2] \quad (103)$$

$$Qs = 0,0002412[m^3/s] \quad (104)$$

$$Qs = 0,511[ft^3/min] \quad (105)$$

Consumo del cilindro lateral

$$\varnothing : 32[mm] = 0,016r[m]carrera = 100[mm] = 0,10[m]$$

$$A = (r^2) * \pi \quad (106)$$

$$A = (0,016^2)[mm] * (3,1416) \quad (107)$$

$$A = 0,000804248[m^2] \quad (108)$$

$$(109)$$

$$V = \left(\frac{D}{T} \right) \quad (110)$$

$$V = \left(\frac{0,100[m]}{0,5[s]} \right) \quad (111)$$

$$V = 0,2[m/s^2] \quad (112)$$

$$(113)$$

$$Qs = (V) * (A) \quad (114)$$

$$Qs = (0,2)[m/s^2] * 0,000804248[m^2] \quad (115)$$

$$Qs = 0,00016084[m^3/s] \quad (116)$$

$$Qs = 0,34[ft^3/min] \quad (117)$$

Consumo del cilindro inferior

$$\varnothing : 32[mm] = 0,016r[m]carrera = 150[mm] = 0,15[m]$$

$$A = (r^2) * \pi \quad (118)$$

$$A = (0,016^2)[mm] * (3,1416) \quad (119)$$

$$A = 0,0008042[m^2] \quad (120)$$

$$(121)$$

$$V = \left(\frac{D}{T} \right) \quad (122)$$

$$V = \left(\frac{0,150[m]}{0,5[s]} \right) \quad (123)$$

$$V = 0,3[m/s^2] \quad (124)$$

$$(125)$$

$$Qs = (V) * (A) \quad (126)$$

$$Qs = (0,3)[m/s^2] * 0,0008042[m^2] \quad (127)$$

$$Qs = 0,0002412[m^3/s] \quad (128)$$

$$Qs = 0,511[ft^3/min] \quad (129)$$

XI-B3. Diseño del sistema de succión de agua de coco : Se diseñó una punta de acero inoxidable en el torno la cual tiene una longitud de 130 mm. Esta punta tiene la particularidad de ser adaptable a una cruz de acero inoxidable que también se conecta al vástago del cilindro superior. En la punta existen dos agujeros los cuales son hechos con la finalidad de por esos mismos orificios se extraiga el agua después de haber perforado, ya que la punta es la que perfora el coco.

Figura 38. Punta de acero inoxidable



En el proceso se colocó un eyector de vacío la cual es la que nos genera la succión, esta válvula tiene entradas de manguera de 8 mm por ambos lados. El funcionamiento de esta válvula es mediante el efecto Venturi, el cual nos indica que al haber un estrechamiento de diámetros dentro de dos diámetros del mismo tamaño en la mitad de los dos ocasiona que al momento de entrar presión positiva por el estrechamiento, la velocidad aumenta y la presión disminuye, lo que nos genera una presión negativa, la cual succiona, creándonos el vacío para extraer el líquido del coco mediante los orificios de la punta de acero inoxidable.

Según las especificaciones del fabricante el consumo de la válvula eyectora es de 1scfm. Las especificaciones técnicas de la válvula se las puede visualizar en anexos.

Figura 39. Eyector de Vacío



XI-B4. *Calculo y diseño del sistema neumático: Cálculo de las características del compresor*

Según la secuencia de automatización de la máquina, cada cilindro trabaja por separado, por lo cual se toma el cilindro que mayor consumo de aire posee, el cual es el cilindro superior. A partir de la ley de Boyle realizamos nuestros cálculos:

$$P1*V1=P2*V2 \quad 1 \text{ Atm} = 14.6959 \text{ [lb/in}^2\text{]}$$

$$V2 = (0,025^2)[m] * 3,1416 * (0,150)[m] \quad (130)$$

$$V2 = 0,0002945[m^3] \quad (131)$$

$$V2 = 0,0104[ft^3] \quad (132)$$

$$V1 = \left(\frac{P2 * V1}{P1 * t} \right) \quad (133)$$

$$V1 = \left(\frac{60[lb/in^2] * 0,0104in^3}{14,6959[lb/in^2] * 0,0083[min]} \right) \quad (134)$$

$$V1 = 5,118[ft^3/min] \quad (135)$$

$$scfm \approx 5,12[ft^3/min] \quad (136)$$

Potencia

$$p = 60 \text{ psi} = 60 \text{ [lb/in}^2\text{]} = 413685Pa$$

$$P = p * Q \quad (137)$$

$$P = 413685[N/m^2] * 0,00058[m^3/s] \quad (138)$$

$$P = 239,9373[W] \quad (139)$$

$$P \approx 0,3[HP] \quad (140)$$

A continuación, se muestra los cálculos realizados en el eyector para un diámetro interior de 6.5 mm (Manguera 10mm):

Caudal a presión de 60 psi

Q= caudal V= velocidad A= área $\varnothing : 6,5[mm] = 0,0065[m]$

$r = 3,25[mm] = 0,0035[m]$

$$A = (r^2) * \pi \quad (141)$$

$$A = (0,0325^2)[m] * (3,1416) \quad (142)$$

$$A = 0,00003318[m^2] \quad (143)$$

$$(144)$$

$$V = \left(\frac{Q}{A} \right) \quad (145)$$

$$V = \left(\frac{0,00058[m^3/s]}{0,00003318[m^2]} \right) \quad (146)$$

$$V = 17,48[m/seg] \quad (147)$$

$$(148)$$

A continuación, se muestra los cálculos realizados en el eyector para un diámetro interior de 5 mm (Manguera 8mm):

Caudal a presión de 60 psi

Q= caudal V= velocidad A= área $\varnothing : 5[mm] = 0,005[m]$

$r = 2,5[mm] = 0,00250[m]$

$$A = (r^2) * \pi \quad (149)$$

$$A = (0,00250^2)[m] * (3,1416) \quad (150)$$

$$A = 0,00001963[m^2] \quad (151)$$

$$(152)$$

$$V = \left(\frac{Q}{A} \right) \quad (153)$$

$$V = \left(\frac{0,00058[m^3/s]}{0,00001963[m^2]} \right) \quad (154)$$

$$V = 29,54[m/seg] \quad (155)$$

$$(156)$$

Como se puede observar la velocidad del diámetro más pequeño es mayor al diámetro más grande esto se debe al efecto Venturi ya que dentro del diámetro pequeño la presión disminuye por lo tanto la velocidad aumenta. El caudal es el mismo en cualquier punto ya sea punto A o punto B ya que es el mismo fluido el que circula y no varía, aunque haya un estrechamiento de diámetros.

XI-B5. Capacidad de la Máquina: Un coco tiene una cantidad de líquido dentro de 650 ml a 750 ml aproximadamente, el tiempo de proceso que tarda nuestra máquina en extraer el líquido de cada coco es de 55 segundos, 40 segundos de succión y 15 segundos en el movimiento de los cilindros.

A continuación presentamos los cálculos de la capacidad máxima de nuestra máquina:

LD= Líquido desperdicio = 50 [ml]

LT= Líquido total = 650 [ml]

LE= Líquido extraído = 600 [ml]

Ts= Tiempo de succión = 40 [s]

Tp= Tiempo de proceso = 55 [s] = 0.015 [h]

efs= Eficiencia de succión

Cl= Cantidad en litros x hora

Cc= Cantidad de cocos x hora

$$efs = \left(\frac{LE * 100 \%}{LT} \right) \quad (157)$$

$$efs = \left(\frac{600[ml] * 100 \%}{650[ml]} \right) \quad (158)$$

$$efs = 92,30 \% \quad (159)$$

$$(160)$$

Los resultados nos dan una eficiencia de succión de 92.30 % y un desperdicio de 7.70 %

$$Cl = \left(\frac{LE * 1[h]}{Tp[h]} \right) \quad (161)$$

$$Cl = \left(\frac{600[ml] * 1[h]}{0,015[h]} \right) \quad (162)$$

$$Cl = 40000[ml] \quad (163)$$

$$Cl = 40[l/h] \quad (164)$$

Tenemos una cantidad de 40 lt por cada hora que opere, por lo normal nuestra maquina trabaja 8 horas que nos daría 320 lt por día.

$$Cc = \left(\frac{1[c] * 1[h]}{Tp[h]} \right) \quad (165)$$

$$Cc = \left(\frac{1[c] * 1[h]}{0,015[h]} \right) \quad (166)$$

$$Cc = 67[cocos/h] \quad (167)$$

Nos realiza la extracción de 67 cocos por hora y en 8 horas trabajadas 536 cocos por día trabajado.

XI-C. Diseño Eléctrico

XI-C1. Calculo, diseño y selección de componentes eléctricos.: La propuesta de tablero eléctrico que hicimos lleva los siguientes componentes:

PLC INVT

Se escogió un PLC INVT debido a que actualmente las máquinas de las industrias están trabajando con esta marca además de tener un precio muy accesible con respecto a otras marcas, su elección se debe también a que tiene 14 entradas y 10 salidas, es perfecta para nuestro proceso ya que tenemos 11 entradas y 5 salidas y trabaja

tanto a 110v como a 220v que en nuestro caso al trabajar a 220 nos facilita mucho ya que nuestra alimentación es de 220. El PLC tiene un consumo de 1.5 A.

Fuente de Poder

Se escogió la fuente de poder por trabajar tanto a 110 como a 220 v y su facilidad de cambiar ya que contiene una perilla la cual la mueves para trabajar al voltaje que desees, tiene un consumo de 5 A.

Breaker de 10 amperios

El breaker de 10 amperios nos protege el PLC y la fuente de poder, ya que el PLC nos consume 1.5 amperios y la fuente de poder nos consume 5 amperios tenemos:

\sum Corrientes

$$1.5 \text{ A} + 5 \text{ A} = 6.5 \text{ A}$$

Tenemos un consumo de 6.5 A por lo tanto se elige el superior inmediato que sería el breaker de 10 A, ya que al poner un breaker de 6 A se estaría disparando a cada rato.

Bovinas de las electroválvulas

Se escogieron a un voltaje de 220v debido a que si usamos bovinas a 24 v esto genera un ruido eléctrico y al estar utilizando sensores magnéticos ese ruido nos puede generar falsos positivos y esto nos crea problemas en la secuencia lógica. Tiene un consumo de 1.5 A.

Sensor de nivel tipo electrodo

Este sensor tipo electrodo es el final del proceso, la señal viaja desde los electrodos pasa por el relé detector de alto y bajo y cuando lo excita llega al negativo del PLC. Tiene un consumo de 2 A.

Breaker de 20 amperios

El breaker de 20 amperios están conectadas las bovinas que trabajan a 220, la luz piloto que también es a 220 y los sensores tipo electrodo.

\sum Corrientes

$$1.5 \text{ A} + 1.5 \text{ A} + 1.5 \text{ A} + 1.5 \text{ A} + 2 \text{ A} + 2 \text{ A} = 10 \text{ A}$$

Tenemos un consumo de 10 A en este caso no escogemos un breaker de 10 A debido a que las bovinas al pegar crean un pico de voltaje y te puede pasar los 10 A por lo tanto para una mayor seguridad se escogió el superior inmediato que es el breaker de 20 A.

Cable flexible # 18 AWG

Por lo normal cuando se realiza un tablero eléctrico se utiliza cable # 18, ya que este cable te soporta hasta 10 A y los sensores por lo normal trabajan a 0.5A por lo que es ideal para realizar el cableado, también pudimos haber usado cable 20 pero este tipo de cable solo se utiliza para cables apantallados y la elección nuestra de cable concéntrico fue de sin pantalla ya que es salida a bovina y no pasan por señales de sensores.

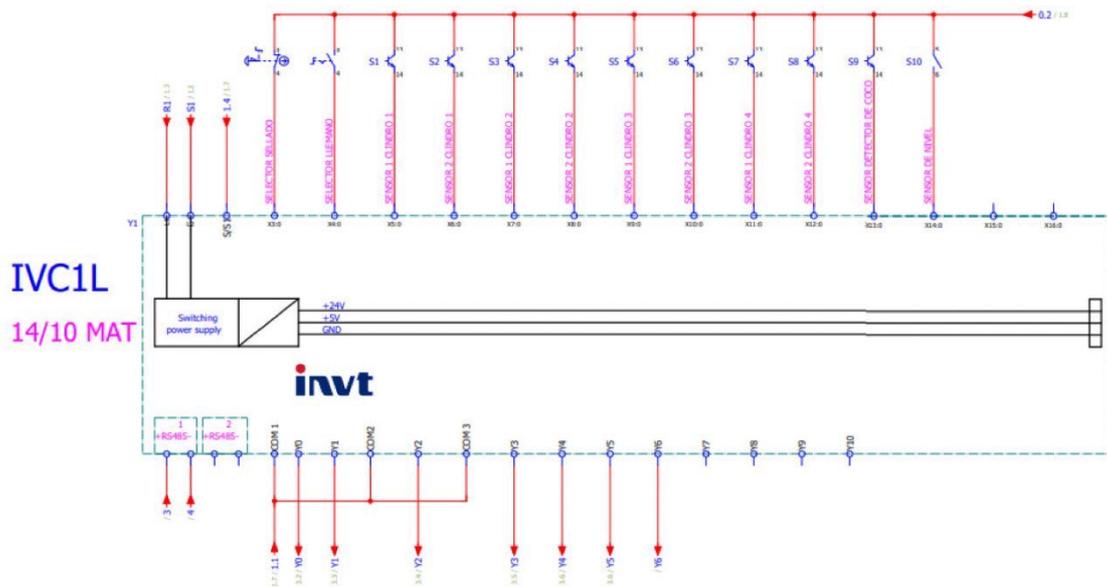
Mini relay de 8 pin

Este tipo de mini relay trabaja a 24 VDC y lo utilizamos para proteger las salidas del PLC y van conectadas a la salida de 24 V de la fuente de poder.

Diseño Eléctrico

Se realizó un diseño eléctrico en el cual tenemos las conexiones del PLC y de la fuente de poder trabajando a 220 v conectadas al breaker de 10 A.

Figura 40. Diagrama Eléctrico



XI-D. Automatización de la máquina

La programación de la automatización de la maquina fue de tipo ladder, se utilizó el programa propio del PLC INVT el cual es Auto Station, a continuación, se explicará la secuencia.

Nuestra programación comienza con la declaración de entradas de nuestro proceso nuestro caso tenemos 11 entradas y las declaramos en orden secuencial empezando desde X0 en adelante con contactos abiertos y el nombre de las entradas con marcas empezando desde M0.

A continuación, declaramos nuestras salidas las cuales son marcas que empiezan desde m50 en los contactos abiertos, sus salidas están declarados desde Y0 en este caos tenemos 5 salidas.

En la siguiente sección se realiza el selector de inicio el cual utilizando un flanco negativo o pulso realizamos el reseteo de las marcas de los 4 cilindros que estamos utilizando.

En las siguientes mediante un contacto cerrado realizamos el reinicio de las marcas de emergencia es decir el paro de emergencia el cual al presionarlo nos para el proceso de golpe y comienza desde el inicio nuevamente.

Para implementar el contador utilizamos flancos positivos los cuales nos interpretan el tiempo de cada cilindro utilizando el CTU, ahí mismo se hace el enclavamiento del paro de emergencia, en estas líneas mismo se realizan el selector para el cambio manual a automático utilizando flancos positivos.

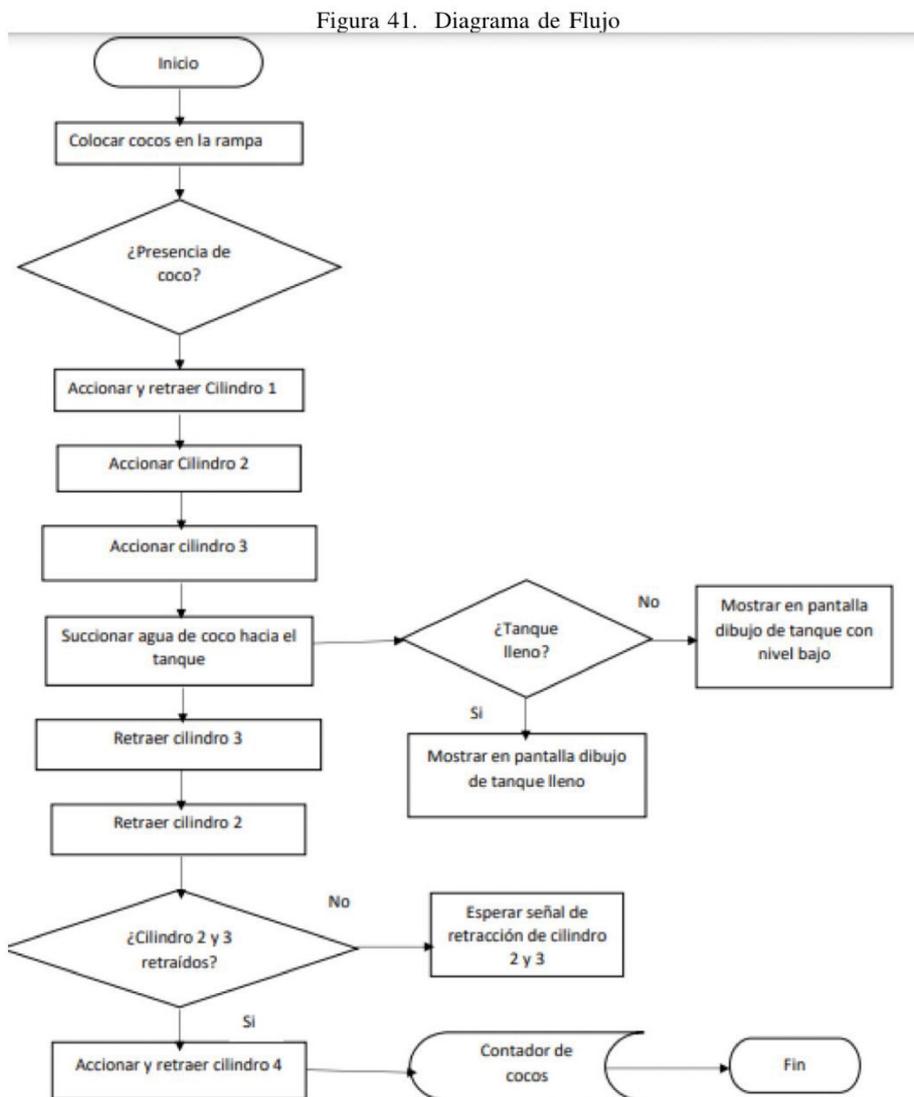
En las siguientes secciones se realiza la programación para cada cilindro los cuales van a estar seteados por tiempos de retardo y detectando los sensores de los demás cilindros para mediante estos pulsos poder realizar la secuencia lógica.

Se realiza la programación con contactos abiertos del menú en manual para poder accionar y retroceder cada cilindro desde la pantalla HMI .

En cada línea se pone el enclavamiento del paro de emergencia para parar el proceso en cualquier momento.

Se carga la programación propuesta al modulo PLC y de ahí realizamos las comunicaciones entre el HMI y el PLC, este tipo de comunicación que utiliza se llama Modbus rtu485.

A continuación, presentamos nuestro diagrama de secuencia:



XI-E. Diseño Eléctrico neumático

La secuencia electro neumática es realizada con el programa Fluidsim como se observa en la “Figura 42”. Realizamos un diagrama electro neumático en el cual trabajan nuestras bovinas de 220, los relés y el movimiento de nuestros cilindros de doble efecto.

La secuencia realizada en el programa es la de D+ A+ A- B+ C+ C- B- D- esta secuencia es la que utilizamos para mover los cilindros según los pulsos de nuestros sensores magnéticos que llevan 2 en cada cilindro.

Estos sensores nos detectan la salida total del vástago y la posición inicial del vástago, de todos los cilindros, estos cilindros están cableados a las electroválvulas de 220 que a su vez están conectadas las 4 electroválvulas a un manifold, que es el conector de las 4 electroválvulas.

El manifold tiene una sola entrada de aire para todas y un tapón para que no pierda presión, cada electroválvula lleva 2 racores de medida de manguera de 10 mm.

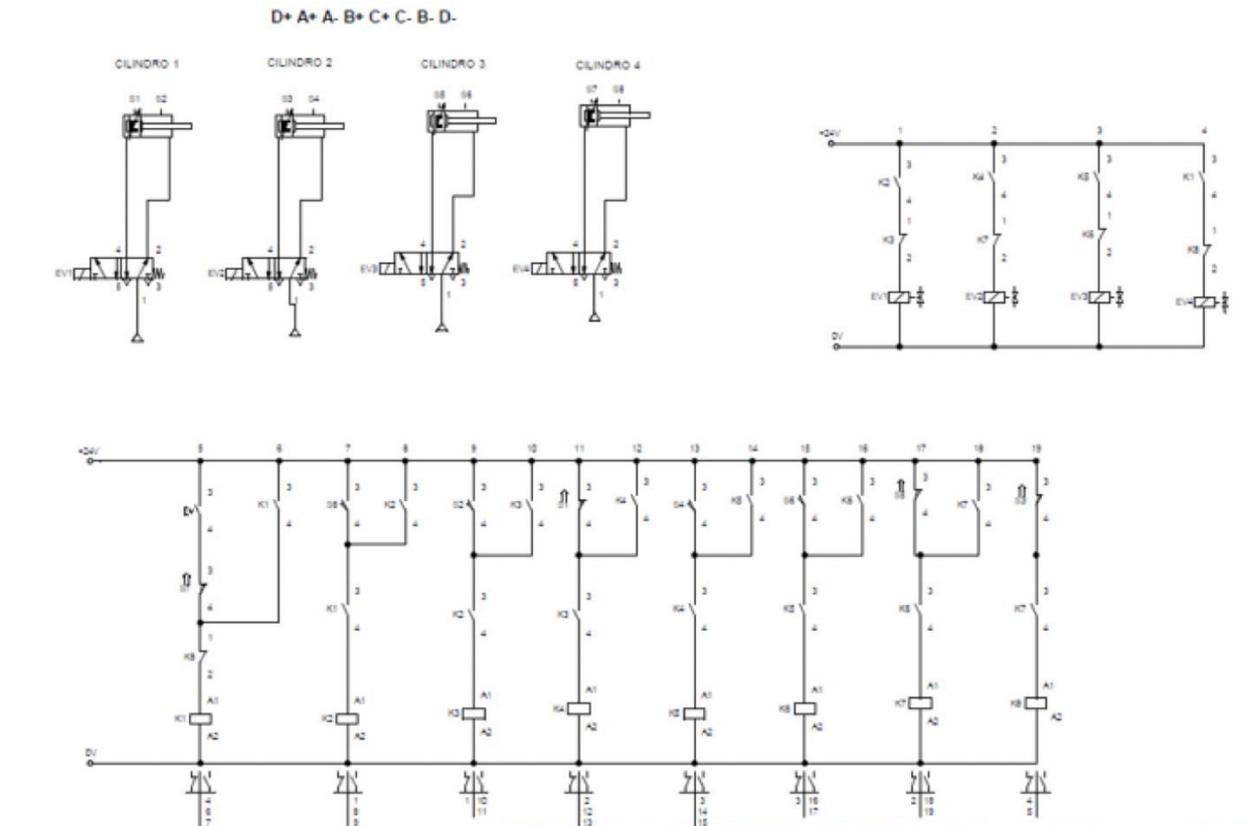
La secuencia comienza con el D+ el cual es el cilindro inferior que estira su vástago para mantener el piso falso sujeto.

Después viene el A+ que es la salida del vástago para empujar el coco a la rampa y por ahí mismo el A- que nos regresa el vástago a la posición inicial.

La secuencia continua cuando el coco llega a la zona de perforación y se activa el cilindro lateral que es el B+, por un retardo de tiempo hasta que se activa el cilindro superior el cual es C+, luego de perforar y extraer regresa a su posición C- al igual que el B-, soltando al coco.

Finalmente se activa el D- que es el cilindro inferior el cual baja el piso falso para que el coco caiga, el proceso empezaría nuevamente con el D+ estirado ya que el piso falso debe estar en su posición.

Figura 42. Diagrama Electro neumático



XII. RESULTADOS

XII-A. Desarrollo

Al desarrollar el proyecto de investigación nos planteamos un objetivo general y 4 específicos los cuales a continuación mostraremos los resultados:

Se logró implementar una maquina automática de extracción de agua de coco utilizando un PLC con control de nivel, orientada a aumentar la velocidad, eficiencia e higiene del proceso..

Se logró desarrollar toda la parte mecánica según el diseño propuesto, la cual consta de 3 estructuras, las cuales dos trabajan juntas y 1 por separado. Una primera estructura donde se encuentra los 3 cilindros del proceso automático, una segunda estructura que es la rampa la cual lleva el cuarto cilindro y por último un soporte móvil con ruedas para facilitar el traslado de nuestro tablero eléctrico.

Se implementó el PLC INVT con éxito y su secuencia conjunta con los cilindros. Adicionalmente se implementó dos formas de activación de los cilindros: está la forma manual activando cada cilindro 1 por 1 y la forma automática que es la secuencia final con todos los componentes electrónico y eléctrico comprados.

La velocidad del proceso depende de la presión con la que trabaja el compresor neumático, en nuestro caso trabajamos con 60 psi los cuales eran suficientes para realizar el proceso.

El proceso se lo realiza de la forma mas higiénica posible al utilizar todos los materiales en acero inoxidable, ya que al ser alimentos es un requisito indispensable. Además el proceso es más seguro, ya que al no utilizar cuchillas, sino mas bien una punta alejada del operario al momento de montar los cocos en la rampa, permite al operario trabajar con mayor seguridad..

El proceso de succión se lo realiza mediante los orificios de la punta del cilindro superior y con el eyector de vacío extrayendo el agua de coco.

El sensor de nivel en el tanque está orientado a detectar dos posiciones del fluido, como lo son nivel alto y nivel bajo. Estos se conectan al relé y un sensor tipo electrodo esta abajo del tanque. Al momento que ambos detectan agua durante un retardo de tiempo de 3 segundos, este se activa detectando el nivel alto o lleno del tanque. El retardo de tiempo es debido a que el agua tiene movimiento y puede salpicar una gota y detectarlo como nivel máximo, es por eso que se le pone el retardo, para que detecte el movimiento del líquido.

XII-B. Capacidad de la Máquina

Nuestra máquina tiene un proceso de 55 segundos dentro de los cuales están, 40 segundos de succión. Esto, debido a que no todos los cocos tienen la misma cantidad de agua de coco. Por ello se puso un tiempo estándar que nos extraiga las diferentes cantidades de agua posibles.

La secuencia de movimiento de los 4 cilindros neumáticos tiene un tiempo de 15 segundos, por ellos esto nos da un tiempo total de 55 segundos.

Las pruebas realizadas fueron exitosas trabajando a 60 psi dándonos los siguientes resultados:

Realizamos 40 litros por hora y un total de 67 cocos en 1 hora.

La efectividad de extracción de agua de coco es del 92 % y un desperdicio de 8 %

XII-C. Identificación de variables

Las variables que intervienen en el proceso es el tiempo, el retardo de tiempo para el cilindro lateral, el retardo de tiempo para el cilindro superior, el tiempo de reseteo para el cilindro inferior, el tiempo con el que se estabiliza el nivel alto del sensor electrodo y el tiempo de succión. Todo este tiempo se mide en segundos.

Estas 5 variables de tiempo están ingresadas dentro del menú de la interfaz HMI, con el nombre de calibración desde donde se puede cambiar y poner los valores que necesitemos o queramos comprobar según el tiempo que tarda.

Al cambiar los valores inmediatamente lo lee el código e implementa los nuevos valores de las variables.

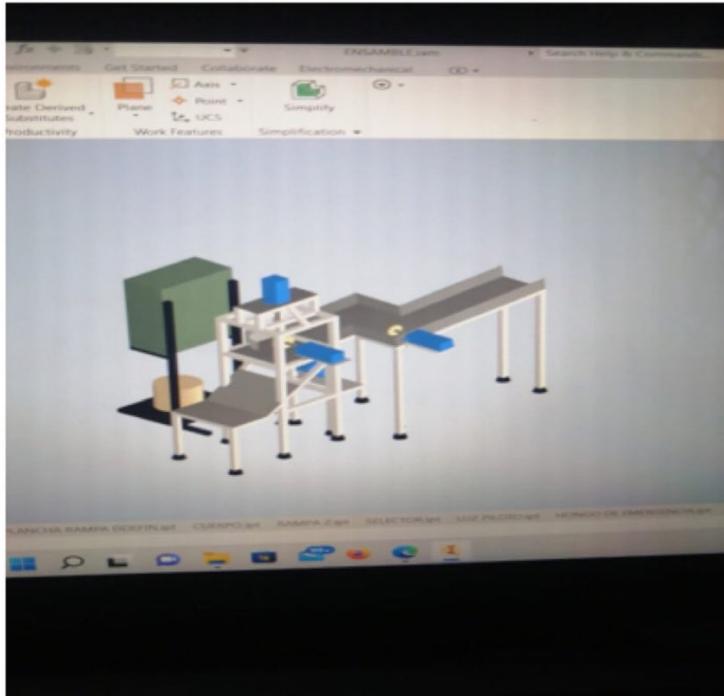
Figura 43. Menú Calibración



XII-D. Diseño de la maquina automática de extracción de agua de coco

El diseño de toda la maquina fue realizado con el software Inventor y mediante este se realizaron cada una de las estructuras y componentes que la maquina deba tener.

Figura 44. Diseño en Inventor



XII-E. Implementar los sistemas mecatrónicos

Se implementó el control mediante la programación en el software Auto Station, esta programación nos controla los cilindros neumáticos mediante la conexión de las electroválvulas, el sistema es alimentado a 220 v y una presión de alrededor de 75 psi para que el proceso no pierda presión. Existen 7 sensores magnéticos, 2 en cada cilindro y 1 sensor fotoeléctrico que nos detecta el coco en un rango de 20 cm. El PLC y el HMI se comunican a través de Modbus rtu485, el tablero se enciende al alzar los dos breakers que tenemos funcionando en el tablero, el final del proceso existe un contador para decirnos cuantos cocos lleva extraídos y es reseteable.

XII-F. Validación de resultados reflejados en el HMI

Se realizó una interfaz con el usuario en la pantalla HMI de 4.3" mediante el software VT Designer, la interfaz empieza con una portada en la cual están nuestros nombres y el nombre de nuestro proyecto, luego aparece el menú, en este menú podemos ir a manual, automático, calibración o regresar a portada.

Al entrar en manual lo que podemos hacer es mover cada cilindro y al mismo tiempo regresarlo a su posición oprimiendo los botones rojo o verde que se encuentran en esta sección.

Al entrar en automático y mover el selector a la posición, se enciende la luz piloto verde y arranca nuestro proceso automático con los valores de las variables que están puestas por defecto, el proceso termina el regresar el selector a la posición 1.

Y por último la sección de calibración en esta sección podemos cambiar los valores de nuestras 5 variables para poder ver reflejado el cambio en los tiempos, que son en segundos, al momento de volver a ubicarlo en automático.

XII-G. Secuencia

La secuencia es realizada correctamente haciendo lo que buscábamos obtener: el sensor óptico detecta si hay o no hay coco. Acto seguido el cilindro de la rampa empuja al coco a la rampa, este cae y es sujetado por el cilindro lateral. Luego de unos segundos cae el cilindro superior y perfora el coco.

Siguiendo el proceso empieza la succión. El eyector de vacío que trabaja hasta 100 psi comienza a extraer con su principio de efecto Venturi, extrayendo el 92 % del agua de coco, y enviándolo al recipiente.

Luego de extraer el agua hasta donde se encuentran situados los orificios de la punta, este regresa y el sujetador lo suelta. Después el cilindro inferior baja su compuerta y el coco sale. Por último, el cilindro vuelve a su posición y el contador suma 1 y empieza de nuevo el mismo proceso con el siguiente coco, por cierto, si el sensor óptico ya no detecta ningún coco el proceso se para automáticamente.

Ya una vez el agua extraída de algunos cocos el recipiente se llena, por lo tanto nuestro sensor de nivel lo detecta y una vez terminado el proceso actual se detiene la máquina hasta vaciar el tanque y poder seguir extrayendo. Nos muestra en nuestra interfaz que ya se está llenando nuestro tanque, procedemos a abrir la llave para el consumo del producto.

XII-H. Diferencias en cuanto a aseo y limpieza

Nuestro recipiente es desarmable para, llegado el momento se pueda limpiar y lavar al igual que nuestro eyector de vacío. La principal diferencia del método tradicional con respecto a nuestra maquina es:

- Todas nuestras piezas que toca el agua son de acero inoxidable.
- Mediante el cernidero podemos sacar el exceso de cascara o fruto al momento de la extracción.

XII-I. Ventajas con respecto al proceso manual

- Mayor seguridad al momento de perforar el coco ya que no se utiliza cuchillas.
- Interfaz fácil y sencilla para poder manipularlo sin ningún problema.
- Mayor velocidad a gran escala, realiza más coco por minuto que una persona.

XIII. CRONOGRAMA Y ACTIVIDADES POR DESARROLLAR

El cronograma de actividades lo utilizamos para poder cumplir a cabalidad un proceso el cual comenzó antes de la implementación, como se muestra en el “Cuadro X”.

Cuadro X
CUADRO DE ACTIVIDADES DE PLANIFICACIÓN.

SEDE: GUAYAQUIL		ESTUDIANTE - AUTOR (1) JORDY JOEL RAMON FERNANDEZ																																	
CAMPUS: CENTENARIO		ESTUDIANTE - AUTOR (2) BRYAN ARLEX CABRERA ARICHABALA																																	
CARRERA: MECATRONICA		DESARROLLO DE UNA MÁQUINA AUTOMÁTICA DE EXTRACCIÓN DE AGUA DE COCO																																	
PERIODO: 2021-2022		ING. JOSÉ ZAMBRANO, M.Sc.																																	
TEMA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN																																	
Nº	Actividades	Fecha inicio	Fecha final	Horas	Estado	Meses/Semanas																													
						NOVIEMBRE 2021	DICIEMBRE 2021	ENERO 2022	FEBRERO 2022	MARZO 2022	ABRIL 2022	MAYO 2022	JUNIO 2022	JULIO 2022	AGOSTO 2022	SEPTIEMBRE 2022																			
1	Selección del tema	7/2/2022	7/2/2022	16	Completado	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
2	Revisión del tema	7/2/2022	7/2/2022	16	Completado																														
3	Confirmación del tema	7/2/2022	7/2/2022	16	Completado																														
4	Inicio anteproyecto	5/11/2021	9/11/2021	16	Completado																														
5	Planificación de investigación	9/11/2021	15/11/2021	16	Completado																														
6	Origen, causa, efecto y problemática	15/11/2021	22/11/2021	16	Completado																														
7	Objetivos - Investigación	22/11/2021	5/12/2021	32	Completado																														
8	Estado del Arte	8/12/2021	15/12/2021	16	Completado																														
9	Base de datos - Artículos	15/12/2021	24/12/2021	32	Completado																														
10	Planteamiento del problema	4/1/2022	10/1/2022	32	Completado																														
11	Marco teórico referencial	10/1/2022	16/1/2022	20	Completado																														
12	Búsqueda y elaboración del marco teórico	16/1/2022	22/1/2022	36	Completado																														
13	Marco teórico	23/1/2022	30/1/2022	16	Completado																														
14	Justificación del Proyecto	2/2/2022	6/2/2022	16	Completado																														
15	Hipótesis	7/2/2022	12/2/2022	36	Completado																														
16	Propuesta de solución	15/2/2022	24/2/2022	16	Completado																														
17	Referencias	1/3/2022	10/3/2022	16	Completado																														
18	Análisis de presupuesto	15/3/2022	2/4/2022	16	Completado																														
19	Compra de materiales	8/4/2022	15/4/2022	16	Completado																														
20	Cronograma de actividades	22/4/2022	1/5/2022	16	Completado																														
21	Presupuesto	8/5/2022	22/5/2022	16	Completado																														
22	Primera revisión consolidado	3/6/2022	10/6/2022	16	Completado																														
23	Segunda corrección consolidado	16/6/2022	2/7/2022	16	Completado																														
24	Primera revisión consolidado	10/7/2022	17/7/2022	16	Completado																														
25	Segunda corrección consolidado	25/7/2022	14/8/2022	32	Completado																														
26	Ensamble y Aplicación de los equipos	14/8/2022	20/8/2022	32	Completado																														
27	Pruebas de la máquina	20/8/2022	30/8/2022	16	Completado																														
28	Análisis de resultados	1/9/2022	9/9/2022	16	En Proceso																														
29	Discusión y conclusiones y anexos				En Proceso																														
30	Presentación del proyecto				En Proceso																														

XIV. PRESUPUESTO

La tabla de presupuesto es la parte donde se realiza un listado de los componentes comprados o adquiridos, como se muestra en el “Cuadro XI”.

Cuadro XI
CUADRO DE PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO.

Ítem	Cantidad	Descripción	Características	Procedencia	Precio Unitario	Precio total
1	2	Cilindro Neumático	Marca: Mindman cilindro 2E 2A diam 32 x 150mm carr a	Ecuador	\$40,54	\$81,08
2	1	Cilindro Neumático	Marca: Mindman cilindro 2E 2A diam 32 x 100mm carr a 175psi	Estados unidos	\$36,59	\$36,59
3	1	Cilindro Neumático	Marca: Mindman cilindro 2E 2A diam 50 x 150mm carr a 175psi	Ecuador	\$56,76	\$56,76
4	4	Electroválvulas	Marca: Mindman electroválvula 5/2 1/4 monoestable 24VDC SERIE	Ecuador	\$35,86	\$143,46
5	1	Manifold	Pneumax base manifold para 6 estaciones serie 888	Ecuador	\$45,15	\$45,15
6	1	Pantalla HMI	Pantalla HMI 4.3" INVT (VK043-N0EXR)	Ecuador	\$225,25	\$225,25
7	1	PLC	PLC Modulo 14 input/10 output relé 220v IVC1-1410MAR	Ecuador	\$192	\$192
8	1	Fuente de Poder	Fuente de poder REG 85-264 VAC 24 VDC 120W 5A	Ecuador	\$41,97	\$41,97
9	8	Sensor Magnético	sensor magnético pnp 3 hilos	Ecuador	\$20	\$160
10	15	Gabinete Metálico	Gabinete Metálico 600X400X200 mm	Ecuador	\$56,16	\$56,16
11	1	Accesorios electrónicos en general	Cautín, Pasta de soldar, estaño, desarmadores, espagueti térmico, cinta aislante	Ecuador		\$100
12	1	Sensor optico	Sensor fotoelectrico con distancia de sensado de 20cm	Ecuador		\$80
13	2	Sensor de nivel	Sensor tipo electrodo para nivel de líquidos	Ecuador	\$11	\$22
14	1	Estructuras Mecánicas	Estructuras soldadas con tubo cuadrado	Ecuador	\$300	\$300
15	1	Transporte en general	----- ---			\$40
16	1	Impresión de documentación	----- ---			\$100
Total						\$1.600,69

XV. CONCLUSIONES

Logramos desarrollar una máquina automática de extracción de agua de coco utilizando un PLC con control de nivel, orientada a aumentar la velocidad, eficiencia e higiene del proceso.

Logramos identificar con éxito las variables que actúan en nuestro proceso, la cual es el tiempo mediante el cual se retarda los cilindros y el tiempo de succión para lograr un proceso exitoso.

Se puede concluir que el diseño de la máquina se desarrolló de manera eficiente con el programa Inventor, mediante el cual se diseñó todas las estructuras y la máquina en conjunto.

La programación realizada en Auto Station mediante lenguaje ladder estuvo secuencialmente bien desarrollada ya que en el proceso no existió ningún fallo en el cilindro al momento de activar la secuencia automática.

Concluimos que se validó los resultados mediante su interfaz HMI la cual fue correctamente utilizada mediante el menú desarrollado.

Podemos concluir que por medio de la automatización se pudo aumentar los tiempos de unidades por minuto en la producción de la máquina a 40 litros y 67 cocos por hora, también se mejoró la calidad al reducirse las impurezas del proceso, y se logró una eficiencia de extracción del agua de coco del 92 %.

Podemos concluir que la implementación del mecanismo de caída del coco por una rampa mediante un cilindro rotador funcionó correctamente a pesar de las diferentes formas y tamaños que tiene el coco debido al accesorio que se fabricó con material nylon.

El sensor de nivel nos detectó el nivel alto y bajo como se esperaba y, mediante un retardo de tiempo nos enviaba al HMI la interfaz de que se había llenado al tope mediante el sensor tipo electrodo.

Podemos concluir que el efecto Venturi es aplicable siempre y cuando existe una reducción de diámetros considerables para que pueda disminuir la presión y aumentar la velocidad.

Podemos concluir que por medio de la automatización se pudo aumentar los tiempos de unidades por minuto en la producción de la máquina a 40 litros y 67 cocos por hora, también se mejoró la calidad al reducirse las impurezas del proceso, y se logró una eficiencia de extracción del agua de coco del 92 %.

XVI. RECOMENDACIONES

Al momento de conectar algún componente electrónico como una luz piloto verificar el voltaje ya que si no se verifica se puede quemar el componente, dependiendo de a que voltaje trabaje tu componente.

Al momento de fabricar una punta de acero inoxidable para succionar se recomienda que la punta tenga varios orificios y no solo 1 ya que este se tapa y no absorbe más.

Se recomienda utilizar cilindros de diámetros iguales ya que al cambiar el diámetro, este aumenta su fuerza y puede ser un prejuicio y vencer tu estructura.

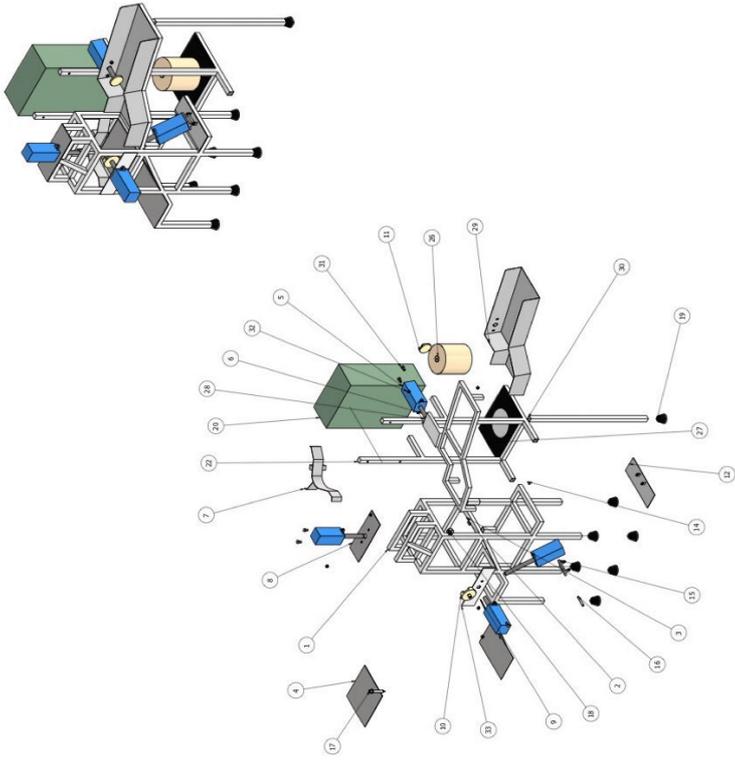
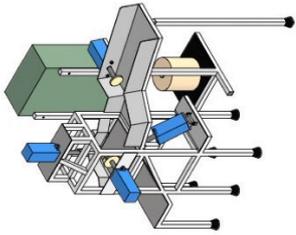
Se recomienda usar bobinas para electroválvulas de 110 o 220 ya que al trabajar a 24 v este genera un ruido eléctrico que puede interferir con tu sensor magnético y variarte el proceso.

Se recomienda aumentar un sensor de posición dentro del proceso de extracción para evitar algún accionamiento de la punta cuando no detecte un coco.

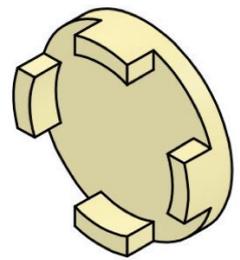
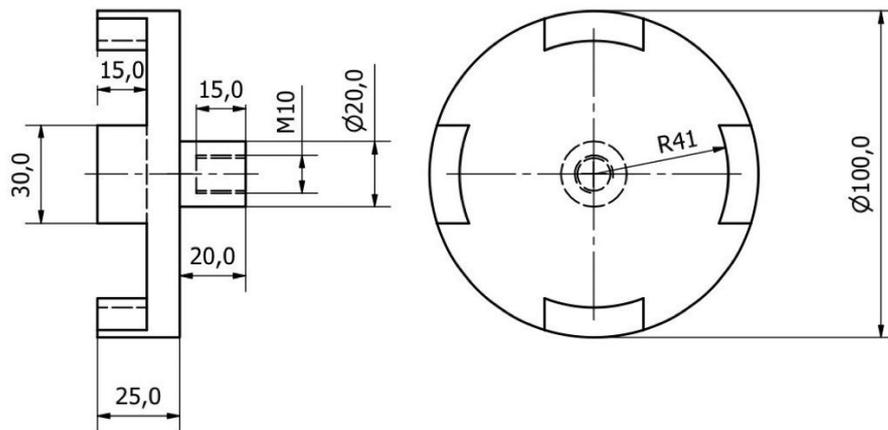
XVII. APÉNDICE

XVII-A. Planos de partes y elementos de la máquina

33	1	SOPORTE CL.2	1
32	6	TUBERÍA P12	6
31	6	PERNO P12X20	6
30	1	BASE DE BARRA	1
29	1	PLACON BARRA ULTIMA	1
28	1	BARRA ULTIMA	1
27	1	SOPORTE BARRA	1
26	1	TANQUE UL	1
25	1	SELECTOR	1
24	1	LUZ FLEJO	1
23	1	MONDO DE ENERGÍA	1
22	1	SOPORTE TABLERO ELECTRICO	1
21	1	HIE	1
20	1	TABLERO ELECTRICO	1
19	7	TORNILLO PARA PISO	7
18	1	CHUZ 4 VAS	1
17	1	PANTA REGULADORA	1
16	1	PN CL.1	1
15	1	ACCESORIO CL.1	1
14	1	PN ACCESORIO CL.4	1
13	1	ACCESORIO CILINDRO 4 DRINGAS	1
12	1	SOPORTE CILINDRO 4	1
11	1	ACCESORIO CILINDRO BARRA	1
10	1	ACCESORIO CILINDRO REGULADOR	1
9	1	BARRA 2	1
8	1	PATA SUPERIOR	1
7	1	SOPORTE PARA COO	1
6	4	BRINCO	4
5	4	CUBIPO	4
4	1	COMPLETA	1
3	1	BARRA 2	1
2	1	BARRA 1	1
1	1	ESTRUCTURA	1

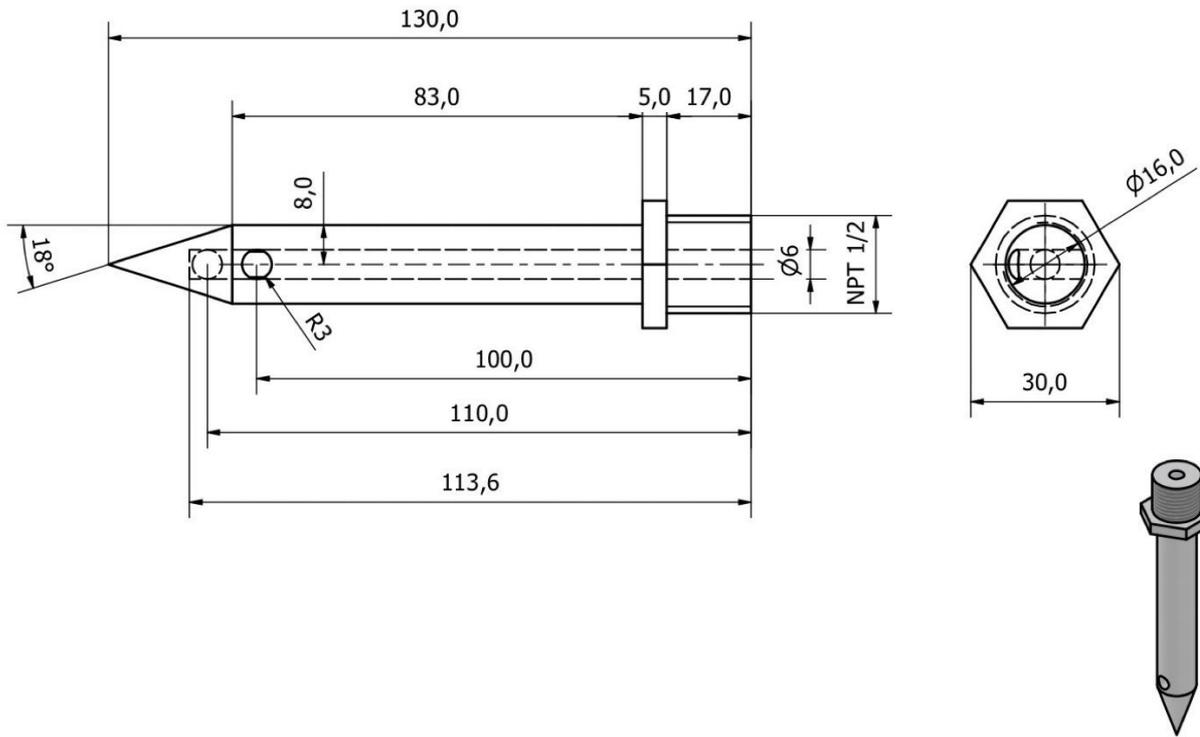



ITEM	QTY	PART NUMBER
Revisión: _____ Fecha: _____ Ing. Responsables: _____		

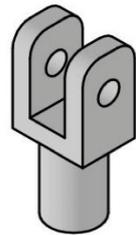
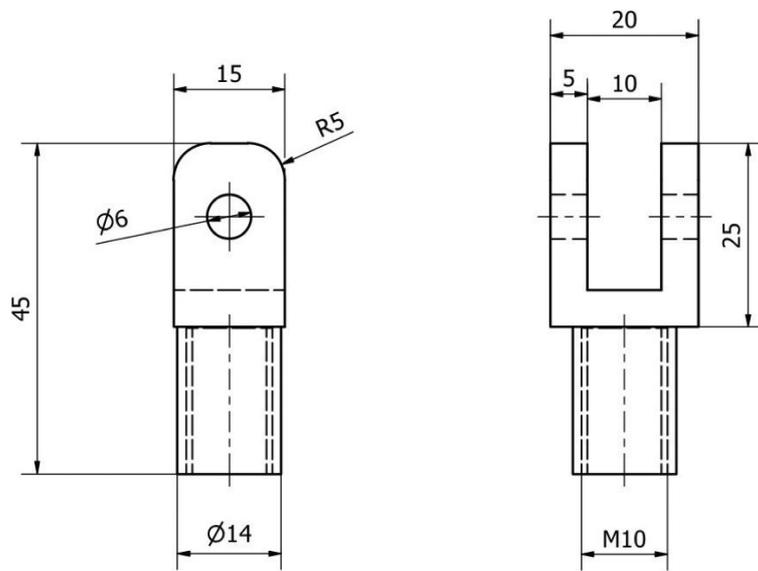


Construido con nailon

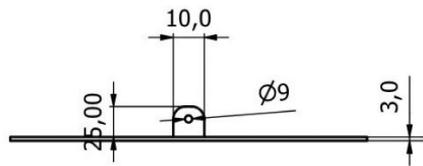
Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ACCESORIO CILINDRO 2	Edition	Sheet 1 / 1



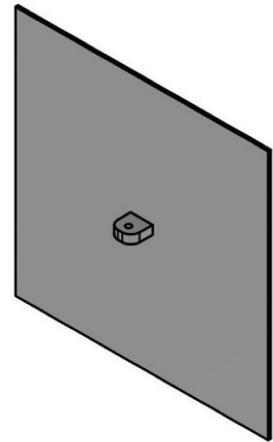
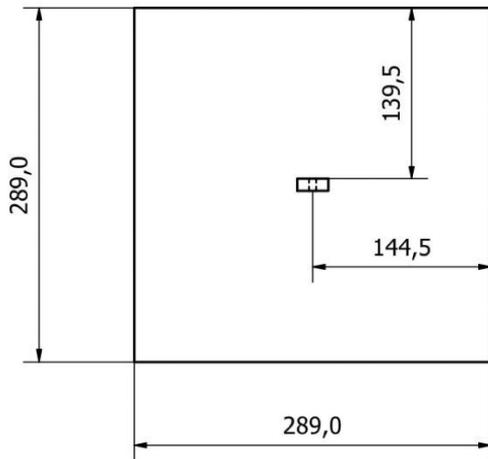
Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ACCESORIO CILINDRO 3	Edition	Sheet 1 / 1



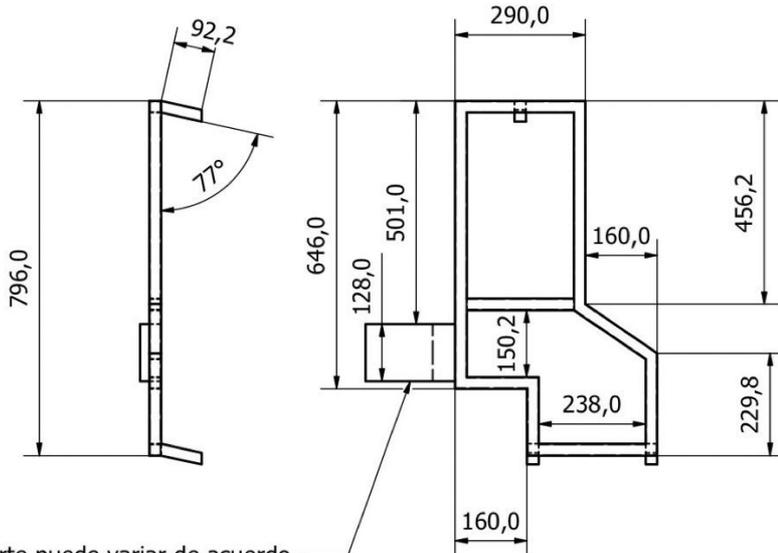
Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ACCESORIO CILINDRO 4	Edition	Sheet 1 / 1



Construida con plancha galvanizada de 3 mm

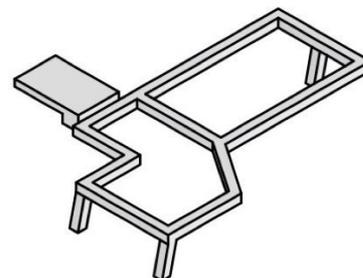


Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		COMPUERTA	Edition	Sheet 1 / 1

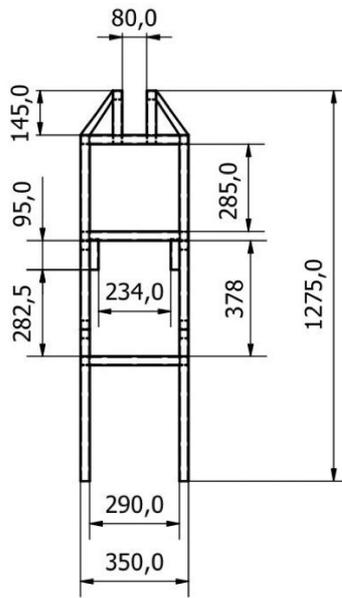
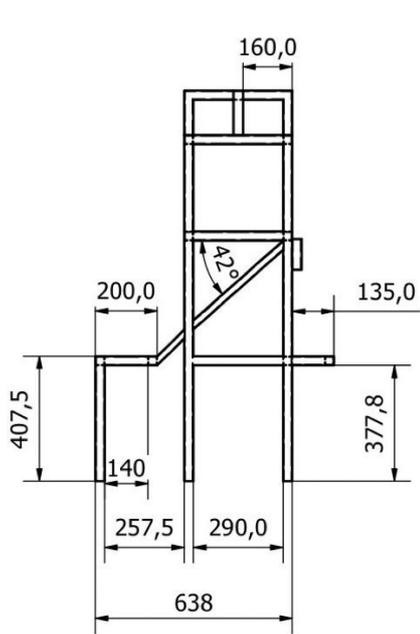


Soporte puede variar de acuerdo a las especificaciones del cilindro

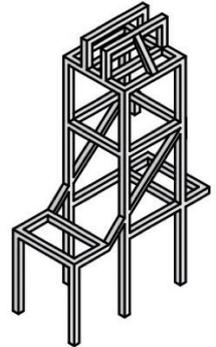
La estructura esta construida con tubos cuadrados de 1x1 pulgada y espesor 2mm



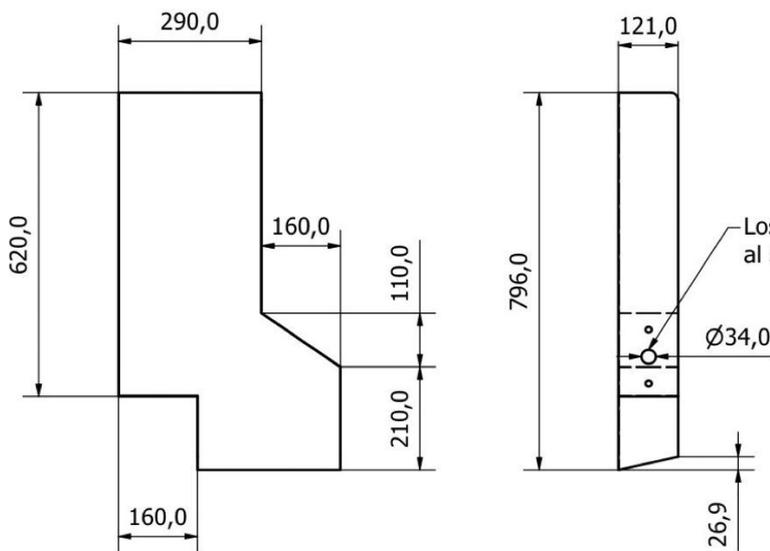
Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ESTRUCTURA DE RAMPA	Edition	Sheet 1 / 1



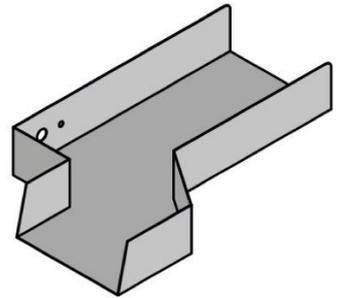
La estructura esta
construida con tubos
cuadrados de 30x30 mm y
espesor 2mm



Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ESTRUCTURA	Edition	Sheet 1 / 1



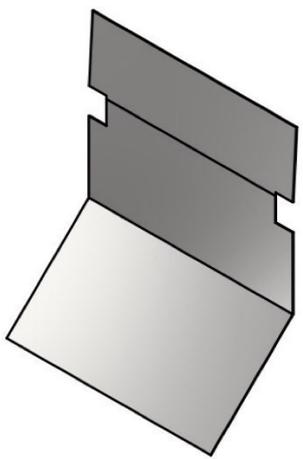
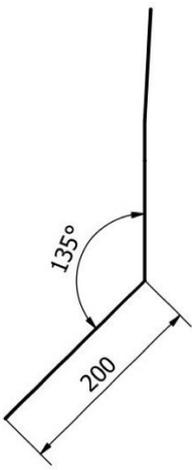
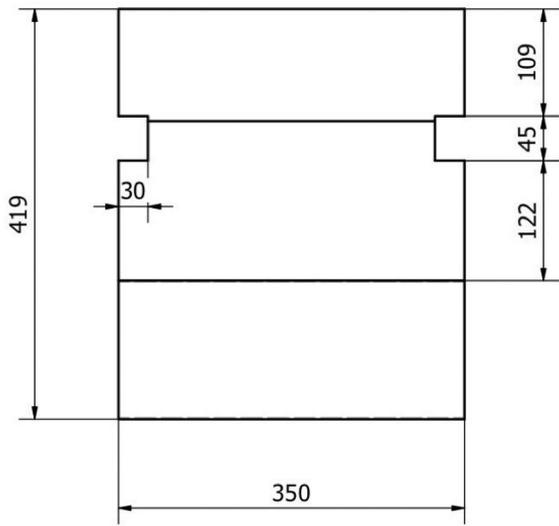
Los agujeros pueden variar de acuerdo al soporte del cilindro que se utilice



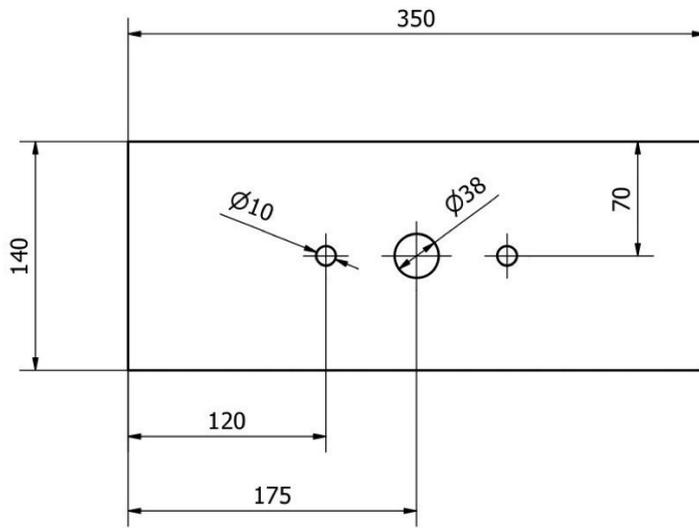
La rampa esta construida con una plancha de acero galvanizado de 1/20 pulgadas

Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		PLANCHA DE RAMPA	Edition	Sheet 1 / 1

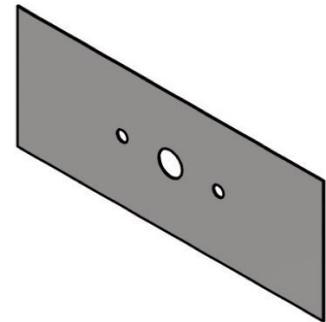
Contruida con platina galvanizada de 1/20 de pulgada



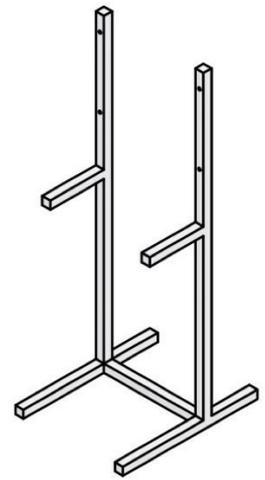
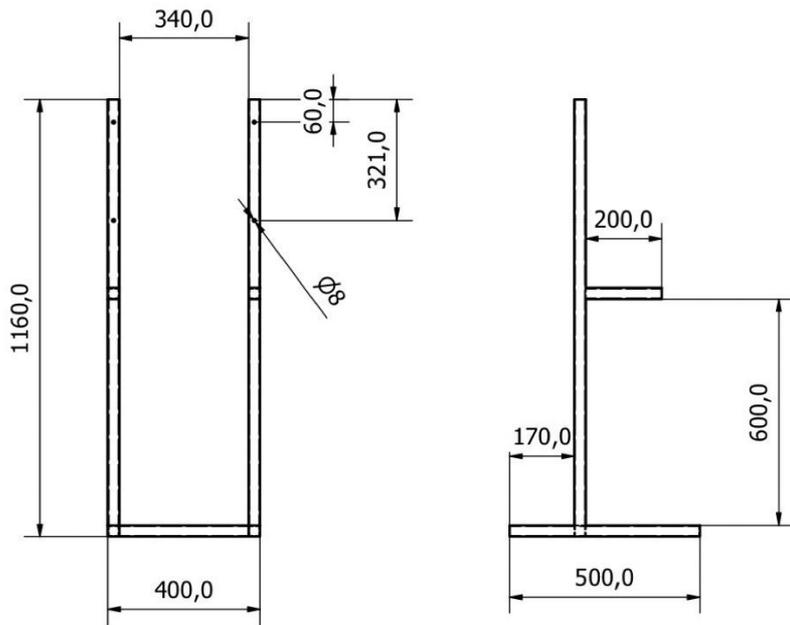
Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		PLATINA PARA CAIDA DE COCO	Edition	Sheet 1 / 1



Construida con platina galvanizada de 2 mm de espesor

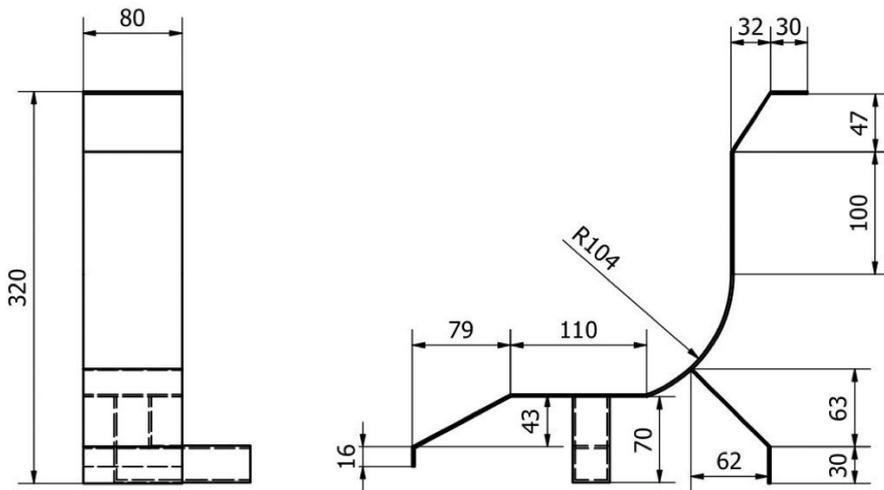


Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		PLATINA PARA CILINDRO 3	Edition	Sheet 1 / 1



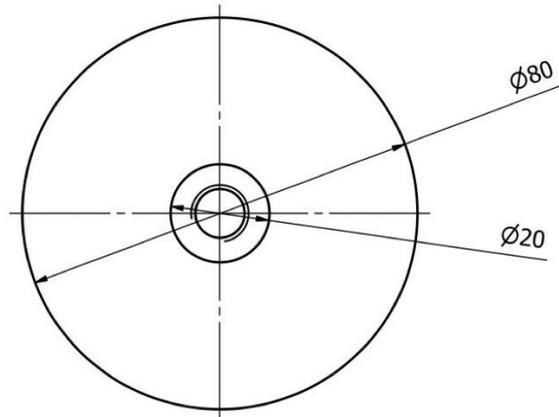
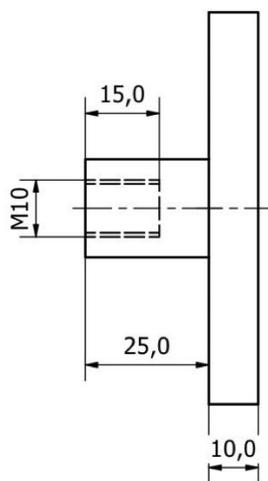
Construida con tubo cuadrado de 30x30mm y espesor 2 mm

Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		SOPORTE DE TABLERO	Edition	Sheet 1 / 1



Construida con platina galvanizada de 2mm de espesor

Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		SOPORTE PARA COCO	Edition	Sheet 1 / 1



Construida con nailon.

Designed by Bryan Cabrera y Jordy Ramon	Checked by Ing. Alexander Zambrano	Approved by	Date	Date 9/2/2022
		Maquina Extractora de agua de coco		
		ACCESORIO CILINDRO 1	Edition	Sheet 1 / 1

XVII-B. Fotografías de ensamble de la estructura





















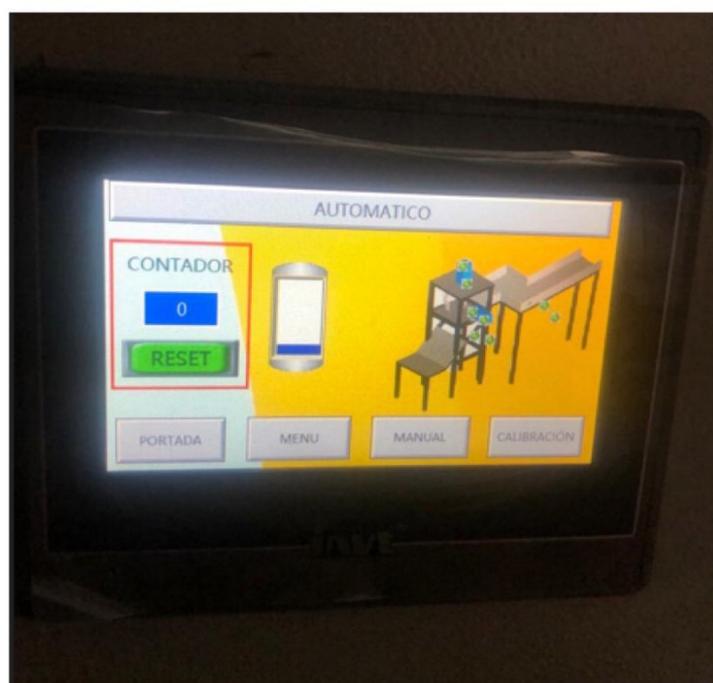


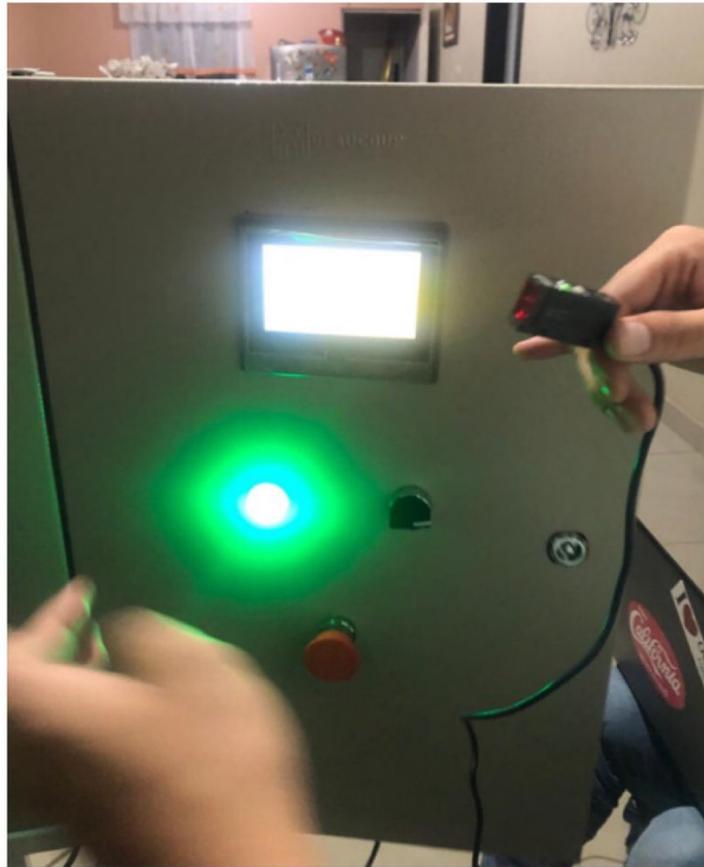
XVII-C. Conexiones Tablero Eléctrico





XVII-D. Interfaz HMI



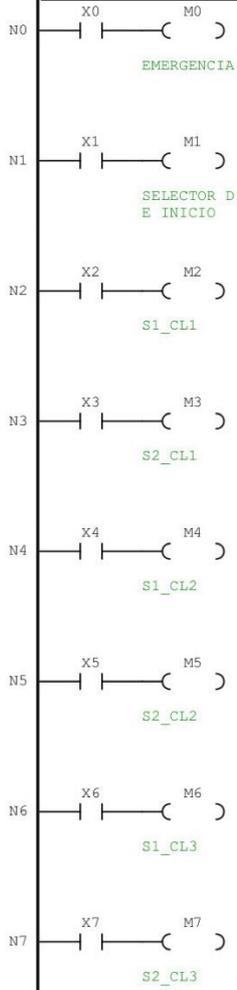


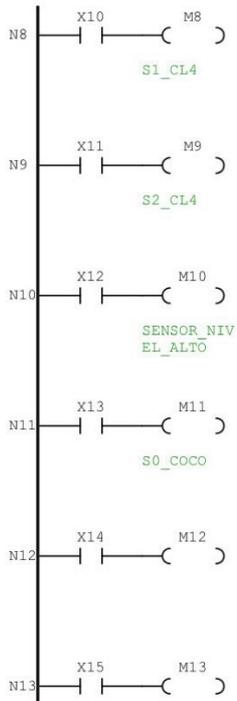
XVII-E. Programación del PLC

Project name: l.tsp
 Program name: MAIN
 Author:

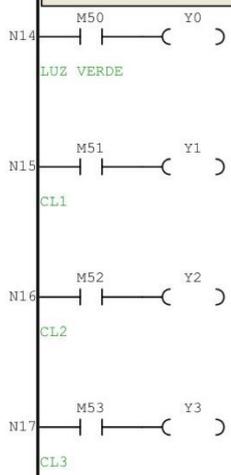
Variable addr.	Variable Name	Variable Type	Data Type	Comments
		TEMP	BOOL	

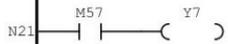
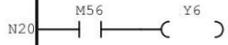
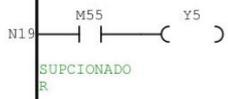
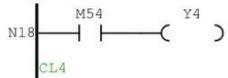
/*// ENTRADAS */



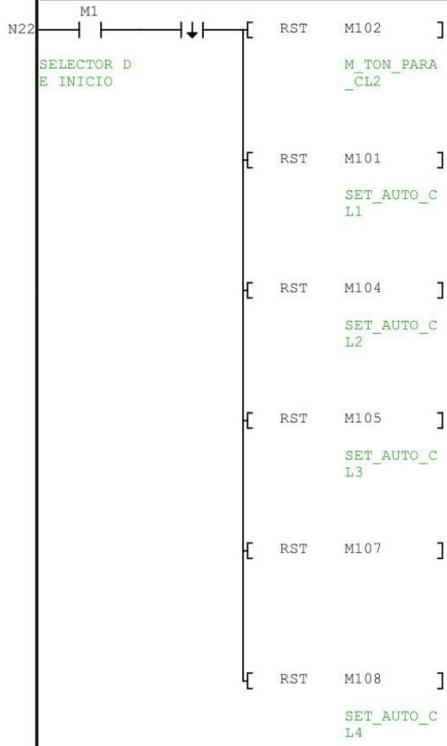


/**/ SALIDAS */

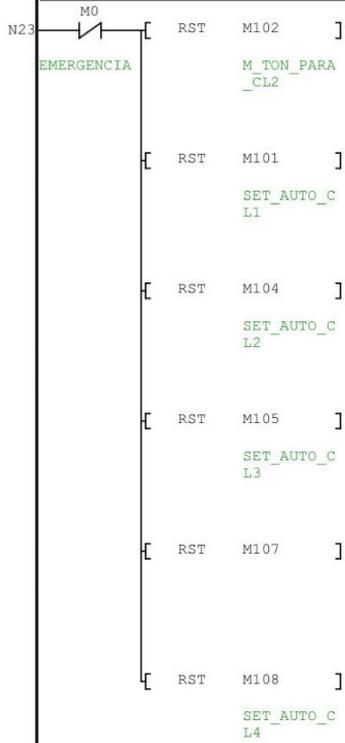




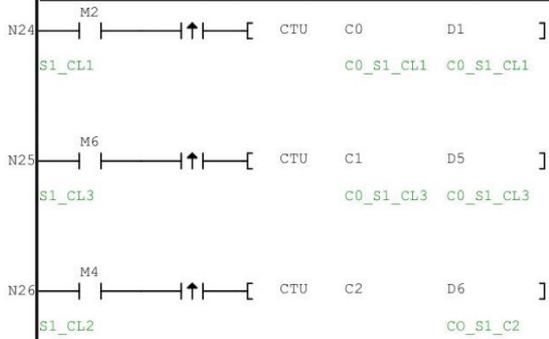
/*// RST DE MARCAS*/

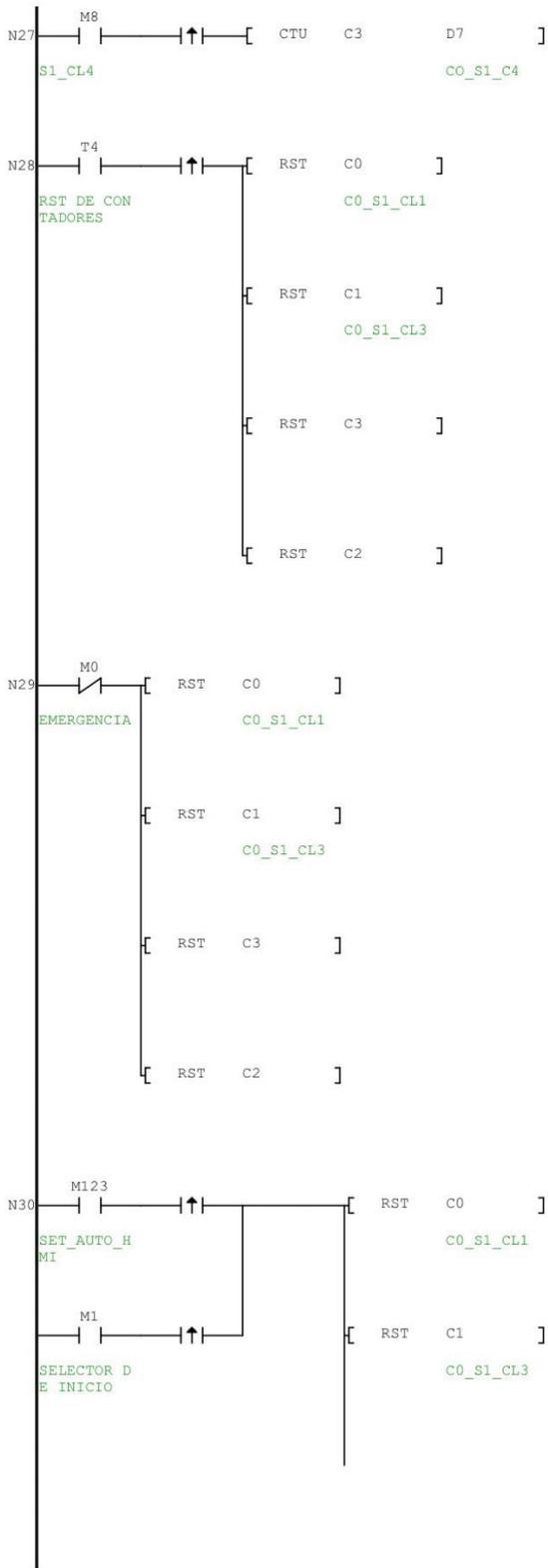


```
/**/ REINICIO DE MARCA CON EMERGENCIA */
```



```
/**/ CONTADOR */
```





[RST C3]

[RST C2]

N31 SM0 M300)

/**/ INICIO */

N32 M0 M1 M100)
EMERGENCIA SELECTOR D INICIO PRO
E INICIO SESO

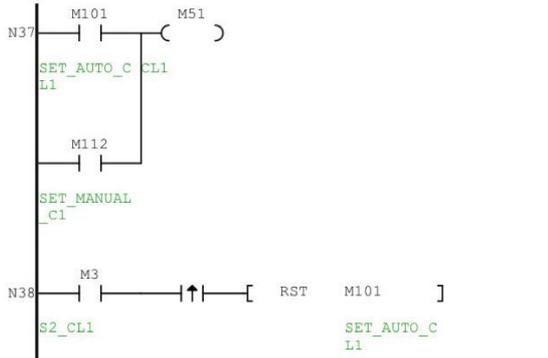
N33 M100 M50)
INICIO PRO LUZ VERDE
SESO

/**/ CILINDRO 1 */

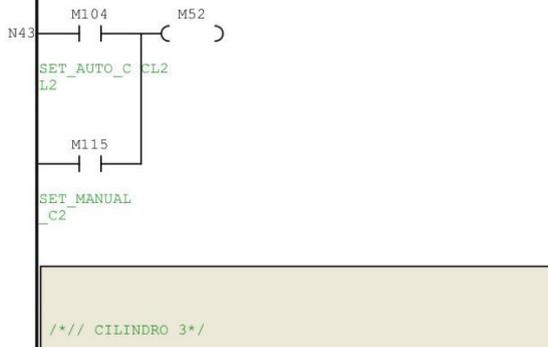
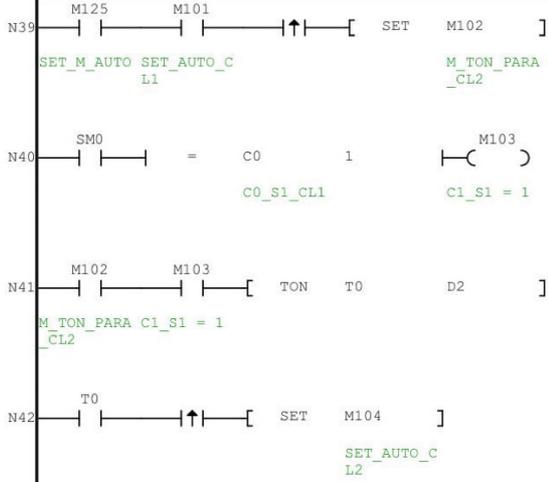
N34 M100 M102 T5 M125 M2 M11 M4 M6 M9) [SET M101]
INICIO PRO M TON_PARA T_ESTABILI SET_M_AUTO S1_CL1 S0_COCO S1_CL2 S1_CL3 S2_CL4
SESO _CL2 ZADOR NIVE ZADOR NIVE ZADOR NIVE SET_AUTO_C
L_ALTO L_ALTO L1

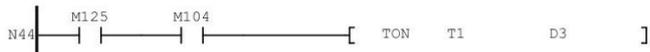
N35 M10 [TON T5 D9]
SENSOR_NIV T_ESTABILI D_ESTABILI
EL_ALTO ZADOR NIVE ZADOR NIVE
L_ALTO L_ALTO

N36 T5 M301)
T_ESTABILI
ZADOR NIVE
L_ALTO

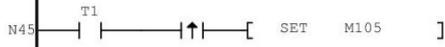


/*// CILINTRO 2*/

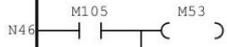




SET_M_AUTO SET_AUTO_C
L2



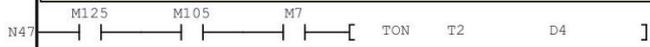
SET_AUTO_C
L3



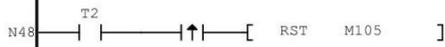
SET_AUTO_C CL3
L3

M118
SET_MANUAL
C3

/***/ RST C3*/

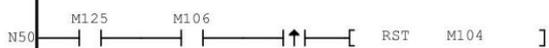
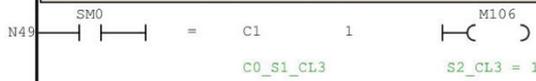


SET_M_AUTO SET_AUTO_C S2_CL3
L3



SET_AUTO_C
L3

/***/RST C2*/



SET_M_AUTO S2_CL3 = 1 SET_AUTO_C
L2

/***/ C4*/

N51 | SM0 | | = C2 1 | (M107)

N52 | M125 | M107 | | [SET M108]
 SET_M_AUTO SET_AUTO_C L4

N53 | M108 | M54 |)
 SET_AUTO_C CL4 L4
 M121 |)
 SET MANUAL_C4

N54 | M108 | M55 |)
 SET_AUTO_C SUPCIONADO L4 R

/*// RST C4 */

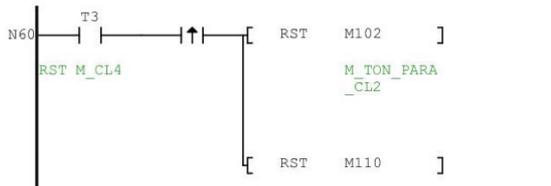
N55 | SM0 | | = C3 1 | (M109)

N56 | M125 | M109 | | [SET M110]
 SET_M_AUTO

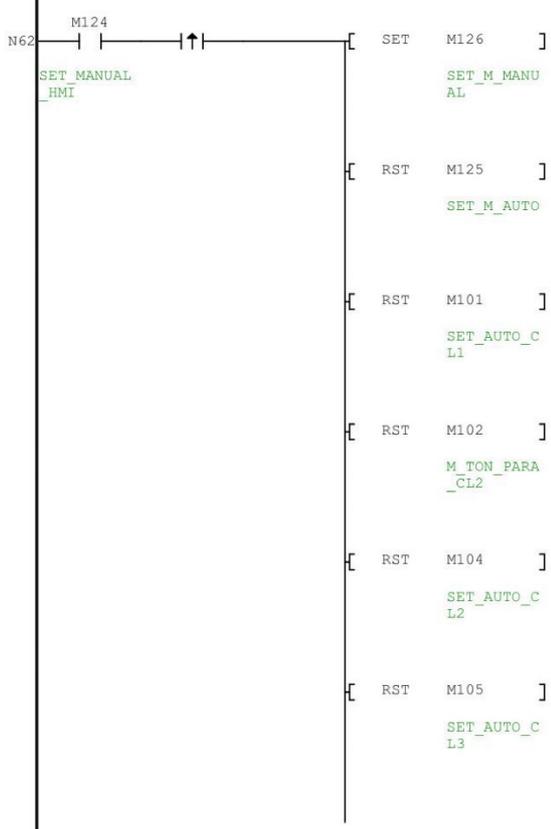
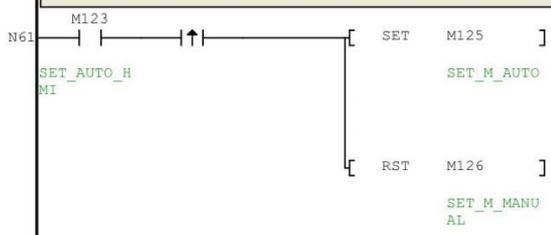
N57 | M125 | M109 | | [TON T4 3]
 SET_M_AUTO RST DE CONTADORES

N58 | M110 | | [TON T3 D8]
 RST M_CL4

N59 | T3 | | [RST M108]
 RST M_CL4 SET_AUTO_C L4



/**/ MANUAL*/

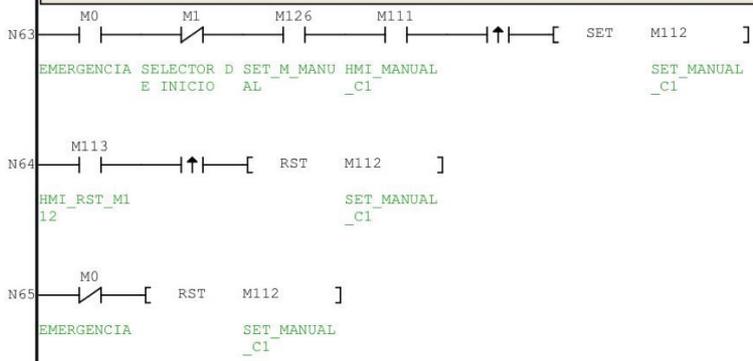


```

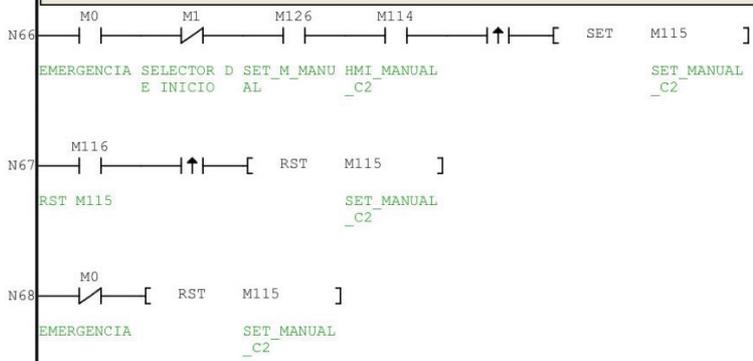
[ RST M108 ]
  SET_AUTO_C
  L4
[ RST M110 ]

```

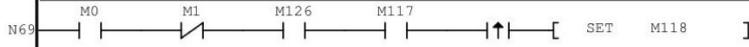
/*//CILINDRO 1*/



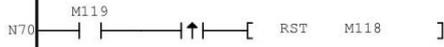
/*// CLILINDRO 2*/



/*// CLINDRO 3*/



EMERGENCIA SELECTOR D SET_M_MANU HMI MANUAL SET MANUAL
E INICIO AL _C3 _C3

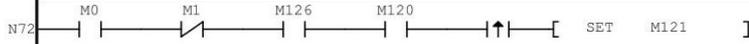


RST M118 SET MANUAL
_C3

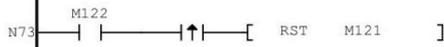


EMERGENCIA SET MANUAL
_C3

/*// CILINDRO 4 */



EMERGENCIA SELECTOR D SET_M_MANU HMI MANUAL SET MANUAL
E INICIO AL _C4 _C4



RST M121 SET MANUAL
_C4



EMERGENCIA SET MANUAL
_C4

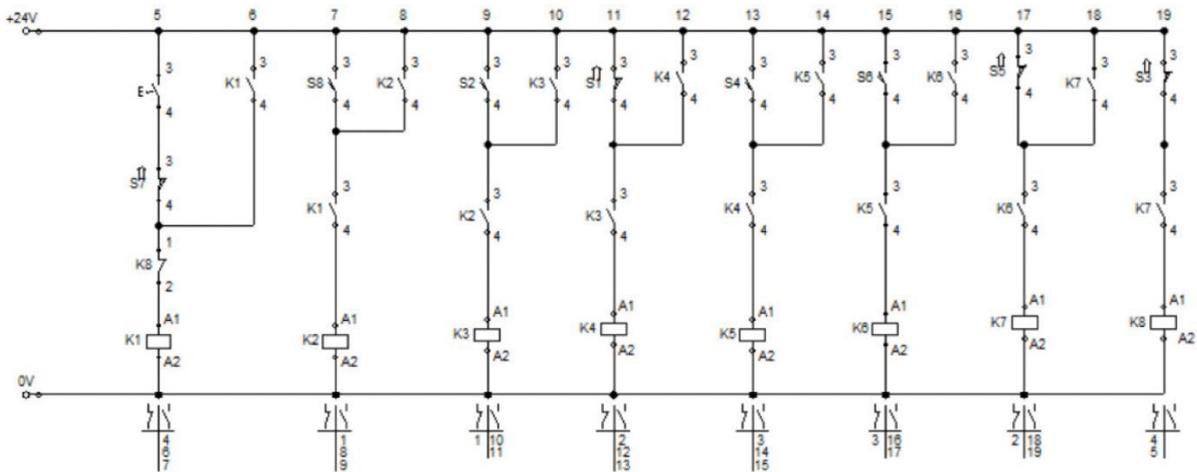
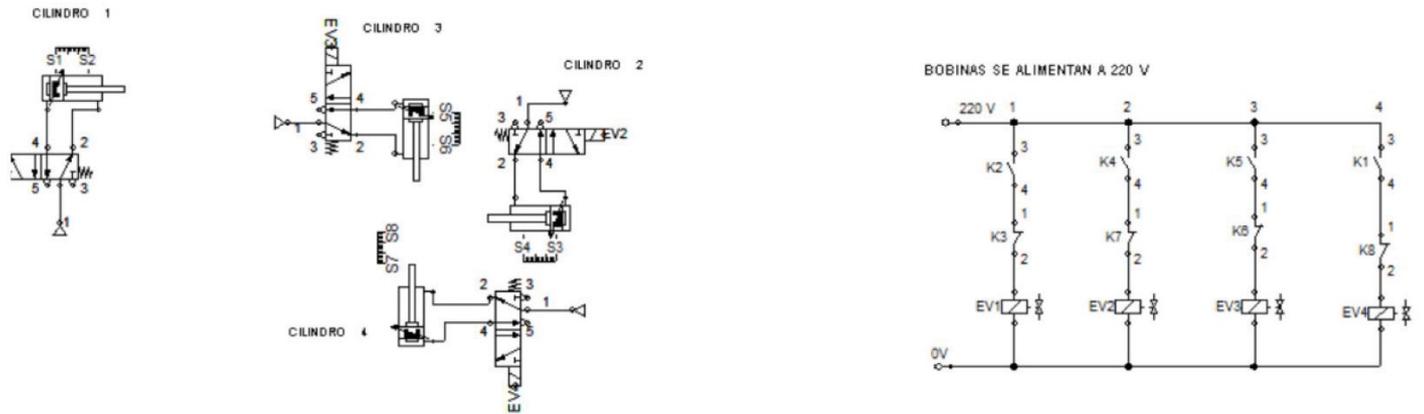
/*CONTADOR */



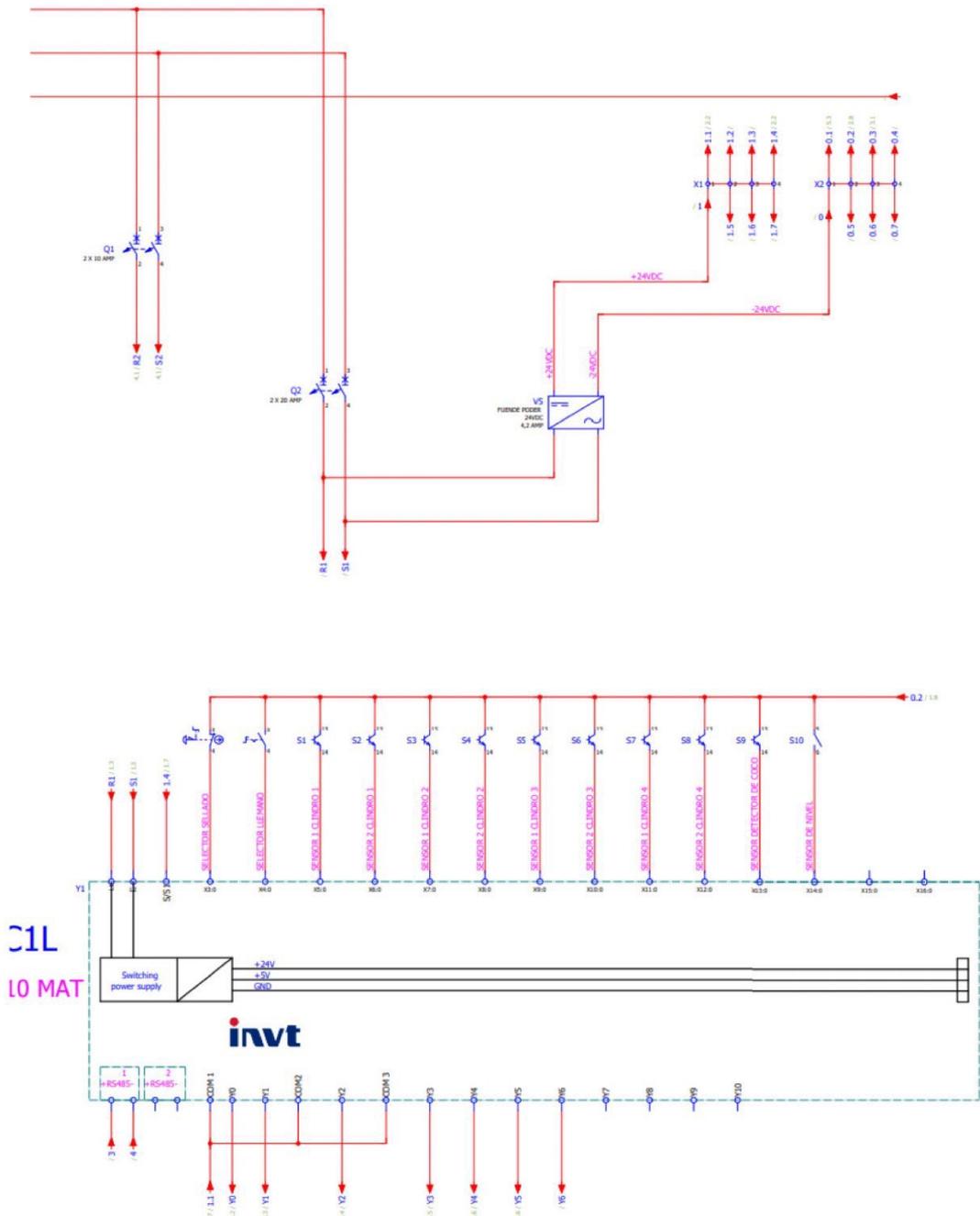
SET_AUTO_C
L4

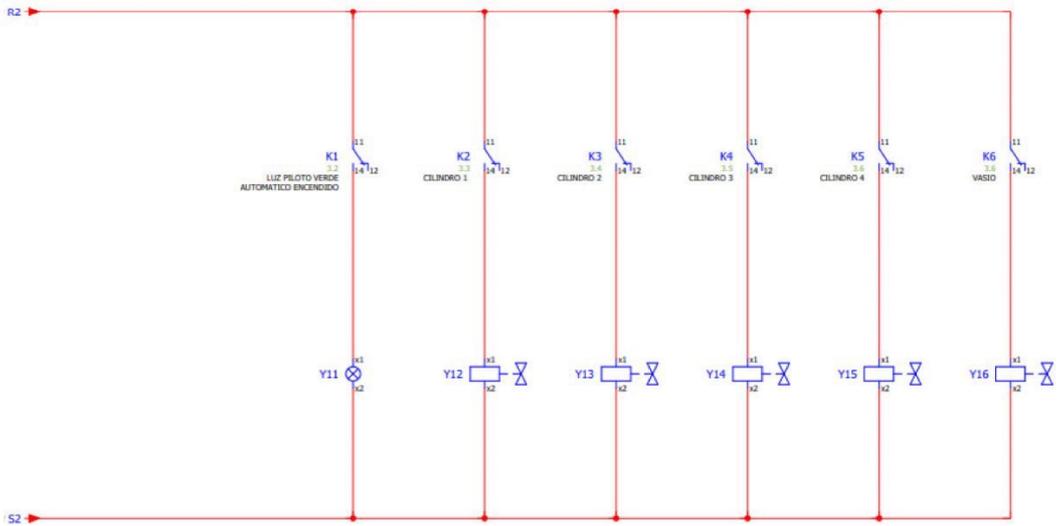
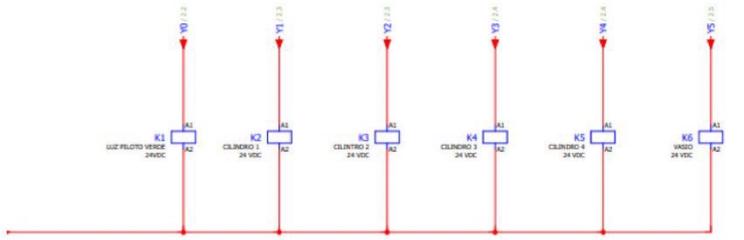


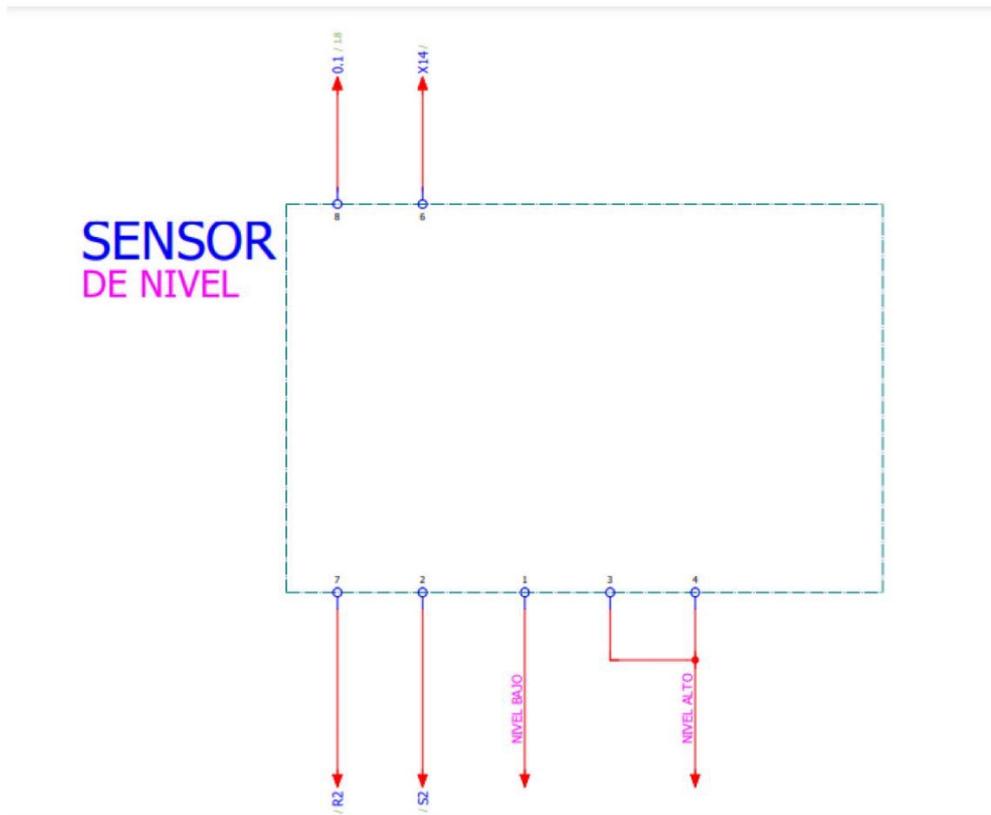
D+ A+ A- B+ C+ C- B- D-



XVII-G. Diseño Eléctrico







XVII-H. Datasheet de valvula eyectora de vacío

General

Item number, alternative	E12842288
Material	PA, SS, CUZN, NBR
Weight	21.8 g

Performance

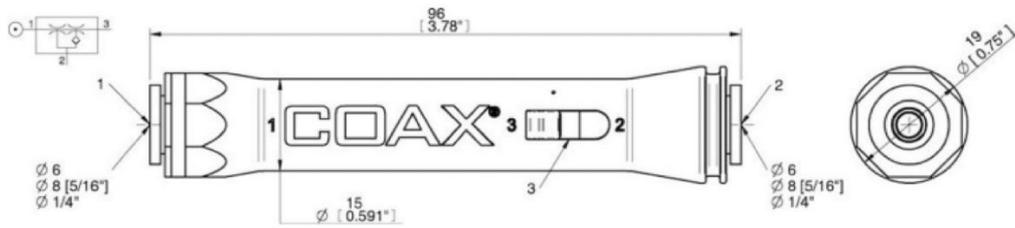
Air consumption	28.6 l/m (1 scfm) NI/s
Feed pressure, max.	0.7 MPa

Dimensions DWG

Diameter	19 mm
Diameter	8 mm
Length	96 mm

Feed pressure	Air consumption	Vacuum flow (NI/s) at different vacuum levels (-kPa)											Max vacuum
MPa	NI/s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	-kPa	
piINLINE Xi10-2 0,5 - 0,5	0.46	0.62	0.5	0.37	0.27	0.19	0.15	0.11	0.07	0.045	0.011	94	

Feed pressure	Air consumption	Evacuation time (s/l) to reach different vacuum levels (-kPa)										Max vacuum
MPa	NI/s	10	20	30	40	50	60	70	80	90	-kPa	
piINLINE Xi10-2 0,5 - 0,5	0.46	0.18	0.41	0.72	1	1.6	2.3	3.5	5.3	8.9	94	



REFERENCIAS

- [1] B. A., *Work measurement-the basic principles revisited*. <http://dx.doi.org/10.1108/00438029510096553>, 1995.
- [2] Agro, «El cultivo del coco,» 2015.
- [3] J. Arnau, *Metodologia de la investigacion y psicologia*. 1995.
- [4] I. Autycom, *Pantallas HMI*. Mexico, 2018.
- [5] R. E. Bolaños, *Muestra y muestreo*. Tizayuca, 2012.
- [6] T. G. César Camisón Sonia Cruz, *GESTIÓN DE LA CALIDAD: CONCEPTOS, ENFOQUES, MODELOS Y SISTEMAS*. 2006.
- [7] D. M. R. DIAZ, «Composicion fisica quimica del agua de dos variedades de coco,» 2003.
- [8] K. G., *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Organización internacional del Trabajo, 1996.
- [9] P. S. Gil, *Poblacion de estudio y muestra*. Asturias, 2011.
- [10] J. Godó, *La Vanguardia*. España, 2019.
- [11] R. F. y B. P. Hernandez, «Metodologia de la Investigacion,» 2010.
- [12] S. Inducom, *Tableros eléctricos*. Ecuador, 2020.
- [13] G. Industrias, *Sensor Magnético*. Mexico, 2021.
- [14] R. Lideres, «Esmeraldas concentra la palma de coco,»
- [15] I. M. Linazo, «Guía técnica de cultivo de coco,» 2012.
- [16] M. M. y S. M., «Estudio de Factibilidad de una planta extractora de aceite de coco,» 2012.
- [17] M. E. R. Macías, «Metodologia de la investigacion,» 2016.
- [18] T. O. y C. Manterola, «Técnicas de muestreo sobre una poblacion a estudio,» 2017.
- [19] R. Medina, *Instrumentación Industrial*. Penguin Random House, 2007.
- [20] M. Moreno, *Cilindros Neumaticos*. Argentina, 2022.
- [21] T. Sanin, *Beneficios del agua de coco para tu salud*. Portugal, 2007.
- [22] J. T., *Mixing Qualitative and Quantitative Methods*. 1979.
- [23] K. Tamayo, «Tecnica e instrumento de recoleccion de datos,» 2006.
- [24] Wong, «PLC,» 2021.
- [25] B. Zabeh, «Diseños experimentales e investigación científica,» 2007.