

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA

SEMINARIO DE GRADUACION PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Programación y Aplicación de Autómatas Programables

Propuesta de un sistema automatizado para la dosificación, sellado y empaque de sobres de agua purificada con monitoreo controlado mediante un PLC conectado a la red.

PRESENTADA POR

Jiménez Vargas Michael Stephen

López Méndez Kevin Antonio

Tutor: MSc. Miciades Delgadillo

Asesor Tecnológica: MSc. Octavio Salgado Montoya

MANAGUA-NICARAGUA

2021

DEDICATORIA:

“Dedico con todo el corazón mi seminario de graduación a Dios el creador, porque gracias a él culmino esta meta tan importante en mi vida, a mi madre una mujer llena de fuerza y amor porque gracias a ella soy una persona de valores, lleno de fuerza y bondad, por su gran apoyo a mis amigos que forman parte fundamental de mi entorno a los maestros que formaron parte de esta maravillosa etapa en mi vida, siempre les agradeceré.”

Michael Stephen Jiménez Vargas

“Dedico este trabajo principalmente a Dios, quien nos brinda la vida para poder llegar a este momento tan importante para la carrera de todo profesional, a mi papa, Juan Antonio López que siempre me motivo a seguir estudiando hasta culminarlo, a mi mama, Jazmín Mendez que por esfuerzo y disposición tuvo las atenciones para llegar hasta aquí, ellos son mi mayor motivación para culminar mis estudios y darme su apoyo incondicional, a mis profesores y maestros, quienes han compartido del conocimiento durante nuestro desarrollo y a mis compañeros de clase, por ser un buen equipo para ayudarme a llegar hasta esta meta.”

Kevin Antonio López Méndez

AGRADECIMIENTO:

Le agradezco a Dios por haberme acompañado a lo largo de este trayecto y darme fortaleza para seguir adelante, por brindarme una vida llena de lecciones y de mucho provecho en aprendizaje.

Le doy gracias a mis padres por darme de su motivación y fuerza, por inculcarme tan excelentes valores que en el transcurso de mi vida y ser ese constante ejemplo de superación.

Le doy gracias a mis profesores por su tiempo, su apoyo y confianza al llevar su vocación de maestro con esmero y por los conocimientos que me transmitieron.

Le doy gracias a mis compañeros de clase, por todas las veces que me explicaron y los trabajos que realizamos en equipo para dar lo mejor, por la confianza que depositaron en mí.

RESUMEN:

El siguiente seminario de investigación, muestra la propuesta de diseño de una maquina empaquetadora de bolsitas de agua purificada, directamente realizado desde un punto automatizado. La realización de esta permite la operación automática, ya que se emplean diferentes maneras de automatizar sus procesos, permitiendo de esta manera un modelo funcional y eficiente para los productores de agua empaquetada.

El desarrollo de esta investigación se realiza primeramente con las definiciones de los términos relacionados a los tipos de máquinas empaquetadoras en la industria, así como también los diferentes análisis y características que poseen sus partes. Posteriormente se identifican los procesos a automatizar para una mejora en el tipo de maquina elegida.

Para la determinación de cada objetivo se empleó la metodología de investigación de tipo descriptiva, ya que dentro de la investigación se plantea como parte de los objetivos el diagnostico de los procesos de empackado de agua, y partiendo del análisis se realizó una automatización de los procesos, como la dosificación, sellado y empackado de sobres de agua purifica, mejorando este proceso para los microempresarios que elaboran la producción de forma artesanal.

Finalmente se realizó la propuesta de diseño con su HMI para representar su sistema de control (basado en programación de PLC). Teniendo en cuenta los procesos a automatizar, las variables que influyen en dichos procesos y la función específica de ellas, se implementa un sistema de simulación para representar los resultados de cada una de las etapas, mejorando de esta manera la visualización y operación que se puede obtener si se implementa más allá de una propuesta de diseño mediante simulaciones.

INDICE GENERAL:

DEDICATORIA:	1
AGRADECIMIENTO:	2
RESUMEN:	3
INDICE GENERAL:	4
INTRODUCCION:	1
ANTECEDENTES:	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	3
JUSTIFICACION:	4
OBJETIVO GENERAL:	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	5
FUNDAMENTACION TEORICA:	6
1.1 MAQUINAS EMPAQUE:	6
1.2 TIPO DE MAQUINAS EN LA INDUSTRIA:	8
1.2.1 <i>Empacadoras volumétricas:</i>	8
1.2.2 <i>Empacadoras con sistema másico</i>	9
1.2.3 <i>Empacadoras multicabezal</i>	9
1.2.4 <i>Máquinas empacadoras al vacío</i>	9
1.3 MECANISMOS QUE CONFORMADOS EN MÁQUINAS DE EMPAQUE:	9
1.4 PARTES FUNDAMENTALES DE MAQUINAS DE EMPAQUE:	11
1.4.1 <i>Posicionamiento y centrado de material:</i>	11
1.4.2 <i>Impresión de Reseña:</i>	12
1.4.3 <i>Dosificación:</i>	12
1.4.3.1 Comparativa de aplicación en dosificador:	15
1.4.4 <i>Sellado:</i>	16
1.4.5 <i>Sellado vertical y horizontal:</i>	16
1.4.5.1 Variables de proceso que forman parte del proceso:	17
1.4.5.1.1 Calor:	17
1.4.5.1.2 Tiempo:	18
1.4.5.1.3 Presión:	18
1.4.5.1.4 Unión de termoplásticos en sellado:	18
1.4.5.1.5 Corte:	20
1.5 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL:	21
1.5.1 <i>Elementos que forman parte de la automatización industrial:</i>	21
1.5.1.1 Sensores:	21
1.5.1.1.1 Caracterización:	21
1.5.1.2 Actuadores:	23
1.5.1.2.1 Neumáticos/Hidráulicos:	23
1.5.1.2.2 Hidráulicos:	23
1.5.1.2.3 Eléctricos:	23
1.5.1.3 Controladores (PLC):	24
1.5.1.4 Scada e Interfaces de Control (HMI):	24

1.5.1.5	Protocolo de comunicación industrial:	25
1.5.1.5.1	Ejemplificación de algunos protocolos:	25
1.5.1.6	Softwares de modelado de prototipos de automatización industrial:	26
1.5.1.7	Softwares de programación de controladores:	27
2	DISEÑO METODOLÓGICO:	28
2.1	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN:	28
2.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN:	28
2.3	FUENTES DE LA INFORMACIÓN:	29
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN:	30
2.5	MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN:	30
2.6	PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS:	31
2.7	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:	33
3	ANÁLISIS Y RESULTADOS:	34
3.1	GEOLocalIZACIÓN DE MICRO PRODUCTORA:	34
3.2	DETERMINACIÓN DE DIAGNÓSTICO EN BASE AL ANÁLISIS ACTUAL:	35
3.2.1	<i>Evaluación del modelo manual para automatización:</i>	35
3.2.2	<i>Diagnóstico del sistema:</i>	36
3.2.3	<i>Distribución de elementos en planta:</i>	36
3.2.4	<i>Análisis de configuración actual del sistema de alimentación:</i>	37
3.2.5	<i>Análisis de producción y rentabilidad del sistema actual:</i>	38
3.2.6	<i>Estimación de la inversión de equipamiento de fabrica:</i>	39
3.2.7	<i>Determinación de fallas del actual proceso:</i>	41
3.3	ANÁLISIS DE ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN DE AUTOMATIZACIÓN EN FUNCIONAMIENTO:	42
3.3.1	<i>Partes y funcionamiento:</i>	42
3.3.2	<i>Creación de un modelo para la automatización:</i>	43
3.3.3	<i>Estructura del nuevo modelo:</i>	44
3.3.3.1	Redistribución de equipo:	44
3.3.3.2	Determinación de flujo de operación:	45
3.3.3.3	Determinación de lógica programada:	46
3.3.3.4	Diseño diagramas de sistema:	48
3.3.3.5	Diseños de diagramas de potencia:	48
3.3.3.5.1	Función de Motor de banda y rodos de arrastre:	49
3.3.3.5.2	Función de resistencia eléctrica:	51
3.3.3.5.3	Función de electroválvulas y cilindros neumáticos:	51
3.3.3.6	Calculo teóricos:	52
3.3.3.6.1	Dimensionamiento de mordazas:	53
3.3.3.6.2	Cálculo de trasferencia de calor:	53
3.3.3.6.3	Determinación de presión de sellado:	58
3.4	DISEÑO DEL SELLADO HORIZONTAL SERÍA DE LA SIGUIENTE MANERA:	59
3.4.1	<i>Respaldo de abastecimiento energético:</i>	62
3.4.2	<i>Determinación real del sistema:</i>	62
3.4.3	<i>Dimensiones reales del sistema:</i>	63
3.4.4	<i>Cálculos de consumo:</i>	63
3.4.5	<i>Configuración del Nuevo sistema para el abastecimiento energético:</i>	65
3.4.6	<i>Dimensiones del principal tanque de dosificación:</i>	66
3.4.7	<i>Dimensiones:</i>	66

3.4.8	<i>Cálculos de Volumen hacia la dosificación:</i>	66
3.4.9	<i>Dimensiones del dosificador:</i>	67
3.4.10	<i>Dimensiones de la bolsita de agua:</i>	68
3.4.11	<i>Banda Transportadora y Motor:</i>	68
3.4.12	<i>Velocidad de avance de la cinta:</i>	68
3.4.13	<i>Cálculos Reales:</i>	70
3.4.14	<i>Modelación y simulación:</i>	76
3.4.14.1	Descripción de Red:	76
3.4.14.2	Conexión de PLC y HMI:	78
3.4.14.3	Diseños de Interfaz HMI:	79
3.4.14.4	Programación base:	81
3.4.14.4.1	Descripción de programa:	81
3.4.14.4.2	Control ON/OFF para temperatura:	84
3.4.14.4.3	Tags de variables:	86
3.4.15	<i>Simulador de plc con PLCSIM y conexión a programa:</i>	87
3.4.15.1	Simulación y control:	88
3.4.15.2	Tiempo de producción del sistema:	89
3.4.15.3	Margen e intervalo de error general:	90
3.4.16	<i>Rentabilidad del nuevo sistema de producción:</i>	92
3.4.17	<i>Relación costo beneficio del nuevo sistema de producción:</i>	93
CONCLUSIONES:		94
RECOMENDACIONES:		95
BIBLIOGRAFÍA:		96
WEBGRAFIA:		97
ANEXOS:		98

INTRODUCCION:

Actualmente podemos ver que existen diversos procesos de empaque para diferentes tipos de envases en la industria, con el pasar del tiempo uno de los principales objetivos de la tecnología en la automatización industrial, es la reducción de los procesos repetitivos del trabajo humano para la mejora de eficiencia en todas las industrias, sin embargo, se conoce que es fundamental la interacción humana para cada proceso automático.

Por ello en el presente documento se analizan los procesos actuales de dosificación, sellado y empackado para la producción de agua purificada. Con el fin de brindar una mejora, automatizando los procedimientos antes mencionados, para productores de dicho producto que realizan estos pasos con máquinas hechizas o mecánicas.

El diseño de planos eléctricos-electrónicos, así como los diagramas de flujos de operación se plantean en este documento con el fin de demostrar el montaje del sistema de automatización propuesto para las áreas de sellado, dosificado y empackado de dicho producto.

Todas estas demostraciones se realizan para el resultado del sistema de empackado de agua, por medio de un modelado de visualización programado con ladder en un software de automatización electrónica, donde se hace uso de lenguaje de programación con controladores PLC.

En este estudio se utilizó el método científico de investigación para obtener información donde se evaluaron las diferentes variables que interceden en estos procesos. Además de presentar un enfoque donde se interviene la búsqueda y contextualización de los contenidos que parten de hechos generales, llegando a importantes conclusiones y generalidades, para presentar la información en forma clara y precisa según la realidad expuesta ante la investigación realizada.

ANTECEDENTES:

Actualmente podemos ver que existen diversos procesos de empaque para diferentes tipos de envases en la industria, en relación de la evolución tecnológica se ha visto el cambio e influencia estos equipos que aportan a la producción de fábricas e industrias respectivamente según su rubro.

Un primer trabajo corresponde a Juan Chilamack y Daniel Restrepo como un antecedente de quienes realizaron un “Diseño de un modelado de una máquina de empaque secundario” de la Escuela de Ingeniería de Antioquia, ... En este trabajo se manejaron teóricamente la composición de todos los elementos que intervienen en la creación de una maquina automatizada de empaque y todos los procedimientos que llevaron consecuentemente a un modelado final que aborda una solución a la problemática situacional.

La investigación se enmarcó en la implementación de una máquina de empaque que posibilita reducir los costos de mano de obra, mejorar la productividad de las empresas y mejorar la calidad del producto.

Como un tercer trabajo similar que enmarca toda el área de los empaquetados corresponde a: Allan Joel Cruz Guillen y su compañero Bosco Daniel Gaitán Urroz, donde plantean su monografía con el tema “Diseño de una máquina empaquetadora automática para polvos y cereales para las PYMES”. En dicha monografía se muestra una maquina empacadora automática vertical para cereales con el fin de ofrecer una solución para las PYMES que trabajan regularmente utilizando métodos manuales o semiautomáticos para el empaquetado de distintos productos ,dicho método provoca una baja utilidad debido a la pérdida de tiempo, recursos y mano de obra debido a procesos defectuosos o poco eficientes, el presente diseño pretende ofrecer una alternativa de solución para las PYMES mediante la implementación de la maquina diseñada.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

Las pequeñas industrias que desarrollan la producción de sellado, dosificado y empaquetado de agua purificada, desarrollan estos procesos en base a maquinas artesanales y mecanismos que vienen siendo elaborados por ellos mismos, a lo cual desfavorece variables como la eficiencia y constancia de producto, presentando consecuencias como el pago de mano de obra, inseguridades en las máquinas y una forma riesgosa con la vida del operador.

Tal como muestran las entrevistas en algunas pequeñas productoras de empaquetado de agua purificada, el operario expresa que existen deficiencias en los procesos de sellado, dosificado y empaque por parte de las máquinas que utilizan para dichos procedimientos (*Juan Torres. Responsable del area de producción. Managua, Junio 2021*).

De acuerdo a un estudio realizado por Felipe Martínez B,- Líder técnico de Dow Performance Packaging para la Región Norte de América Latina (México, Colombia, Ecuador, Venezuela, Centro América y el caribe), sobre los factores determinantes de los procesos de empaque automático en las pequeñas empresas, tuvo como resultados que aquellos factores que dificultan la eficiencia de producción fueron: las fallas de los empaques, en su mayoría causados por un mal sellado y falta de seguridad de las maquinas artesanales.

La situación problemática y los antecedentes investigativos presentados anteriormente han demostrado que las deficiencias en los procesos de sellado, dosificado y empaquetado, pueden ser causados por la implementación de estas máquinas prefabricadas artesanalmente limitando así el desarrollo de una buena producción.

Por tal razón es importante evaluar de forma electrónica, la situación problemática que están atravesando la mayoría de las pequeñas empresas de empaquetado de agua purificada por consecuencia se plantea el siguiente problema general: Como automatizar estos tres procesos desde el punto de vista electrónico.

JUSTIFICACION:

El presente trabajo tiene como enfoque principal llegar a una demostración en simulación virtual de como estos procesos ejecutados de forma manual son automatizados, y como estos pueden llegar a reducir los inconvenientes y problemáticas planteadas según su índole al tener que implementar estos sistemas según la concepción de nuestra propuesta.

Para mejorar los procesos de dosificación, sellado y empaquetado de sobres de agua en las microempresas, se presenta la realización de una propuesta de automatización a escala virtualizada como un modelo base del sistema a implementar, por lo que este proyecto muestra una propuesta de mejora a dicho procesos con el fin que estos puedan ejecutarse de manera autónoma, reduciendo la intervención humana, y accionados con una lógica de un proceso secuencial. Teniendo también una relación estrecha y directa con las áreas de la ingeniería electrónica en los mecanismos, la automatización, la programación industrial, entre otros.

Este trabajo posiblemente servirá para llegar a un diseño que se pueda materializar y al cual se le pueda sacar provecho económico por lo que estas máquinas cumplen un papel primordial para la obtención de un producto final, en donde se mejora tanto el proceso como la producción y la versatilidad del mismo, ya que al incorporar la propuesta en líneas de producción, consecuentemente también elevarían su rendimiento como empresa y competirían a la altura del mercado demandante actual, por lo que resultaría factible y rentable para todas aquellas microempresas que decidan invertir en esta propuesta.

OBJETIVO GENERAL:

- Proponer un sistema automatizado de dosificación, sellado y empaque de sobres de agua purificada con monitoreo conectado a la red mediante un PLC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar los procesos actuales de dosificación, sellado y empaque para la producción de agua purificada.
- Diseñar planos eléctricos-electrónicos y diagrama de flujos de operación para el montaje del sistema de automatización propuesto.
- Demostrar el resultado del sistema de empaque de agua, con un modelado de simulación y programado con ladder en un software de automatización electrónica.

FUNDAMENTACION TEORICA:

1.1 Maquinas empaque:

La máquina empacadora es una máquina comúnmente se la utiliza para empaçar granos o polvos aprovechando el producto en buen estado y luego lo comprime para formar del prensado. Cuando el presando alcanza su longitud, ésta es atada mediante dos unidades de atado, y es luego expulsada de la máquina. Existiendo también dos formas de operación para la empacadora siendo estas verticales y horizontales con diferente sistema de medición.

El nacimiento de los empaques, se origina con la necesidad del hombre primitivo de almacenar, proteger y transportar sus alimentos. Inicialmente, estos primeros empaques fueron fabricados con los materiales que el hombre primitivo tenía a mano, y entre los que se pueden incluir: Hojas, fibras, cueros, intestinos.

Con el nacimiento de la cerámica, se crean los primeros envases rígidos, antecesores del vidrio. Poco a poco el hombre fue desarrollando nuevos materiales y aplicaciones en la búsqueda de protección y conservación para sus alimentos.

Los primeros datos de sistemas de empaque que se acerca más nuestros días lo vemos en 1700 cuando llega a Estados Unidos la tecnología de fabricación del papel. Simultáneamente a la revolución francesa, se desarrollan envases de vidrio para champaña capaces de resistir altas presiones.

Se fabrican tapones de corcho para vino y champañas muy ajustados y que garantizan la hermeticidad el envase. Luego en 1800 se lanza al mercado en Bristol Inglaterra la primera Agua Mineral envasada por Jacobo Scheppe con la famosa marca Scheppe's.

Janet Keiller de Dundee Escocia, introduce la primera mermelada en envase de boca ancha. Se envasan en metal alimentos secos. En 1940 durante la Segunda Guerra Mundial se emplea el polietileno para empaque de tabletas de sulfas Mepacrine durante la Segunda Guerra mundial. También se aplica a la protección de los primeros radares en los aviones de guerra.

En 1944, se desarrollaron las primeras máquinas capaces de manipular productos no alimenticios (línea de envasado de jabón en polvo). Estas máquinas de embalaje pronto estuvieron operando en todo el mundo. Prácticamente eran todas personalizadas, lo que abrió perspectivas interesantes para las actividades de diseño y desarrollo. Durante las décadas siguientes, se solidificó su reputación como especialista en embalajes. Innovaciones como la producción de bolsas de plástico, las máquinas de envasado y sellado y también las líneas de envasado al vacío para café en polvo ganaron el mercado.

Las máquinas de empaques cumplen con varios objetivos y normas, entre los cuales se pueden destacar: protección, comodidad, promoción, requisición, comunicación y mejoramiento de la imagen de su marca. Otras funciones del empaque son: proteger el contenido, facilitar la manipulación, informar sobre sus condiciones de manejo, requisitos legales, composición, ingredientes, etc. Dentro del establecimiento comercial, el empaque puede ayudar a vender la mercancía mediante su diseño gráfico y estructural.

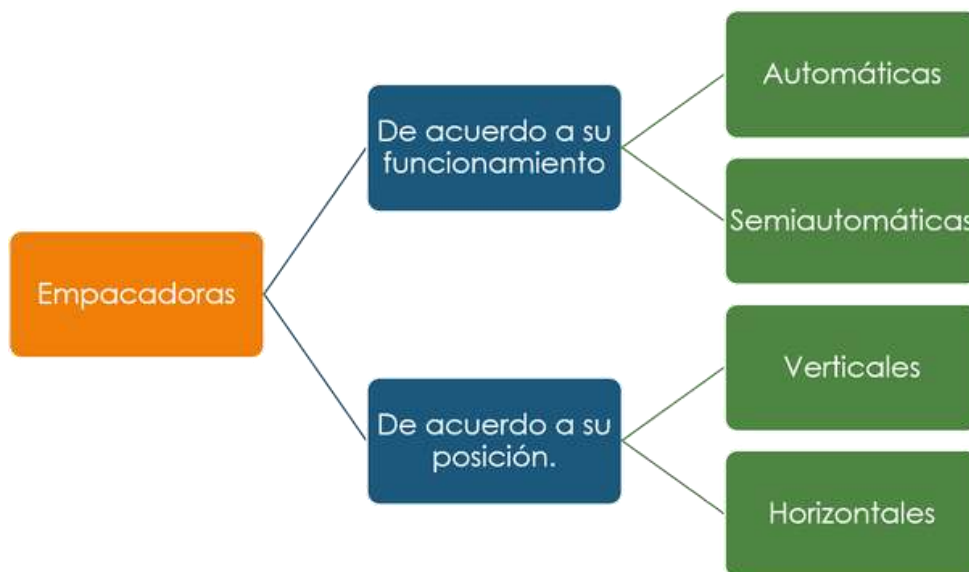


Figura 1: Esquema de clasificación de máquinas de empaque.

Fuente: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Ffactoequipos.wordpress.com%2F2017%2F11%2F12%2Fmaquinas-empacadoras%2F&psig=AOvVaw1PYKR-8FTz0sJ8aXuLci3o&ust=1642025610123000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwjj7PKa3Kr1AhWPt8KHbZKC-0Qr4kDegQIARBT>

A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental tener en cuenta tanto el producto que se desea envasar como las necesidades de producción. Según el primer punto, se escogerá un tipo de equipamiento u otro y según el segundo, el nivel de automatización y la velocidad de la línea.

La eficiencia de una máquina empacadora se mide por el número de unidades empacadas por minuto (velocidad de diseño), porcentaje de desperdicio de material de empaque, subproducto generado por un mal empaque y fallas por mantenimientos correctivos.

1.2 Tipo de Maquinas en la Industria:

1.2.1 Empacadoras volumétricas:

Son utilizadas para manipular granulados, polvo y principalmente líquidos donde el volumen que ocupan éstos es la principal característica para su comercialización, también puede utilizarse en productos sólidos, disminuyendo la funcionalidad de la máquina, ya que el volumen que puede ocupar un sólido es sujeto de grandes variaciones dependiendo del proceso de producción.

Este tipo de máquinas cuentan con dispositivos donde almacenan el producto por fracciones de segundos antes de ser empacado, entre los mecanismos empleados se encuentran moldes extrusores y bandejas con cilindros que se llenan de acuerdo al volumen que se requiera, un aspecto muy importante es la densidad del producto.

Ventajas y desventajas:

Ventajas

- El sistema de control es menos susceptible de interferencia ya que el volumen del producto es más fácil de instrumentar.
- La instrumentación puede ser menos robusta.

Desventajas

- ✓ No garantiza que la cantidad de producto suministrado en lo que se refiere a sólidos.
- ✓ Menos versatilidad de la empacadora, se limita las cantidades y el tipo de producto que pudiese empacarse.

1.2.2 Empacadoras con sistema másico

Estas máquinas basan su sistema de control en el peso del producto, considerado el más fiable, emplea celdas de carga, el control debe ser diseñado exhaustivamente puesto que el excesivo ruido eléctrico e incluso defectuosos ensambles al originar vibraciones mecánicas pueden causar interferencia.

1.2.3 Empacadoras multicabezal

La principal característica de este tipo de máquinas es la rapidez de producción, lo que en función de las especificaciones del producto y número de balanzas o contenedores, suman tanto volúmenes como masas individuales, de acuerdo a las necesidades para empacar el producto. En algunas áreas la rapidez de producción oscila entre 180 a 200 fundas por minuto.

1.2.4 Máquinas empacadoras al vacío

El empacado al vacío es un proceso de envase en bolsa en el que se altera el ambiente que rodea a los alimentos, retardando la tasa de degradación biológica y bioquímica significativamente, así como la oxidación y el crecimiento de bacterias aeróbicas. Existen cuatro tipos de máquinas para empacado al vacío: de boquilla, de cámara, de Skin y termo formado.

1.3 Mecanismos que conformados en máquinas de empaque:

El mecanismo de empaque en las máquinas empacadoras, siempre consiste de una secuencia de operaciones, y de aquí en adelante nos referiremos a funciones básicas, que van desde el arrastre del rollo de material de empaque flexible, corte del material, formado del empaque, llenado y sellado del empaque. Por lo anterior cada máquina de empaque debe ser vista por lo tanto como la suma de las funciones básicas específicas que ésta lleva a cabo.

Una de las clases de máquina empacadora, más extensivamente estudiadas en su relación con el material de empaque es la VFFS, muy ampliamente utilizada como ya lo habíamos mencionado. Películas plásticas mono capa o multicapas y papeles recubiertos, corren bien en este tipo de máquinas.

Tal y como se muestra en la **Fig.1**, se puede observar una máquina formadora, llenadora y selladora de arrastre o avance del material por el movimiento intermitente de las mordazas horizontales (MIM).

- ✓ Las funciones básicas de esta máquina son:
- ✓ **Us1** Des embobinado del material de empaque desde el rollo
- ✓ **Us2** Almacenamiento del material en el sistema de rodillos compensadores
- ✓ **Us3** Formado en el tubo sobre el cuello formador
- ✓ **Us4** Arrastre del material en el tubo de llenado
- ✓ **Us5** Dosificación del producto por vasos volumétricos
- ✓ **Us6** Llenado del producto a través del tubo de llenado
- ✓ **Us7** Termo sellado longitudinal, ya sea por selle de traslape (lado interno del material con el lado externo) o sellado de aleta (lado de adentro con lado de adentro).

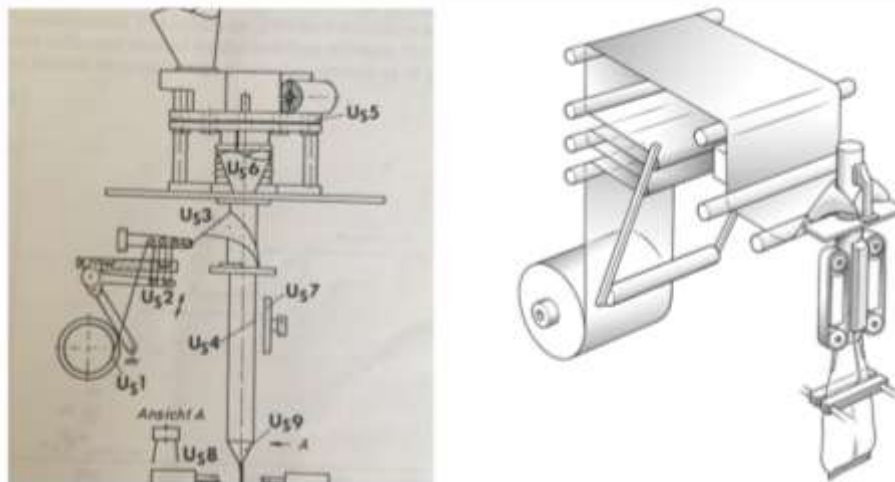


Figura 2: Estructura de máquinas de empaque/partes.

Fuente: <https://www.elempaque.com/blogs/La-interrelacion-entre-maquina-empacadora-material-de-empaque-%96-producto-a-empacar+129468>

- ✓ **Us8** Termo sellado transversal
- ✓ **Us9** Arrastre del material sobre los “abridores” **Fig.3**
- ✓ **Us10** Corte de la unidad de empaque



Figura 3: Deslizamiento de material o arrastre sobre abridores.

Fuente: <https://www.elempaque.com/blogs/La-interrelacion-entre-maquina-empacadora-material-de-empaque-%96-producto-a-empacar+129468>

1.4 Partes fundamentales de Maquinas de Empaque:

1.4.1 Posicionamiento y centrado de material:

El posicionamiento correcto y el corte del empaque siempre dependen de un componente importante en una envasadora: el lector de marcas de repetición (taca).

En la mayoría de las envasadoras, los sensores de contraste se usan para detectar las marcas, también conocidas como tacas, impresas en películas o paquetes. Responsables por la posición y centralización del empaque, identifican la diferencia de contraste entre el fondo y la taca.

El color de la taca debe tener un contraste para que el sensor pueda identificar la diferencia de color, evitando problemas en la configuración del equipo. Las variaciones en la impresión pueden provocar paradas no deseadas en el proceso de empaquetado

automático, por lo que no pueden verse afectadas por la impresión de imágenes o texto que dificulten la lectura del sensor.

Otro problema que se puede identificar es el posicionamiento del codificador térmico o la impresión por hot stamping, que generalmente tiene un área delimitada para grabar en el embalaje. La centralización del arte de paquete también puede verse afectada. Brevemente, una suma de errores con la variación de las medidas entre cortes y sellado vertical puede ocurrir incluso en un paso de solo 1 milímetro.

El sensor se coloca dentro de la máquina y la configuración se realiza directamente en la pantalla para facilitar los ajustes, pero este problema debe detectarse lo antes posible para el buen desempeño de la línea de producción.

1.4.2 Impresión de Reseña:

El tipo de impresión a reseña que, se propone para el diseño de la maquina empacadora es rotativa la cual es aquella que se define como Offset (rotativas): Este sistema tiene el mismo principio que el de la impresión offset en prensas planas salvo que el equipo imprime a altas velocidades y es alimentado por papel en rollos o bobinas.

La operación de impresión debe de ser considerada como una etapa más en el proceso de producción de un envase, debe de poder integrarse con las otras operaciones y ser adaptada a los requerimientos funcionales y condicionantes de producción. Una mala impresión puede perjudicar la calidad de un producto. Algunos de los requisitos fundamentales para garantizar la calidad de un impreso en un envase son; la correcta ubicación y descripción de textos (incluyendo su revisión legal relativa al etiquetado de producto), logotipos, imágenes, buen contraste del color o colores, así como la calidad de un correcto código de barras. En cuanto los detalles de éstos y otros condicionantes en el proceso de impresión existe normativa relacionada al respecto que se desglosa en el siguiente apartado.

1.4.3 Dosificación:

La dosificación consiste en unir dos o más componentes en la proporción correcta. Estos pueden presentarse como granulado, polvo, pasta o líquido. Independientemente de la forma del material estos deben operar bajo principios básicos ya previamente

determinados. Es un proceso en el que se suministra una cantidad de material dentro de un recipiente o envase.

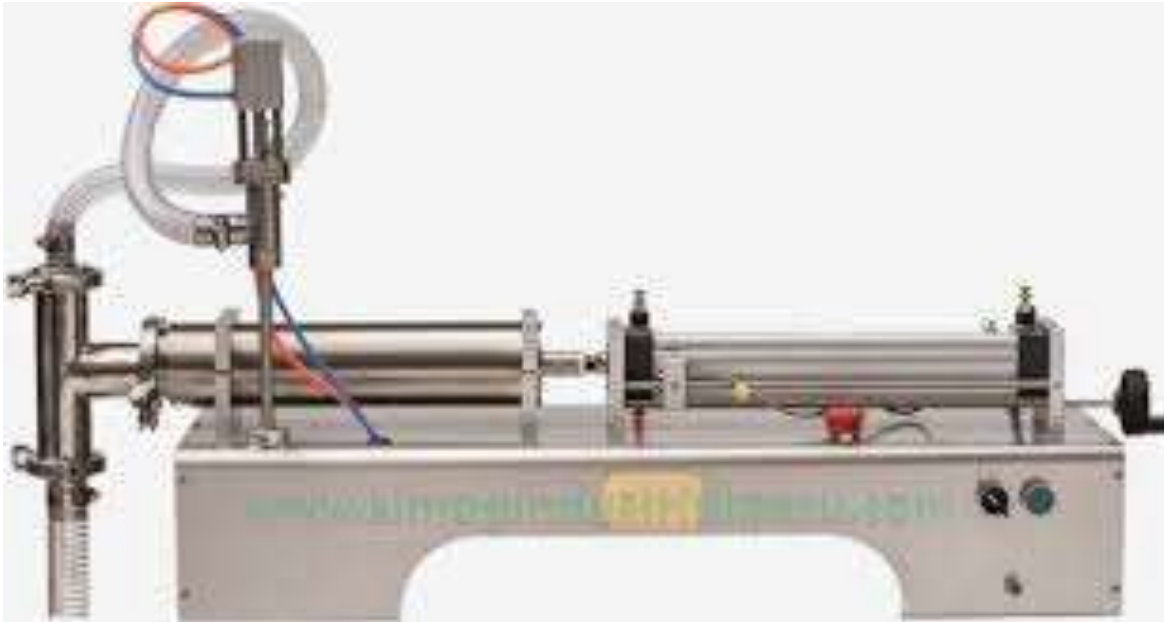


Figura 4: Material de empaque a dosificador.

Fuente: https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.simagindustrialperu.com%2Fmaquinas-dosificadores%2Fdosificadores-de-liquidos-viscosos-polvos-granulados-granos-peru.html&psig=AOvVaw3G_XYmXpTTIAil0AWXawGJ&ust=1642026317532000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwji1Jvs3qr1AhUCCN8KHSfuAAcQr4kDegUIARDZAQ

Las dosificadoras son dispositivos que tiene como función extraer pequeñas dosis de cualquier tipo de producto en este caso agua para entregar cantidades deseadas dentro de un recipiente, comúnmente se conocen varios tipos:

- ✓ Dosificador volumétrico.
- ✓ Dosificador a tornillo sin fin.
- ✓ Dosificador a pistón.
- ✓ Dosificador por gravedad.
- ✓ Dosificador por medio de balanza multi-cabezal.

Nuestro sistema propone una dosificación por gravedad, ya que es la forma más eficiente de hacer la inyección líquida por cada libra del producto a los envases, en este caso, bolsas selladas.

La dosificación por pistón se utiliza para productos líquidos y semilíquidos. Este consiste en uno o más recipientes herméticos donde se ubica el líquido y mediante uno o más pistones el producto es desalojado del recipiente y llevado hacia un pico que se ubica en el interior de la bolsa ya confeccionada por la envasadora.

La Figura a continuación indica un dosificador a pistón el cual es ideal para productos líquidos densos o viscosos como shampoo, yogur, grasa, tomate triturado, jaleas, dulce de membrillo, etc. También se puede utilizar para líquidos como agua, jugos, vinos, etc. (Vescovo, 2009)

Se fabrican en acero inoxidable y como los demás sistemas se los puede adaptar en máquinas o equipos que funcionen de forma semiautomática en pequeñas producciones, es ideal para productos viscosos como shampoo, yogur, grasa, tomate triturado, jaleas, etc., además es ideal para envasar líquidos como agua, jugos, vinos.

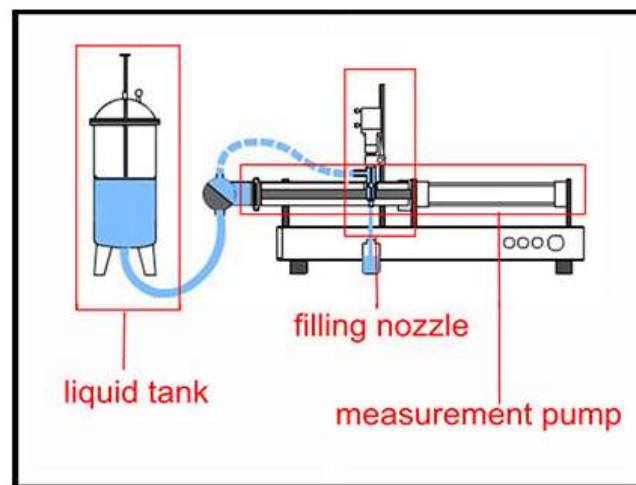


Figura 5: Sistema de dosificación por pistón.

Fuente: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.ecplaza.net%2Fproducts%2Flow-price-manual-dispenser-for-filling_4353989&psig=AOvVaw33hLO81HMulyLWp8kbLFXu&ust=1642027491617000&source=images&cd=vfe&ved=0CAwQjhxqFwoTCJDizKDjqvUCFQAAAAAdAAAAABAD

En este caso un cilindro neumático empuja el pistón dosificador. La electroválvula inicia y detiene el avance del cilindro de empuje. Las válvulas del dosificador tienen de una bolilla empujada por un resorte. Cuando hay presión del líquido dentro del pistón dosificador la misma se abre y deja pasar una cantidad de líquido dosificado. Avanzando o retrocediendo el cilindro neumático en relación con el pistón dosificador se cambia la cantidad de líquido controlado.

Así que, en la dosificación de pistón neumático, el producto a dosificar es absorbido mediante un cilindro neumático de doble efecto y almacenado en una cámara, con un volumen que depende de la carrera del cilindro neumático. El producto es expulsado mediante la acción del cilindro neumático, hace que el líquido almacenado en la cámara del cilindro dosificador se expulse hacia el exterior a una velocidad controlada por reguladores de flujo de aire.

1.4.3.1 Comparativa de aplicación en dosificador:

Ventajas

- ✓ Permite tener una dosificación exacta.
- ✓ Puede ser automático o semiautomático y no habrá la necesidad de que intervenga la mano de un operario.
- ✓ El mantenimiento es relativamente sencillo, se debe cuidar que luego de cada jornada se limpien y se den mantenimiento a los sellos.
- ✓ Se puede elegir solo sistema neumático o adicionarle un sistema eléctrico, éste tiene un bajo costo pues no utiliza elementos especiales.
- ✓ En consecuencia, se tiene calidad a bajo costo.

Desventajas

- ✓ Se debe cuidar que el cilindro de dosificación no sufra alteraciones en la superficie interior (asperezas) ya que desgastarían prematuramente los sellos.
- ✓ Tiene una considerable cantidad de elementos, por lo que el diseño de esta máquina tiene una complejidad mayor.

- ✓ Por ser una máquina neumática, puede alcanzar un elevado costo si no se encuentra ciertos elementos neumáticos en el mercado nacional.

1.4.4 Sellado:

El sellado de los empaques flexibles en máquinas empacadoras o envasadoras, estas pueden ser: horizontales *HFFS (Horizontal Form Fill and Seal)* o verticales *VFFS (Vertical Form Fill and Seal)*.

Un producto se empacará en un empaque flexible, distribución y requisitos de uso, las propiedades de sellado las que determinan qué tan óptimo será el nuevo empaque. Las propiedades claves de sellado que afectan el desempeño de un material en máquina empacadora son:

- La mínima temperatura de sellado
- La fuerza de sellado
- El rango de sellado
- El *hot tack*

Otros elementos que intervienen para tener un buen sellado de material son el tipo de material al cual se le aplicaran cierto grado de temperatura, ya que este puede pegarse en el instrumento de sellado en el caso de ser temperaturas muy elevadas, o bien, no sellar completamente el material por tener temperaturas muy bajas de calentamiento.

1.4.5 Sellado vertical y horizontal:

Tanto el sellado horizontal como vertical puede estar dado de dos maneras muy viables, la primera se hace en base a mordaza con mecanismos rotativos que permiten hacer un sellado mientras avanza o se arrastra el material, teniendo un ajuste de compresión mecánico. De otra manera, también se puede realizar utilizando mordazas acopladas a un sistema de compresión mecánico o neumáticos a través de pistones, teniendo en consideración en ambos casos el grado de presión, y la temperatura generada.

Para el control de temperatura se propone tener un control PID que nos permite mantener el calentamiento de las mordazas bajo un parámetro SP, que nos habilite el control ON/OFF.

La ecuación básica para el sello de película de envoltura flexible es:

$$\text{calor} + \text{tiempo} + \text{presión} = \text{sello}$$

Estos tres factores están estrechamente vinculados, un aumento o una disminución en uno de los factores genera un impacto, positivo o negativo, en los otros. Por ejemplo, si la velocidad aumenta (y la pausa disminuye), entonces se requiere un aumento de temperatura o presión para mantener la integridad del sellado. El diseño de las mordazas selladoras es fundamental para garantizar la optimización de estos factores y asegurar que se logre un sellado de calidad.

1.4.5.1 Variables de proceso que forman parte del proceso:

1.4.5.1.1 Calor:

En los empaques flexibles requiere que se ponga un copolímero de selle durante su fabricación, para hacerlo termosellable, o laminarlo a una película coextruída de polietileno, o aplicar sellado en frío.

Una temperatura inadecuada puede impactar tanto la fuerza de sellado como la integridad. Calor excesivo puede causar un *hot tack*, fracturas o brote de resina de selle que hace se acumule en las barras selladoras. Por el contrario, la falta de calor puede ocasionar empaques abiertos, fugas por los selles que no son capaces de mantener el producto.

La regulación del calor, desafortunadamente, no es tan simple como ajustar la temperatura en el controlador al ajuste recomendado. Los controles de temperatura y las resistencias de calentamiento pueden variar en su exactitud, tiempo de recuperación y en la habilidad para mantener una temperatura constante. Un ajuste más alto de calor podría ser necesario para películas más gruesas, metalizadas o para empaques con fuelles.

1.4.5.1.2 Tiempo:

A mayor cantidad de tiempo que las barras de selle estén en contacto con la película, mayor penetración de calor habrá a la capa sellante, y más probabilidad de que exista un buen sellado.

Si la velocidad de la línea se incrementa significativamente (tiempo de residencia reducido), se deben aumentar las temperaturas para alcanzar la TIS. Por esta razón más bajos TIS hacen más fácil que una película corra a mayores velocidades de línea.

De forma contraria, una significativa reducción en la velocidad de la línea, puede crear problemas si las temperaturas no son reducidas ya que se calientan en exceso las barras selladoras.

1.4.5.1.3 Presión:

Una variable clave en la máquina empacadora, que normalmente es pasada por alto, es la presión de sellado. La presión entre las mordazas debe ser uniforme y en cantidad suficiente para que las otras condiciones de temperatura y tiempo sean coherentes y así poder crear una condición de selle adecuado. La presión es medida en psi, bar. Sin embargo, basado en mi experiencia, la forma más adecuada, económica y confiable es la utilización del papel químico donde visualmente se puede observar uniformidad y cantidad de presión a través de la intensidad del color observado. En próximos posts revisaremos el protocolo para su utilización y procedimiento.

Si están ocurriendo fallas en el sellado en una alta proporción en las máquinas empacadoras o los operarios de las máquinas están invirtiendo mucho tiempo ajustando temperaturas y velocidades para obtener selles adecuados. Además de las variables de empaque hay que prestar mucha atención a las propiedades de la capa de sellado.

1.4.5.1.4 Unión de termoplásticos en sellado:

Los termoplásticos aquellos plásticos que se funden a altas temperaturas, por lo que pueden moldearse con distintas formas cuando están sometidos a ellas. Cuando se enfrían, se endurecen, conservando la forma que se les ha dado.

Su principal peculiaridad es que pueden moldearse y fundirse más de una vez, la cual los hace muy adecuados para el reciclaje. El polietileno es un material versátil para el empaque de productos líquidos o de granos, posee características no conductivas y tiene propiedades que ayudan a ser el material óptimo para este tipo de trabajo.

Propiedades el polietileno en alta densidad:

Propiedades	
Resistencia a la tensión	3100-5100 (psi)
Modulo de tracción	$0.4-1.5 \times 10^{-5}$ (psi)
Densidad	0.94-0.96 (g/cm ³)
Temperatura máx. uso continuo	250 (°F)
Temperatura de moldeo	300 a 800 (°F)
Absorción de agua en 24 Horas	Menos de 0.01 %

Figura 6: Propiedades el polietileno en alta densidad.

Fuente:https://www.academia.edu/38766789/ESCUELA_POLIT%C3%89CNICA_DEL_EJ%C3%89RCITO_DISE%C3%91O_Y_CONSTRUCCI%C3%93N_DE_UNA_M%C3%81QUINA_SELLADORA_Y_CODIFICADORA_AUTOM%C3%81TICA_DE_ALIMENTACI%C3%93N_MANUAL_PARA_LA_EMPRESA_DAS_LEBEN_PROYECTO_PREVIO_A_LA_OBTENCI%C3%93N_DEL_T%C3%8DTULO_DE_INGENIEROS_MEC%C3%81NICOS_PA%C3%9AL_MARCELO_MANZANO_S%C3%81NCHEZ

Propiedades del polietileno en baja densidad:

Propiedades	
Resistencia a la tensión	1000-2300 (psi)
Modulo de tracción	$0.17-0.35 \times 10^{-5}$ (psi)
Densidad	0.91-0.93 (g/cm ³)
Temperatura máx. uso continuo	180- 212 (°F)
Temperatura de moldeo	275 a 700 (°F)
Absorción de agua en 24 Horas	Menos de 0.015 %

Figura 7: Propiedades el polietileno en baja densidad.

Fuente:https://www.academia.edu/38766789/ESCUELA_POLIT%C3%89CNICA_DEL_EJ%C3%89RCITO_DISE%C3%91O_Y_CONSTRUCCI%C3%93N_DE_UNA_M%C3%81QUINA_SELLADORA_Y_CODIFICADORA_AUTOM%C3%81TICA_DE_ALIMENTACI%C3%93N_MANUAL_PARA_LA_EMPRESA_DAS_LEBEN_PROYECTO_PREVIO_A_LA_OBTENCI%C3%93N_DEL_T%C3%8DTULO_DE_INGENIEROS_MEC%C3%81NICOS_PA%C3%9AL_MARCELO_MANZANO_S%C3%81NCHEZ

1.4.5.1.5 Corte:

El sellado y corte del producto van de la mano ya que para la propuesta del diseño a implementar se necesitan un par de actuadores neumáticos para presionar una cuchilla dentada de acero inoxidable contra la película de polietileno y así separar los fardos ya listos.



Figura 8: Cuchilla de corte horizontal.

Fuente: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/4387/JuanS_Chilamack_Danie_Restrepo_2009.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Para este proceso es primordial conocer la composición del polímero a cortar. Es deseable que el material sea fácil de cortar y no se estire, pero debido a que el plástico también debe ser sellado, y a su vez, de este proceso se desean características como buena resistencia del sello, baja temperatura de iniciación del sello y menores tiempos de sellado, muchas veces los aditivos y copolímeros usados para unas propiedades tienen efectos contrarios en las otras.

1.5 Automatización Industrial:

Cuando hablamos de automatización industrial nos referimos a la aplicación de varias tecnologías que han sido orientadas al control y monitoreo de un proceso, aparato, máquina o dispositivo que –por lo general- realiza tareas repetitivas, haciendo que funcione de forma automática y disminuyendo al máximo la intervención de personas.

El objetivo principal de la automatización de los procesos industriales es fabricar el mayor número de productos en el menor tiempo posible, reduciendo costos y garantizando calidad.

1.5.1 Elementos que forman parte de la automatización industrial:

1.5.1.1 Sensores:

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar diferentes tipos de materiales, con el objetivo de mandar una señal y permitir que continúe un proceso, o bien detectar un cambio; dependiendo del caso que éste sea. Es un dispositivo que, a partir de la energía del medio, proporciona una señal de salida que es función de la magnitud que se pretende medir. Dentro de la selección de un sensor, se deben considerar diferentes factores, tales como: la forma de la carcasa, distancia operativa, datos eléctricos y conexiones. De igual forma, existen otros dispositivos llamados transductores, que son elementos que cambian señales, para la mejor medición de variables en un determinado fenómeno.

1.5.1.1.1 Caracterización:

Cuando se diseñan sistemas de adquisición de datos con computadora, hay aspectos a cerca de los sensores que es necesario tener en cuenta: La naturaleza de la señal que el sensor – transductor genera: voltaje, rango de amplitud, respuesta en frecuencia, precisión necesaria, determinan el tipo de acondicionamiento de señal, convertidor A/D y cualquier otro hardware a utilizar. La influencia de las señales de ruido, así como los efectos de carga del hardware de adquisición de datos sobre el sensor.

La calibración del sensor con respecto a la variable física. Si la respuesta del sensor a los cambios de la variable física es lineal o no. Una calibración mal hecha va a producir mediciones erróneas. La interdependencia entre los distintos componentes del sistema

de adquisición de datos, por ejemplo, un sensor muy bueno, con un pobre convertidor A/D no sirve de casi nada.

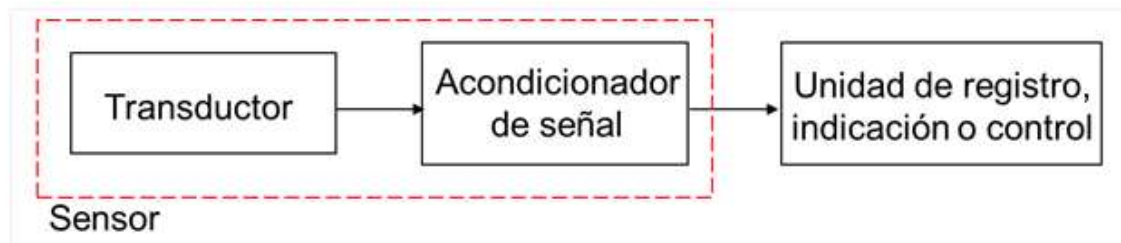


Figura 9: Diagrama de bloques de adquisición de datos del sensor

Fuente: <https://controlreal.com/es/sensores-definicion-y-caracteristicas/>

Muchas de las características de los sensores dependen de la variable a medir. Otras características son comunes a todos los sensores. Algunos de los aspectos a tener en cuenta en el momento de seleccionar un sensor son:

- ✓ Exactitud. Especifica la diferencia entre el valor medido y el valor real de la variable que se está midiendo.
- ✓ Conformidad o repetitividad. El grado con que mediciones sucesivas difieren unas de las otras.
- ✓ Resolución. Es el cambio más pequeño que se puede medir.
- ✓ Precisión se compone de las características de conformidad y resolución.
- ✓ Sensibilidad. Viene dado por el mínimo valor de la variable medida que produce un cambio en la salida.
- ✓ Error. Es la desviación entre valor verdadero y valor medido.
- ✓ Linealidad. Nos indica que tan cerca está la correlación entre la entrada y la salida a una línea recta.
- ✓ Rango. Es la diferencia entre el mayor valor y el menor valor que se puede medir.
- ✓ Rapidez de respuesta. Es la capacidad del instrumento de seguir las variaciones de la entrada.

1.5.1.2 Actuadores:

Un actuador es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide).

1.5.1.2.1 Neumáticos/Hidráulicos:

Los actuadores neumáticos son mecanismos que convierten la energía potencial de un gas comprimido, con mayor frecuencia aire, en energía mecánica para impulsar una pieza de maquinaria. El gas comprimido se dirige a un espacio donde su expansión impulsa un pistón o eje para iniciar el movimiento. Los tipos de actuadores neumáticos que se encuentran comúnmente incluyen cilindros neumáticos de acción simple o doble, actuadores rotativos y actuadores de diafragma. Los cilindros neumáticos también pueden funcionar con un diseño sin vástago que incorpora imanes, bandas.

1.5.1.2.2 Hidráulicos:

Los actuadores hidráulicos son los componentes finales dentro de un circuito hidráulico. Se encargan de convertir la energía hidráulica suministrada por la central hidráulica para generar una fuerza y un movimiento. La central hidráulica está diseñada para que el actuador hidráulico realice el proceso adecuadamente. Este proceso para el cual está diseñado puede ser lineal o rotativo. Los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

1.5.1.2.3 Eléctricos:

Los actuadores eléctricos son aquellos que transforman la energía eléctrica en energía mecánica, ya sea rotacional o lineal. De los actuadores disponibles en el mercado, estos son los que se usan con mayor frecuencia, ya que su fuente de alimentación es eléctrica. El ejemplo más común son los motores eléctricos, es así que hablaremos de los principales tipos de motores que entran dentro de esta clasificación.

1.5.1.3 Controladores (PLC):

Un PLC es un Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller), en sí es un sistema de control. Los PLC's son dispositivos electrónicos o computadoras digitales de tipo industrial que permiten la automatización, especialmente de procesos de la industria, debido a que controlan tiempos de ejecución y regulan secuencias de acciones.

De acuerdo con la definición de la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) un PLC es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1-5 VDC, 4-20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos".

1.5.1.4 Scada e Interfaces de Control (HMI):

La operación y supervisión de los sistemas de control se han realizado tradicionalmente a través de paneles o botoneras de operación. Actualmente estos sistemas se han sustituido por potentes Scadas capaces de archivar grandes cantidades de valores de proceso, enviar datos a otras aplicaciones y sistemas a través de redes o internet. HMI (Human-Machine-Interface) o interfaz de usuario es el medio con que el usuario puede comunicarse con una máquina, un equipo o una computadora, y comprende todos los puntos de contacto entre el usuario y el equipo. Normalmente suelen ser fáciles de entender y fáciles de accionar.

Scada, acrónimo de Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilita retroalimentación en tiempo real con los dispositivos de campo (sensores y actuadores), y controla el proceso automáticamente. Provee de toda la información que se genera en el proceso productivo (supervisión, control calidad, control de producción, almacenamiento de datos, etc.) y permite su gestión e intervención. HMI y Scada son sistemas para conseguir el diálogo

interactivo entre operador y máquina o proceso, transmitir ordenes de funcionamiento y visualizar resultados y situación de la producción en tiempo real.

1.5.1.5 Protocolo de comunicación industrial:

De forma simplificada, los protocolos son conjuntos de condiciones o reglas que habilitan el intercambio de información entre dispositivos. Estos equipos, al quedar intercomunicados o pasar bloques de datos, conforman una red de comunicación. Los protocolos de comunicación industrial son sistemas que hacen posible la transmisión de información entre diversos dispositivos y procesos. Actualmente existe una amplia gama de opciones, sin embargo, destacan algunos protocolos de comunicación de redes industriales por sus beneficios.

1.5.1.5.1 Ejemplificación de algunos protocolos:

- ✓ Ethernet/IP: clasifica los nodos de acuerdo a los tipos de dispositivos preestablecidos, con actuaciones específicas. Ofrece un sistema integrado completo, enterizo, desde la planta industrial hasta la red central de la empresa, utilizando los protocolos de transporte (TCP), Internet (IP) y las tecnologías de acceso y señalización de medios que se encuentran en las tarjetas de interfaz de Ethernet.
- ✓ DeviceNet: Es un sistema de cableados avanzados que fue diseñado para cambiar los cables discretos que son conectado a un controlador programable como son los sensores y actuadores. Este protocolo proporciona un sistema de cable único, que su uso es rápido, fácil conectar y de operar, creado para los dispositivos más simples.
- ✓ Creado por Modicon, Modbus: es una estructura de mensajería que se usa para establecer una comunicación entre cliente y servidor en los dispositivos. Los más usados actualmente: Modbus TCP/IP y RTU.
- ✓ Profinet. Está basado en Ethernet Industrial y una de sus principales características es que es Ethernet en tiempo real.
- ✓ Profibus. Posee una interfaz que permite una amplia aplicación en procesos, aplicación y automatización predial.

1.5.1.6 Softwares de modelado de prototipos de automatización industrial:

Los sistemas PLM o Product Lifecycle Management (Gestión del Ciclo de Vida del Producto) gestionan la vida útil y el concepto digital de un producto, desde la concepción de la idea hasta su reciclaje, pasando por su diseño, fabricación o distribución/venta.

Los softwares PLM pueden utilizarse para el desarrollo de nuevos productos o para la mejora de los ya existentes, y permiten gestionar cambios durante el proceso de fabricación, definir flujos de trabajo o autorizar/rechazar avances.



Figura 10: Flujo de trabajo de sistemas PLM

Fuente: <https://www.softexpert.com/es/solucao/gestion-ciclo-vida-producto-plm/>

Los sistemas PLM se construyen para integrar datos de productos con procesos y sistemas de negocios. Estos proporcionan una ubicación centralizada para cada detalle de diseño y manufactura incluyendo la lista de materiales (BOM), registros de cumplimiento, bibliotecas de herramientas de manufactura y recursos, instrucciones digitales de trabajo, etc.

Características:

- ✓ Gestión de documentos de diseño y procesos.
- ✓ Gestión de configuración de BOM permitiendo variabilidad para sustentar el alcance completo de la configuración de un producto.

- ✓ Visor incorporado que permite al usuario visualizar y manipular diseños de productos en 3D.
- ✓ Flujos de trabajo digitales automatizados diseñados para capturar procesos de negocio en los que los documentos, información o tareas se pasan de un usuario a otro.
- ✓ Integrado con herramientas de simulación.
- ✓ Integrado con otros procesos de negocios tales como Gestión de Recursos Empresariales (Enterprise Resource Planning – ERP) y Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES).

1.5.1.7 Softwares de programación de controladores:

Una fábrica inteligente es un ejemplo de software de automatización a gran escala. En una fábrica inteligente, las máquinas interactúan entre sí a través de diferentes procesos e instrucciones, lo que permite ahorrar tiempo y liberar al personal para que realice tareas más estratégicas. Un sistema de software central permite que todas las máquinas se comuniquen entre sí y que las interacciones sean fluidas.

Los lenguajes y softwares de programación para controladores autómatas sirven como canal de comunicación entre el sistema operativo que interpreta el lenguaje, y el usuario que tiene acceso a la configuración del programa.

La finalidad es crear un puente de comunicación para realizar instrucciones secuenciales (comandos) que el CPU del PLC traduce en salidas digitales que energizan y controlan máquinas específicas o procesos complejos.

La implementación de un software industrial inteligente permite a cualquier empresa adaptarse más y mejor a la demanda de forma constante y permanente; diseñar, crear, producir y vender productos adaptados a las necesidades de sus clientes con mayor rapidez y rentabilidad; atender al cliente de forma personalizada y mejorar el servicio post venta; y recibir, procesar, interpretar y utilizar información recibida a través de diversos canales para el análisis.

2 DISEÑO METODOLÓGICO:

En este capítulo tiene como énfasis la descripción de los distintos métodos y técnicas que sirvieron como base para llevar a cabo la investigación, es decir, la metodología desarrollada en la propuesta para así llegar a la solución de nuestra problemática planteada con anterioridad.

2.1 Enfoque de investigación:

La investigación se compone de una serie de procedimientos, tal como mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014): *“La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema”* (p.4).

Esta propuesta de investigación tiene un enfoque cualitativo, el cual nos permite desarrollar preguntas e hipótesis, antes, durante o después de la recolección y análisis de los datos.

2.2 Tipo de investigación:

Dentro de la investigación se plantea como parte de los objetivos el diagnóstico de los procesos de empaquetado de agua, ya que partiendo del análisis se realizará una automatización de tales procesos dentro de la misma, como la dosificación, sellado y empaquetado de sobre de agua purificada, mejorando este proceso para los microempresarios que elaboran la producción de forma artesanal.

Dicho de esa manera la investigación de acuerdo con el propósito tiene un nivel de conocimiento de tipo descriptiva. Que de acuerdo con (Cancela, Cea, Galindo, & Valila, 2012) explica que: *“es la manera para elegir los tipos esenciales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de dicho objeto”* (p. #24). Según el criterio del autor, esta investigación permitirá describir el proceso del control y gestión que se emplea, además de los problemas generados por no contar con sistema automatizado de empaquetado de producto.

2.3 Fuentes de la información:

Con posterioridad se presente las fuentes de información primarias y secundarias que se tomaron en cuenta para el desarrollo de la propuesta, integradas por las fuentes de conocimiento organizacional y el material bibliografía de la literatura referencial de soporte.

De acuerdo con Ulate y Vargas (2012), existen tres fuentes de información, las cuales corresponden a las siguientes:

Fuentes primarias: son aquellas fuentes que proporcionan datos de primera mano, donde la información es obtenida del autor original. Estas incluyen libros, antologías, artículos, disertaciones, documentos oficiales, trabajos presentados en una conferencia o un seminario, videocintas, foros, páginas de Internet, entre otros.

Fuentes secundarias: corresponden a resúmenes de fuentes primarias, compilaciones, comentarios de artículos, de libros o tesis.

Fuentes terciarias: incluyen fuentes de segunda mano, como podría ser un catálogo temático, un directorio, una guía de índice, un catálogo de revistas periódicas. (p.14)

Según las fuentes de información mostramos las fuentes de información para la investigación:

Descripción:	Tipo de Fuente:
blob:https://f2cb0feb-b87b-45b3-ae63-0d3e48fc294e	Primario
blob:https://3cb8d87c-f036-4b24-bf60-a30b6f588fd5	Primario
blob:https://a88e27bc-5f48-4354-8fab-f92b7d7c8d2d	Primario
Arto. Información técnica Ecuaciones trifásicas y diagramas de instalación eléctrica de calentadores.	Secundario

Microsoft Word - t27_cubierta.doc	Secundario
Diseño y modelamiento de una máquina dosificadora y empacadora de frutas deshidratadas	Terciario

Tabla 1: Fuentes de información de investigación según sus niveles.

Fuente: Propia

2.4 Técnicas e Instrumentos de la investigación:

Para la obtención de la información se emplean diversas maneras de efectuarlas, según lo planteado por Galtung (1997), se puede decir que la observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recolectar los datos directamente.

Adicionalmente menciona que la observación directa presenta como variantes la observación Intrasubjetiva y la observación intersubjetiva, esta última, la cual se basa en el principio de observaciones repetidas que dan la misma respuesta con el mismo observador, las cuales deben producir los mismos datos.

Así que tomando en cuenta la referencia planteada con anterioridad, los instrumentos y técnicas utilizada para la recolección de los datos de los cuales se hicieron uso fueron la observación directa de la cual fue hecha con el uso real de empaquetadora de agua purificada manual, sobre el cual posteriormente plantearemos una propuesta automatizada de la misma.

2.5 Métodos de la investigación:

Entre los métodos utilizados en la investigación constan:

- ✓ **Método Teórico:** Entre los métodos aplicados para encontrar las verdades científicas se encuentran.
- ✓ **Método Inductivo-deductivo:** Intervinieron en la búsqueda y contextualización de los contenidos del marco teórico que parten de hechos generales y se llega a hechos particulares; y viceversa, llegando a importantes conclusiones o generalidades.

- ✓ **Método Empírico:** Es la manera más adecuada de obtener información relevante y necesaria para la solución del problema, se la obtuvo de la información otorgada por las personas involucradas en el tema, aportando directamente con su experiencia, y de los trabajadores desde su práctica diaria.
- ✓ **Método exploratorio:** El autor de la presente investigación menciona que este método permitió indagar lo que está ocurriendo en la microempresa en torno al problema objeto de la investigación, con mecanismos de búsqueda de información para encontrar alternativas de solución al problema.
- ✓ **Métodos Estadísticos-Matemáticos:** Se procesaron los datos y procedimientos estadísticos con la ayuda del computador y sistemas matemáticos para ubicar la población, la muestra, la representación gráfica de la selección de respuestas y los cálculos que de ellas se desprendieron, y luego se analizaron por separado.

Dentro de los métodos planteados podemos definir nuestro método de investigación, dado que nos basamos en un marco contextual hechos generales, en donde vamos avanzando hacia a hechos particulares que nos conllevan a nuestra propuesta de automatización como resultado final en busca de una mejora más autónoma y tecnológica para estos pequeños y micro empresarios/productores.

2.6 Procedimientos metodológicos:

En esta sección, se detallan las etapas proyectadas para dar una solución a la situación problemática descrita anteriormente en este documento, las cuales se desarrollaron con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto. Está comprendida por tres fases secuenciales, que describiremos a continuación:

Etapas I: Dentro de la primera etapa tomamos de a observación de el empaquetado de sobres de agua purificada viendo su operación de forma manual, recopilando cada de una de las variables que nos dan una brecha para establecer una mejora automatizada del proceso.

Etapa II: En la segunda etapa según los datos recolectados con anterioridad empezamos a establecer bases según de diagramas, y propuestas para el funcionamiento real de un nuevo sistema de empaquetado más versátil.

Etapa III: Y de acuerdo con los diseños elaborados al nivel eléctrico-electrónico, se realizar una propuesta de función por medio de un software PLM, para la obtención del mismo. Mediante la secuenciación de las etapas y creación de sus actividades, se vinculó cada una de ellas a los objetivos desarrollados en esta investigación, con el fin de cumplirlos como detalla la siguiente tabla.

Objetivos:	Etapas	Actividades:
Analizar los procesos actuales de dosificación, sellado y empaçado para la producción de agua purificada.	Etapa I	-Análisis de la situación actual. -Análisis de las brechas con respecto a los procesos. -Recopilación de datos.
Diseñar planos eléctricos-electrónicos y diagrama de flujos de operación para el montaje del sistema de automatización propuesto.	Etapa II	-Crear una alternativa por medio de diagramas eléctricos-electrónicos. -Definir una nueva operación de los procesos para el sistema.
Demostrar el resultado del sistema de empaçado de agua, con un modelado 3D en Nx de Siemens y programado con ladder en un software de automatización electrónica.	Etapa III	-Elaborar una propuesta en 3D de un modelo funcional a escala como resolución de la nuestra alternativa a los procesos previstos.

Tabla 2: Procedimiento metodológico.

Fuente: Propia.

2.7 Operacionalización de las variables:

Objetivos Específicos	Variable Conceptual	Subvariables o Dimensiones	Variable Operativa o Indicador	Técnicas de Recolección de Datos e Información
<u>Objetivo Especifico 1</u> Analizar los procesos actuales de dosificación, sellado y empackado para la producción de agua purificada.	Análisis	1. Tipos de Dosificación y sellado. 2. Satisfacción de procesos en la producción actual.	1. Maquinas referentes para la realización del proceso. 2. Cantidad de producción de sellado y dosificado.	La observación: visita a los diferentes lugares de producción.
<u>Objetivo Especifico 2</u> Diseñar planos eléctricos-electrónicos y diagrama de flujos de operación para el montaje del sistema de automatización propuesto.	Diseños de automatización del sistema propuesto	1. Tipos de planos electrónicos. 2. Armonía de los sistemas autómatas propuestos.	1. Cuantificación de los planos más importantes en el proceso. 2. Calificación de planos eléctricos.	Observación.
<u>Objetivo Especifico 3</u> Demostrar el resultado del sistema de empackado de agua, con un modelado 3D en Nx de Siemens y programado con ladder en un software de automatización electrónica.	Simulaciones Automáticas.	1. Software de Diseño. 2. Tipos de Modelado	1. Programas utilizados para las simulaciones electrónicas. 2. Tipos de lenguajes de programación para los modelados 3D.	Práctica.

Tabla 3: Operacionalización de variables.

Fuente: Propia.

3 ANALISIS Y RESULTADOS:

3.1 Geolocalización de micro productora:

La geolocalización de la micro productora se encuentra dentro de las puestas y tramos del Mercado Oriental en Managua, también conocido entre cercanos como el sector de la aguadora, en donde podemos encontrar a su alrededor pequeños productores de bolsitas de agua que son distribuidas y vendidas en semáforos y distintas paradas de buses del radio departamental.

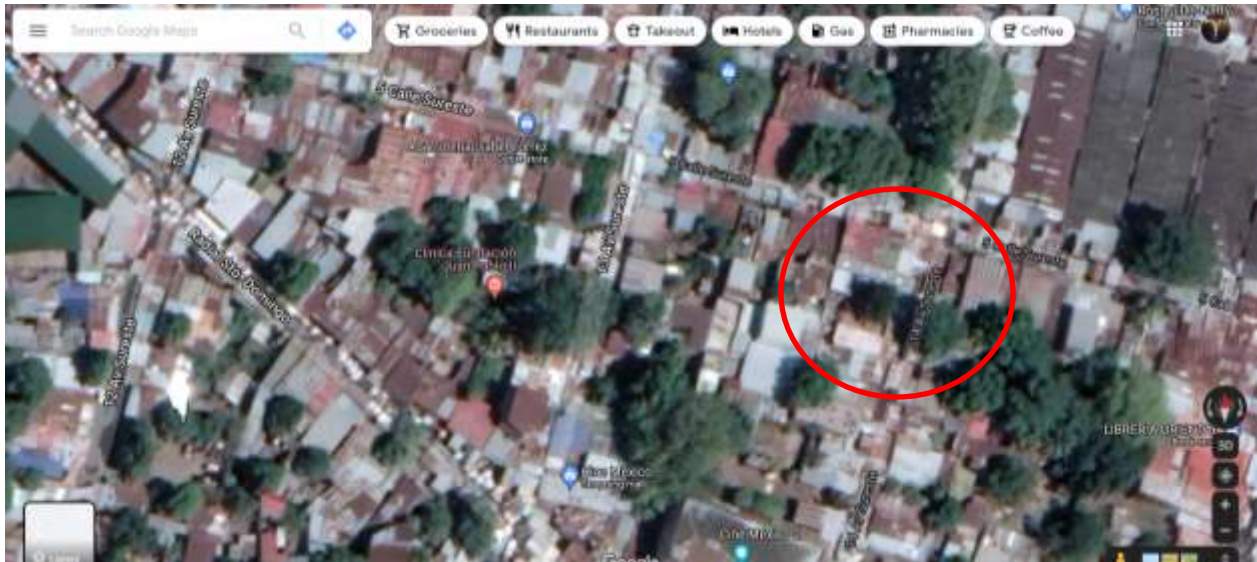


Figura 11: Geolocalización de micro fabrica.

Fuente: Propia.

La determinación del lugar se dio gracias a personas dentro de los puestos de ventas que permanecían cerca del lugar, lo que nos llevó a esta pequeña empresa productora de agua purificada de Wilmer Abarca. Dirección: Del cine México 1 cuadra al lago, media cuadra al este.



Figura 12: Fotografía de producto con dirección de micro fabrica.

Fuente: Propia.

3.2 Determinación de diagnóstico en base al análisis actual:

Con el objetivo de presentar una propuesta de diseño de empaqueo de agua, que trabaje de manera más eficiente y tenga como fin establecer un rendimiento modelo en comparación con otras máquinas actuales mecánicas, donde realizan procesos que requieren de mucho esfuerzo, se determina que los procedimientos a automatizar en el caso de estas máquinas son: el dosificado, sellado y empaquetado, los cuales son procesos que complican el rendimiento y producción de bolsitas de agua purificada, a continuación se muestra un modelo de máquina mecánica que realiza estas etapas y se muestra como se le dio una solución en los próximos resultados y análisis.

3.2.1 Evaluación del modelo manual para automatización:

A como se observa en el modelo de máquina en las láminas, se puede visualizar que los procesos están resueltos de forma mecánica, con componentes no automáticos y poco eficientes es una muestra de que son procesos de dosificación actuales que las pequeñas empresas realizan en esta rama. A continuación, se describen primero las partes de la máquina, para presentar los resultados que se les brindo de manera automática.



Figura 13: Fotografía de maquina manual en micro fabrica.

Fuente: Propia.

3.2.2 Diagnóstico del sistema:

Con forme a la visita realizada a la micro fábrica del señor Wilmer Abarca se tomaron las distintas observaciones a considerar para establecer el planteamiento para una automatización de procesos, detectando los puntos y variables a trabajar para una mayor eficiencia de producción, una implementación tecnología desarrollada para la agilización de los procesos así como también una proyección rentable de inversión con para incremento de ganancias como aporte para el desarrollo de la microempresa.

Por lo que a continuación presentaremos el estado del sistema con el cual funciona actualmente, los elementos que intervienen en esta, y las deficientes como tales.

3.2.3 Distribución de elementos en planta:

También tomamos en cuenta la distribución de la planta actual para el ensamble del nuevo modelo, del cual se ve de esta manera:

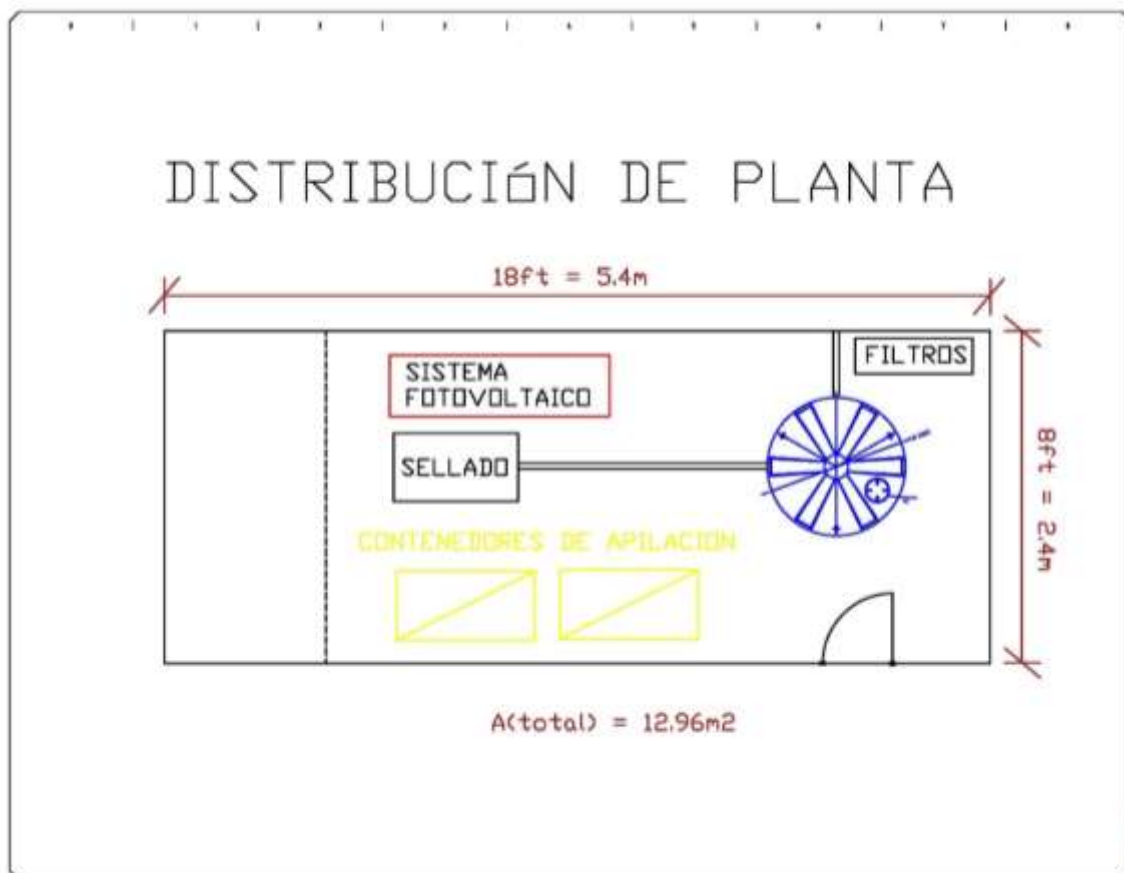


Figura 14: Plano de distribución de planta actual de micro fabrica.

Fuente: Propia.

3.2.4 Análisis de configuración actual del sistema de alimentación:

Dentro de las consideraciones de diagnóstico y análisis del sistema tenemos a continuación el modelo actual de trabajo de la micro fabrica, con el fin de trabajar una propuesta de mejora a partir del modelo existente.

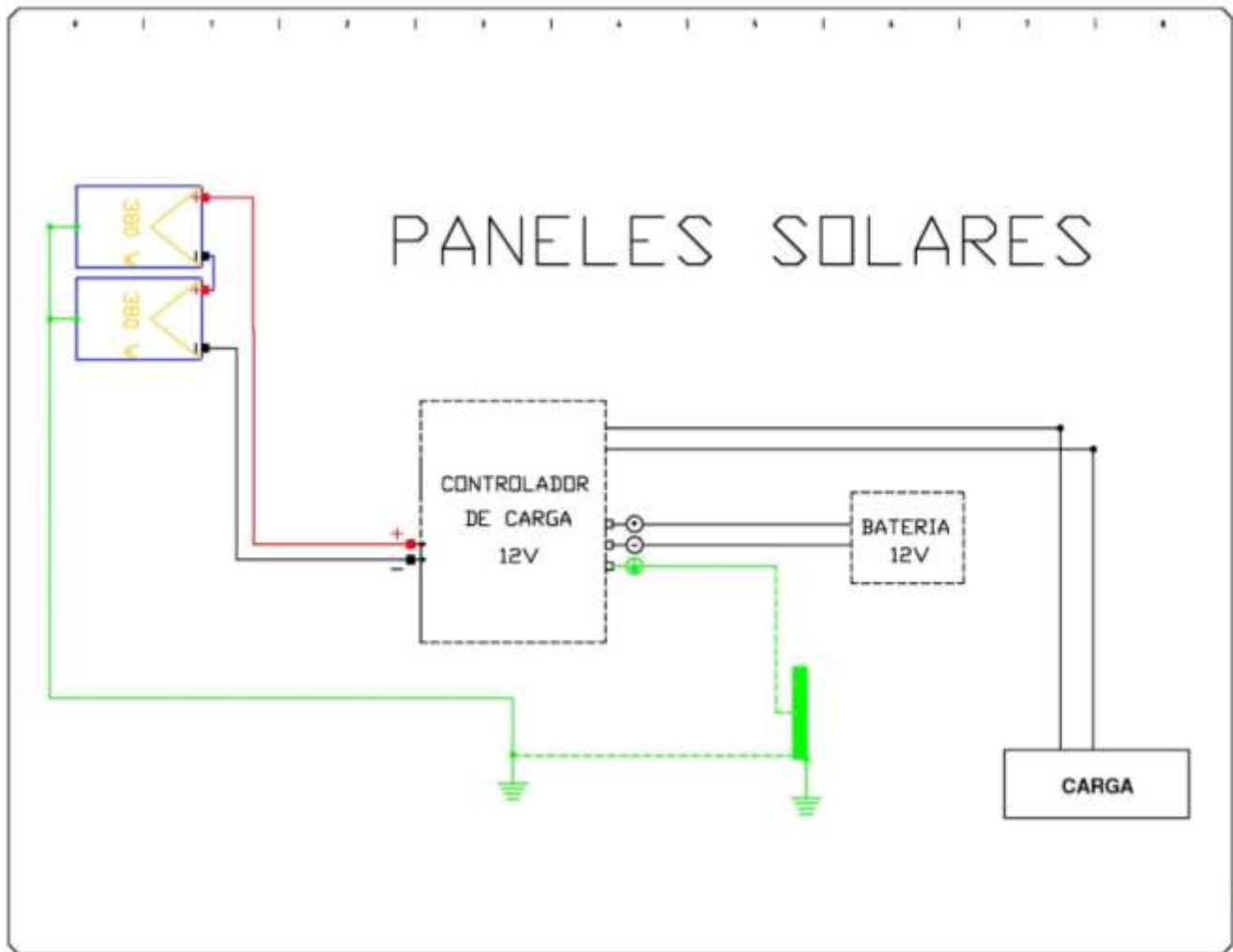


Figura 15: Plano de configuración energética actual de micro fabrica.

Fuente: Propia.

En la recopilación de datos que se obtuvo de las visitas en el sitio de la micro fabrica, en dentro de esto tenemos un sistema de abastecimiento eléctrico para el consumo de energía que provenga de la jordana de producción de agua en bolsitas, del cual cuenta con un par de paneles solares van a su controlador de carga y abastece una batería de 12v con 80,000 A, y la batería conectada directamente a una resistencia eléctrica con un largo aproximadamente de 8 pulgadas para el sellado del producto.

3.2.5 Análisis de producción y rentabilidad del sistema actual:

El sistema actual cuenta con una producción promedio de 7,200 bolsitas de agua purificada que son empaquetadas por la mañana segunda la jornada de 8 a.m. a 1 p.m., lo que indicada que durante las primeras paquetes de producción y el resto de la tarde se deben haber vendido 7,200 unidades, como lo vemos reflejado en la siguiente tabla:

Produccion de unidad	Día	Semana	Mensual
Estandar	7,200	50,400	201,600
Bajas	7,000	49,000	196,000
Altas	7,500	52,500	210,000

Tabla 4: Producción actual.

Fuente: Propia.

En base al estimado de producción de unidades se toman los cálculos de consideración de ingresos por toda la producción realizada en un día, así como semanal, y mensual, se estima una temporada promedio(estándar), una temporada baja y un alta. En la siguiente tabla mostramos los resultados del mismo:

Ingresos por Produccion	Día	Semana	Mensual
Estandar	C\$2,376	C\$16,632	C\$66,528
Intermedio	C\$2,310	C\$16,170	C\$64,680
Baja	C\$2,475	C\$17,325	C\$69,300

Tabla 5: Ingresos por producción actual.

Fuente: Propia.

En cuanto a la implicación de costo por gastos por producción por día, se realiza por cantidad de total de 1 rollo de sobres verticales, que resulta aproximadamente unas 7,000 a 7,2000 bolsitas con un peso de 300ml, que también su vez la inversión en materia prima de la misma es de 72 córdobas por libra, el pago total del rollo es de 1,470 a 1560 de acuerdo a su peso, a su vez estableciendo un aproximado de inversión por día.

Inversión de materia prima	Producto de uso	Equivalencia	Inversion real	Inversion real total
7,200	7500 por material	De 1 rollos de material	C\$1,500	C\$1,500
7,000	7500 por material	De 1 rollos de material	C\$1,500	C\$1,500
7,500	7500 por material	De 2 rollos de material	C\$1,500	C\$3,000

Tabla 6: Gasto de material por producción.

Fuente: Propia.

El modelo de sistema, su emplazamiento, el modo de operación, y los factores de ensamble para los posesos de fabrica juegan un papel muy relevante para la rentabilidad del negocio, y la eficiencia del mismo se ve reflejado tanto los ingresos generados de las ventas de los productos como el gasto de la reinversión para la producción constante de ganancias, por lo que también estimamos las ganancias actuales que esta pueda obtener del desarrollo de la producción de unidades, el resultado lo vemos en la siguiente tabla:

Ganacia real	Día	Semana	Mensual
Estandar	C\$876	C\$6,132	C\$24,528
Bajas	C\$810	C\$5,670	C\$22,680
Altas	C\$975	C\$6,825	C\$27,300

Tabla 7: Ganancias por producción actual.

Fuente: Propia.

Como resultado de nuestra estimación real, se obtiene un margen de ganancias que van desde los 800 córdobas hasta los 900, en dependencia de las temporadas de mayor y menor demanda según correspondan.

3.2.6 Estimación de la inversión de equipamiento de fabrica:

Se realizó un aproximado de la inversión inicial para el equipamiento y suministro de todos los instrumentos y materiales que son utilizados en producción y forman parte del producto final, vemos un estimado de inversión en la siguiente tabla:

Parte/Área/Equipo	Inversión estimada
Purificador	\$1,000
Maquina artesanal	\$450
Tanque (Barril)	\$120
Batería	\$150
Panel Solar	\$20
Instalación y demás	\$100
Total	\$1,840

Tabla 8: Inversión estimada del sistema actual.

Fuente: Propia.

La inversiones por equipo se estima que es de unos 2,000 dólares aproximadamente, ya que por costo individuales obtenemos que la maquina cuesta 5,500 córdobas, el costo de la batería es de 5,000 córdobas, el panel solar tiene un costo de 70 dólares que es equivalente a 2,500 córdobas, el controlador de carga tiene un costo de 80 córdobas, el purificador de carga posee un costo de inversión de 1,000 dólares equivalente a aproximadamente 35,600 córdobas, el costo del barril de 4,200 córdobas y gasto por menores de instalación de aproximadamente unos 3,000 córdobas.

3.2.7 Determinación de fallas del actual proceso:

Para resumir las pautas que nos dan los fundamentos de las mejoras dentro de un solo proceso la presentamos en el cuadro que vemos a continuación, donde se muestra la raíz y medula del problema, el detalle del mismo, sus consecuencias y como este interviene dentro de los procesos, así como una posible alternativa:

Diagnóstico de Procesos			
Puntos clave	Descripción	Consecuencia	Posible Alternativa
Producción de bolsas desproporcionadas en alineación de producto	El corte del sellado de encuentra de forma manual, por lo que el corte a la siguiente bolsa es irregular	Mayor consumo de material de producción	Sistema de sellados y lógica ajuste de bolsita por ciclo
		Asimetría de producto	
Producción de bolsas desproporcionada de integridad de dosificación	La dosificación es realizada a cálculo de observación imprecisa	Irregularidad de pesaje	Sistema de dosificación de producto + sistema de control de peso
		No control de materia	
Verificación de estado de temperatura, variaciones e irregularidades	No se tiene control o monitoreo de la temperatura real o de sus grados de calentamiento para sellado	Perdida de bolsitas por el sellado	Aproximación lógica de niveles de calentamiento
Control de disposición de agua purificada en tanque	El decremento del estado del nivel líquido de almacenamiento es desconocido	Mal administración de materia prima	Monitoreo de los niveles de tanque de dosificación

Tabla 9: Diagnostico de sistema y alternativas de mejora.

Fuente: Propia.

3.3 Análisis de alternativa de solución de automatización en funcionamiento:

3.3.1 Partes y funcionamiento:

Este modelo mecánico se divide en los siguientes subsistemas como se visualizan a continuación, así como la explicación de cada funcionamiento de las mismas. Es de tal manera como se realizan estos procesos actuales sin alguna automatización.

Partes	Proceso.	Foto
<p>Barril de almacenamiento y alimentación de agua.</p>	<p>La función principal de este sistema está en almacenar agua y su alimentación, esta cuenta con un llenado de agua que es filtrada antes de llegar a este espacio, luego de que el agua se purifique es almacenada en este barril, para después darle paso al llenado de bolsitas de agua.</p>	
<p>Ducto de alimentación del agua.</p>	<p>Su principal objetivo de esta parte de la maquina es suministrar agua a las películas de plástico colocadas alrededor de ella, cumpliendo de esta manera una parte de la dosificación, sin embargo, lo realiza por medio de un accionamiento mecánico sin ninguna ayuda automática, son procesos que requieren más esfuerzo humano es el problema que se presenta en este procedimiento.</p>	
<p>Mecanismo de corte y sellado horizontal.</p>	<p>Como se observa en la maquina el sistema de sellado está compuesto por una lámina conectada a un sistema de alimentación con una batería de carros, donde su función es proporcionar calor para sellar el material de plástico, de la misma manera está conformado</p>	

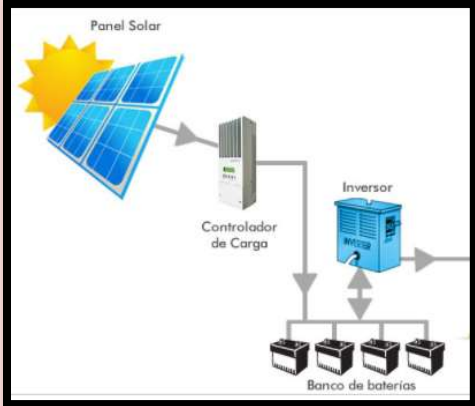
	<p>por el sistema de corte que prácticamente una vez sellado de forma inmediata pasa por la cuchilla de corte. Es un mecanismo simple el cual debe ser accionado por mano de obra, es aquí donde se requiere una automatización para que el proceso sea más eficiente.</p>	
<p>Mecanismo de Alimentación de energía.</p>	<p>Este sistema está compuesto en esta máquina por una batería de carros alimentada por un panel solar, el cual una vez cargada transmite energía por medio de un inversor de voltaje, es decir que no ocupa un 50% de energía comercial. Es un plus que implementan los dueños para reducir costos, lo cual por esa parte no es necesario automatizar nada, ya que es un procedimiento que un ingeniero puede implementar.</p>	 <p>El diagrama ilustra un sistema de energía solar. A la izquierda, un panel solar recibe energía del sol. Este está conectado a un controlador de carga (un dispositivo vertical). El controlador de carga está conectado a un inversor (un dispositivo azul con un símbolo de voltaje). El inversor está conectado a un banco de baterías (tres unidades rectangulares). Flechas indican el flujo de energía: del panel solar al controlador de carga, del controlador de carga al inversor, y del inversor al banco de baterías.</p>

Tabla 10: Partes de mejora del sistema alternativo.

Fuente: Propia.

3.3.2 Creación de un modelo para la automatización:

A partir de los datos recopilados y los análisis hechos con anterioridad, proponemos el desarrollo de un nuevo modelo que mejora la ejecución de los procesos de dosificación, sellado y empaquetado, en este caso de sobres de agua purificada, siendo la visión fundamental de esta propuesta definir una nueva máquina que mejore estos 3 procesos tomando como base fundamental el funcionamiento de la maquina artesanal y sus principios para llevarlos a una forma de ejecución más automatizada.

3.3.3 Estructura del nuevo modelo:

La estructura de este nuevo modelo será propuesto y definido a partir de diagramas de flujo, diseños del mismo y el cálculo de variables que intervienen en este nuevo proceso.

3.3.3.1 Redistribución de equipo:

Dentro de la estructura de un nuevo modelo se tomó en cuenta conforme la incorporación de los nuevos elementos, entendiendo su desarrollo de proceso y tomando el recurso del espacio de la micro fabrica, como podemos ver en la siguiente figura:

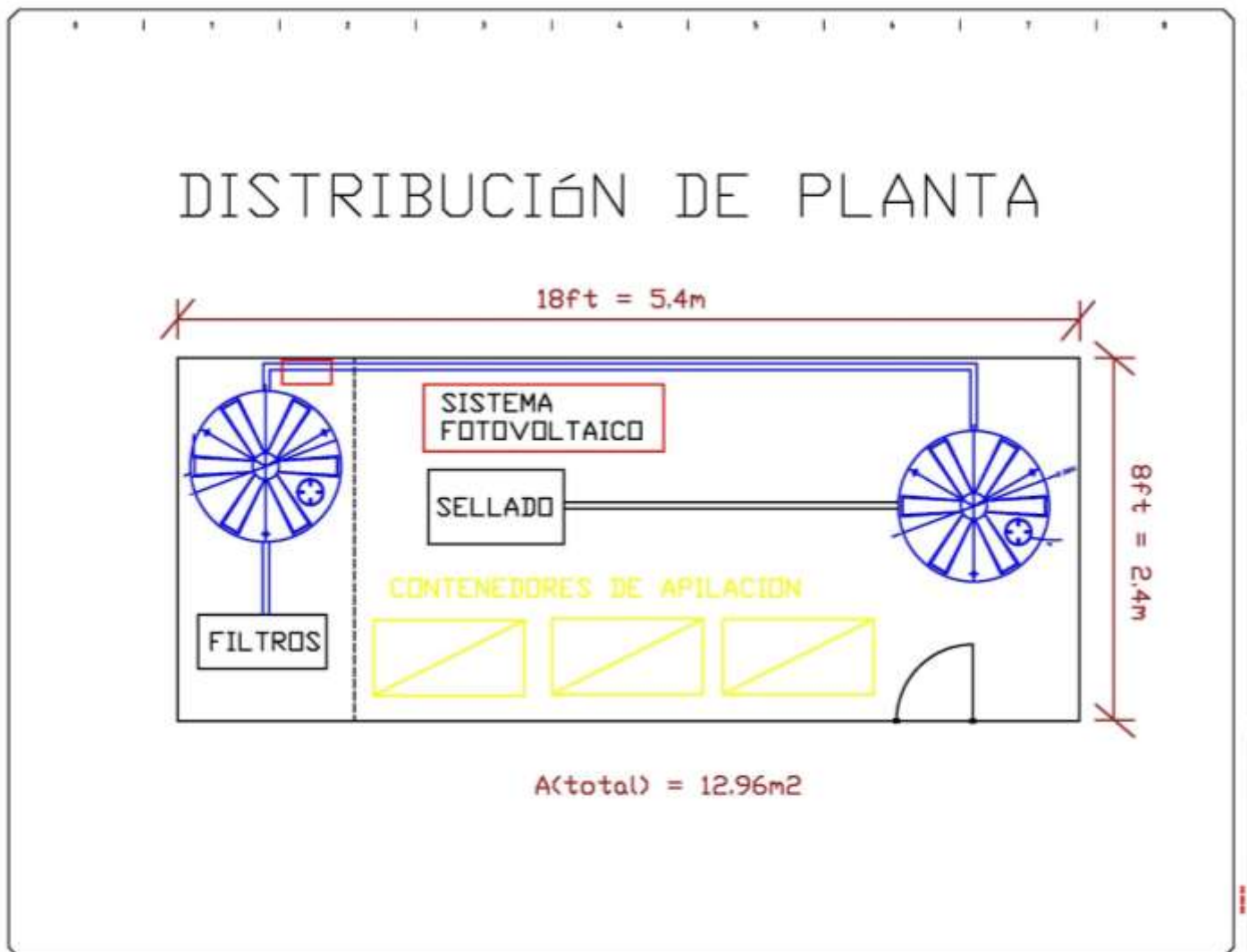


Figura 16: Plano de redistribución en proyección al nuevo sistema propuesto.

Fuente: Propia.

3.3.3.2 Determinación de flujo de operación:

Así como se observa en la siguiente figura determinamos la mejor forma de ejecutar cada proceso de forma secuencial, el cual, se inicia definiendo a partir del suministro de agua purificada, es decir, nuestro tanque de abastecimiento principal, y que pueda permanecer siempre lleno para que pueda retroalimentar nuestra tolva proyectada para la dosificación del elemento a dispensar.

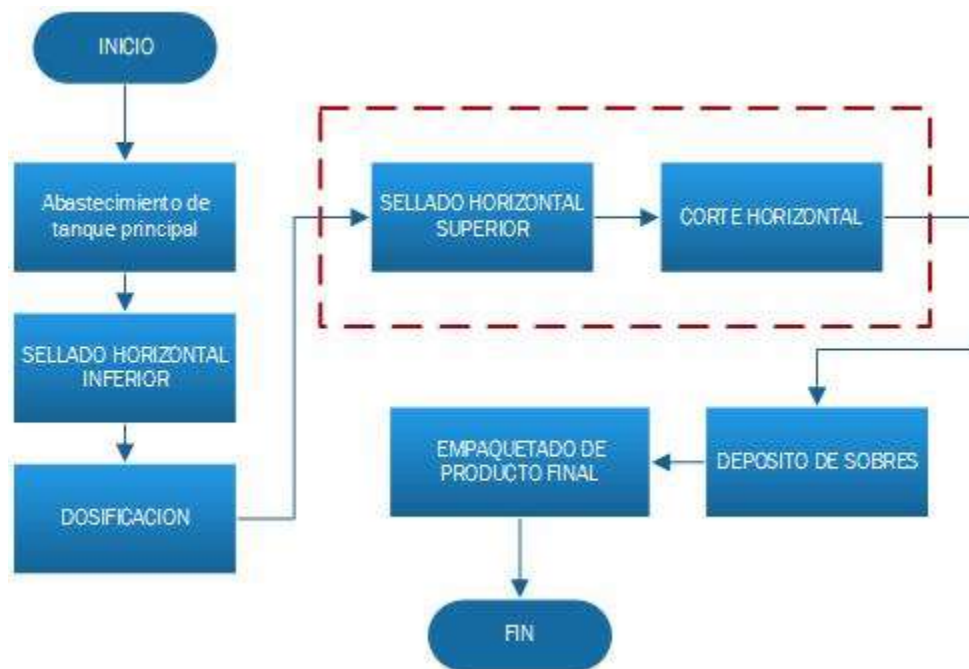


Figura 17: Diagrama de flujo de operación de proceso en cada etapa.

Fuente: Propia.

Se realiza el sellado horizontal en la parte inferior, el cual nos permite dosificar el producto para luego sellar el producto en el extremo superior, la ejecución del sellado horizontal se realiza exactamente con el corte del sobre, ya que estas partes estarán adheridas en la misma placa donde serán accionadas. Luego el producto es depositado y llevado a un apilador de empaques para poder distribuirlo a los clientes.

3.3.3.3 Determinación de lógica programada:

Tomando como referencia el parámetro de proceso en el diagrama anterior también desarrollamos nuestra lógica de programación, que ayudara mas adelante en el desarrollo de las funciones, ciclos, y el flujo de la operación del PLC control de proceso.

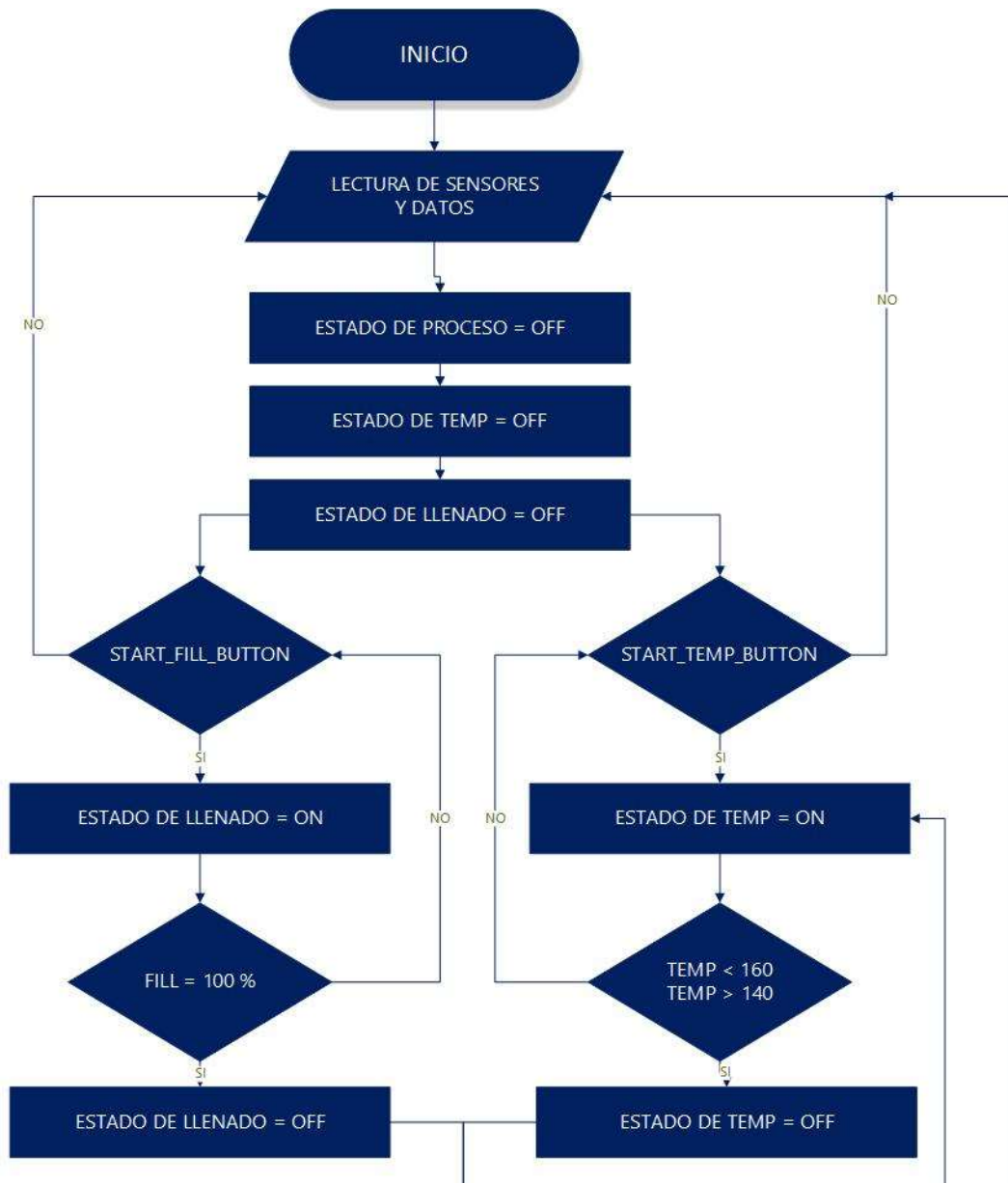


Figura 18: Diagrama de flujo de programación de sistema parte 1.

Fuente: Propia.

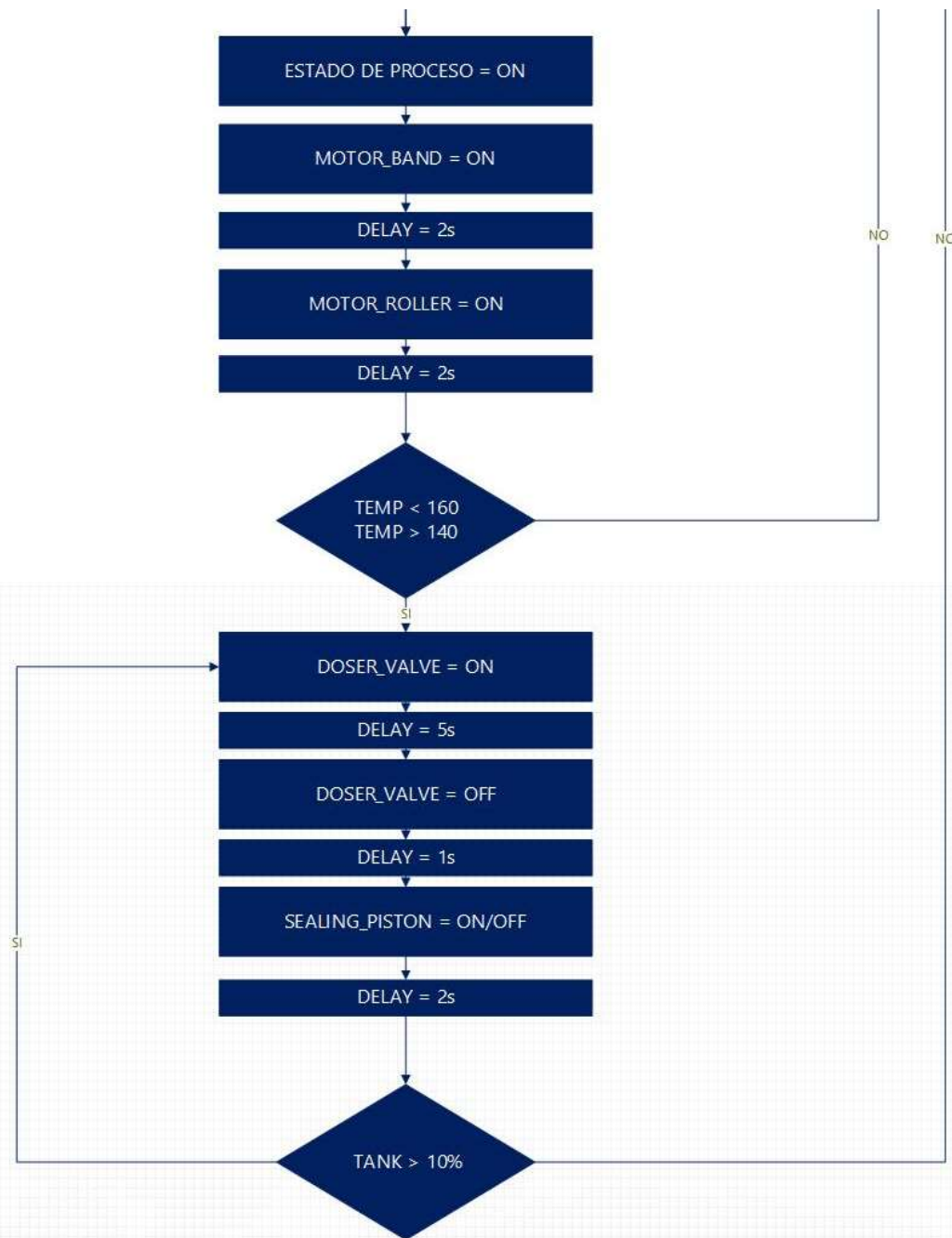


Figura 19: Diagrama de flujo de programación de sistema parte 2.

Fuente: Propia.

3.3.3.4 Diseño diagramas de sistema:

Los diagramas que definen la ejecución del proceso están dirigidos directamente dentro de un entorno de programación en Ladder, pero dentro del entorno físico obtenemos una habilitación de los elementos de control, siendo meramente digitalizado. Estos diagramas del sistema reflejan las conexiones de los elementos físicos, así como también los principios del funcionamiento representados en los siguientes flujogramas.

3.3.3.5 Diseños de diagramas de potencia:

En esta sección describiremos las conexiones que definimos para cada uno de los equipos en línea trifásica, según la mejor propuesta planteada definimos una configuración TI en donde todos los conductores activos están separados de tierra o un punto está puesto a tierra con una impedancia. Esto hace que, en caso de fallo de aislamiento, solo pueda circular una corriente de fallo pequeña, originada principalmente por la capacidad de derivación de la red. Los fusibles conectados en serie no se disparan. Asimismo, se conserva el suministro de corriente incluso en caso de contacto a tierra unipolar y directo, como lo podemos observar en la figura a continuación.

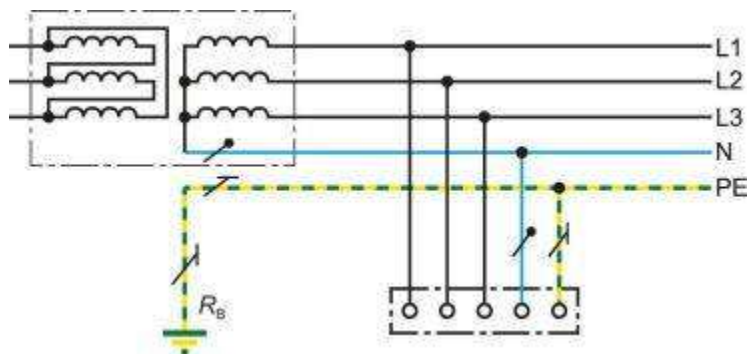


Figura 20: Diagrama de configuración de red eléctrica.

Fuente: https://www.bender-latinoamerica.com/fileadmin/_processed_/6/9/csm_IT-System_PRINZ_00_20061214_d9af7946bd.jpg

La implementación de esta configuración de red para las conexiones de nuestro modelo nos permite pocas interferencias en las instalaciones vecinas, gracias a instalaciones de

puesta a tierra sencillas de esta configuración y también al momento de tener paro no planeados estos puedan localizarse de forma sencilla en los fallos con los dispositivos correspondientes y poder corregirlos.

También veremos cada una de las conexiones de cada uno de los procesos a automatizar dentro de la misma propuesta planteada.

3.3.3.5.1 Función de Motor de banda y rodos de arrastre:

Dentro de nuestros diagramas de potencia tenemos el motor M1, de la cual su función dentro del proceso es llevar a cabo el movimiento de avance del material que se va procesando y finalizando, este motor posee unos rodillos que permiten deslizar el material de plástico de forma vertical definiendo la velocidad y fuerza del mismo según sea conveniente como lo vemos en la figura.

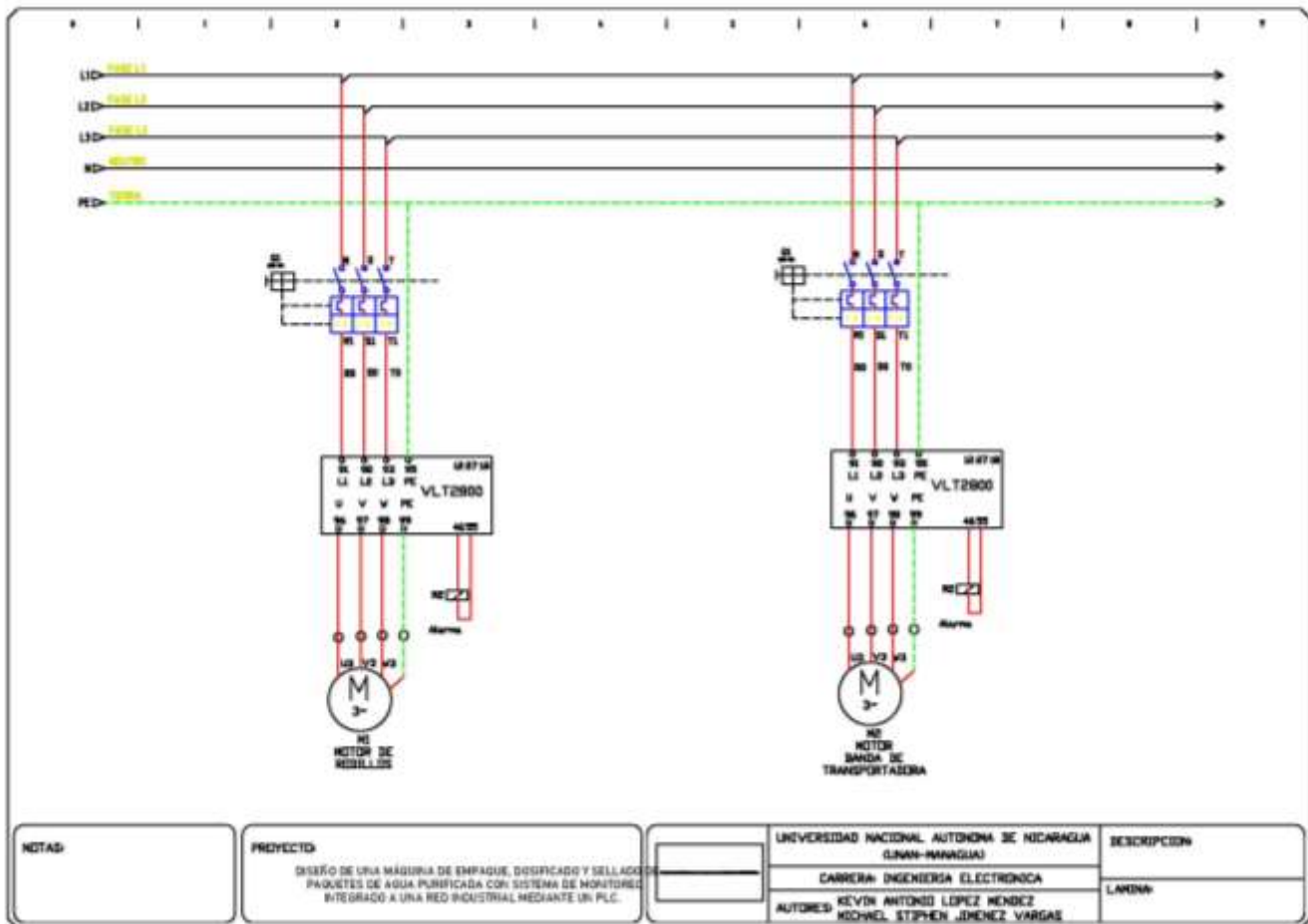


Figura 21: Diagrama de potencia I.

Fuente: Propia.

A su vez el motor M2, el cual representa el motor de una banda transportadora que nos ayudará a transportar el material que caiga luego del corte y sellado para poder apilarlos según cantidad definida.

En la siguiente figura tenemos el motor 3, el cual es una bomba que impulsa el agua de un tanque principal al tanque de dosificación, teniendo como configuración un arranque directo en este motor M3.

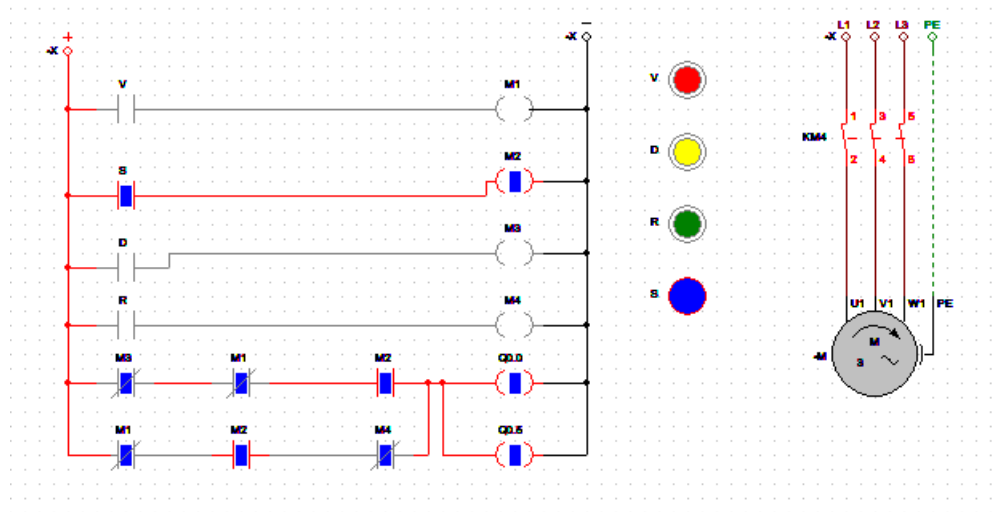


Figura 22: Diagrama de potencia II.

Fuente: Propia.

3.3.3.5.2 Función de resistencia eléctrica:

En este diagrama se especifica el funcionamiento de operación de nuestra resistencia eléctrica de calentamiento, el cual, luego de dosificar el producto, será sellado de forma horizontal y a la misma vez cortado.

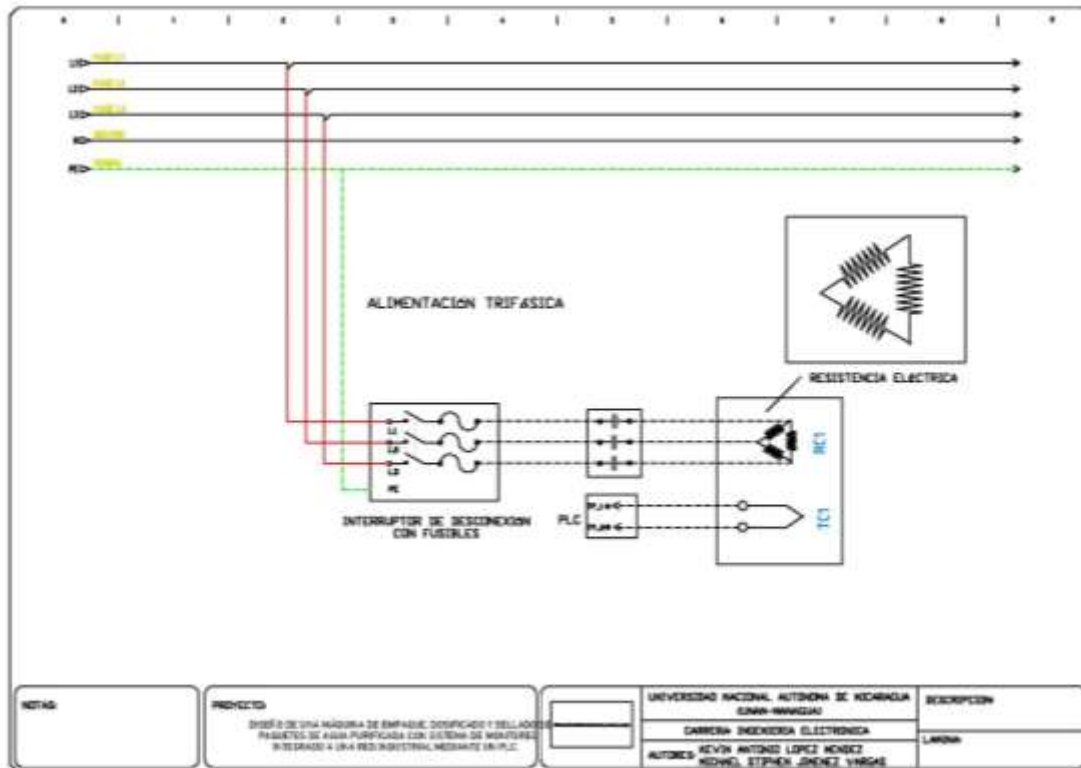


Figura 23: Diagrama de configuración de resistencia eléctrica.

Fuente: Propia.

Este modelo nos permite tener dos formas de proceso integrado en una sola ejecución de nuestro programa secuencial, teniendo así mismo un termopar en el elemento de calentamiento, para controlar las variables físicas conforme a un SP.

3.3.3.5.3 Función de electroválvulas y cilindros neumáticos:

El diagrama que se presenta a continuación define el sistema neumático aplicado al modelo, en donde se realiza los procesos de sellado-corte, y dosificación que son accionados por cilindros neumáticos, cada cilindro posee su regulador de entrada y salida de aire para un mejor ajuste de flujo de aire. Este también cuenta con una llave manual para la alimentación de aire comprimido, su unidad de mantenimiento con su

respectivo filtro y un presostato para la habilitación de aire adecuándose a una presión específica.

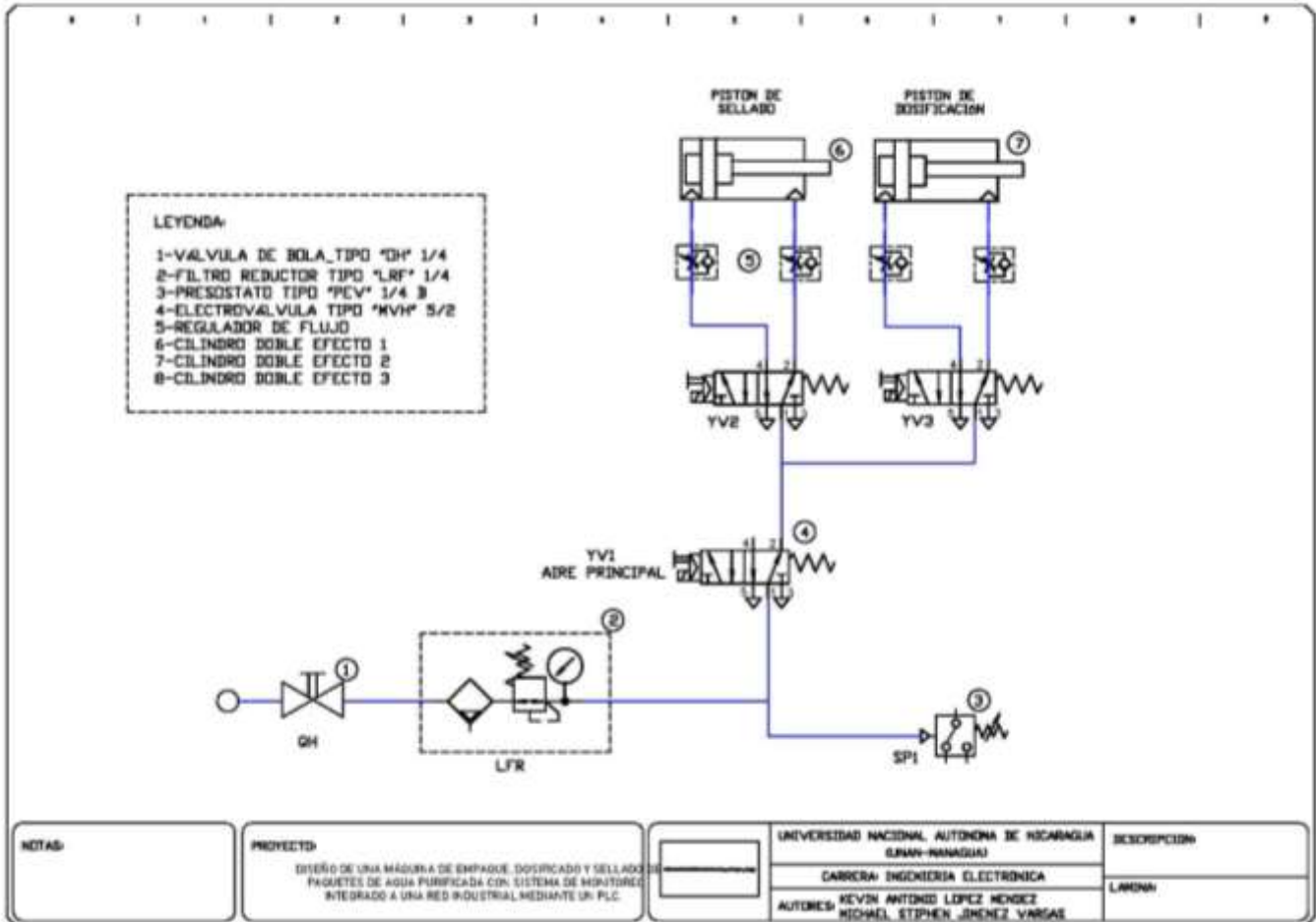


Figura 24: Diagrama de cilindros neumáticos.

Fuente: Propia.

3.3.3.6 Cálculo teóricos:

Dentro de nuestro planteamiento hemos definidos cálculos de una aproximación para el control de las variables físicas dentro del procesos de automatización, lo que nos permite tener un margen de referencia con respecto a un funcionamiento totalizado.

3.3.3.6.1 Dimensionamiento de mordazas:

El cálculo de dimensión de la mordaza debe ser mayor a las medidas del sobre a sellar, por lo que;

$$\text{LongitudMordaza Horizontal} > \text{AnchoFunda}$$

Teniendo en cuenta esos parámetros involucrados definimos que la consideración del modelo a diseñar es el siguiente:

$$\text{LongitudMordaza Horizontal} > 200 \text{ mm}$$

$$\therefore \text{LongitudMordaza Horizontal} = 250 \text{ mm}$$

También debemos tomar en consideración la distancia que debe tener al momento de integrar la cuchilla en la placa de sellado, considerando una distancia superior e inferior donde debe alojarse esta ranura de corte del material.

$$Amh = Ass + Asi + Ar \text{ (Ec. 4.1)}$$

Dónde:

$$Amh = \text{Ancho de la mordaza horizontal(mm)}$$

$$Ass = \text{Ancho del sello superior(mm)}$$

$$Asi = \text{Ancho del sello inferior(mm)}$$

$$Ar = \text{Ancho de la ranura(mm)}$$

$$Amh = 10 + 10 + 2 = 22 \text{ mm}$$

3.3.3.6.2 Cálculo de transferencia de calor:

En este cálculo definiremos la transferencia de calor entre la resistencia y la mordaza, estableciendo un valor promedio de calor de sellado de material, en este caso polipropileno.

$$K_{\text{Latón}} = 120 \frac{W}{m^{\circ}k}$$

Ver anexo A, Tabla 1

$$h_{\text{Aire}} = 10 \frac{W}{m^{\circ}C}$$

Ver anexo A, Tabla 2

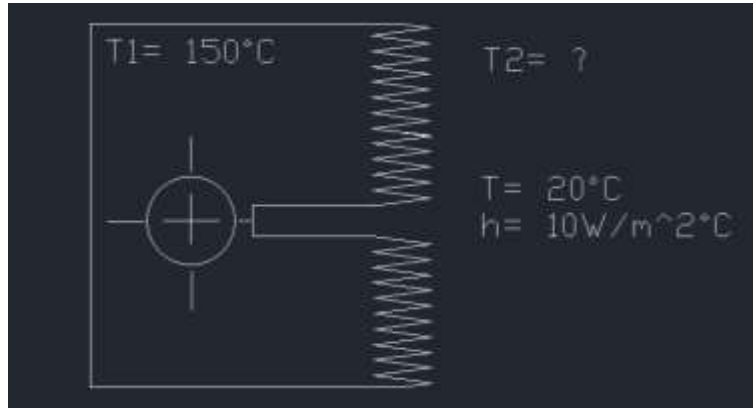


Figura 25: Esquema de mordaza de sellado.

Fuente: Propia.

(Descripción)

$$L_{mh} = 250 \text{ mm} = 0.25 \text{ m}$$

$$w = 22 \text{ mm} = 0.022 \text{ m}$$

$$D = 9 \text{ mm} = 0.009 \text{ m}$$

$$L_{mh} = L_{rc}$$

Determinación de la superficie del área total de la mordaza horizontal:

$$A_{sh} = 4(L_{mh} * w) \text{ (Ec. 4.2)}$$

$$A_{sh} = 4(0.25 * 0.022)$$

$$A_{sh} = 0.176 \text{ m}^2$$

Determinación del factor de forma de conducción:

$$S = \frac{2\pi L_{rc}}{\ln\left(1.08 * \frac{W}{D}\right)}$$

$$S = \frac{2\pi(0.25m^2)}{\ln \left(1.08 * \frac{0.022m}{0.009m} \right)}$$

$$S = 0.955$$

Determinación de la razón de transferencia de calor de la mordaza horizontal:

$$Q_{mh} = \frac{T_1 - T_\infty}{\frac{1}{\frac{W}{K_{Latón}} * S} + \frac{1}{\frac{W}{h_{aire}} * A_{sh}}}$$

$$Q_{mh} = \frac{(150 - 20) ^\circ k}{\frac{1}{120 \frac{W}{m^\circ k} * 0.955} + \frac{1}{10 \frac{W}{m^2 \ ^\circ k} * 0.022m^2}}$$

$$Q_{mh} = \frac{130 ^\circ k}{0.0087 + 4.54}$$

$$Q_{mh} = 28.579 W$$

Determinación de T2, es decir, la temperatura de sellado del material:

$$T_2 = \frac{Q_{mh}}{K_{Latón} * S} + T_1$$

$$T_2 = - \frac{28.579 W}{120 \frac{W}{m^\circ k} * 0.955} + 150 ^\circ k$$

$$T_2 = 149.751$$

Donde:

Q_{mh} = Razón de transferencia de calor de la mordaza horizontal (W).

A_{sh} = Área de la superficie total de la mordaza horizontal (m2).

K = Coeficiente de conducción del material.

$H(\text{Aire})$ = Coeficiente de convección del aire.

L_{rc} = Longitud resistencia tipo de cartucho(m).

L_{mh} = Longitud mordaza horizontal (m).

S = Factor de forma de conducción (m).

3.3.3.6.2.1 Energía para calentamiento de la mordaza:

Antes de calcular la energía que habrá que proporcionar para el calentamiento debemos encontrar peso de nuestra resistencia eléctrica según la densidad del material, por lo que aplicamos las siguientes formulas:

$$V = \pi r^2 h$$

$$V = \pi(0.0045m)^2(0.25m) = 1.59m^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \therefore \quad m = V * \rho$$

$$m = (1.59 m^3) * \left(0.00873 \frac{kg}{m^3}\right) = 0.01388kg$$

En esta sección estableceremos los cálculos para determinar la cantidad de energía necesaria para calentar la mordaza, partiendo de los valores realizados con anterioridad:

$$C_p = 375 \frac{J}{kg^\circ K}$$

$$M_{mh} = 1.335 kg$$

$$E_{mh} = M_{mh} * C_p * \Delta T$$

$$E_{mh} = 0.01388 kg * 375 \frac{J}{kg^\circ K} * (150 - 20) ^\circ k$$

$$E_{mh} = 676.65 J$$

Dónde:

E_{mv} = Energía necesaria para calentar la mordaza (J).

M_{mv} = Masa de la mordaza vertical (kg).

Definimos el tiempo necesario para el calentamiento de la mordaza y así también la potencia en watts.

$$t = 4 \text{ min} = 240s$$

$$Potencia = \frac{E_{mv}}{t}$$

$$Potencia = \frac{676.65 J}{240s} = 162.39 W$$

Teniendo la adición de la razón de transferencia de calor para obtener la potencia total para la resistencia.

$$P_{resistencia} = Potencia + Q_{mv}$$

$$P_{resistencia} = 162.39 J + 28.579 W = 190.96 W$$

Considerando la relación de la potencia en eléctrica con respecto a la resistencia, despejamos:

$$P_{resistencia} = \frac{V^2}{R}$$

$$P_{resistencia} = \frac{(120v)^2}{190.96} = 75.408 \Omega$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{190.96W}{120V} = 1.6A$$

3.3.3.6.3 Determinación de presión de sellado:

También es necesario realizar un cálculo de aproximación de la fuerza necesaria para sellar la funda de polipropileno y las fuerzas por fricción del mecanismo. En la siguiente tabla tenemos los valores de presión de sellado de distintos materiales plásticos

PRESIÓN DE SELLADO					
Material	Densidad (kg/dm ³)	Resistencia a la tensión (kg/cm ²)	Resistencia compresión (kg/cm ²)	Temperatura de sellado (°C)	Presión de sellado (kgf/cm ²)
HDPE	0.94-0.96	10-35	1	100-180	0.575-0.635
LDPE	0.91-0.93	4-16	1	110-180	0.564-0.620
PP	0.90	30-35	3	110-190	0.610-0.635

Fuente: Prodescom (citado en Rodríguez & Tipantacig, 2013, pág. 114)

Tabla 11: Caracterización de presión de sellado.

Fuente: Prodescom (citado en Rodríguez & Tipantacig 2013, pág. 114.)

Teniendo también las consideraciones del más de los elementos involucrados en nuestro diseño, como suma totalizada que nos ayuda a determinar la fuerza del cilindro neumáticos, según la integración de todos los elementos del mecanismo de sellado:

MASA DE LOS ELEMENTOS INTEGRADOS AL SISTEMA DE SELLADO

Elemento	Material	Masa (kg)
Placa soporte	Acero inox. 304	8.72kg
Mordaza	Latón	0.01388 kg
Bocines	Latón	2 * (0.06058) kg
Placa de acople cilindro-placa de soporte mordaza	Acero inox. 304	2.11kg
Total		0.1344kg

Tabla 12: Masa de los elementos de sellado.

Fuente: Propia

3.4 Diseño del sellado horizontal sería de la siguiente manera:

$$A_{efs} = \text{Área}_{si} + \text{Área}_{ss}$$

$$A_{efs} = (10 * 250)mm^2 + (10 * 250)mm^2 = 500 cm^2$$

$$p_{sh} = \frac{F_{sh}}{A_{efs}} \quad \therefore F_{sh} = p_{sh} * A_{efs}$$

$$F_{sh} = 0.610 \frac{kgf}{cm^2} * 500 cm^2 = 305 kgf = 30.5 N$$

Dónde:

A_{efs} = Área efectiva de sellado.

Área_{si} = Área de sellado inferior.

Área_{ss} = Área de sellado superior.

p_{sh} = Presión de sellado horizontal.

F_{sh} = Fuerza de sellado horizontal.

Con los resultados obtenidos procedemos a la determinación de las fuerzas del sistema para calcular a fuerza del cilindro:

$$\sum F_y = 0$$

$$N_o = W$$

$$N_o = 9.81 \frac{m}{s^2} * 0.1344 Kg = 1.318 N$$

$Fr = 0.51$ Ver anexo A, Tabla 4

$$\sum F_z = 0$$

$$2F_r + F_{sh} = F_{ch}$$

$$F_{ch} = 2 * (0.18 * 0.1344)N + 30.5 N = 30.54$$

Debemos determinar también las dimensiones del embolo del cilindro en el sistema de sellado horizontal, para ello los calculamos teniendo:

$$S_h = \frac{F_{ch}}{P_{am}}$$

$$S_h = \frac{30.54 N}{0.5 \frac{N}{mm^2}} = 61.08 mm^2$$

Así también determinamos el diámetro del mismo,

$$d_{csh} = \sqrt{\frac{4 * S_h}{\pi}}$$

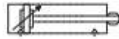
$$d_{csh} = \sqrt{\frac{4 * (61.08 mm^2)}{\pi}} = 8.818 mm$$

Determinamos las aproximaciones que obtenemos del cilindro adecuado para el sistema y la fuerza necesaria para llevar la acción del mecanismo de forma idea:

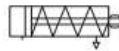
Del catálogo de AirTAC se escoge un cilindro AMA 20050 que es el inmediato superior que se encuentra.



Doble efecto



Simple efecto



Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido Filtrado,
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:
Doble efecto :
1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI
Simple efecto :
2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI

Temperatura de Trabajo:
0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F

Amortiguación:
Elástica

Características

- Camisa en Acero Inoxidable
- Resistentes a la oxidación
- Anillo magnético standard para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

Modelos Standard / Doble Efecto

Carrera mm (Pulg)	Diámetro del Cilindro en milímetros		
	16	20	25
25 (1")	AMA16025	AMA20025	AMA25025
50 (2")	AMA16050	AMA20050	AMA25050
75 (3")	AMA16075	AMA20075	AMA25075
100 (4")	AMA16100	AMA20100	AMA25100
125 (5")			AMA25125
150 (6")			AMA25150
Ø Vástago	6 mm	8 mm	10 mm
Conexión	M5	G1/8	G1/8

Figura 26: Caracterización del cilindro neumáticos.

Fuente: <https://saez-si.com/images/pdf/airtac/AIRTAC-CATALOGO.pdf>

Conforme a nuestra selección determinamos:

$$\therefore d_{csh} = 20 \text{ mm}^2$$

$$S_h = \frac{\pi * d_{csh}^2}{4}$$

$$S_h = \frac{\pi * (20^2)}{4} = 314.15 \text{ mm}^2$$

$$\therefore F_{ch} = p_{am} * S_h$$

$$F_{ch} = 0.6 \frac{N}{\text{mm}^2} * 314.15 \text{ mm}^2 = 188.49 \text{ N} \approx 189 \text{ N}$$

3.4.1 Respaldo de abastecimiento energético:

Para que esta propuesta funcione, se tomaron en cuenta factores importantes tal como el consumo energético de esta máquina, ya que al automatizar los demás procesos fue necesario determinar que su consumo sería elevado. Es por tal razón que se facilita un diseño simple de abastecimiento energético en caso de que no haya energía comercial, se puede seguir los procesos de producción gracias a este mecanismo que es capaz de hacer funcionar todos los procesos, además cabe recalcar que no solo se puede utilizar en caso de que no haya energía eléctrica, sino que también puede realizar algunos procedimientos de la máquina y la energía comercial otros, todo esto se hace con el objetivo de minimizar consumo y como respaldo de producción.

3.4.2 Determinación real del sistema:

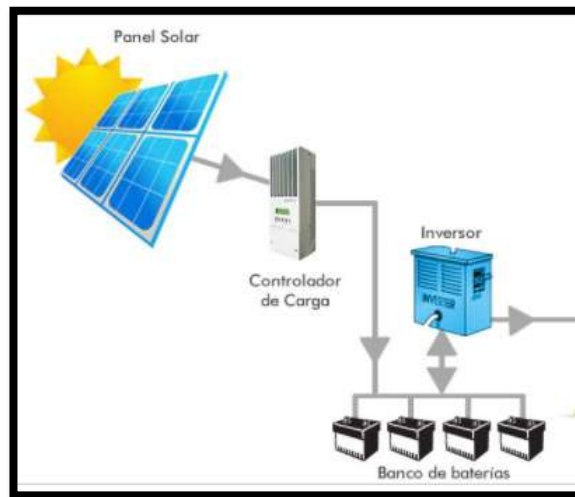


Figura 27: Configuración de paneles solares.

Fuente: <https://saenz-si.com/images/pdf/airtac/AIRTAC-CATALOGO.pdf>

Como se observa en esta lámina es un diseño simple, que está compuesto por uno a cuatro paneles, un controlador de carga, baterías que almacenan su energía y un inversor de voltaje para cambiar el voltaje directo a voltaje alterno, corriente que necesita nuestra máquina de empaquetado automática.

3.4.3 Dimensiones reales del sistema:

- ✓ Panel solar

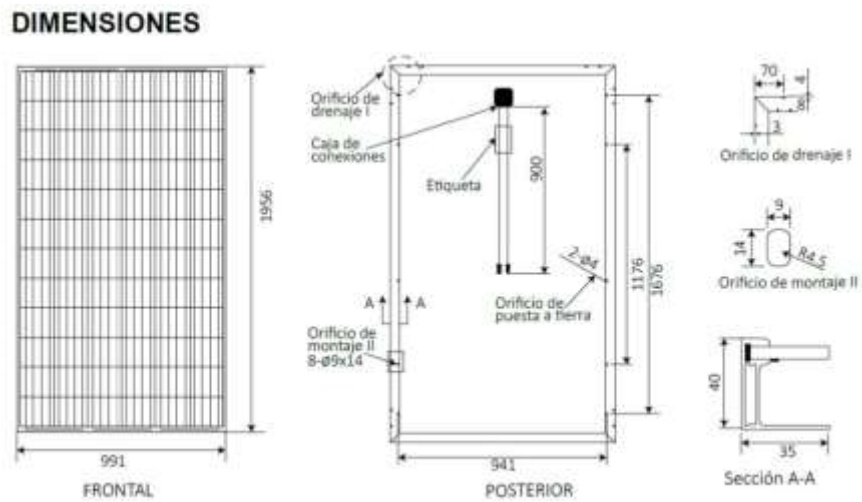


Figura 28: Dimensionamiento de paneles solares.

Fuente: <https://saez-si.com/images/pdf/airtac/AIRTAC-CATALOGO.pdf>

3.4.4 Cálculos de consumo:

Si se requiere un abastecimiento energético que subsidie los procesos, primero se determina la energía requerida para el sistema en este caso el controlador para que realice todos los procedimientos requeridos.

Ítem	Equipo	Cantidad	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)	Horas de consumo	Energía (W/h)
1	Controlador	1	12	2	20	12	240
2	Placa horizontal de corte y sellado	1	120	1.6	190.96	8	1527.68
Energía Total							1767.68

Tabla 13: Consumo energético requerido.

Fuente: Propia.

En este caso se calculó que la energía requerida es de 1767.68 W/h por lo que realmente se necesitan 5 paneles para suministrar este equivalente:

$$N_p = \frac{P \text{ requerida}}{P \text{ de cada panel}} = \frac{1767.68W}{340W} = 5.1 \cong 5 \text{ paneles}$$

Simplemente es un sistema adicional que puede beneficiar a la producción con esta máquina una vez ya automatizados los procesos.

3.4.5 Configuración del Nuevo sistema para el abastecimiento energético:

De acuerdo a los cálculos realizados se determinó la adición y cambios en la configuración energética para el abastecimiento de consumo de nuestra propuesta, lo que podemos ver en la figura mostrada a continuación:

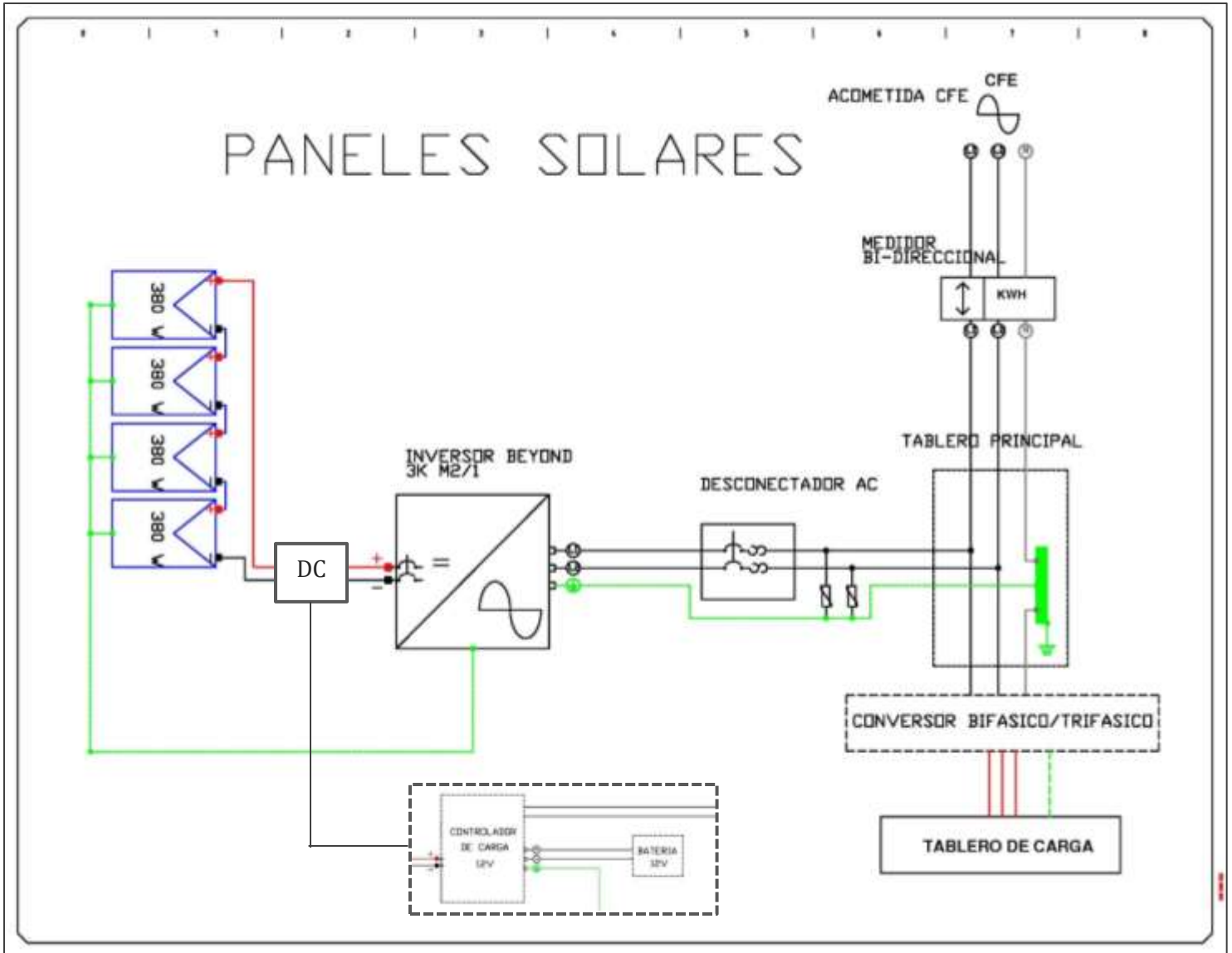


Figura 29: Configuración de nuevo sistema propuesto.

Fuente: Propia

3.4.6 Dimensiones del principal tanque de dosificación:

Para la etapa de dosificación se plantean las dimensiones y cálculos de volumen de agua del tanque principal, el cual se modificará con electroválvulas para determinar cada ciclo de dosificado por parte del almacenamiento de agua. El volumen que almacena este tanque de dosificación es de:

3.4.7 Dimensiones:

Peso/grs 9300	Tapa 50.8 mm	Capacidad 220 Lts	Empaque Individual
------------------	-----------------	----------------------	-----------------------



Figura 30: Dimensiones del tanque de dosificación.

Fuente: Propia

3.4.8 Cálculos de Volumen hacia la dosificación:

Si el tanque almacena alrededor de 220 litros de agua y las bolsitas que se necesitan dosificar tienen un tamaño que requiere 300ml de agua, al realizar la conversión se obtiene lo siguiente:

Si 220lts a ml de agua es: 220,000ml

$$\text{Cantidad de producto: } \frac{220,000\text{ml}}{300\text{ml de cada bolsita}} = 733$$

Si llenar cada bolsita de agua toma un tiempo de 7 segundos quiere decir que el tiempo total para cada ciclo de dosificado de las 733 bolsitas es de:

$$\text{Tiempo de cada ciclo: } 733 \times 7\text{seg} = 5131\text{seg} \cong \text{Aprox. 1 hora y 40 minutos}$$

Lo que significa que por cada ciclo se obtendrá una producción de bolsitas de agua de 733, sin embargo, se toma en cuenta el tiempo de dosificado el cual sería de 1 hora y 40 min para vaciar completamente el volumen total del tanque.

3.4.9 Dimensiones del dosificador:

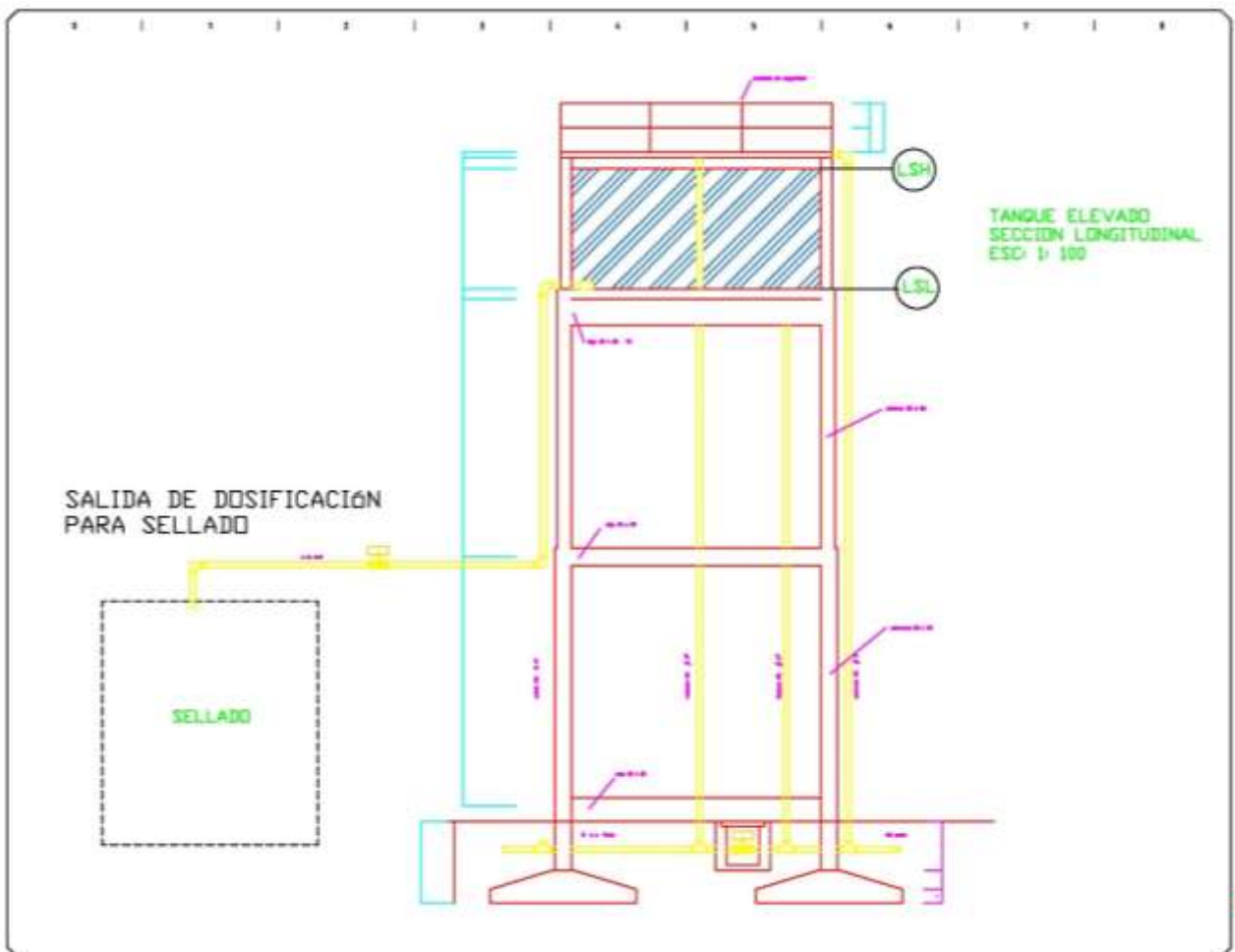


Figura 31: Plano de ubicación y estructura del tanque de dosificación.

Fuente: Propia

3.4.10 Dimensiones de la bolsita de agua:

Volumen neto	300 ml
Dimensiones	18x9cm
Peso Bruto	310 gramos
Material Empaque	Polietileno

Tabla 14: Dimensiones de bolsita.

Fuente: Propia.

3.4.11 Banda Transportadora y Motor:

El tensado de la cinta mediante fuerza constante se logra, normalmente, empleando dispositivos tensores que funcionan mediante el tensado por resorte o mediante tensores neumáticos o hidráulicos. Es por tal razón que se realizan los cálculos requeridos para que funcione con el tambor motriz o motor.

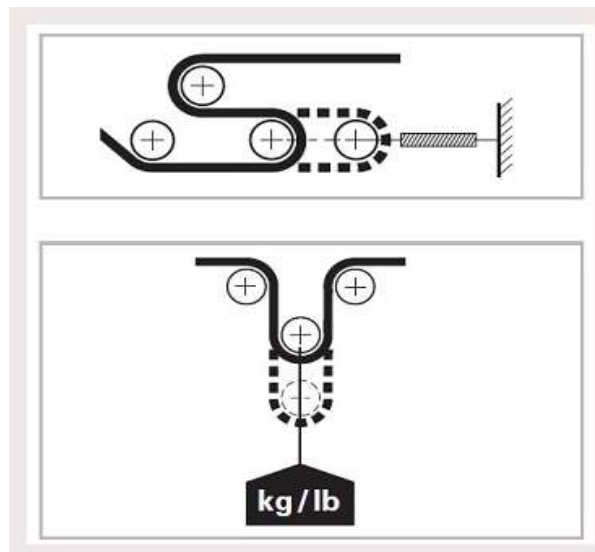


Figura 32: Diagramación de banda transportadora en función de cinta.

Fuente:

3.4.12 Velocidad de avance de la cinta

Uno de los factores que más influye en la capacidad de transporte de una cinta es la velocidad de avance (v) de la banda. En general, la *velocidad de avance* de una cinta va

a depender del tipo de material que se transporte, de manera que la velocidad máxima de avance de una cinta transportadora va a estar limitada por el tipo de material transportado.

Además, conocer la velocidad de avance de una cinta es necesario para poder establecer un ritmo de descarga adecuado de material sobre la cinta, de manera que no se origine el agolpamiento del material en el lugar de alimentación de la cinta.

Asimismo, en general una cinta transportadora podrá trabajar a más velocidad de avance conforme aumenta la anchura de la banda, ya que en cintas más anchas el porcentaje del material en contacto con la banda resulta menor que en las cintas más estrechas, ocasionando así menos desgaste de la banda.

La siguiente expresión permite conocer la capacidad de transporte o capacidad volumétrica de transporte de una cinta:

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

Siendo,

Q_v : Capacidad volumétrica de la banda (m³/h)

v : Velocidad de avance de la banda (m/s)

A : Área de la sección transversal del material transportado por la banda (m²)

k : Coeficiente de reducción de la capacidad de transporte de la cinta por su inclinación. Si la cinta transportadora está inclinada, ya sea de forma ascendente o descendente, se le debe aplicar este factor de reducción del área transversal del material transportado. Este coeficiente se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$k = 1 - 1,64 \cdot \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180} \right)^2$$

donde,

φ : es el ángulo de inclinación de la cinta (°)

3.4.13 Cálculos Reales:

1.- Datos *iniciales de diseño*:

- Material de transporte: Bolsitas de agua
- Longitud de la banda, L : 40 m
- Inclinación de la cinta, φ : -10°
- Altura alcanzada por la cinta, H : 7 m
- Ancho de banda, B : 500 mm
- Velocidad de avance de la cinta, v : 0,8 m/s

2.- Área (A) de la sección transversal del material transportado:

Según lo indicado en el apartado 4.2 se tiene que:

$$A = A_1 + A_2$$

donde,

$$A_1 = 0,25 \cdot \tan(\beta) \cdot [l + (b - l) \cdot \cos(\lambda)]^2$$

$$A_2 = l_1 \cdot \sen(\lambda) \cdot [l + l_1 \cdot \cos(\lambda)]$$

siendo,

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05$$

$$l_1 = 0,5 \cdot (b - l)$$

Donde los datos iniciales que se tienen son:

$\beta = 25^\circ$ es el ángulo de sobrecarga del material transportado por la cinta (ver Tabla 3: Características de los materiales)

$\lambda = 30^\circ$ es el ángulo de artesa en que se disponen los rodillos en la cinta

$l = 0,18 \text{ m}$ es la longitud de los rodillos

$B = 0,5 \text{ m}$ es el ancho de banda de la cinta.

Con estos valores, se resuelven las anteriores expresiones:

$$b = 0,9 \cdot B - 0,05 = 0,4$$

$$l1 = 0,5 \cdot (b - l) = 0,11$$

$$A1 = 0,25 \cdot \tan(25^\circ) \cdot [0,18 + (0,4 - 0,18) \cdot \cos(30^\circ)]^2 = 0,016 \text{ m}^2$$

$$A2 = 0,11 \cdot \sen(30^\circ) \cdot [0,18 + 0,11 \cdot \cos(30^\circ)] = 0,015 \text{ m}^2$$

Luego, el área total de la sección transversal del material vale:

$$A = A1 + A2 = 0,016 + 0,015 = 0,031 \text{ m}^2$$

3.- Capacidad de transporte de la cinta:

Se tiene que la capacidad de transporte volumétrica (Q_v) de una cinta se calcula como:

$$Q_v = 3600 \cdot v \cdot A \cdot k$$

Donde los datos iniciales son:

$v = 0,8 \text{ m/s}$ es la velocidad de avance de la banda

$A = 0,031 \text{ m}^2$ es el área de la sección transversal del material transportado

k es un coeficiente de reducción de la capacidad de transporte por inclinación de la cinta. Este coeficiente se puede calcular aplicando la siguiente expresión:

$$k = 1 - 1,64 \cdot \left(\frac{\varphi \cdot \pi}{180} \right)^2$$

donde,

φ : es el ángulo de inclinación de la cinta ($\varphi = 10^\circ$)

Sustituyendo resulta:

$$k = 1 - 1,64 \cdot \left(\frac{10^\circ \cdot \pi}{180} \right)^2 = 0,95$$

Por lo que la capacidad de transporte volumétrica (Q_v) de la cinta bale:

$$Q_v = 3600 \cdot 0,8 \cdot 0,031 \cdot 0,95 = 84,82 \text{ m}^3/\text{h}$$

Para el cálculo de la capacidad de transporte en masa (Q_m) es necesario conocer el peso específico (γ) del material transportado por la cinta.

$$Q_m = Q_v \cdot \gamma = 84,82 \cdot 0,75 = 63,62 \text{ t/h}$$

donde,

$\gamma = 0,75 \text{ t/m}^3$ es el peso específico del material transportado, en este caso, bolsitas de agua (ver Tabla de Características de los materiales).

4.- Potencia de accionamiento de la cinta:

La potencia total (P_T) será igual a la suma de las siguientes potencias parciales:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

- Potencia necesaria para mover la cinta en vacío y cargada, con posición horizontal de la cinta (P_1):

$$P_1 = \frac{C_b \cdot v + Q_m}{C_l \cdot K_f}$$

donde,

$C_b = 67$ (Factor de ancho de la banda, C_b)

$v = 0,8 \text{ m/s}$ es la velocidad de avance de la banda

$Q_m = 63,62 \text{ t/h}$ es la capacidad de transporte en masa de la banda

$C_l = 192$ (Factor de longitud de la banda, C_l)

$K_f = 1$ (Factor de servicio, K_f)

$$P1 = \frac{67 \cdot 0,8 + 63,62}{192 \cdot 1} = 0,611 \text{ kW}$$

- Potencia necesaria para elevar la carga hasta una cierta altura ($P2$):

$$P2 = \frac{H \cdot Q_m}{367}$$

donde,

$H = 7 \text{ m}$ es la altura que alcanza la cabeza de la banda transportadora

$Q_m = 63,62 \text{ t/h}$ es la capacidad de transporte en masa de la banda

$$P2 = \frac{7 \cdot 63,62}{367} = 1,213 \text{ kW}$$

- Potencia necesaria para vencer rozamientos de elementos auxiliares, dispositivos de limpieza y guías ($P3$):

En este caso, sólo habrá que calcular y sumar las potencias consumidas por cada uno de los elementos instalados:

$$P3 = Pa + Pb + Pc \dots$$

donde,

Pa : es la potencia debida a los trippers instalados (kW)

P_b : es la potencia debida a los dispositivos de limpieza (kW)

P_c : es la potencia debida a las guías y faldones instalados (kW)

Para la estimación del consumo de potencia debida a los elementos auxiliares se hace uso de la Tabla 10. Potencias adicionales de equipos auxiliares:

$P_a = 0$ dado que no hay trippers instalados

$$P_b = 0,3 \cdot B \cdot v = 0,3 \cdot 0,5 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ kW}$$

$$P_c = 0,16 \cdot v \cdot L_f = 0,16 \cdot 0,8 \cdot 3,75 = 0,48 \text{ kW}$$

Siendo $L_f = 3,75 \text{ m}$ la longitud de los faldones instalados.

Luego la potencia consumida por los elementos auxiliares resulta ser:

$$P_3 = 0,12 + 0,48 = 0,6 \text{ kW}$$

La potencia total (P_T) a transmitir por el tambor motriz para el accionamiento de la cinta será la suma de las anteriores potencias parciales:

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 0,611 + 1,213 + 0,6 = 2,424 \text{ kW}$$

La potencia requerida por el motor (P_M) para el accionamiento del tambor motriz de la cinta se calcula como:

$$P_M = \frac{P_T}{\eta}$$

donde,

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_r$$

siendo,

$\eta_m = 0,91$ es el rendimiento del motor eléctrico

$\eta_r = 0,96$ es el rendimiento de la caja reductora

Por lo tanto, el rendimiento total del motorreductor vale $\eta = 0,91 \cdot 0,96 = 0,87$. Y la potencia consumida por el motor:

$$P_M = \frac{2,424}{0,87} = 2,786 \text{ kW}$$

Se selecciona un motor eléctrico con potencia nominal de **4 kW**.

3.4.14 Modelación y simulación:

Dentro de esta fase siendo la última de nuestra demostración en análisis y resultados, demostramos la operatividad del sistema según las interfaces de operación y la programación de la misma para la cual se utilizó la interfaz de operación y la programación de la simulación en TIA PORTAL de Siemens.

3.4.14.1 Descripción de Red:

Los equipos dotados con puerto Profinet, como es el caso de la nueva familia de CPUs de Siemens, soportan la comunicación basada en los protocolos TCP/IP, lo que les permite conexiones y comunicaciones muy diversas para el intercambio de datos a través del programa de usuario con otros interlocutores vía Ethernet.

Ejemplos de conexión PROFINET

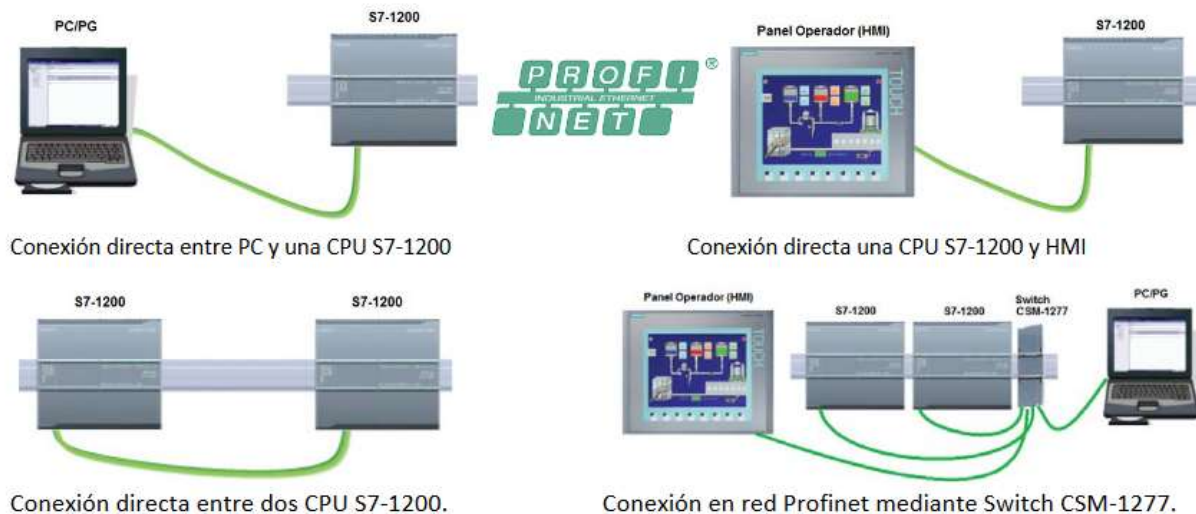


Figura 33: Modos de configuración para comunicación PROFINET.

Fuente: http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicac3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

Aun dentro de la misma lógica de programación es posible intervenir en una pequeña red interna por la se comunica los datos y se reconocen los tags del PLC con su HMI, estableciendo sus propias direcciones, mascara de subred, y una habilitación de ruteo en cada de conectar el servicio a una red en particular.

Notas importantes sobre el conexionado:

La conexión directa entre el PC y una CPU o la conexión directa entre dos CPU´s requiere un cable de par trenzado de tipo cruzado, debido a que el puerto Profinet del S7-1200 no dispone de conmutación Ethernet. Para la conexión en red de más de tres dispositivos se requiere a gusto de adicción un Switch Ethernet de 4 puertos CSM-1277 o cualquier otro switch de tipo estándar para Ethernet.

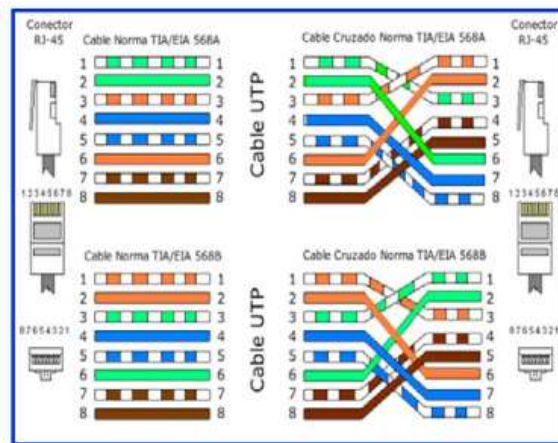


Figura 34: Configuración de par trenzado.

Fuente: http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicac3b3n-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

Es muy importante utilizar las normas T568A y T568B estándar para el conexionado de los conectores RJ-45.

De esta manera podemos definir nuestra comunicación lógica de la conexión HMI-PLC a partir de una comunicación Profinet, lo que veremos configurado mas adelante, a como se muestra en la figura a continuación:

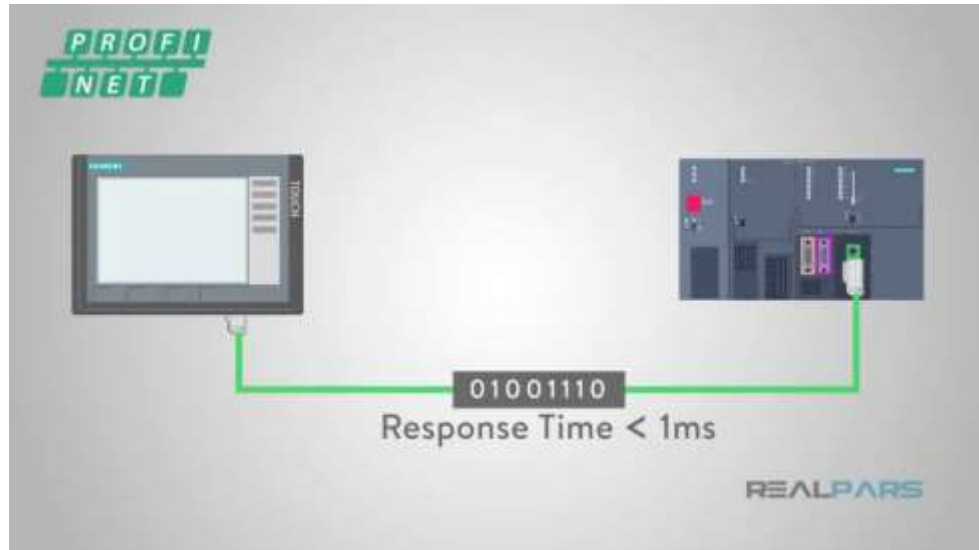


Figura 35: Comunicación HMI con PLC.

Fuente: http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicacion-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

3.4.14.2 Conexión de PLC y HMI:

En la siguiente figura podemos observar la conexión entre el controlador, el cual tiene una dirección IP 192.168.0.1 con máscara 255.255.255.0, y un interfaz HMI la cual asignamos la IP 192.168.0.2 con máscara 255.255.255.0. Estos dispositivos están interconectados por medio de comunicación Profinet/Ethernet, el cual lo determinamos con la PN/E2.

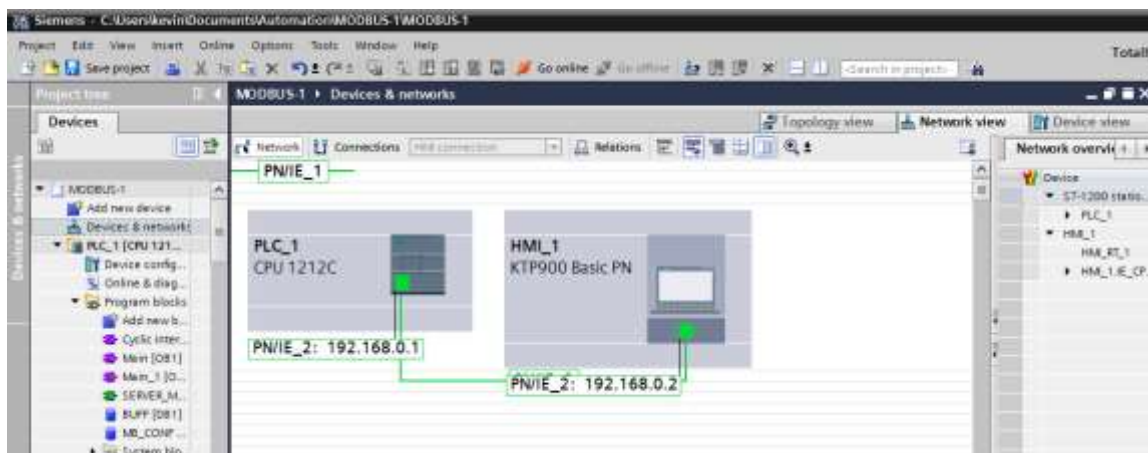


Figura 36: Conexión PLC a HMI por PROFINET.

Fuente: Propia.

3.4.14.3 Diseños de Interfaz HMI:

En la interfaz operativa obtenemos la visualización de los procesos automatizados los cuales estar expresados y definidos en la siguiente figura:

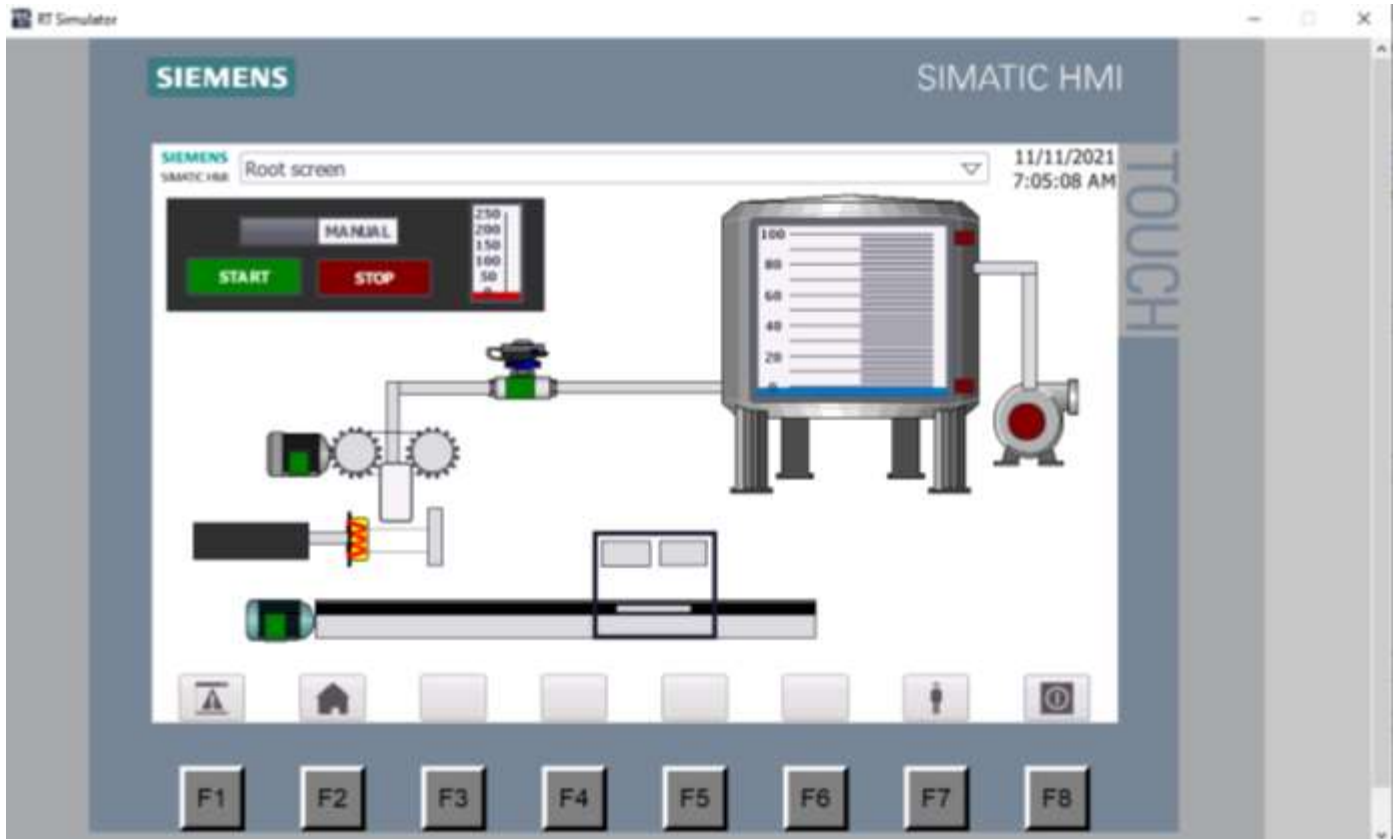


Figura 37: Interfaz de comunicación gráfica.

Fuente: Propia.

Dentro de las cuales también podemos obtener 3 partes. En la primera etapa tenemos la etapa de dosificación, la cual consiste en el proceso de acumulación de agua en un tanque principal y luego llenar con este el tanque para la dosificación.

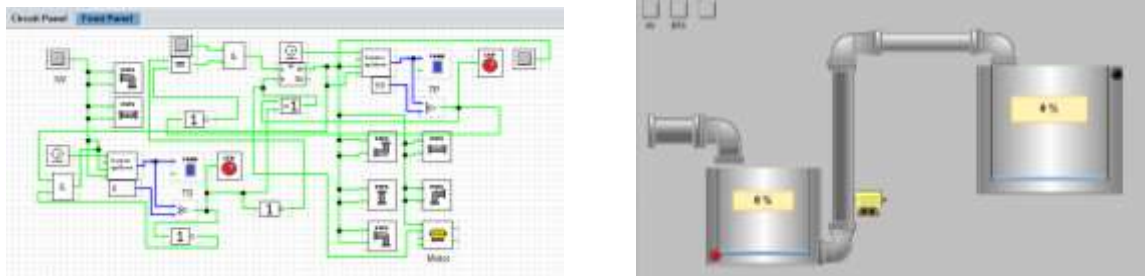


Figura 38: Ejemplo de sistema de dosificación.

Fuente: Propia.

El agua purificada es impulsada por una bomba, a vez que llenado el tanque se ponen en disposición los demás elementos que funcionan de forma integral para iniciar el proceso de dosificación.

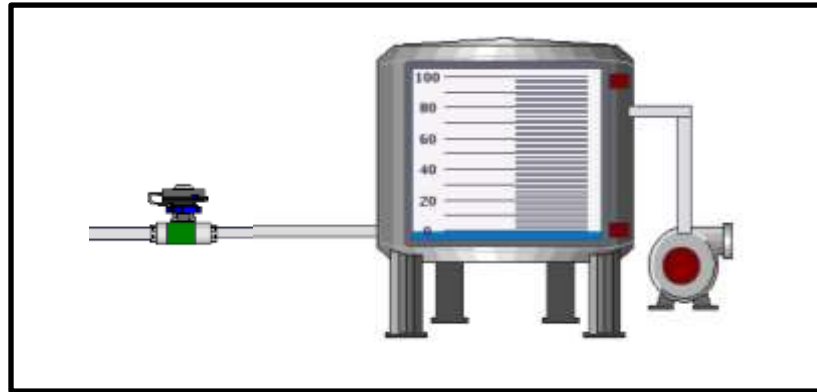


Figura 39: Etapa I del sistema automatizado en RC SIMULATOR de TIA PORTAL.

Fuente: Propia.

La segunda etapa consiste en el control del sellado, el cual está compuesto por una mordaza la cual se calienta a una determinada temperatura para el corte y sellado del material de los sobres de agua.

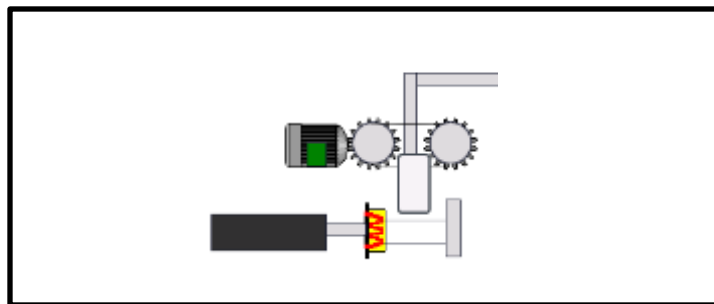


Figura 40: Etapa II del sistema automatizado en RC SIMULATOR de TIA PORTAL.

Fuente: Propia.

En esta misma también tenemos un pistón el cual interactúa como el actuador para mover las mordazas y unos rodillos de arrastre, los cuales giran de forma inversa al sentido del producto para hacer una retención mientras se dosifica y el producto baja por gravedad. Lo que observamos en la figura a continuación:

La tercera etapa consiste y se lleva al cabo al caer el producto a la banda transportadora, este es llevado a una báscula en la misma banda transportadora que realiza un pesaje del producto en tiempo real, lo que nos permite aceptar el paso del producto bien dosificado o rechazarlo por medio de un pisto que se acción al tener un mayor de error alto en el contenido del producto. Lo que podemos ver en la siguiente imagen:

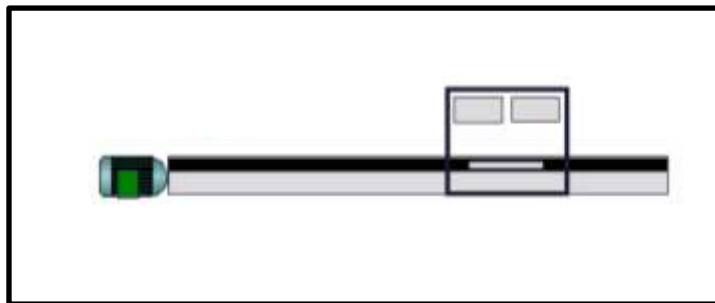


Figura 41: Etapa III del sistema automatizado en RC SIMULATOR de TIA PORTAL.

Fuente: Propia.

3.4.14.4 Programación base:

En el siguiente programa que mostramos a continuación observamos nuestra programación en Ladder, el cual está definida por una secuencia de activación por proceso en el modo automática, esta nos permite ver la activación de cada etapa, y su secuencia cíclica.

3.4.14.4.1 Descripción de programa:

Network 1:

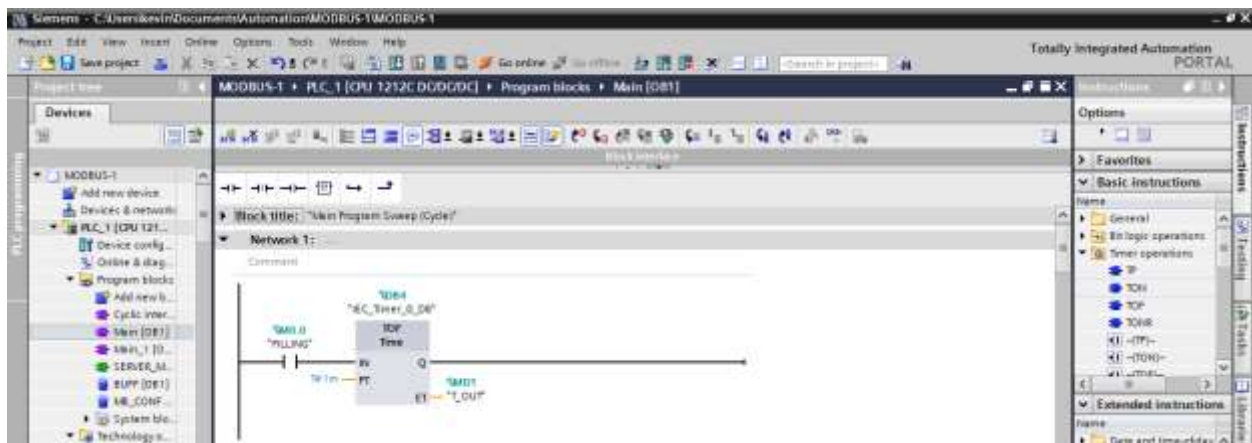


Figura 42: Programación en Network 1.

Fuente: Propia.

Network 2:

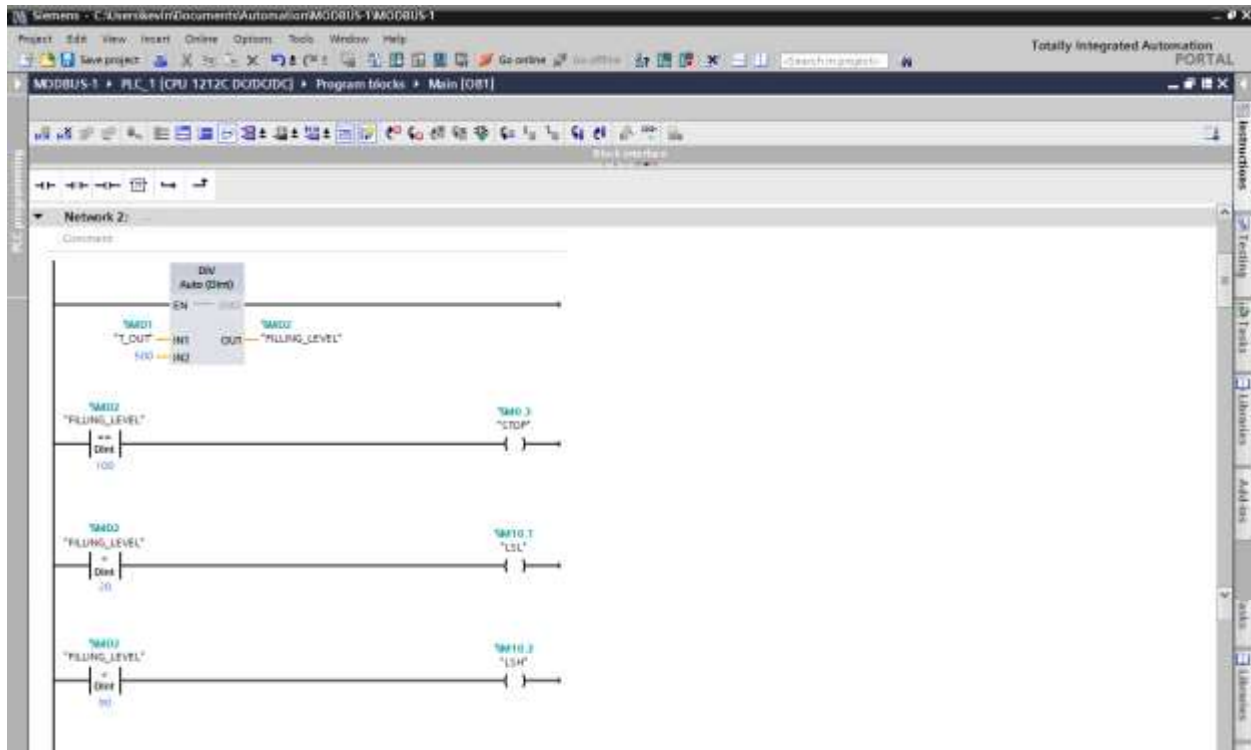


Figura 43: Programación en Network 2.

Fuente: Propia.

Network 3:



Figura 44: Programación en Network 3.

Fuente: Propia.

Network 4:



Figura 45: Programación en Network 4.

Fuente: Propia.

Network 5:

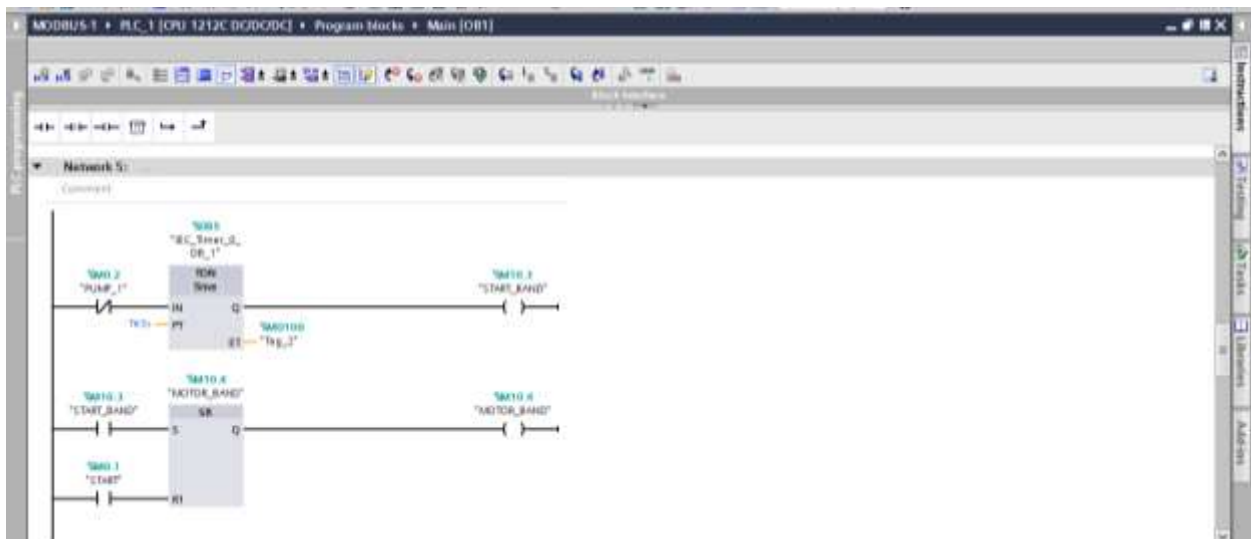


Figura 46: Programación en Network 5.

Fuente: Propia.

Network 6:

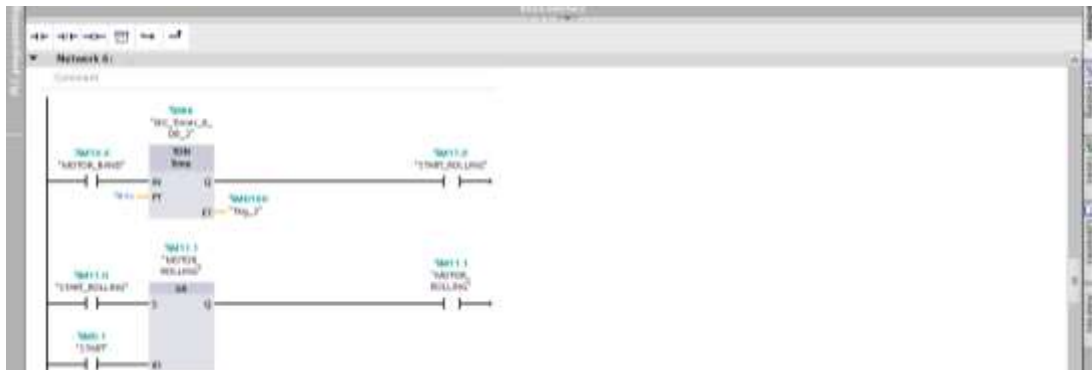


Figura 47: Programación en Network 6.

Fuente: Propia.

Network 7:

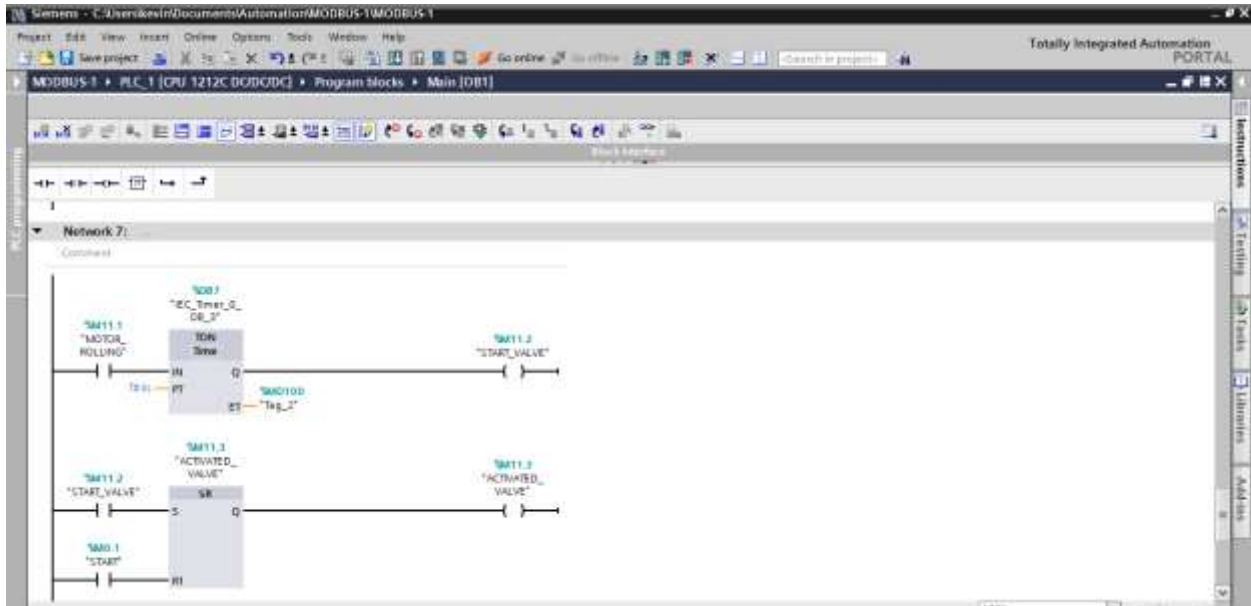


Figura 48: Programación en Network 7.

Fuente: Propia.

3.4.14.4.2 Control ON/OFF para temperatura:

Para la temperatura de las mordazas definimos un control ON/OFF, en el cual se enciende hasta llegar a la temperatura de su valor estimado, luego se apaga al llegar a la temperatura ideal, y mantienen este ciclo constante de encendido y apago para el control de temperatura.

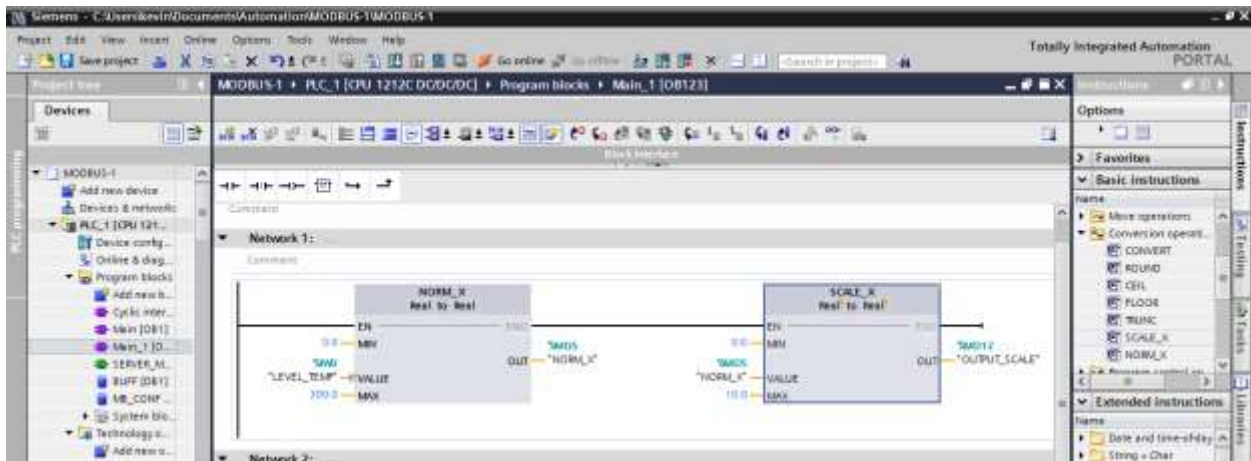


Figura 49: Escalamiento para el control de temperatura.

Fuente: Propia.

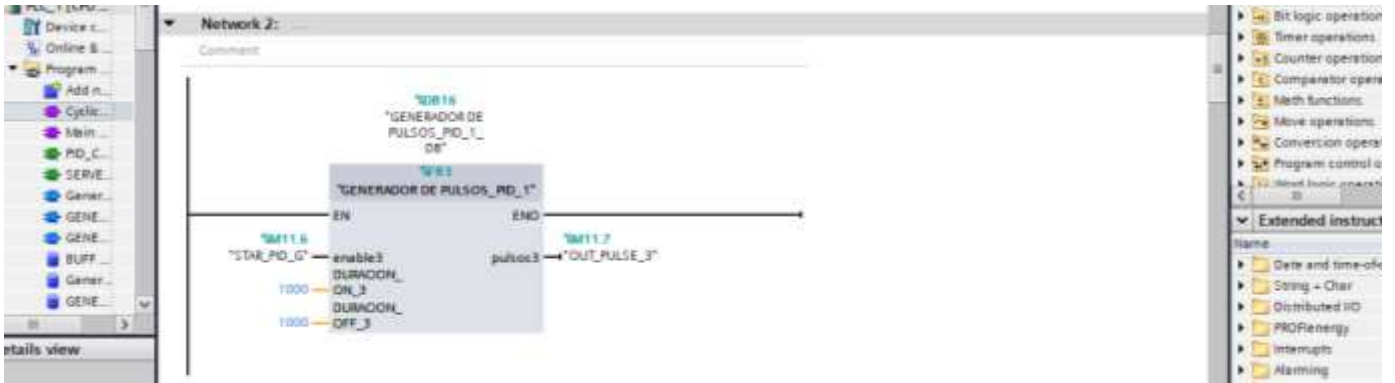


Figura 50: Generación de pulsos para progresión de temperatura.

Fuente: Propia.

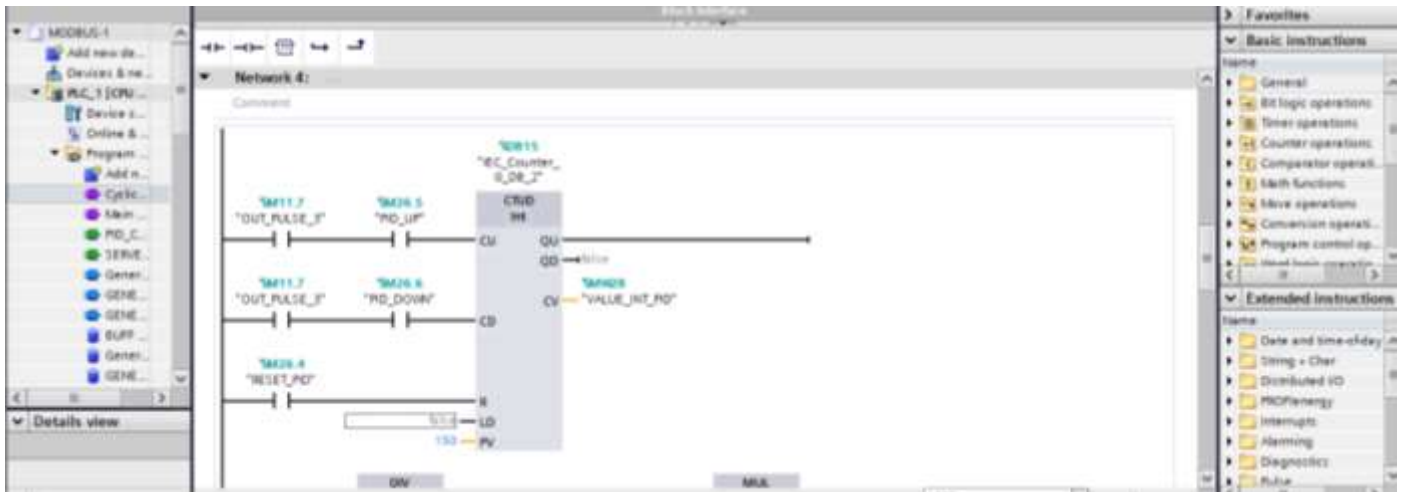


Figura 51: Desactivación y activación de temperatura.

Fuente: Propia.

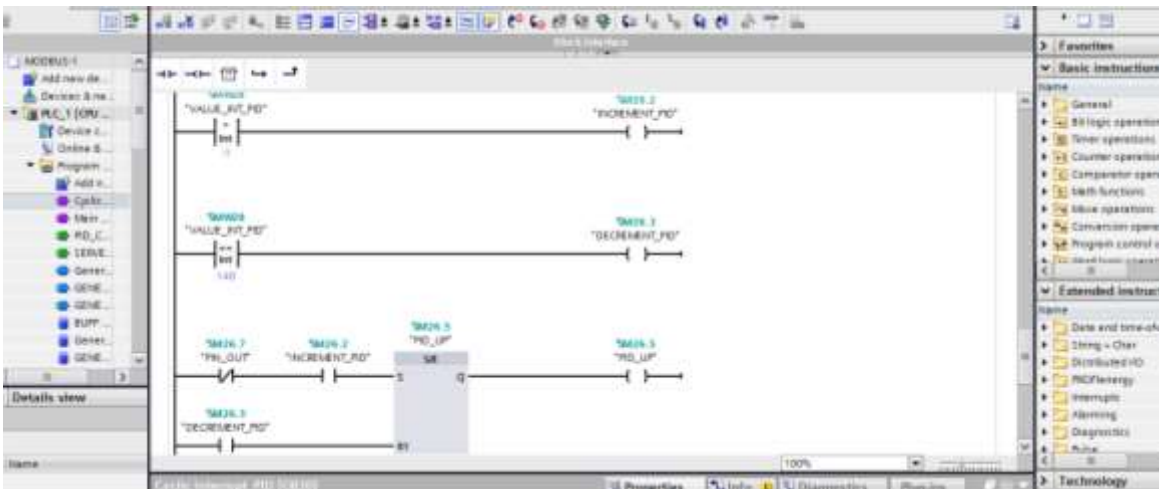


Figura 52: Comparadores de rango de variable.

Fuente: Propia.

3.4.14.4.3 Tags de variables:

Dentro de esta sección de tags definimos cada una de las variables a utilizar en los networks del programa, el tipo de variable, y dirección como marca, entrada o salida, los lo vemos en las siguientes imágenes, tanto para el PLC como para el HMI.

Variables para S7-1200:

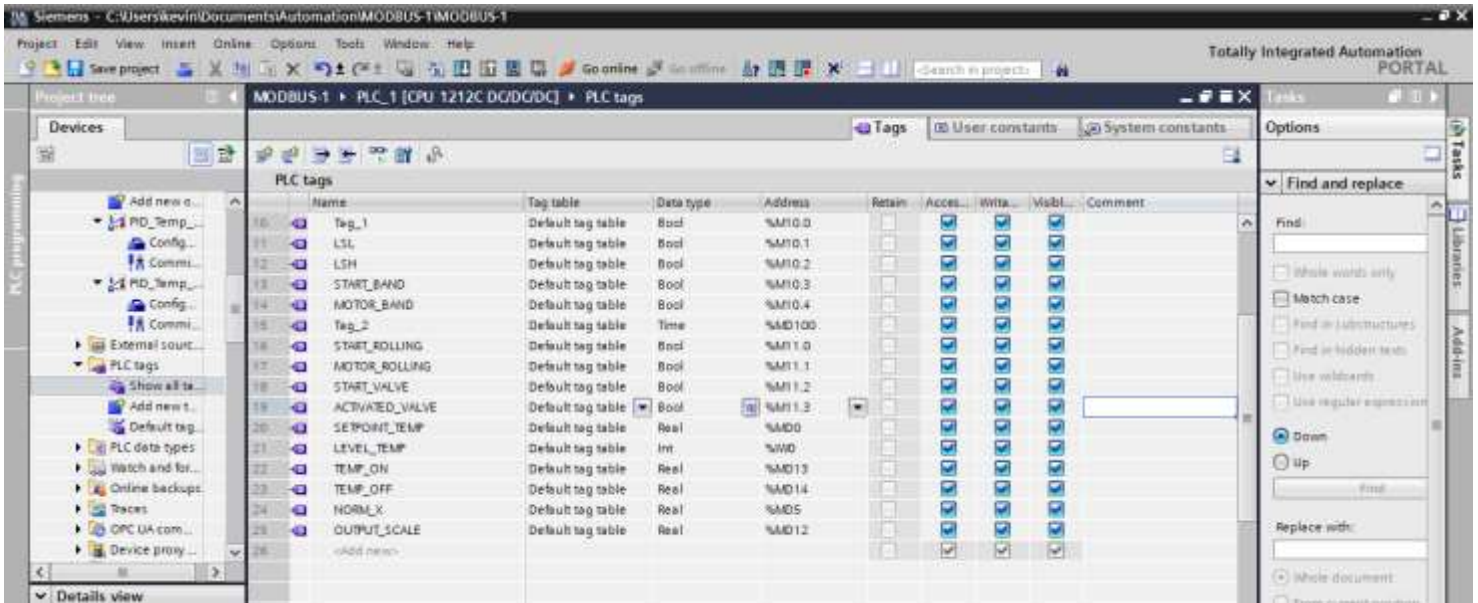


Figura 53: Tags de variables de la programación principal.

Fuente: Propia.

Variables para SIMATIC-HMI:

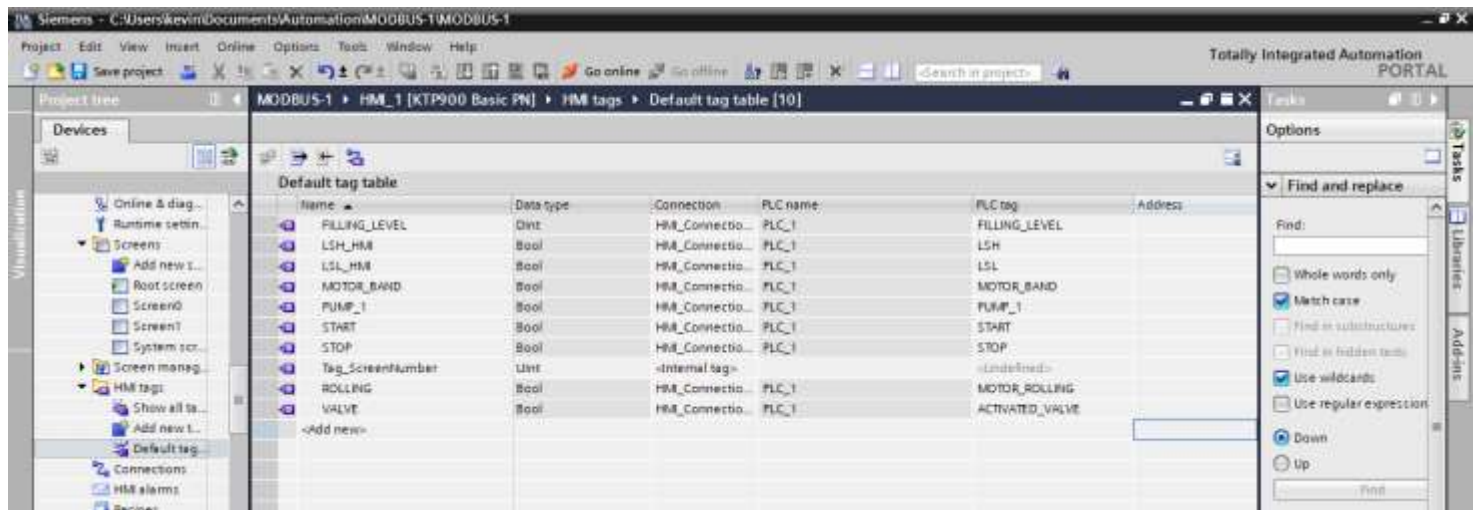


Figura 54: Tags de variables de la asignación de variables la interfaz.

Fuente: Propia.

3.4.15 Simulador de plc con PLCSIM y conexión a programa:

En la simulación del programa se cargan los datos a un controlador emulado, por que este funciona con las direcciones ip asignadas, una vez que se tiene esto, se inicia el CPU simulado con la herramienta PLCSIM, y este se lee para la carga y compilación del programa completo, así como vemos en las figuras a continuación:

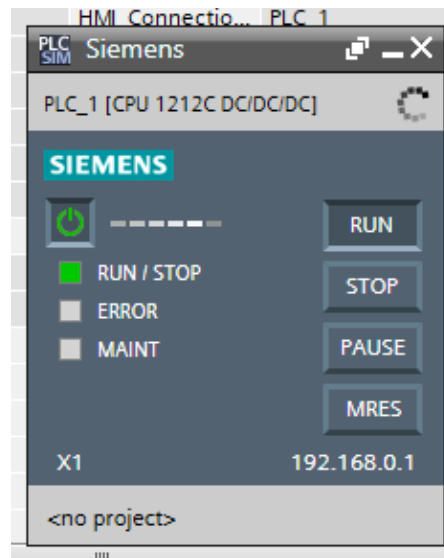


Figura 55: PLCSIM en marcha con dirección IP.

Fuente: Propia.

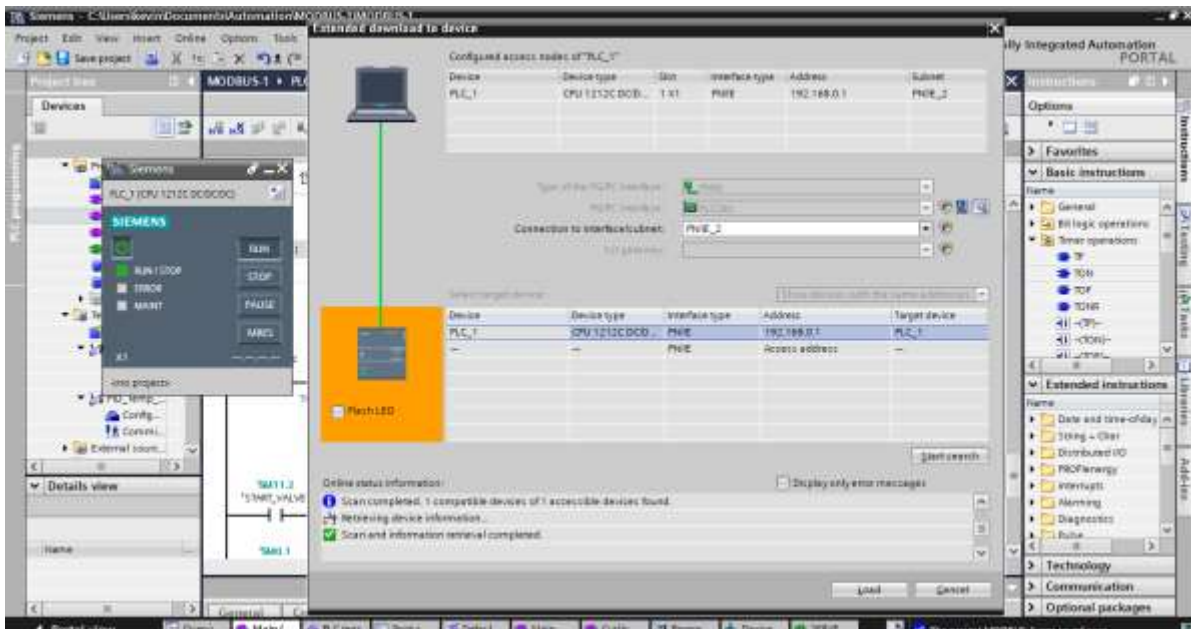


Figura 56: Compilación y carga de programación.

Fuente: Propia.

3.4.15.1 Simulación y control:

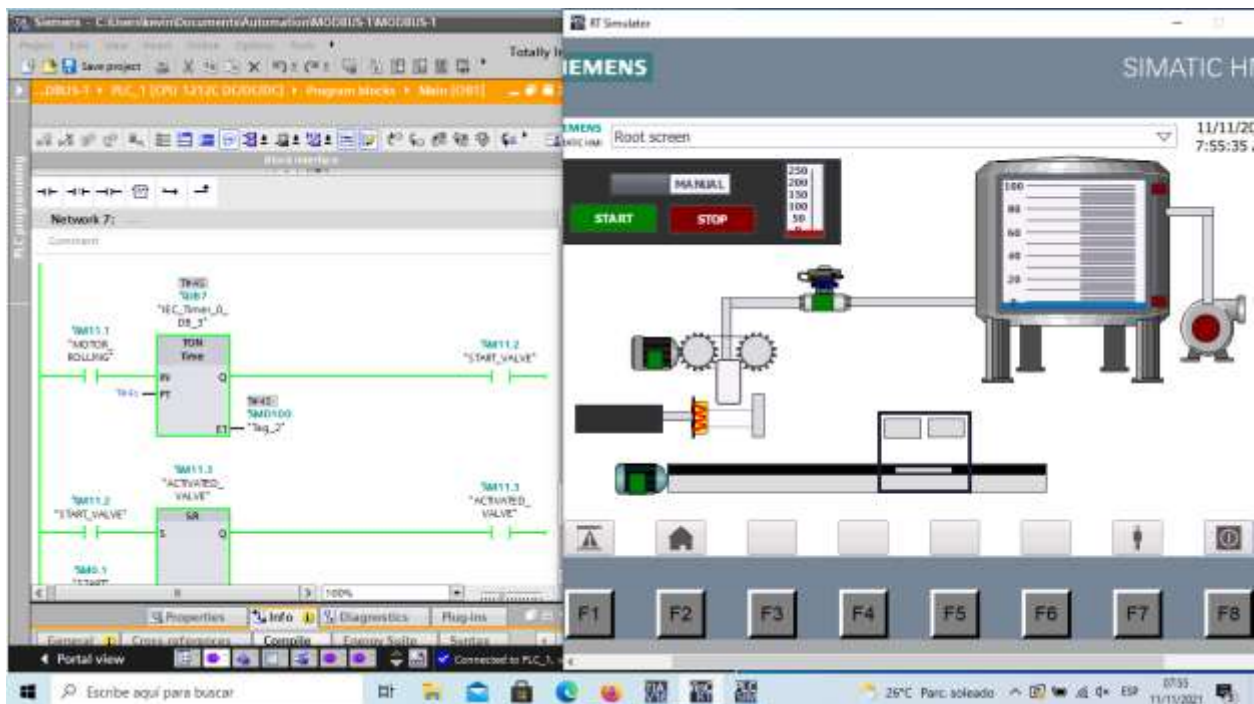


Figura 57: Interfaz de operación vs programación.

Fuente: Propia.

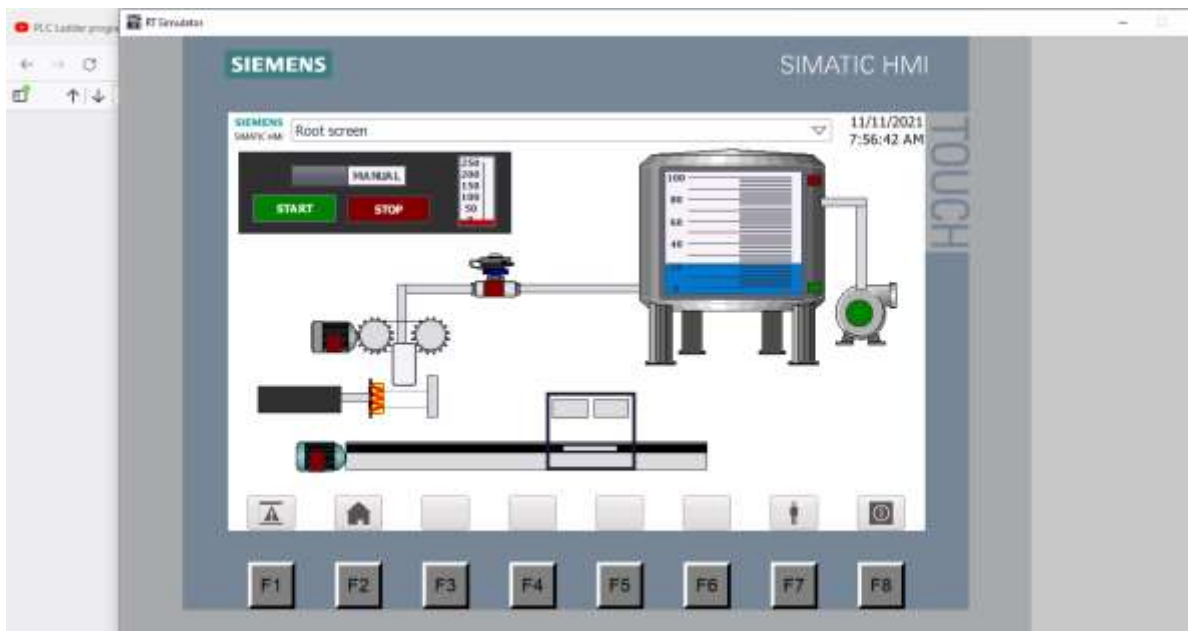


Figura 57: Interfaz de operación.

Fuente: Propia.

3.4.15.2 Tiempo de producción del sistema:

Cuando hablamos del tiempo de producción con respecto a la producción anterior podemos decir que dentro de tiempo determinado para una producción manual se establece de la siguiente manera:

La producción de 1 día es de 7,500 bolsitas; esa producción se logra en un tiempo de las 7 a.m. hasta las 3 p.m., excluyendo 1 hora del almuerzo del operario tenemos entonces de 7 a 8 horas de producción por día. Lo que representa un tiempo de producción por bolsita terminada de 4 a 5 segundos, dentro de los cuales existe un factor de cansancio por parte de la persona que ejecuta el trabajo por lo que hace que el tiempo de producción se prolongue a dicha cantidad.

Dentro de los rangos de operación de la propuesta de diseño con respecto a el tiempo que tarda en la finalización de una bolsita, se considera 2 a 3 segundos de producto terminado consecutivamente, con un tiempo de reajuste de 1 segundos por ciclo, por lo que tendríamos la mismas 7,500 en un periodo de 5 a 6 horas de producción, debido a la mejora con respecto al tiempo de producción así como el incremento del producto final se determinó que una doble producción, por lo que podemos decir que nuestra propuesta de automatización se proyecta para una producción continua de 10 a 12 horas con una producción total d 14,400 con un margen de perdida mínimo de 0.01%.

3.4.15.3 Margen e intervalo de error general:

Calculamos el intervalo de confianza para ver dónde caerá el valor de los datos de la estadística de muestra. El rango de valores que están por debajo y por encima del estadístico de muestra en un intervalo de confianza se conoce como Margen de error. En otras palabras, es básicamente el grado de error en la estadística de muestra. Cuanto mayor sea el margen de error, menor será la confianza en los resultados porque el grado de desviación en estos resultados es muy alto. Como su nombre lo indica, el margen de error es un rango de valores por encima y por debajo de los resultados reales.

La fórmula para el margen de error

$$\text{Margin of Error} = Z * S / \sqrt{n}$$

Dónde:

- **Z** - puntaje Z
- **S** - Desviación estándar de una población
- **n** - Tamaño de muestra

Otra fórmula para calcular el margen de error es:

$$\text{Margin of Error} = Z * \sqrt{(p * (1 - p)) / n}$$

Dónde:

- **p** - Proporción de muestra (fracción de muestra que es un éxito)

Se necesitan dos datos para calcular el margen de error de una muestra. El margen de error se calcula a partir de:

1. El tamaño de la muestra (número de individuos entrevistados)
2. El nivel de confianza de los resultados generalmente se establece en un 95% en la industria de las encuestas.

Donde σ (la desviación estándar de la población) se divide entre la raíz cuadrada de la n (tamaño de la muestra) y el resultado se multiplica por z que es la puntuación de acuerdo al valor de confianza deseado.

Intervalo de confianza Z - Puntuación

80%	1, 28
85%	1, 44
90%	1, 65
95%	1, 96
99%	2, 58

Una vez que conozca el intervalo de confianza, puede usar el valor z correspondiente y calcular el margen de error desde allí.

Partiendo de eso realizamos el siguiente análisis en la dosificación del contenido del producto.

Para 7,500 bolsitas muestreadas, nos encontramos con una medida de 300 ml. Suponiendo que la desviación estándar de población es de 18 ml ($300 \text{ ml} * 0.06 = 18 \text{ ml}$). Entonces, calculamos el margen de error en un intervalo de confianza del 95%.

Basándonos en la muestra de 7,500 bolsitas, el peso promedio es de 300 ml con un margen de error de aproximadamente 4.8 ml ($300 \text{ ml} * 0.016 = 4.8 \text{ ml}$). Es decir, el rango de valores probables para el peso promedio de todas las unidades fabricadas para la venta del día se estima (con una confianza del 95%) entre $300 - 4.8 = 295.2 \text{ ml}$ y $300 + 4.8 = 304.8 \text{ ml}$.

3.4.16 Rentabilidad del nuevo sistema de producción:

Como análisis de la rentabilidad del proyecto una vez llevado a su ejecución se plantea que ya con el sistema automatizado se debe invertir el doble de producción ya que se tendría mayor capacidad para producir 2 jornadas completas, la inversión en materia prima se ve reflejada en la siguiente tabla:

Inversión de materia prima	Producto de uso	Equivalencia	Inversión real	Inversión real total
7,200	7500 por material	De 2 rollos de material	C\$1,500	C\$3,000
7,000	7500 por material	De 2 rollos de material	C\$1,500	C\$3,000
7,500	7500 por material	De 2 rollos de material	C\$1,500	C\$3,000

Tabla 15: Nueva inversión de materia prima para producción.

Fuente: Propia.

Así también según la temporalidad de venta y ubicación del producto en el mercado, según su variabilidad proyectamos un promedio de producción a continuación:

Producción de unidad	Día	Semana	Mensual
Estandar	14,400	100,800	403,200
Bajas	14,000	98,000	392,000
Altas	15,000	105,000	420,000

Tabla 16: Producción de unidades del nuevo sistema propuesto.

Fuente: Propia.

La producción que tenga el nuevo sistema, así mismo se reflejará en los ingresos que se tenga por la producción vendida, esta misma nos permite tener mayor margen de ingresos, como lo vemos en la tabla siguiente:

Ingresos por Producción	Día	Semana	Mensual
Estandar	C\$4,752	C\$33,264	C\$133,056
Intermedio	C\$4,620	C\$32,340	C\$129,360
Baja	C\$4,950	C\$34,650	C\$138,600

Tabla 17: Ingresos de total de producción de máquina.

Fuente: Propia.

El margen de ganancias para la micro empresa se aumenta al doble de su obtención inicial antes de la propuesta de automatización:

Ganancia real	Dia	Semana	Mensual
Estandar	C\$1,752	C\$12,264	C\$49,056
Intermedio	C\$1,620	C\$11,340	C\$45,360
Baja	C\$1,950	C\$13,650	C\$54,600

Tabla 18: Ganancia neta de la producción del nuevo sistema.

Fuente: Propia.

Así como se puede observar en tablas anteriores en el sistema actual con respecto al nuevo sistema, podemos ver a rasgos generales un incremento de ganancias que puede aportar a la microempresa.

3.4.17 Relación costo beneficio del nuevo sistema de producción:

Teniendo en cuenta que también la inversión tomaría parte de las ganancias para poder recuperar ese valor inicial y que pueda retribuir monetariamente el costo del sistema, tenemos una inversión de 1,765 dólares, siendo su equivalente aproximadamente de 61,800 córdobas, según la producción del sistema diseñado y las constancias de producción que obtendríamos de esta, nuestro porcentaje mensual de recuperación por inversión, sería un egreso del 23% de las ganancias obtenidas, completando la recuperación total de la suma invertida en un periodo de 6 meses, teniendo como tal un gran margen de rentabilidad de producción a la misma.

Esta propuesta muestra como tal una relación de costo beneficio muy prometedora, dando un impulso a la economía de estas micro fábricas y con una implementación viable y mayores ganancias estimadas.

CONCLUSIONES:

En base a los análisis y resultados obtenidos del sistema se puede concluir de los sistemas de dosificación, sellados y empaquetado cumplen con las expectativas de propuestas en el desarrollo de nuestro trabajo como una alternativa de automatización por medio de un controlador PLC.

En la etapa de análisis se investigó y se realizó una visita en un sitio, determinando de este modo las variables y factores que intervienen en estos procesos, las cuales fueron: Los diferentes presupuestos de cada material, la alimentación energética, y la manera en la que realizaban el sellado, dosificado y empaquetado concluyendo que su producción dependía de un conocimiento empírico experimental. Fue de gran ayuda realizar estas determinaciones para brindar el diseño el cual cumplió con las facilidades de operación y producción de la máquina.

Se diseñaron los planos eléctricos-electrónicos para cada una de las etapas, determinando un diseño en base a cálculos teóricos que respaldan la selección de componentes para la puesta en marcha real del sistema. Así como la geolocalización de esta y el diseño ya con sus tres procesos automatizados. Es importante mencionar que los planos establecidos están directamente relacionados con los diagramas de flujos, ya que están inmersos en ellos.

Para poder demostrar la funcionalidad de la propuesta se utilizaron los softwares de Tia Portal para la programación en Ladder, RT simulator para visualización de la interfaz, PLCSIM para la emulación de un controlador S7-1200, entre otros para dar soporte y solidez a la propuesta. Además, cabe recalcar que esta interfaz puede implementarse como ejemplo en el caso real ya que, al permitir la visualización de las variables y demás procesos, ayuda al operador a tener un mejor control de la producción. Finalmente, se lograron cumplir los objetivos planteados siguiendo los métodos de investigación aplicados a la propuesta, así como las normativas tecnológicas industriales y electrónicas.

RECOMENDACIONES:

- Se propone como parte del sistema de forma secundaria, un abastecimiento energético provisional por medio de paneles solares, para la reducción de consumo eléctrico de las etapas automatizadas propuestas, además que para nuestra investigación fue un inconveniente para al momento de no haber energía comercial, el sistema no tendría ningún respaldo, por consecuencia: el paro de producción.
- Uno de las dificultades que se nos presentó al momento de proponer el sistema de corte, fue el lidiar con la temperatura exacta de sellado y corte, ya que la energía comercial que había disponible fue de 120 V, sin embargo, se pudo resolver, pero para un mejor desempeño, se recomienda una alimentación para la resistencia de latón promedio de 220voltios, para un menor tiempo calentamiento y regulación de su temperatura. Además de un sistema PID.
- Como parte de la propuesta se nos dificultó armar el diseño de las partes automatizadas debido al sistema energético que el lugar presentaba, es por tal razón que se requiere un sistema eléctrico trifásico para la alimentación de los motores, a sugerencia una configuración eléctrica TI.
- Con respecto a los componentes utilizados, se puede recomendar en el área de control de los sistemas un PLC de marca Allen Bradley, ya que el software RSLogix de Allen Bradley tiene una interfaz muy intuitiva. Lo que permite crear y ejecutar programas aún a personas que no tienen mucha experiencia programando un PLC. También permite comunicar con simplicidad el software RSLogix con hardware de otros proveedores, e incluso exportar datos SCADA a Excel.

BIBLIOGRAFÍA:

- **3-2007 Diseño y modelamiento de una máquina dosificadora y empacadora de frutas deshidratadas Edgar Ernesto Santacruz Figueroa Universidad de La Salle, Bogotá.**
- **Arto. Información técnica Ecuaciones trifásicas y diagramas de instalación eléctrica de calentadores.**
- **Tesis Doctoral (EJM): Técnicas de automatización industrial avanzadas. Emilio Macías, 2004, universidad de Riojas.**
- **Metodología de la investigación - Sexta Edición Metodología de la investigación.**
- **“Diseño de una máquina empacadora automática para polvos y cereales para las PYMES”.**
- **Elaboración y automatización de una maquina empacadora industrial a escala. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga 2016.**
- **Diseño de una máquina vertical empacadora, dosificadora y selladora de accionamiento mecánico – neumático controlado por un PLC para fundas de arroz.**

WEBGRAFIA:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3759/3/04%20MEC%20062%20Tesis.pdf>

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/20121/1/Tesis%20%20I.M.%20310%20%20J%C3%A1come%20Castro%20Alex%20Fabricio.pdf>

<http://www.mpsystems.es/maquinaria/dosificado-ensado/>

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8993/6/UPS-KT01104.pdf>

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1077&context=ing_automatizacion

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1282/1/Automatizacion_maquina_dosificadora_dosis_Beltran_2008.pdf

<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/3548/T0001438.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://www.elempaque.com/blogs/Sellado-de-flexibles-por-calor-constante,-teoria-basica-para-peliculas+126132>

https://greenercorp.com/wp-content/uploads/wp_vff_basicos.pdf

<https://meech.com/es/aplicacion/problemas-de-sellado-en-maquinas-verticales-de-llenado-y-sellado/#>

<https://trianglepackage.com/xyrj-continuo.html>

<https://concepto.de/polietileno/>

<https://www.smurfitkappa.com/cr/products-and-services/packaging-machinery/case-closers-and-sealers>

<https://www.plastico.com/temas/Que-se-entiende-por-dosificacion-en-el-contexto-de-moldeo-por-inyeccion+96358>

<https://psicologiaymente.com/miscelanea/tipos-de-sensores>

<https://desensores.com/sensores/caracteristicas-de-los-sensores/>

<http://www.ctinmx.com/que-es-un-plc/>

<https://www.logicbus.com.mx/blog/protocolos-de-comunicacion-industriales/>

<https://www.seika.com.mx/5-lenguajes-de-programacion-para-plc/>

http://www.infopl.net/files/descargas/siemens/infopl_net_comunicacion-entre-dos-cpus-s7-1200-en-red-profinet-vc3ada-tcp-doc.pdf

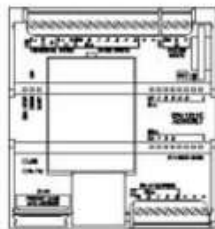
ANEXOS:

1. Fichas Técnicas de los componentes para el nuevo diseño:

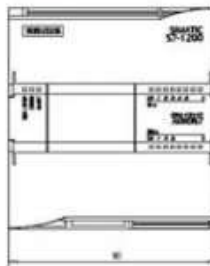
1.1 PLC S7-1200.

Product	
Article Number (Market Facing Number)	6ES7211-1AE40-0XB0
Product Description	SIMATIC S7-1200, CPU 1211C, compact CPU, DC/DC/DC, onboard I/O: 6 DI 24 V DC; 4 DO 24 V DC; 2 AI 0-10 V DC, Power supply: DC 20.4-28.8V DC, Program/data memory 50 KB
Product family	CPU 1211C
Product Lifecycle (PLM)	PM300:Active Product
Price data	
Price Group	212
List Price	Show prices
Customer Price	Show prices
Surcharge for Raw Materials	None
Metal Factor	None
Delivery information	
Export Control Regulations	AL : N / ECCN : EAR99H
Standard lead time ex-works	1 Day/Days
Net Weight (kg)	0,337 Kg
Product Dimensions (W x L x H)	Not available
Packaging Dimension	10,40 x 11,00 x 8,80

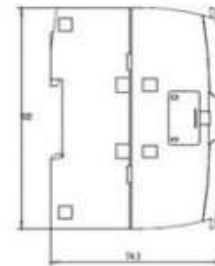
View: 3D/ Front view



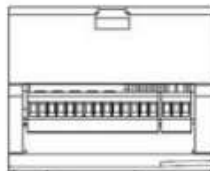
View: Front



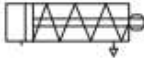
View: Side



View: Top



1.2 Cilindro Neumático(pistón):



Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido Filtrado,
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:
Doble efecto :
1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI
Simple efecto :
2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI

Temperatura de Trabajo:
0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F

Amortiguación:
Elástica

Modelos Standard / Doble Efecto

Carrera mm (Pulg)	Diametro del Cilindro en milímetros		
	16	20	25
25 (1")	AMA16025	AMA20025	AMA25025
50 (2")	AMA16050	AMA20050	AMA25050
75 (3")	AMA16075	AMA20075	AMA25075
100 (4")	AMA16100	AMA20100	AMA25100
125 (5")			AMA25125
150 (6")			AMA25150
Ø Vástago	6 mm	8 mm	10 mm
Conexión	M5	G1/8	G1/8

1.3 Electroválvula:

PRESENTAZIONE:

E.V. ad azione indiretta adatta all'intercettazione dei fluidi compatibili con i materiali costruttivi.
È richiesta una pressione minima di funzionamento di 0,2 bar.
I materiali utilizzati e le prove eseguite garantiscono affidabilità e durata.

IMPIEGO: Automazione
Riscaldamento

RACCORDI: G 3/8 - G 1/2

BOBINE: 8W - Ø 13
BDA - BDS - BSA 155°C (classe F)
BDF - BDV 180°C (classe H)

INCAPSULAMENTO E ROCCHETTO SONO REALIZZATI CON MATERIALE VERGINE AL 100%.

Pressione massima ammissibile (PS) 20 bar
Temperatura ambiente:
con bobina classe F - 10°C + 60°C
con bobina classe H - 10°C + 80°C



Guarnizioni	Temperatura	Fluidi
B=NBR (nitrile)	- 10°C + 90°C	Acqua, aria, gas inerti
E=EPDM (etilene-propilene)	- 10°C + 140°C	Acqua, vapore bassa pressione
V=FKM (elastomero fluorurato)	- 10°C + 140°C	Oli leggeri (2"E), benzina gasolio

Per tenute diverse dal NBR sostituire la lettera "B" con le lettere corrispondenti alle altre tenute. Es. 21WA3Z0B130.



Raccordo ISO 228/1	Codice	Viscosità max ammissibile		Ø mm	Kv l/min	Potenza (watt)	Pressione		
		cSt	°E				min bar	M.O.P.D. AC bar DC bar	
G 3/8	21WA3Z0B130	12	- 2	13	60	8	0,2	16	16
G 1/2	21WA4Z0B130								

1.4 Bomba de presión de agua:

Bomba Periférica

Ideales para construcciones donde se requiera presiones elevadas.

Especificaciones técnicas

- Sellado perfecto gracias a sus sellos mecánicos de alta duración de carbón cerámica/buna.
- Descarga hasta 70 metros de altura.
- Diseñados en Estados Unidos con los más altos estándares de funcionamiento y calidad.



Características técnicas

Desempeño de la Bomba Periférica	1/2 HP	3/4 HP
Temperatura máxima de líquido bombeado	50 °C	35 °C
Temperatura ambiente máxima mínima	40 °C / 5 °C*	40 °C / 5 °C*
Número máximo de puestas en marcha/hora	40 igualmente distribuidas	40 igualmente distribuidas
Altura máxima de aspiración (aconsejada)	5 m (con pichancho)	5 m (con pichancho)
Presión máxima de ejercicio (válvula cerrada)	4.5 bar (3.5 kg/cm ²)	6.3 bar (4.8 kg/cm ²)
Altura máxima de descarga (válvula cerrada)	45 m	63 m
Tensión	127 Vca	127 Vca
Caudal máximo (Q)	47 LPM	45 LPM
Corriente máxima	6 A	8.1 A
Potencia	1/2 HP (0.37 kW)	3/4 HP (0.56 kW)
Frecuencia	60 Hz	60 Hz
Consumo energético	222.16 W/h	280.34 W/h
Velocidad de motor	3 450 RPM	3 450 RPM
Aislamiento	Clase F	Clase F
Grado de protección	IP 44	IP 44
Conexión de succión	1"	1"
Conexión de descarga	1"	1"

2 Años de garantía

Materiales

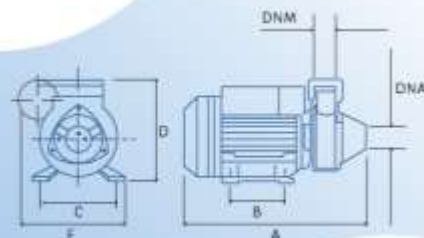
Componente	Material
Cuerpo de la Bomba	Hierro gris con inserto de cobre
Soporte	Hierro gris
Impulsor	Bronce
Eje del rotor	Acero
Sellos mecánicos	Carbón-cerámica / buna
Bobina	Cobre

Modelo y potencia

Modelo	Capacidad en HP
EP2 M1/2 CP	1/2
EP4 M3/4 CP	3/4

Cuadro de dimensiones

Modelo	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	DNA (mm)	DNM (mm)	Peso (kg)
EP2 M	260	80	100	188	120	25.4	25.4	8
EP4 M	260	80	112	188	150	25.4	25.4	7.8



1.5 Motor de Banda Transportadora:

产品相关参数:

机座中心高: 71~100mm
 功率范围: 0.12~2.2kW
 额定电压: 220V (其他电压需另订协议)
 额定频率: 50Hz (或60Hz)
 防护等级: IP44
 绝缘等级: B级
 工作制: S1

Technical Data :

Centre height of frame: 71~100mm
 Power range: 0.12~2.2kW
 Rated voltage: 220V or order
 Rated frequency: 50Hz or 60Hz
 Protection class: IP44
 Insulation class: B
 Duty type: S1



TECHNICAL DATA

Model	Power		Current (A)	Speed (r.p.m)	Eff %	Power	Starting Torque Rated Torque	Starting Current Rated Current	Max Torque Rated Torque	Net weight Kg
	HP	kW								
YC80A-2	1/2	0.37	3.7	2880	62.0	0.73	2.8	6.5	1.8	10
YC80B-2	3/4	0.55	5.3	2880	65.0	0.73	2.8	6.5	1.8	11
YC80C-2	1	0.75	6.7	2880	68.0	0.75	2.4	6.5	1.8	13


1.6 Motor de Sistema de arrastre:



Marca	WEG
Modelo	Cerrado
Potencia HP	1
Potencia KW	0.746712155
Tensión	220/380
Tipo Carcasa	B0
Medida eje mm	19.0
RPM	3600
Polos	2
Temperatura ° C	130
Alto mm	180
Largo mm	290
Ancho mm	270
Peso g	11400

1.7 Ficha Técnica Sensor de Presión Diferencial:

Model	YWM3051F - Pressure Level Transmitter
Pressure Range	-0.06Bar...0.06Bar...0...0.006Bar...0.4Bar...1Bar...30Bar(optional)
Pressure Type	Pressure/Differential pressure
Isolating Diaphragm	SS316L,Hastelloy C,Tantalum
Output Signal	Two Wire 4~20mA DC, 4~20mA DC with HART
Output Signal	15 36V DC,24V DC
Accuracy	± 0.25%,0.5%
Working Temperature	-30 to 180°C Optional
Storage Temperature	Max 85°C
Overload pressure	150% FS
Burst Pressure	200% FS
Electrical Connection	Standard: 0.2%/year
Standard: 0.2%/year	0.003%/FS/°C(≤100kPa), 0.002%/FS/°C(>100kPa)
Insulation Resistance	≥100M Ω @50V
Electrical Connection	M20x1.5,1/2"NPT Cable entry
Process Connection	Flange DN 50/2",DN 80/3",DN 4"
Indicator	LCD Display
Housing Material	Aluminum with Epoxy Resin Coat
Process Material	316/304 Stainless Steel
Fill fluid	Silicone oil/Fluorinated oil
Configuration	Digital communication or local key adjustment
Explosion Protection	NEPSI - Ex dIIC T6, Ex laDIICT4
Protection Level	IP65/IP67
Weight	5-12KGS

2. Tabla de Presupuesto:

Componentes:	Unidades	Costos Totales:
1. PLC: S71200 	1	260 \$
2. Cilindro Neumático AMA20050 	1= 30,99\$ Requeridas= 2	62\$
<ul style="list-style-type: none"> ○ ELECTROVÁLVULA DE AGUA 21WA4Z0B130 	1	35.5\$
<ul style="list-style-type: none"> ○ Bomba de presión para subida de agua. 	1	88\$

<ul style="list-style-type: none"> Motor de Banda Transportadora 		<p>1</p>	<p>145\$</p>
<p>6. Motor de sistema de arrastre</p>		<p>1</p>	<p>80\$</p>
<p>7. Conjunto de corte y sellado</p>		<p>1</p>	<p>125\$</p>
<p>8. Sensores de Presión diferencial</p>		<p>2</p>	<p>150\$/u 300\$</p>

2. Sistema de Abastecimiento Energético Fichas Técnicas:



Inverter 12V 220V 4000W 3000V
Coche Inversores 12 220 Auto Cargador
Kit Adaptador Inversor de Voltaje
Transformador Convertidor 3000W 12V
220V, talla única

Marca: Desire-fly

No disponible por el momento.

No sabemos si este producto volverá a estar disponible, ni cuándo.

Marca	Desire-fly
Voltaje de entrada	12 Voltios
eficiencia	80%
Potencia de salida	1500 Vatios
Voltaje de salida	110 Voltios, 220 Voltios

Sobre este artículo

- Nombre del modelo: C37643.
- Voltaje de salida: 220 V CA \pm 10%.
- Voltaje de entrada: 12 V CC.
- Eficiencia de conversión: 0,8
- Potencia nominal: 1500 W.
- Frecuencia de salida: 50 Hz.

CARACTERISTICAS ELECTRICAS STC

- Potencia nominal (Pmax): 320 W
- Voltaje de circuito abierto (Voc): 45.6 V
- Voltaje en Pmáx (Vmp): 37 V
- Corriente en cortocircuito (Isc): 9.08 A
- Corriente en Pmáx (Imp): 8.65 A
- Eficiencia del módulo: 16.51%
- Tolerancia de potencia: 0 ~ 5 W
- Coeficiente de temperatura de Isc: 0.05%/°C
- Coeficiente de temperatura de Voc: - 0.29%/°C
- Coeficiente de temperatura de Pmáx: - 0.39%/°C
- Especificaciones eléctricas STC: 1000 W/m2 irradiancia, 25°C Tmódulo, AM 1.5, distribución espectral

CARACTERISTICAS ELECTRICAS NOCT

- Potencia nominal (Pmáx): 240 W
- Voltaje de circuito abierto (Voc): 42.6 V
- Voltaje en Pmáx (Vmp): 34.7 V
- Corriente de cortocircuito (Isc): 7.37 A
- Corriente en Pmáx (Imp): 6.92 A
- Especificaciones eléctricas NOCT: 800 W/m2 irradiancia, 20°C Tmódulo, AM 1.5, velocidad del viento de 1 m/s

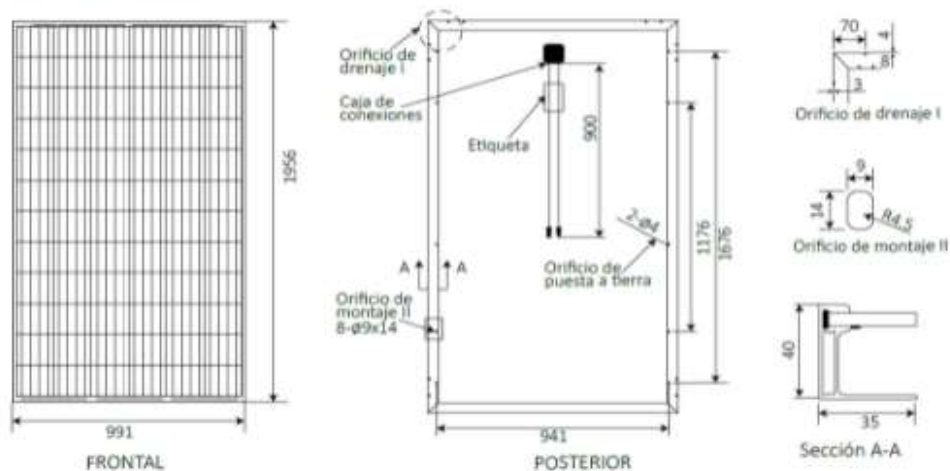
ESPECIFICACIONES MECANICAS

- Tipo de celda: Monocristalina 156.75 x 156.75 mm
- Peso (kg): 22.5
- Dimensiones (mm, ± 2 mm): 1956 x 991 x 40 mm
- Cables de salida: TUV, longitud 900 mm, 4.0 mm2
- Celdas en serie: 72 (6 x 12)
- Vidrio frontal: Templado 3.2 mm
- Marco: Aluminio anodizado
- Caja de conexiones: IP 67, 3 diodos bypass
- Conectores: MC4

CONDICIONES DE OPERACION

- Máximo voltaje del sistema: 1000 Vcd
- Rango de temperatura de operación: -40 a 85°C
- Valor máximo del fusible en serie: 15 A
- Máxima carga estática frontal (nieve): 5400Pa (kg/m2)
- Máxima carga estática posterior (viento): 2400Pa (130 km/h)
- Temperatura de funcionamiento nominal (NOCT): 45±2°C
- Nivel de aplicación: Clase A

DIMENSIONES



3. Graficas de Presupuesto:

COMPONENTES	PRECIO POR UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
PLC S7-1200	260\$	1	260\$
Cilindro Neumatico	30.99\$	2	62\$
Electrovalvula	35.5\$	1	35.5\$
Bomba de Agua	88\$	1	88\$
Motor para banda transportadora	145\$	1	145\$
Motor para sistema de arrastre	80\$	1	80\$
Conjunto de corte y sellado	125\$	1	125\$
Sensor de presion diferencial	150\$	2	300\$
Mano de obra	450\$		670\$
GRAN TOTAL			1765\$

