



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**“REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA
DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE
LATACUNGA”**

Autor:

Doris Alexandra Cruz Tigse

Tutor:

Ing. Ms.C Freire Andrade Verónica Paulina

Ing. Ms.C Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl

Latacunga – Ecuador

Agosto – 2021

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA

Yo **Cruz Tigse Doris Alexandra**, portadora de la cédula de ciudadanía **050392865-7**, declaro ser autora de la presente propuesta tecnológica **“REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”**, siendo la Ing. Ms.C Freire Andrade Verónica Paulina y el Ing. Ms.C Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl tutores del presente trabajo; eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en la presente propuesta tecnológica, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Agosto 2021

AUTORA



Doris Alexandra Cruz Tigse

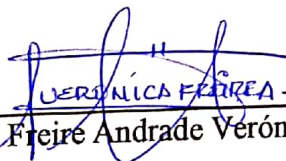
C.I. 0503928657

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutores del Trabajo de Investigación sobre el título:

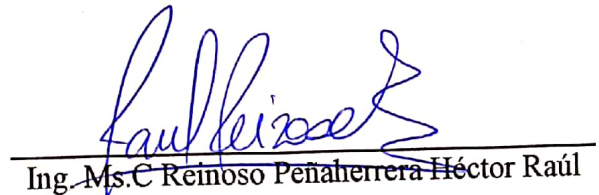
“REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”, de Cruz Tigse Doris Alexandra, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Agosto 2021


VERÓNICA FREIRE

Ing. Ms.C. Freire Andrade Verónica Paulina

Tutor Principal


Ing. Ms.C. Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl

Tutor Secundario

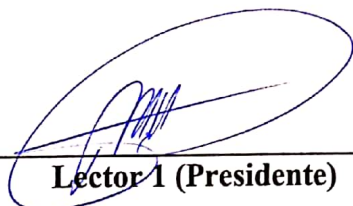
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS; por cuanto, el o los postulantes Cruz Tigse Doris Alexandra portadora de cédula de ciudadanía 050392865-7 con el título de Proyecto de Titulación “**REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA**” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

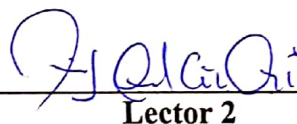
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Agosto 2021

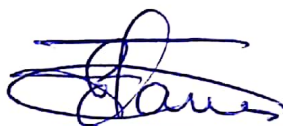
Para constancia firman:


Lector 1 (Presidente)

Ing. Ms.C Moreano Martínez Edwin Moreano
C.I: 050260750-0


Lector 2

Ing. Ms.C Cruz Panchi Luis Rolando
C.I: 050259517-6


Lector 3

PhD. Torres Tamayo Enrique
C.I: 175712194-0

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

Mediante el presente pongo a consideración que, la señorita: **Cruz Tigse Doris Alexandra**, portadora de la cédula de ciudadanía **050392865-7**, de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi, realizó su trabajo de PROPUESTA TECNOLÓGICA, aportando a la empresa IP ELECTRIC con su tema: “**REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA**”, el mismo que se implementó y se aprobó de manera satisfactoria.

Latacunga, Agosto 2021

Atentamente,

Propietario de la empresa IP ELECTRIC
Ing. Pachacama Campaña Israel Patricio
C.I. 172383467-5

AGRADECIMIENTO

El amor recibido, la dedicación y la paciencia con la que cada día se preocupaban mis padres por mi avance y desarrollo de este proyecto, es simplemente único y se refleja en la vida de un hijo.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar en mí y creer en mis expectativas.

Agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

Sencillo no ha sido el proceso, pero gracias a las ganas de transmitirme sus conocimientos y dedicación que los he regido, he logrado importantes objetivos como culminar el desarrollo de este proyecto con éxito y obtener una afable titulación profesional.

DEDICATORIA

Mi proyecto de titulación la dedico con todo cariño a mis padres, por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera profesional y por creer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión y cariño.

A mi amado hijo Lucas por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día mas y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amado esposo Israel quien con su apoyo y palabras de aliento no me dejó decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla mis ideales.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA”

Autor: Cruz Tigse Doris Alexandra

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica consistió en la repotenciación de un proceso de fabricación de manguera de polietileno, específicamente en la máquina extrusora y máquina tensora, consiguiendo un producto de calidad, los principales problemas fueron que en la zona de fundición del plástico de la máquina extrusora tenía un sistema de control inestable e inseguro de gas GLP y no existía un tablero eléctrico, por otra parte la máquina tensora no disponía de ningún control de velocidad y su tablero eléctrico estaba mal posicionado debido a que estuvo expuesto a la caída de agua, por lo tanto, se realizaron los planos eléctricos de control, protección y de potencia utilizando la respectiva simbología eléctrica IEC que brinda el software Cade Simu para una posterior selección, adquisición e implementación de los elementos y equipos que fueron seleccionados, se realizó un control On/Off para el sistema de fundición del plástico utilizando 4 termocuplas tipo J, 4 quemadores industriales y 4 electroválvulas que permiten el fluido del gas GLP que es controlado por medio del autómatas Logo V8, adicional en la tolva de alimentación se mantuvo el sensor capacitivo que indica el nivel bajo de materia prima, para la máquina tensora se incluyó en el tablero de control un variador de frecuencia Sinamics V20 y se constató que a una velocidad de 40 RPM se obtiene los 2 mm de espesor que necesita la manguera, el sensor encoder rotativo se mantuvo en esta máquina determinando los 100 metros de manguera que comercialmente se utilizan, como resultados resaltan que se obtuvo una disminución diaria del 66,67 % de desperdicio de material, adicional es necesario precalentar la zona de calefacción de la máquina extrusora por 20 minutos hasta que se alcance y mantenga la temperatura de 200 °C y que teniendo una capacidad de 50 kg/h de la máquina extrusora se puede fabricar 20 rollos/día de manguera de 1 pulgada.

Palabras clave: máquina extrusora, máquina tensora, gas GLP, autómatas Logo V8, variador de frecuencia

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: “REPOWERING OF A POLYETHYLENE HOSE MANUFACTURING PROCESS AT IP ELECTRIC, LATACUNGA.”

Autor: Cruz Tigse Doris Alexandra

ABSTRACT

The present technological proposal consisted in the repowering of a polyethylene hose manufacturing process, specifically in the extruder machine and tensioning machine achieving a quality product, the main problems were that in the plastic melting area of the extruder machine had an unstable and unsafe control system of LPG gas and there was no electric board, On the other hand, the tensioning machine had no speed control and its electrical panel was poorly positioned because it was exposed to falling water, therefore, the electrical control, protection and power drawings were made using the respective IEC electrical symbology provided by the Cade Simu software for subsequent selection, acquisition and implementation of the elements and equipment that were selected, an On/Off control was made for the plastic melting system using 4 J-type thermocouples, 4 industrial burners and 4 solenoid valves that allow the flow of LPG gas which is controlled by means of the Logo V8 automaton, additionally in the feeding hopper the capacitive sensor that indicates the low level of raw material was kept, for the tensioning machine a Sinamics V20 frequency variator was included in the control board and it was found that at a speed of 40 RPM the 2 mm of thickness that the hose needs is obtained, The rotary encoder sensor was kept in this machine determining the 100 meters of hose that are commercially used, as results highlight that a daily decrease of 66.67% of material waste was obtained, in addition it is necessary to preheat the heating zone of the extruder machine for 20 minutes until it reaches and maintains the temperature of 200 °C and having a capacity of 50 kg/h of the extruder machine can manufacture 20 rolls /day of 1 inch hose.

Keywords: extruder machine, tensioning machine, LPG gas, Logo V8 controller, frequency inverter.

AVAL DE TRADUCCIÓN

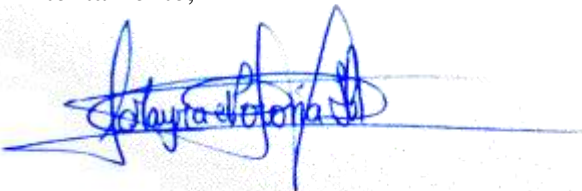
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“REPOTENCIACIÓN DE UN PROCESO DE FABRICACIÓN DE MANGUERA DE POLIETILENO EN LA EMPRESA IP ELECTRIC DE LA CIUDAD DE LATACUNGA,”** presentado por: **Cruz Tigse Doris Alexandra**, egresada de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2021

Atentamente,



Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.C. 050195547-0



Firmado electrónicamente por:
**MARCO PAUL
BELTRAN
SEMBLANTES**



CENTRO
DE IDIOMAS

ÍNDICE GENERAL

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 EL PROBLEMA	2
2.1.1 Situación Problémica	2
2.1.2 Matriz de identificación del problema	3
2.1.3 Formulación del problema	4
2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	4
2.2.1 Objeto de estudio	4
2.3 BENEFICIARIOS	4
2.4 JUSTIFICACIÓN	4
2.5 HIPÓTESIS	5
2.6 OBJETIVOS	5
2.6.1 General	5
2.6.2 Específicos	5
2.7 SISTEMAS DE TAREAS	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
3.1 Antecedentes de la propuesta tecnológica	9
3.2 Proceso de fabricación de manguera	11
3.3 Máquina extrusora de plástico	12
3.3.1 Velocidad de extrusión	12
3.3.2 Temperatura de extrusión	13
3.3.3 Presión de control	15
3.3.4 Tiempos de calentamiento del tornillo	15
3.3.5 Protecciones eléctricas	16
3.4 Máquina Tensora	19
3.4.1 Máquina tensora tipo llanta	20
3.4.2 Máquina tensora simple tipo oruga	20
3.4.3 Elementos de una máquina tensora	20
3.4.4 Velocidad de tensado	21
3.5 Frecuencia de control	21
3.5.1 Variadores de frecuencia	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	29

4.1	Métodos y técnicas de investigación	29
4.1.1	Método deductivo	29
4.1.2	Método científico.....	29
4.1.3	Técnicas de medición	29
4.2	Tipos de investigación	29
4.2.1	Investigación bibliográfica	29
4.2.2	Investigación de campo	29
4.3	Declaración de variables.....	30
4.3.1	Variable independiente	30
4.3.2	Variable dependiente	31
4.4	Descripción de la máquina extrusora.....	31
4.5	Descripción de la máquina tensora	32
4.6	Selección de equipo e instrumentos.....	33
4.6.1	Selección del autómata programable	33
4.6.2	Selección del sensor de temperatura.....	36
4.6.3	Selección de la electroválvula	37
4.6.4	Selección del manómetro.....	39
4.6.5	Selección del amperímetro	39
4.6.7	Selección del quemador industrial.....	42
4.6.8	Selección de las protecciones eléctricas	43
4.6.8	Selección de los elementos anteriores del proceso	51
4.7	Diseño de la parte de control	52
4.7.1	Entradas digitales.....	52
4.7.2	Salidas digitales	53
4.7.3	Entradas analógicas	53
4.8	Diseño de los planos eléctricos.....	55
4.8.1	Tablero de protección principal.....	55
4.8.2	Tablero de control máquina extrusora	55
4.8.3	Tablero de control máquina tensora	59
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	62
5.1	Estado anterior y actual de la máquina extrusora	62
5.1.1	Parte eléctrica y de control	62
5.1.2	Sistema de fundición del plástico	63

5.2	Estado anterior y actual de la máquina tensora.....	64
5.3	Tiempos de calentamiento en la zona de fundición	65
5.4	Análisis del producto final	66
5.5	Consumo energético.....	68
5.6	Análisis del presupuesto	69
5.6.1	Materiales indirectos.....	69
5.6.2	Materiales directos.....	69
5.6.3	Mano de obra.....	70
5.6.4	Presupuesto total.....	71
5.7	Análisis de impactos	71
5.7.1	Impacto tecnológico	71
5.7.2	Impacto económico.....	72
5.7.3	Impacto ambiental	73
5.7.4	Impacto social.....	73
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
	Referencias	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados.....	6
Tabla 3.1 Zonas de temperatura en una máquina extrusora	14
Tabla 3.2 Propiedades del polietileno de alta densidad	24
Tabla 3.3 Propiedades del polietileno de baja densidad	25
Tabla 3.4 Diámetros nominales externos y su tolerancia	26
Tabla 3.5 Longitudes estándares.....	26
Tabla 3.6 Peso de la manguera en función del diámetro y el espesor	27
Tabla 4.1 Variable independiente	30
Tabla 4.2 Variable dependiente	31
Tabla 4.3 Características de la máquina extrusora	31
Tabla 4.4 Características de la máquina tensora.....	32
Tabla 4.5 Características de diferentes autómatas programables	33
Tabla 4.6 Características del módulo DM16 230R	35
Tabla 4.7 Características del módulo AM2	35
Tabla 4.8 Características de diferentes sensores de temperatura.....	37
Tabla 4.9 Características de diferentes electroválvulas	38
Tabla 4.10 Características de diferentes manómetros	39
Tabla 4.11 Características de diferentes amperímetros	40
Tabla 4.12 Características del motor eléctrico de la máquina tensora	40
Tabla 4.13 Características de diferentes amperímetros	41
Tabla 4.14 Características de diferentes quemadores industriales	42
Tabla 4.15 Características de diferentes amperímetros	47
Tabla 4.16 Listado de entradas digitales.....	52
Tabla 4.17 Listado de salidas digitales	53
Tabla 4.18 Listado de entradas analógicas	53
Tabla 4.19 Listado de elementos del tablero de la máquina extrusora.....	56
Tabla 4.20 Listado de elementos del tablero de la máquina extrusora.....	60
Tabla 5.1 Tiempos de calentamiento durante el mes de mayo 2021	65

Tabla 5.2 Cantidad de desperdicio de la manguera de polietileno	67
Tabla 5.3 Disminución del desperdicio de material	67
Tabla 5.4 Cantidad y peso de un rollo de manguera de 1 pulgada	67
Tabla 5.5 Consumo eléctrico	68
Tabla 5.6 Cantidad de gas GLP	68
Tabla 5.7 Materiales indirectos.....	69
Tabla 5.8 Materiales directos.....	69
Tabla 5.9 Mano de obra	71
Tabla 5.10 Presupuesto total.....	71
Tabla 5.11 Impacto económico.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama Ishikawa	3
Figura 3.1 Etapas de la fabricación de manguera.....	11
Figura 3.2 Procesos de extrusión.....	12
Figura 3.3 a) motor eléctrico AC, b) motor eléctrico DC	13
Figura 3.4 Esquema del proceso de fundición a gas	15
Figura 3.5 Gráfica de sobrecarga y cortocircuitos de un interruptor termomagnético.....	16
Figura 3.6 a) Simbología del fusible, b) Porta – fusibles para riel din.....	17
Figura 3.7 Máquina tensora de tipo llanta	20
Figura 3.8 Máquina tensora tipo oruga.....	20
Figura 3.9 Composición electrónica de un variador de frecuencia	21
Figura 3.10 Formas de onda de un variador de frecuencia.....	22
Figura 3.11 Máquina aglutinadora	25
Figura 3.12 Desperdicios de manguera	28
Figura 4.1 Máquina extrusora.....	32
Figura 4.2 Máquina tensora.....	32
Figura 4.3 LOGO 8.....	34
Figura 4.4 Módulo DM16 230R.....	35
Figura 4.5 Módulo AM2.....	36
Figura 4.6 Logo Soft Confort.....	36
Figura 4.7 a) Porta fusible, b) fusible	43
Figura 4.8 Interruptor termomagnético para motor extrusor.....	44
Figura 4.9 Interruptor termomagnético para motor tensor	45
Figura 4.10 Interruptor termomagnético para las electroválvulas.....	45
Figura 4.11 Interruptor termomagnético para las electroválvulas.....	46
Figura 4.12 Interruptor termomagnético general del proceso	47
Figura 4.13 Sensor capacitivo	51
Figura 4.14 a) Sensor encoder rotativo; b) Indicador sonoro.....	51
Figura 4.15 Circuito amplificador de señal	54

Figura 4.16 Tablero de protección principal	55
Figura 4.17 Tablero de control de la máquina extrusora.....	55
Figura 4.18 Plano eléctrico del control de las electroválvulas	57
Figura 4.19 Motor extrusor.....	57
Figura 4.20 Plano eléctrico del arranque del motor extrusor	58
Figura 4.21 Conexión del sensor de temperatura	58
Figura 4.22 Circuito detector de materia prima.....	59
Figura 4.23 Tablero de control de la máquina extrusora.....	59
Figura 4.24 Circuito para el control de velocidad	60
Figura 4.25 Circuito para la medición de metros de manguera.....	61
Figura 5.1 Estado eléctrico anterior de la máquina extrusora	62
Figura 5.2 Estado eléctrico actual de la máquina extrusora	63
Figura 5.3 Sistema de fundición anterior de la máquina extrusora	63
Figura 5.4 a) Sistema actual para la fundición del plástico; b) centralina.....	64
Figura 5.5 Estado anterior de la máquina tensora	64
Figura 5.6 Tablero de control actual de la máquina tensora.....	65
Figura 5.7 a) plástico fundido anterior; b) plástico fundido actual	66
Figura 5.8 Espesor de la manguera de polietileno.....	66
Figura 5.9 Producto final un rollo de la manguera de 1 pulgada	68

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: Repotenciación de un proceso de fabricación de manguera de polietileno en la empresa IP Electric de la ciudad de Latacunga.

Fecha de inicio: 05/abril/2021

Fecha de finalización: 28/julio/2021

Lugar de ejecución:

- Región: Sierra
- Provincia: Cotopaxi
- Cantón: Latacunga
- Parroquia: San Buenaventura

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de trabajo:

- Ing. Ms.C Freire Andrade Verónica Paulina
Cédula: 050205622-9
Correo electrónico: veronica.freire@utc.edu.ec
Celular: 098775027
- Ing. Ms.C Reinoso Peñaherrera Héctor Raúl
Cédula: 050215089-9
Correo electrónico: hector.reinoso@utc.edu.ec
Celular: 098775027
- Cruz Tigse Doris Alexandra
Cédula: 050392865-7
Correo electrónico: doris.cruz7@utc.edu.ec
Celular: 098775027

Área del conocimiento:

- Área: 07 Ingeniería, industria y construcción

- Subárea del Conocimiento: 071 Ingeniería y profesiones afines
- Subárea Específica del Conocimiento: 0714 Electrónica y automatización

Línea de investigación: Procesos Industriales

Sublínea de investigación de la Carrera: Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo expone la situación problemática, el objeto de estudio y el campo de acción que son definidos mediante la Nomenclatura Internacional de la UNESCO para campos de Ciencia y Tecnología, además indica las personas que son beneficiarias de manera directa e indirecta, la importancia de la ejecución del proyecto, la hipótesis y los objetivos del proyecto de titulación.

2.1 EL PROBLEMA

2.1.1 Situación Problémica

Los plásticos han sido considerados como productos de mayor consumo en el mundo, por lo que, en el año 2017 se estimó que alrededor de 280 millones de toneladas plásticas se ha producido alrededor del mundo, de los cuales el 53,57% son plásticos que se utilizan en la vida diaria del ser humano, mientras que el 44,42% son plásticos reciclados que pueden ser convertidos a través de diferentes procesos industriales en un producto final y el 2,01% restante son plásticos que se encuentran en proceso de descomposición principalmente en los océanos.

[1]

Actualmente en la industria ecuatoriana existe una gran demanda en diferentes productos tales como el plástico, razón por la cual, a lo largo del tiempo ha venido desarrollando un avance tecnológico en sus procesos con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente. Las microempresas dedicadas a la elaboración de productos plásticos en su mayoría utilizan como materia prima productos reciclados, por tal razón es necesario tener maquinarias actualizadas dependiendo del proceso a emplear que puede ser de extrusión, inyección, soplado, entre otros.

La empresa IP Electric ubicada en la parroquia San Buenaventura, Cantón Latacunga, es una empresa en constante crecimiento que se dedica a la fabricación de materia prima a partir del reciclaje del plástico y esta materia obtenida es utilizada para la fabricación de manguera utilizando el proceso de extrusión. Actualmente la empresa presenta una máquina extrusora y

una máquina tensora que se encuentran deshabilitadas por lo que es necesario desarrollar una repotenciación para la producción de manguera.

La máquina extrusora no cuenta con un tablero eléctrico en donde se puedan alojar las protecciones del sistema, el tipo de arranque para el motor extrusor y los diferentes equipos electrónicos; el sistema de fundición del plástico se lo realiza mediante el uso del gas natural, el cual no presenta ningún control de temperatura, por lo tanto, el material extruido presenta anomalías, se considera implementar un sistema de control utilizando instrumentación industrial para cumplir con la elaboración de manguera de polietileno como producto final.

La máquina tensora es utilizada para definir el espesor de la manguera de polietileno dependiendo si su utilización es para el sector de la construcción o para regadíos, esta máquina no presenta ningún tablero eléctrico en el que se pueda realizar un control sobre la velocidad del motor, por lo tanto, es necesario la implementación de un equipo electrónico que permita cumplir con el sistema de control mencionado.

2.1.2 Matriz de identificación del problema

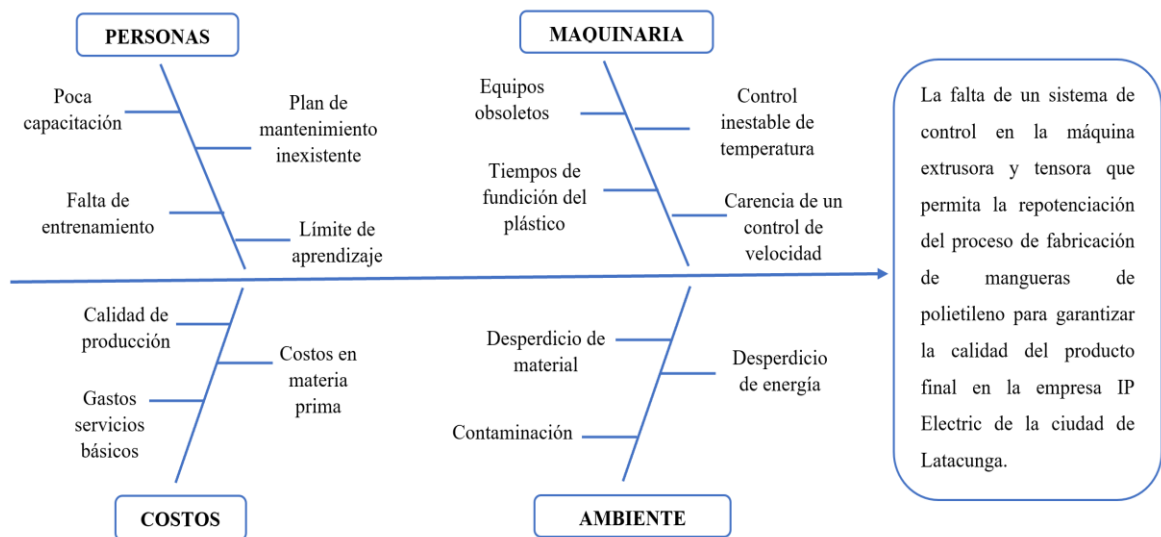


Figura 2.1 Diagrama Ishikawa

La figura 2.1 presenta el diagrama causa – efecto, en el que se puede visualizar un listado de causas que inciden directa o indirectamente en el problema de la presente propuesta tecnológica, de esta manera se comprende la problemática al determinar los factores principales y secundarios, para posteriormente identificar posibles soluciones, tomar decisiones y organizar actividades que logren solucionar el problema como fin principal.

2.1.3 Formulación del problema

La falta de un sistema de control en la máquina extrusora y tensora que permita la repotenciación del proceso de fabricación de mangueras de polietileno para garantizar la calidad del producto final en la empresa IP Electric de la ciudad de Latacunga.

2.2 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1 Objeto de estudio

Repotenciación del proceso de fabricación de manguera

2.2.2 Campo de acción

330000 Ciencias Tecnológicas

- 3310 Tecnología industrial: 331001 Equipo industrial
- 3311 Tecnología de la Instrumentación: 331105 Equipos Eléctricos de control

2.3 BENEFICIARIOS

2.3.1 Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos de la propuesta tecnológica son: el postulante (investigador), la empresa IP Electric, tesis y estudiantes de carreras técnicas.

2.3.2 Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos de la propuesta tecnológica son: personas o entidades externas que adquieran el producto final.

2.4 JUSTIFICACIÓN

Actualmente las industrias ecuatorianas están en constante mejora de sus procesos para alcanzar un producto final de calidad, esta mejora se puede dar por medio de la implementación de dispositivos eléctricos y/o electrónicos con el fin de obtener el máximo rendimiento en sus maquinarias a un bajo costo operacional

La propuesta tecnológica busca la repotenciación de un proceso de fabricación de manguera de polietileno en la empresa IP Electric, adquiriendo elementos de protección, instrumentación industrial, equipos de control eléctricos o electrónicos para ser instalados en los tableros eléctricos de la máquina extrusora y tensora, de acuerdo con los diagramas eléctricos establecidos, de esta manera se pretende garantizar la calidad del producto final.

Dentro del marco legal, la propuesta tecnológica tiene relevancia en la vigente Constitución Nacional de la República del Ecuador, Título VI “Régimen de Desarrollo” capítulo sexto denominado “trabajo y producción” en el que manifiesta específicamente en el artículo 320, que la producción ecuatoriana debe sujetarse a principios de calidad, sostenibilidad, valoración del trabajo, productividad y eficiencia económica – social; adicional en el Título VII “Régimen del buen vivir” capítulo primero “Inclusión y equidad” sección octava denominada “Ciencia y tecnología, innovación y saberes ancestrales”, en el artículo 385 y 386 manifiesta que la participación de instituciones del Estado, universidades y escuelas politécnicas en el ámbito tecnológico e innovación deben impulsar la producción nacional, elevando la eficiencia y productividad para mejorar la calidad de vida contribuyendo al buen vivir. [2]

2.5 HIPÓTESIS

La repotenciación del proceso de fabricación de manguera de polietileno permitirá controlar el sistema de fundición del plástico en la máquina extrusora y el sistema de velocidad de la máquina tensora, garantizando la calidad del producto final en la empresa IP Electric de la ciudad de Latacunga.

2.6 OBJETIVOS

2.6.1 General

Repotenciar el proceso de fabricación de manguera de polietileno mediante el control del sistema de fundición del plástico en la máquina extrusora y el sistema de velocidad de la máquina tensora, para garantizar la calidad del producto final en la empresa IP Electric de la ciudad de Latacunga.

2.6.2 Específicos

- Investigar el principio de funcionamiento del proceso de fabricación de manguera de polietileno mediante una recopilación de información en fuentes de relevancia para establecer los parámetros de operación.
- Elaborar los planos eléctricos de la máquina extrusora y tensora separando la parte de control, de protección y de potencia utilizando un software de diseño para visualizar la interconexión de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Implementar los equipos eléctricos y electrónicos en la máquina extrusora y tensora para que se ajusten correctamente al proceso de fabricación de manguera de polietileno en la empresa IP Electric.

- Validar el funcionamiento del proceso de fabricación de manguera de polietileno asegurando la calidad del producto final para sustentar la propuesta tecnológica.

2.7 SISTEMAS DE TAREAS

En la tabla 2.1 se presentan las actividades que se van a realizar para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos planteados con sus respectivos resultados utilizando las diferentes técnicas, medios e instrumentos.

Tabla 2.1 Sistema de tareas en relación con los objetivos planteados

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Investigar el principio de funcionamiento del proceso de fabricación de manguera de polietileno mediante una recopilación de información en fuentes de relevancia para establecer los parámetros de operación.	Recolección de información técnica en artículos científicos, sitios web y trabajos precedentes referentes al proyecto de titulación.	Desarrollo de la documentación técnica (estado del arte) del proceso de fabricación de manguera.	Investigación bibliográfica
	Estudio del principio de funcionamiento de una máquina extrusora y una máquina tensora.	Conocimiento del proceso de extrusión de plásticos y tensado.	
	Visualización del proceso de fabricación de manguera en visitas técnicas al campo laboral.	Descripción sobre la utilización de equipos eléctricos y/o electrónicos en el proceso de fabricación de manguera.	Investigación de campo

Elaborar los planos eléctricos de la máquina extrusora y tensora separando la parte de control, de protección y de potencia utilizando un software de diseño para visualizar la interconexión de los equipos eléctricos y electrónicos.	Caracterización de la información técnica acerca de la instrumentación utilizada en el proceso de fabricación de manguera.	Procedimiento de selección de la instrumentación industrial, equipos eléctricos y electrónicos.	Investigación bibliográfica y de campo
	Dimensionamiento de los conductores eléctricos y estudio de la coordinación de protecciones eléctricas.	Ejecución de una memoria de cálculo y selección de conductores y protecciones eléctricas.	Ecuaciones
	Selección del software para el diseño de diagramas eléctricos de control y de potencia.	Desarrollo de los planos eléctricos de las maquinarias utilizadas en el proceso de fabricación de manguera.	Investigación bibliográfica
Implementar los equipos eléctricos y electrónicos en la máquina extrusora y tensora para que se ajusten correctamente al proceso de fabricación de manguera de	Análisis de los costos de implementación de los elementos y equipos seleccionados.	Adquisición de la instrumentación y equipos para cada una de las maquinarias.	Investigación bibliográfica
	Instalación de los equipos seleccionados con su	Comprobación del adecuado control de las máquinas	Investigación de campo

polietileno en la empresa IP Electric.	respectivo cableado eléctrico en los tableros de control de cada maquinaria según los diagramas realizados.	utilizadas para la fabricación de manguera de polietileno.	
Validar el funcionamiento del proceso de fabricación de manguera de polietileno asegurando la calidad del producto final para sustentar la propuesta tecnológica.	Evaluación del proceso de fabricación de manguera de polietileno a través de pruebas continuas.	Conocimiento de las condiciones de trabajo y visualización de las variables controladas.	Investigación de campo
	Análisis del producto final.	Valoración de la calidad del producto final.	

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 Antecedentes de la propuesta tecnológica

En los diversos estudios y bibliografías que se relacionan con la propuesta tecnológica, se tienen los siguientes proyectos relevantes:

Según Andrés Giraldo en su proyecto de titulación denominado “Rediseño de una máquina extrusora de plástico”, realizado en el año 2019 en la Universidad Autónoma de Occidente en Santiago de Cali – Colombia, manifiesta lo siguiente [3]:

- Se realizó la repotenciación de una máquina extrusora de plástico para la elaboración de pellets plásticos, el proceso de rediseño constó de 4 etapas principales que fueron, levantamiento de datos, evaluación de los componentes y sistemas de la máquina, diseño de la máquina extrusora con un moderno sistema de control y la repotenciación.
- El rediseño de la máquina consistió en la realización de un tablero de control para el sistema de fundición del plástico con 5 controladores de temperatura para cada zona de calefacción, la implementación de un variador de frecuencia para el control de la velocidad en el motor extrusor.

Según José Céspedes en su proyecto de titulación denominado “Diseño de un sistema de calentamiento usando gas natural en una máquina extrusora que procesa 550 kg/h de tubería plástica ubicada en la línea 5 de la planta N° 1 de la empresa Eurotubo S.A.C para reducir costos de producción”, realizado en el año 2017 en la Universidad César Vallejo en Trujillo – Perú, manifiesta lo siguiente [4]:

- La empresa Eurotubo S.A.C se dedica a la fabricación de tubería plástica utilizando máquinas extrusoras para lo cual, en el proceso de fundición del plástico, se lo realiza utilizando energía eléctrica a través de resistencias calefactoras y la empresa no cuenta con un sistema alternativo de calentamiento para sustituir a la energía eléctrica debido a los ocurrentes cortes del suministro eléctrico.
- Surge la necesidad de diseñar un sistema de calentamiento que no utilice energía eléctrica, en el que se optó usar el gas natural como fuente de energía calorífica, para el diseño se necesitó conocer los parámetros de operación del sistema de calentamiento con resistencias eléctricas que entregaba una potencia de 51,48 kW alcanzando una temperatura de 180 °C.

- Como resultado se determinó que el gas natural necesita producir un calor requerido de 68,7 kg/h con una relación aire combustible de 19,7 kg de aire por cada kg de gas natural para obtener la temperatura requerida.

Según Victor Paz en su proyecto de titulación denominado “Diseño e implementación del nuevo sistema de control para la máquina extrusora Haake Rheomex CTW100P del Centro de Investigaciones Aplicadas a Polímeros de la Escuela Politécnica Nacional”, realizado en el año 2019 en Quito – Ecuador, manifiesta lo siguiente [5]:

- Se realizó un diseño de los circuitos de acondicionamiento para cada uno de los sensores con el objetivo de medir las diferentes variables en el proceso de extrusión de polímeros como la presión, temperatura y velocidad.
- Se desarrolló un programa de control por medio de una placa reducida para la obtención de un interfaz humano máquina para el monitoreo del sistema y visualización de gráficas de velocidad y temperatura, adicional se implementó un tablero de control para la operación de la máquina.

Según Jefferson Guerra en su proyecto de titulación denominado “Máquina tensora y tina de enfriamiento para la fabricación de mangueras con plástico reciclado”, realizado en el año 2017 en la Universidad Técnica del Norte en Ibarra – Ecuador, manifiesta lo siguiente [6]:

- Se realizó un diseño de una máquina tensora y una tina de enfriamiento para la fabricación de manguera con plástico reciclado. Se mencionó que el proceso de fabricación de mangueras consiste en varias etapas, como son la preparación de materia prima, la extrusión, el sistema de enfriamiento, el sistema de tensado y la etapa de embobinado, donde el producto queda finalizado para su comercialización, por lo que cada etapa tiene un funcionamiento diferente.
- La tina de enfriamiento logra que el producto proveniente de la extrusora, a alta temperatura, se enfríe logrando que la manguera adquiera dureza. La máquina tensora permite halar la manguera a una velocidad constante, asegurando que el grosor de la manguera no varíe, por lo que se implementó un control de velocidad electrónico mediante un variador de frecuencia velocidad.

Según Israel Pachacama en su proyecto de titulación denominado “Automatización de una máquina extrusora de plástico para incrementar la capacidad de producción de manguera de uso

eléctrico”, realizado en el año 2019, en la Universidad Técnica de Cotopaxi en Latacunga – Ecuador, manifiesta lo siguiente [7]:

- Se realizó una automatización de una máquina extrusora para incrementar la productividad de manguera de uso eléctrico, en el que mencionó que se utilizaron diferentes instrumentos de medición y de control por lo que se seleccionó el Logo de Siemens para desarrollar todo el proceso de automatización.
- Adicional se implementó un sistema de visualización mediante un computador portátil determinando la cantidad de calor generada por las resistencias eléctricas en cada zona de fundición del plástico, se desarrolló un sistema de conteo de metros implementada en la máquina tensora para determinar los 100 metros comerciales de manguera.

3.2 Proceso de fabricación de manguera

La producción de mangueras de polietileno consta de varias etapas, en el cual se utiliza el proceso de extrusión del plástico.

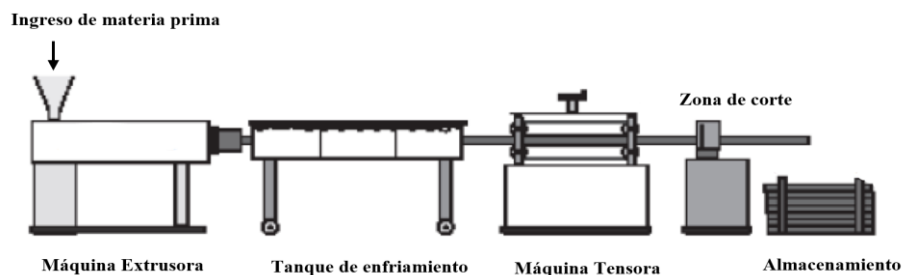


Figura 3.1 Etapas de la fabricación de manguera

Fuente: [7]

Las etapas para su fabricación son las siguientes y se presenta en la figura 3.1

- El proceso empieza con la preparación de la materia prima, en esta etapa se mezcla la materia en cantidades definidas de acuerdo con el tipo de manguera a fabricar.
- La materia prima preparada se coloca en la tolva de alimentación de la extrusora.
- Mediante la máquina extrusora, la materia prima se funde y se traslada mediante un tornillo sin fin hacia una boquilla, la cual le da la forma de la manguera.
- El sistema de enfriamiento permite que la manguera se enfríe adquiriendo la dureza necesaria para ser halada en la siguiente etapa.
- El dispositivo de tensado hala la manguera a una velocidad constante, de acuerdo con esta velocidad se determina el espesor de la manguera a producir.

- En la etapa de corte la manguera se mide y corta de acuerdo a como se va a comercializar el producto.
- En la etapa final, la etapa de armado, el producto se enrolla y prepara para su comercialización.

Un buen control del proceso de fabricación de manguera debe permitir el monitoreo continuo de las diferentes variables como: presión, temperatura y velocidad, estos parámetros necesitan ser medidos y controlados para la obtención de un producto final de calidad. [8]

3.3 Máquina extrusora de plástico

Se entiende por extrusión como un proceso de transformación en el cual la maquina extrusora recibe material, en forma sólida o fundida, y lo hace pasar por una boquilla estrecha para obtener una pieza de sección transversal constante y longitud indefinida.

El proceso de extrusión de plástico es utilizado para la fabricación de varios elementos como: tuberías PVC, mangueras utilizadas para construcción o para regadíos, recubrimiento de conductores eléctricos, fundas para alimentos, pellets plásticos, material PLA para impresoras 3D, entre otros.



Figura 3.2 Procesos de extrusión

Fuente: [9]

La máquina extrusora, presenta varios componentes que generalmente se utilizan y se presentan a continuación:

- Motor extrusor
- Tolva de alimentación
- Camisa o barril extrusor
- Tornillo Extrusor
- Boquilla y dado

3.3.1 Velocidad de extrusión

La velocidad de extrusión se determina en revoluciones por minuto, por lo tanto, esta velocidad es angular, generalmente es producida por un motor eléctrico que puede ser de corriente continua o de corriente alterna dependiendo del tamaño y la capacidad de la máquina para

elaborar un producto final. La velocidad de una máquina extrusora puede tener variaciones que van a depender del tipo de materia prima, longitud del tornillo extrusor, tipo de motor eléctrico, capacidad de la maquinaria y del producto final que se requiera, aproximadamente de 40 – 120 RPM se considera una velocidad nominal, aunque pueden variar por diferentes factores antes mencionados. [10]



Figura 3.3 a) motor eléctrico AC, b) motor eléctrico DC

Fuente: [10]

3.3.2 Temperatura de extrusión

La medición de la temperatura es una de las más comunes y de las más importantes que se efectúan en los procesos industriales, casi todos los fenómenos físicos están afectados por ella. La temperatura se utiliza, frecuentemente, para inferir el valor de otras variables del proceso. [11]

Existen diversos fenómenos que son influidos por la temperatura y que son utilizados para medirla:

- Variaciones en volumen o en estado de los cuerpos (sólidos, líquidos o gases).
- Variación de resistencia de un conductor (sondas de resistencia).
- Variación de resistencia de un semiconductor (termistores).
- La f.e.m. creada en la unión de dos metales distintos (termopares).
- Intensidad de la radiación total emitida por el cuerpo (pirómetros de radiación).
- Otros fenómenos utilizados en laboratorio (velocidad del sonido en un gas, frecuencia de resonancia de un cristal, etc.).

De este modo, se emplean los siguientes instrumentos: termómetros de vidrio, termómetros bimetalicos, elementos primarios de bulbo y capilar rellenos de líquido, gas o vapor, termómetros de resistencia, termopares, pirómetros de radiación, termómetros ultrasónicos y termómetros de cristal de cuarzo. [11]

Por medio de la expresión (3.1) se puede determinar la cantidad de calor necesaria en función de la temperatura.

$$Q = C \cdot m \cdot \Delta T \quad (3.1)$$

En donde:

- Q = Cantidad de calor [kJ]
- C = Calor específico [kJ/kg.K]
- m = masa [kg]
- ΔT = variación de temperatura [kg]

3.3.2.1 Zonas de temperatura

La zona de fundición del plástico está conformada por elementos como el tornillo sin fin, el cilindro o camisa extrusora, el cabezal y el sistema de generación de calor, estas zonas son divididas para garantizar el proceso de extrusión, su división va a depender del tamaño de la camisa extrusora y el tornillo sin fin. [12]

Para una máquina extrusora de 4 zonas de temperatura generalmente se pueden considerar los siguientes valores indicados en la siguiente tabla, distribuyendo la zona 1 como alimentación, zona 2 como compresión, zona 3 como dosificación y zona 4 como el cabezal de la máquina:

Tabla 3.1 Zonas de temperatura en una máquina extrusora

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Zona de alimentación (Tornillo extrusor)	Zona de compresión (Tornillo extrusor)	Zona de dosificación (Tornillo extrusor)	Cabezal
180 °C	240 °C	220 °C	220 °C

Fuente: [12]

Se debe tener en cuenta que cada diseño de tornillo es diferente por lo que para cada caso determinado debe realizarse pruebas experimentales para la obtención de las temperaturas óptimas para el proceso de extrusión, de igual manera se debe tener siempre en cuenta que la temperatura de la última zona no debe ser menor que la temperatura de fusión del material, porque si lo es el polímero se solidificará en la camisa de la extrusora si el tornillo deja de operar.

3.3.2.2 Temperatura de fusión

Esta temperatura (T_m) es a la que el material pasa de un estado sólido a estado líquido, es decir se funde, el polietileno de baja densidad tiene un punto de fusión alrededor de los $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ considerando que sus propiedades empiezan a tener cambios a partir de los $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, mientras que el punto de fusión del polietileno de alta densidad oscila entre los $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $136\text{ }^{\circ}\text{C}$

La gráfica de la figura 3.8 presenta al módulo de elasticidad en (Pascal) en función de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), en el que muestra que a mayor temperatura menor módulo de elasticidad, por lo que son inversamente proporcionales. [13]

3.3.3 Presión de control

La fuente de energía calorífica para realizar el proceso de fundición del plástico es el gas natural, por tal razón es necesario la regulación del flujo de presión para realizar un control de temperatura en el proceso de extrusión, para ello se utilizan diferentes tipos de instrumentos de medición y actuadores tales como: válvulas selenoides o válvulas proporcionales que son seleccionadas dependiendo del tipo de control que se realice, estos pueden ser: On/Off, proporcional y PID. [14]

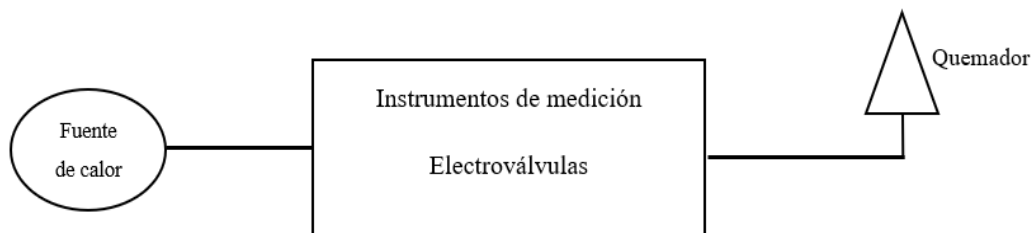


Figura 3.4 Esquema del proceso de fundición a gas

Fuente: [14]

3.3.4 Tiempos de calentamiento del tornillo

El proceso de extrusión de plásticos tiene que alcanzar una temperatura alrededor de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ por lo que el sistema de generación de calor toma un tiempo determinado en alcanzar esta temperatura para la fundición del plástico. Las condiciones ambientales y la ubicación de la maquinaria van a influir considerablemente en el valor del tiempo.

El cronómetro es el instrumento de medición que usualmente se utiliza para obtener un registro dependiendo de las pruebas experimentales que se realicen, este registro puede ser utilizado para el mantenimiento y/o la implementación de un sistema de generación de calor moderno. [15]

3.3.5 Protecciones eléctricas

Son dispositivos que tienen como principal finalidad detectar condiciones anormales que pueden presentar en un sistema eléctrico y actuar automáticamente para restablecer la operación normal, sus características son:

- Confiabilidad
- Selectividad
- Rapidez
- Exactitud
- Sensibilidad

En el sector industrial se ha utilizado diferentes aparatos eléctricos para la protección de procesos, motores eléctricos y equipos de control.

3.3.5.1 Interruptor termomagnético

Es un dispositivo que corta la corriente eléctrica de un circuito automáticamente, actúa cuando la corriente sobrepasa el valor nominal establecido en las especificaciones técnicas o datasheet del dispositivo.

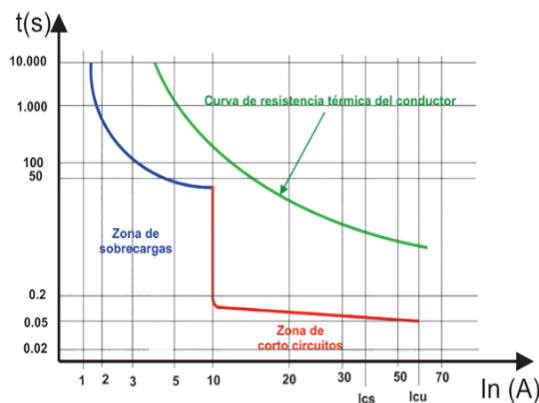


Figura 3.5 Gráfica de sobrecarga y cortocircuitos de un interruptor termomagnético

Fuente: [16]

Son utilizados para la protección de conductores eléctricos y equipos de fallas como pueden ser los cortocircuitos y sobrecargas, es empleado en sectores domiciliarios, comerciales e industrias. Se diferencian de los fusibles porque no es necesario cambiarlos cada vez que realizar el proceso de protección y se diferencian de los interruptores diferenciales porque estos protegen a las personas de una descarga eléctrica. [16]

Existen características técnicas principales de los interruptores termomagnéticos que por lo general vienen impresas en el mismo dispositivo y son las siguientes:

- Tensión de operación (V)
- Capacidad de corriente de operación (A)
- Curva característica de disparo
- Capacidad de corriente de cortocircuito (kA)

Estas características deben cumplir con las especificaciones de la norma técnica IEC – 60898 – 1, que establece las especificaciones mínimas de calidad, seguridad, capacidad y funcionamiento del interruptor termomagnético. Para su selección es necesario determinar la corriente eléctrica del elemento o de los elementos que se desean proteger, para lo cual para sistemas trifásicos se aplica la expresión (3.2):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \cdot f_{sb} \quad (3.2)$$

En donde:

- I = Corriente de protección [A]
- P = Potencia del elemento [W]
- U = Tensión de alimentación [V]
- Cos φ = factor de potencia
- f_{sb} = factor de sobrecarga (1,15)

3.3.5.2 Fusibles

Los fusibles son elementos constituido por un soporte principal y una lámina de un metal o aleación que tiene un bajo punto de fusión y se coloca en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda a través del efecto Joule cuando la corriente eléctrica supere ya sea por un cortocircuito o sobrecarga a un determinado valor, asegurando la integridad de los conductores eléctrico y/o equipos electrónicos. [16]

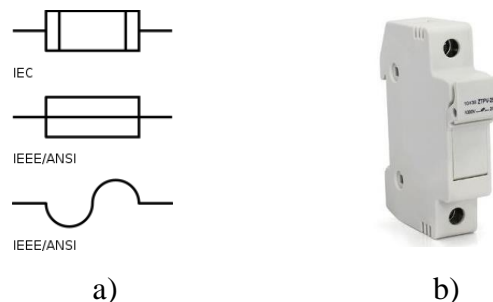


Figura 3.6 a) Simbología del fusible, b) Porta – fusibles para riel din

Fuente: [16]

Actualmente los fusibles sirven para diferentes aplicaciones específicas, estas pueden ser: protección de líneas de transmisión, motores eléctricos, transformadores de potencia, condensadores, semiconductores de potencia, conductores aislados, elementos electrónicos, circuitos impresos, circuitos integrados, entre otros. Estos tipos tan diversos de fusibles poseen características de selección muy distintas, entre los tipos más comunes se tiene:

- Fusible desnudo
- Fusible encapsulado de vidrio
- Fusible de tapón enroscable
- Fusible de cartucho

Para la selección del fusible es necesario conocer la corriente eléctrica del equipo electrónico que se desean proteger, para lo cual se aplica la siguiente expresión (3.3):

$$I_e = \frac{P_e}{U} \cdot fsb \quad (3.3)$$

En donde:

- I_e = Corriente de protección [A]
- P_e = Potencia del equipo [W]
- U = Tensión de alimentación [V]
- fsb = factor de sobrecarga (1,15)

3.3.5.3 Dimensionamiento de los conductores

Para realizar el dimensionamiento de los conductores se puede determinar de diferentes maneras como: la caída de tensión, por ampacidad, y por la corriente de cortocircuito, adicional se puede utilizar 2 métodos de los 3 mencionados para su comprobación, en la siguiente expresión (3.4) se puede determinar el método de caída de tensión.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot x/n \cdot L \cdot I \cdot \sin \varphi)} \quad (3.4)$$

En donde:

- S = Sección del conductor [mm²]
- L = longitud [m]
- I = corriente eléctrica [A]

- $\cos \varphi$ = factor de potencia
- γ = conductividad del conductor [$\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$]
- ΔU = Caída de tensión máxima [V]
- x = reactancia de la línea [Ω/km]
- n = Número de conductores por fase [V]

3.4 Máquina Tensora

Posterior al proceso del enfriamiento del material extruido, se presenta la parte del tensado de la manguera, en el cual desarrolla una fuerza que mantiene el material extruido en movimiento dentro de la línea de extrusión, esta maquinaria debe presentar un sistema de regulación de velocidad que permite tensar a la manguera desde la máquina extrusora a un ritmo determinado, funcionando a la par con el caudal de material extruido, con el propósito de manufacturar un producto con las dimensiones requeridas. [17]

Características del sistema de tensado:

- En el proceso de extrusión de manguera en la etapa de enfriamiento, se debe tomar en cuenta que la manguera no puede detenerse ya que la extrusión es continua, si la manguera se llegara a detener provocaría un atascamiento de material y pérdidas de producto, de ahí la importancia del tensado de la manguera.
- En este tipo de proceso el tensado de la manguera tiene una función muy específica, lograr que las especificaciones de la manguera sean las óptimas, las cuales son diámetro interno externo de la manguera, espesor de la manguera y la textura externa de la manguera.
- Esta etapa de tensado puede incrementar la velocidad de producción de manguera usando un jalador combinado con el sistema de enfriamiento ya que si el sistema de enfriamiento es eficiente entonces se le puede incrementar la velocidad al jalador para obtener una mayor producción de manguera
- Finalmente, la etapa de tensado da lugar a la etapa de almacenamiento.

Existen tres tipos de máquinas tensoras; tipo llanta, tipo banda y tipo oruga, generalmente para el proceso de fabricación de manguera se utiliza de tipo oruga.

3.4.1 Máquina tensora tipo llanta

Esta máquina se utiliza para una producción muy pequeña de perfiles, debido al tamaño del área de contacto, además se elimina el dispositivo de transmisión de potencia utilizando dos motores para proporcionar el par independiente en cada rueda. La apertura y cierre de la mordaza es muy sencillo utilizando únicamente la manivela superior. [17]



Figura 3.7 Máquina tensora de tipo llanta

Fuente: [17]

3.4.2 Máquina tensora simple tipo oruga

Este mecanismo utiliza bandas para el transporte y tirado de los distintos tipos de perfiles extrudidos por la máquina que le antecede. Cuenta un sistema de apertura y cierre similar al tirador tipo llanta. [17]



Figura 3.8 Máquina tensora tipo oruga

Fuente: [17]

3.4.3 Elementos de una máquina tensora

El dispositivo usado en la etapa de tensado es conocido como máquina tensora o jalador, de tipo oruga, banda o rodillos, este dispositivo está compuesto por los siguientes elementos:

- Mesa metálica la cual soporta todo el mecanismo de la maquina tensora.
- Motor acoplado a un reductor de velocidades.

- Sistema de transmisión por medio de catarinas y cadenas.
- Sistema de tacones para formar el mecanismo de arrastre.

3.4.4 Velocidad de tensado

La velocidad de tensado es medida en revoluciones por minuto, esta velocidad rotacional es producida por un motor eléctrico generalmente de corriente alterna trifásico, su selección va a depender del tipo de maquinaria y la capacidad de la máquina extrusora para culminar la elaboración de la manguera. [6]

La velocidad de la máquina de tensado puede tener variaciones considerables, ya que de esta depende el diámetro interior y el espesor de pared de la manguera, estos parámetros van a depender de su utilización que puede ser para construcción y/o para regadíos, por lo tanto, es necesario regular esta velocidad de manera mecánica o electrónica. [6]

3.5 Frecuencia de control

El control de la frecuencia en motores eléctricos trifásicos permite la variación de la velocidad rotacional en RPM, generalmente se aplican en maquinarias industriales. El principio de funcionamiento radica en controlar la frecuencia de alimentación suministrada al motor eléctrico por medio de dispositivos electrónicos de potencia, para lo cual existe un equipo capaz de realizar esta función que se denomina “Variador de Frecuencia (VDF)”. [18]

3.5.1 Variadores de frecuencia

Es un equipo muy utilizado en el sector industrial que consta de dispositivos electrónicos, que permiten el control de la velocidad de rotación de los motores eléctricos a través de la variación de la frecuencia; los motores más utilizados son los motores trifásicos de inducción y rotor sin bobinar. También se los puede denominar inversores o variadores de velocidad.

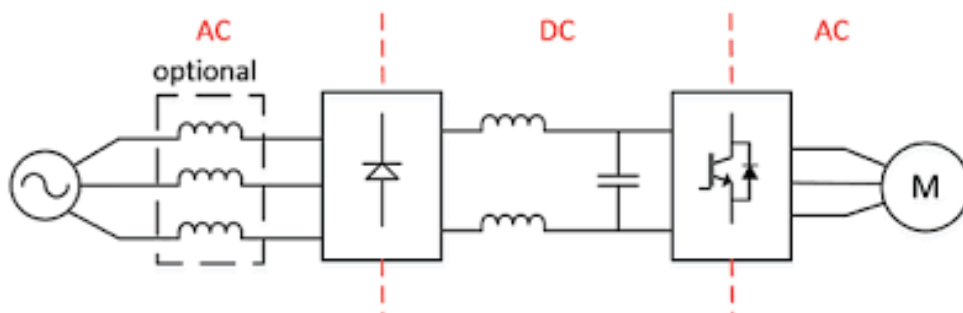


Figura 3.9 Composición electrónica de un variador de frecuencia

Fuente: [18]

En la figura 3.10 se presenta la composición electrónica de un variador de frecuencia, cada etapa se describe a continuación:

1. Rectificador: la rectificación se realiza por medio de la implementación de diodos que permiten la conversión de la energía eléctrica en corriente alterna en corriente continua.
2. Bus de corriente continua: para mejorar la onda de corriente continua se utilizan condensadores de gran capacidad, en algunas ocasiones también se integran bobinas con la finalidad de almacenar y filtrar la C.C. rectificada, para la obtención de un valor estable continuo, adicional sirve de almacenamiento de energía para proporcionar el consumo del motor eléctrico. [18]
3. Etapa de salida: desde el valor de la tensión en bus de corriente continua, un ondulator convierte esta energía en una salida trifásica, con valores de tensión, intensidad y frecuencia de salida variables. Como elementos de conmutación, se usan principalmente transistores bipolares (BJT), CMOS o similares, IGBT, tiristores (SCR), GTO, entre otros. Las señales de salida, se obtiene por diversos procedimientos como troceado, mediante ciclo convertidores, o señales de aproximación senoidal mediante modulación por anchura de impulsos PWM. [18]
4. Control, Entradas y Salidas: circuitos de control de los diferentes bloques del variador, protección, regulación, entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Además, se incluye el interfaz de comunicaciones con buses u otros dispositivos de control y usuario.

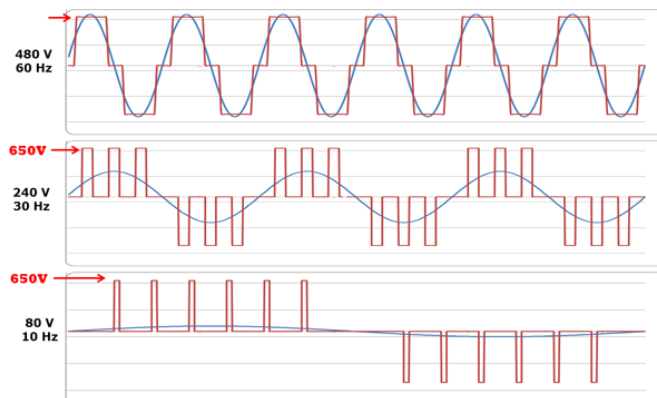


Figura 3.10 Formas de onda de un variador de frecuencia

Fuente: [18]

3.5.1.1 Características de un variador de frecuencia

Posee diferentes conexiones de entradas y salidas de control en forma digital tipo todo o nada (contactos, pulsadores, conmutadores, contactos de relé, entre otros) o analógicas mediante valores de tensión (0 – 10 V) e intensidad (4 – 20 mA).

Estos dispositivos pueden integrarse en redes industriales, por lo que disponen de un puerto de comunicaciones, por ejemplo: RS-232, RS-485, red LAN, ProfiBus, conexiones tipo RJ-45, USB para terminales externos y ordenadores. [19]

Cada fabricante facilita el software de control, directo o mediante bus de comunicaciones permitiendo el control, programación y monitorización del variador (o variadores) en el conjunto de aparatos de control empleados.

La conexión al motor generalmente es de tres hilos (U – V – W) para conexión directa en triángulo o estrella según la tensión del motor.

3.5.1.2 Ventajas de un variador de frecuencia

Evita picos o puntas de intensidad en los arranques del motor. (Muy pronunciados en el arranque directo, en estrella-triángulo y medios con arrancadores progresivos).

El par se controla totalmente a cualquier velocidad, lo que evita saltos o bloqueos del motor ante la carga. (En un arrancador progresivo la regulación del par es difícil, ya que se basa en valores de tensión inicial). [20]

No tiene factor de potencia ($\cos \varphi = 1$), lo que evita el uso de baterías de condensadores y el consumo de energía reactiva (ahorro económico).

Protege completamente el motor, el variador y la línea. El consumo energético se adapta a la exigencia del motor (ahorro de energía).

Mediante contactores externos de bypass (puente) se puede utilizar un solo variador para el control secuencial de varios motores, tanto en arranque como en parada.

3.5.1.3 Desventajas de un variador de frecuencia

La instalación, programación y mantenimiento, debe ser realizada por personal cualificado. Si no está bien aislado (con filtros) o instalado, puede derivar ruidos e interferencias en la red eléctrica, que podrían afectar a otros elementos electrónicos cercanos.

Para aplicaciones sencillas puede suponer mayor inversión, que un sistema simple (contactor-guardamotor), si bien a la larga se amortiza el gasto suplementario, por el ahorro energético y de potencia reactiva que aporta el variador.

Las averías del variador, no se pueden reparar in situ (hay que enviarlos a la casa o servicio técnico). Mientras tanto debe disponerse de otro variador equivalente, o dejar la instalación sin funcionamiento. [20]

3.6 Estudio del producto final

El principal objetivo para determinar el estudio de un producto es analizar los aspectos más relevantes de tal manera que cubra la necesidad del consumidor, por lo tanto, se considera iniciar con la definición y los antecedentes históricos del mismo, seguido la presentación de informaciones relacionadas con la clasificación, características generales y propiedades de interés. Adicional el estudio de la materia prima utilizadas en el proceso de producción. [22]

3.6.1 Análisis de la materia prima

El plástico son los polímeros orgánicos que son capaces de ser moldeados mediante los diferentes procesos industriales para la obtención de un producto final, estos polímeros pueden ser de origen natural o sintético. [22]

La obtención de un polímero sintético se da en laboratorios o por medio de proceso industriales a partir del petróleo, carbón de hulla, gas natural y de otros elementos orgánicos en los que tiene presencia el carbono. A continuación, se presentan los tipos de polímeros:

- Polietileno de baja densidad (LDPE)
- Polietileno de alta densidad (HDPE)

3.6.1 Polietileno de alta densidad

Es designado como HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene), es un polímero que posee alto grado de cristalinidad y su temperatura de fusión es alrededor de 135 °C, su densidad es del orden de 0.96 gr/cm³, tiene mayor resistencia a la tracción y dureza que el polietileno de baja densidad. [23] A continuación, en la tabla 3.2 se observan algunas propiedades con sus respectivos valores y unidades.

Tabla 3.2 Propiedades del polietileno de alta densidad

Propiedades	Valor	Unidades
Conductividad térmica	0,45 – 0,52	W/m.K
Temperatura de utilización	55 – 135	°C
Densidad	0,941 – 0,965	g/cm ³
Resistencia dieléctrica	>600	kV/cm
Calor específico	1900 J/kg.K	J/kg.K

Fuente: [23]

3.6.2 Polietileno de baja densidad

Es designado como LDPE (por sus siglas en inglés, Low Density Polyethylene), es un sólido más o menos flexible, según el grosor, ligero y buen aislante eléctrico. Se trata de un material plástico que por sus características y bajo coste se utiliza mucho en envasado, revestimiento de cables y en la fabricación de tuberías. [24] A continuación, en la tabla 3.3 se observan algunas propiedades con sus respectivos valores y unidades.

Tabla 3.3 Propiedades del polietileno de baja densidad

Propiedades	Valor	Unidades
Densidad	0,92 – 0,93	g/cm ³
Resistencia a la tensión	6,2 – 17,2	MPa
Alargamiento	550 – 600	%
Cristalinidad	65	%
Temperatura de fusión	100 – 120	°C

Fuente: [24]

3.7 Preparación de la materia prima

La materia prima utilizada para la fabricación de manguera puede ser polietileno de alta o baja densidad dependiendo de la utilización de la manguera. Generalmente la materia prima antes de ingresar al proceso de extrusión suele ser precalentada en una aglutinadora, como se indica en la figura 3.11, este proceso usualmente se presenta cuando la máquina extrusora tiene su sistema de fundición demasiado pequeño. [25]



Figura 3.11 Máquina aglutinadora

Fuente: [25]

3.7.1 Calidad del producto

Para la obtención de manguera plástica se utiliza plástico reciclado, se emplea especialmente para construcción, es decir, para instalaciones eléctricas, para conducir cableado telefónico de las urbanizaciones que en la actualidad lo están haciendo en forma subterránea, de igual forma se lo emplea para conducción de agua de riego y en algunos casos para abastecimiento de agua potable, aunque su uso no es recomendable, por la posible contaminación que pudo haber sufrido el plástico en etapas anteriores al reciclado. [25]

Según la normativa NTE INEN 1744 que menciona “tubos de polietileno para conducción de agua a presión” menciona que en las tuberías de polietileno los diámetros nominales externos deber tener una tolerancia que es representada por la siguiente tabla:

Tabla 3.4 Diámetros nominales externos y su tolerancia

Diámetro nominal “Dn” (in)	Tolerancia máxima admisible (mm)
1/2	+ 0,1
3/4	+ 0,2
1	+ 0,3
1 ½	+ 0,4
2	+ 0,6

Fuente: [3]

Los espesores de pared de la manguera para construcción pueden variar de 1 mm a 2,3 mm dependiendo del diámetro comercial, de manera ideal se puede considerar un espesor de 2 mm, recordando que para el uso en construcción no se requiere ningún estudio de presión.

La longitud estándar de los rollos de manguera o los tubos plásticos de polietileno, se basan bajo la normativa NTE INEN 1744, por lo que deben estar de acuerdo con lo señalado en siguiente tabla 3.8.

Tabla 3.5 Longitudes estándares

Diámetro nominal (mm)	Longitud (m)	Presentación
32 – 63	100 – 200	Rollos
75 – 90	50	

110	25	
>110	6 – 9 – 12	Tramos

Fuente: [7]

3.7.2 Tiempos de producción

El tiempo de producción es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa., por lo tanto, en el proceso de fabricación de manguera el tiempo puede variar en un rango de 7 – 20 minutos dependiendo de algunos factores como: [26]

- Diámetro externo de la manguera
- Diámetro interno de la manguera
- Espesor de la manguera
- Velocidad de la máquina tensora

3.7.3 Cantidad de producción

La cantidad de producción de manguera de polietileno va a depender del peso que tiene cada manguera, por lo que se determina que la manguera para uso en construcción tiene un peso general de 7 gr/m aproximadamente, este valor puede variar ligeramente dependiendo del diámetro de la manguera, el espesor usualmente es estándar de 2 mm. [26]

La manguera utilizada para los regadíos tiene varios cambios en estas medidas, por lo que en la tabla 3.6 se pueden identificar los pesos en (gr/m) de las mangueras en función del diámetro exterior y el espesor.

Tabla 3.6 Peso de la manguera en función del diámetro y el espesor

Diámetro exterior (in)	Espesor (mm)	Peso (gr/m)
3/8	1,1	60
1/2	1,5	65
3/4	2	75
1	2,5	90
1 1/2	3,0	100

Fuente: [26]

3.7.4 Desechos plásticos

En el proceso de fabricación de manguera es posible que existan desechos plásticos extruidos que presenten inconvenientes por diferentes motivos que puede ser: ingreso de partículas diferentes a la materia prima, fallas en el sistema de fundición del plástico, cortes de energía eléctrica no programadas, fallas de maquinaria por falta de mantenimiento, entre otros, por lo tanto, se tienen residuos de manguera que representan una pérdida económica obligando a la fábrica o empresa a volver a reutilizar ese residuo, es decir convertirlo nuevamente en materia prima para utilizarlo, se estima que en este proceso puede existir un máximo de 10% de residuos de mangueras de polietileno. [27]



Figura 3.12 Desperdicios de manguera

Fuente: [27]

4. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente capítulo se desarrolla un análisis de los principales elementos eléctricos y/o electrónicos que se utilizarán para la repotenciación del proceso de fabricación de manguera como son: controladores, instrumentos de medición y actuadores, con la finalidad de garantizar el funcionamiento óptimo.

4.1 Métodos y técnicas de investigación

4.1.1 Método deductivo

Este método es utilizado para la recolección de información a través de textos científicos, proyectos de titulación y sitios web de relevancia acerca del uso de equipos que permitan realizar el control de temperatura en la máquina extrusora y el control de velocidad en la máquina tensora.

4.1.2 Método científico

El método científico es utilizado para establecer el procedimiento técnico para la selección de los equipos electrónicos, instrumentos de medición, actuadores, dimensionamientos de los conductores y las protecciones eléctricas para implementarlos en los tableros de control de la máquina extrusora y tensora.

4.1.3 Técnicas de medición

Esta técnica permite realizar las diferentes mediciones en el proceso de fabricación de manguera las cuales son: el consumo de corriente en el motor extrusor, medición del flujo del gas natural, medición de temperatura en la fundición del plástico, medición de la velocidad de tensado.

4.2 Tipos de investigación

4.2.1 Investigación bibliográfica

Este tipo de investigación es utilizada para determinar la información más importante que aporte a la solución del problema de la propuesta tecnológica, porque proporciona las características esenciales acerca de ciertos equipos e instrumentos que pueden ser utilizados para concretar la repotenciación del proceso de fabricación de manguera.

4.2.2 Investigación de campo

La investigación de campo se realiza por medio de visitas técnicas constantes a la empresa IP Electric para observar el estado de las maquinarias que son utilizadas en el proceso de

fabricación de manguera y determinar el diseño eléctrico que permita seleccionar los elementos adecuados para realizar la repotenciación.

4.3 Declaración de variables

A continuación, se describen las variables independiente y dependiente que se presentan en la repotenciación del proceso de fabricación de manguera de polietileno.

4.3.1 Variable independiente

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable independiente con sus categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Variable independiente

Variable Independiente: Repotenciación del proceso de fabricación de manguera utilizando sistemas de control					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es modificar o adaptar el diseño existente del proceso de acuerdo con los nuevos requerimientos.	Máquina extrusora	Temperatura	°C	Medición	Sensor de temperatura
		Presión	PSI	Medición	Manómetro
		Tiempos de calentamiento	s	Medición	Cronómetro
		Protecciones eléctricas	A	Cálculo	Ecuaciones
	Máquina tensora	Velocidad	RPM	Medición	Variador de frecuencia
		Frecuencia	Hz	Medición	Frecuencímetro
		Protecciones eléctricas	A	Cálculo	Ecuaciones

4.3.2 Variable dependiente

En la presente propuesta tecnológica se presenta la siguiente variable dependiente con sus categorías, indicadores, ítems, técnicas e instrumentos que son detallados en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Variable dependiente

Variable Dependiente: Garantizar la calidad de un producto final (manguera de polietileno)					
Concepto	Categoría	Indicadores	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Es la descripción del producto final para satisfacer las necesidades de una persona o entidad.	Estudio del producto final	Calidad del Producto	mm	Medición	Calibrador
		Tiempos de producción	s	Medición	Cronómetro
		Cantidad de Producción	kg	Medición	Balanza
		Desechos plásticos	kg	Medición	Balanza

4.4 Descripción de la máquina extrusora

La máquina extrusora consta de un motor eléctrico trifásico que permite el movimiento rotacional del tornillo sin fin en el interior del cilindro, una tolva de alimentación para el ingreso de la materia prima, un sistema de fundición del polietileno a gas natural que presenta inconvenientes al no controlar la temperatura y un cabezal para elaboración de manguera.

Las características de la máquina extrusora se presentan en la tabla 4.3

Tabla 4.3 Características de la máquina extrusora

Capacidad de producción	50 kg/h
Longitud del tornillo extrusor	90 cm
Diámetro del cilindro	10 cm
Motor eléctrico	Trifásico, 10 HP, 220 Vac
Fuente de energía calorífica	Gas natural
Control de velocidad	Mecánica



Figura 4.1 Máquina extrusora

4.5 Descripción de la máquina tensora

La máquina tensora consta de un motor eléctrico trifásico y un reductor de velocidad que permiten el movimiento rotacional de los rodillos de la máquina, dependiendo de la distancia entre estos rodillos y la velocidad de la máquina se puede determinar el espesor de la manguera, esta máquina carece de un control en la velocidad rotacional.

Las características de la máquina tensora se presentan en la tabla 4.4

Tabla 4.4 Características de la máquina tensora

Tipo de máquina	Rodillos
Motor eléctrico	Trifásico, 1 HP, 220 Vac
Reductor de velocidad	Mecánico
Transmisión de velocidad	Cadena simple



Figura 4.2 Máquina tensora

4.6 Selección de equipo e instrumentos

Para la selección de los equipos eléctricos – electrónicos e instrumentos de medición a implementarse en los tableros de control de la máquina extrusora y máquina tensora es necesario generar un listado de todos estos elementos y una caracterización técnica para la selección de cada uno de ellos.

- Autómata programable
- Sensor de temperatura
- Electroválvula
- Manómetro
- Variador de frecuencia
- Quemadores industriales
- Protecciones eléctricas
- Dimensionamiento de los conductores

4.6.1 Selección del autómata programable

Para realizar el control de temperatura en la zona de fundición del plástico de la máquina extrusora es necesario la implementación de un autómata programable que reciba las señales analógicas de temperatura normalizadas para generar una orden de programación determinando un control específico.

Para determinar la selección del autómata programable se consideran dos equipos que cumplen con las características necesarias, estos son: Logo V8 y el PLC S7 1200. En la tabla 4.5 se pueden observar las características técnicas principales de cada uno.

Tabla 4.5 Características de diferentes autómatas programables

Tipo de autómata		
	Compacto	Modular
	LOGO 8	PLC S7 1200
Tensión de alimentación	115 – 230 Vac	115 – 230 Vac
Entradas y salidas (digitales y analógicas)	8 entradas digitales y 4 salidas digitales	8 entradas digitales, 6 salidas a relé y 2 entradas analógicas

Compatibilidad con módulos y sensores	Si	Si
Memoria	1 MB interna y micro SD (opcional)	2MB memory card (opcional)
Software	Logo Soft Confort	TIA Portal
Tipos de procesos	Pequeños	Grandes
Pantalla de visualización	Si	No
Conexión a Ethernet	Si	Si
Dimensión	72 x 90 x 55 mm	90 x 100 x 75 mm
Peso	120 gr	435 gr
Precio	\$ 145	\$375

Para seleccionar el autómatas programable es necesario conocer que se va a utilizar un total de 15 entradas digitales, 9 salidas digitales y 4 entradas analógicas, de acuerdo con la tabla 4.5 se considera seleccionar el micro – autómatas programable “LOGO 8” conjuntamente con sus módulos de expansión de entradas digitales, salidas digitales y entradas analógicas permitiendo ocupar todas estas señales eléctricas, adicional posee una pequeña pantalla en el cual se visualizan la cantidad de temperatura de cada zona de fundición del plástico, lo cual hace más relevante su selección. En la figura 4.3 se presentan las partes principales del autómatas seleccionado y su hoja de datos se presenta en el anexo 2.

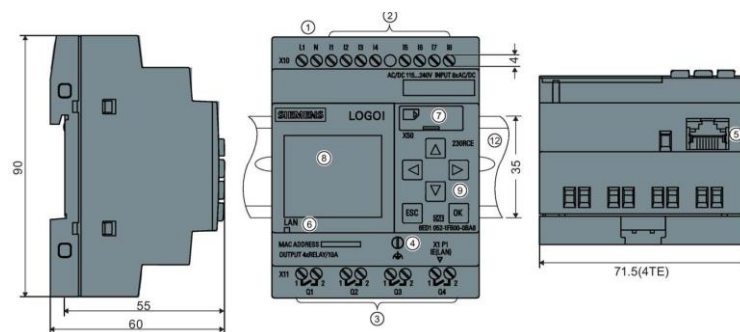


Figura 4.3 LOGO 8

Fuente: [27]

4.6.1.1 Módulo E/S digitales

Para aumentar la cantidad de entradas y salidas digitales del LOGO 8 es necesario la adquisición de un módulo de expansión denominado DM16 230R, en la tabla 4.6 se presentan sus

características, en la figura 4.4 se visualiza las partes principales y en el anexo 3 su hoja de datos.

Tabla 4.6 Características del módulo DM16 230R

Nombre	LOGO DM16 230R
Fuente de alimentación	115 – 230 Vac
Entradas	8 digitales
Salidas	8 digitales
Tipo de salidas	Relay
Dimensiones	72 x 90 x 55 mm
Valores digitales	1: >79 Vac 0: <30 Vac

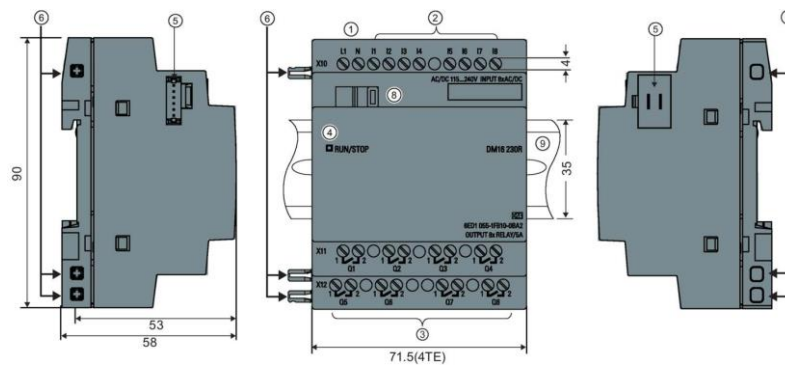


Figura 4.4 Módulo DM16 230R

Fuente: [27]

4.6.1.2 Módulo de entradas analógicas

La temperatura es una variable analógica que es necesario medirla en el proceso de fundición del plástico, por tal razón es necesario considerar la selección de un módulo de expansión para entradas analógicas denominado AM2 compatible directamente con LOGO 8. En la tabla 4.7 se presentan las características del módulo, en la figura 4.5 se visualiza sus partes principales y en el anexo 4 su hoja de datos.

Tabla 4.7 Características del módulo AM2

Nombre	LOGO AM2
Fuente de alimentación	12 – 24 Vdc
Consumo de corriente	25 – 30 mA
Entradas	2 analógicas

Salidas	Ninguna
Tensión de entrada	0 – 10 V
Corriente de entrada	0 – 20 mA

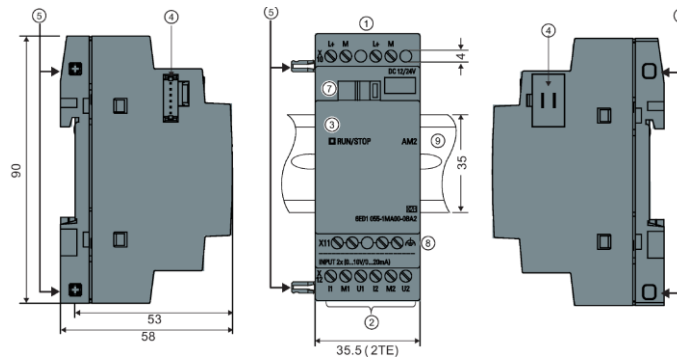


Figura 4.5 Módulo AM2

Fuente: [27]

4.6.1.3 Logo Soft Comfort

El software que se utiliza para realizar la programación en el micro – automático LOGO 8 es denominado Logo Soft Comfort, este software tiene la capacidad de seleccionar el tipo de lenguaje de programación como: lenguaje ladder y lenguaje por bloques, adicional se puede realizar la simulación de entradas y salidas dependiendo de la programación.



Figura 4.6 Logo Soft Comfort



Fuente: [27]

4.6.2 Selección del sensor de temperatura

Los sensores de temperatura son instrumentos de medición muy utilizados en el proceso de fabricación de mangueras, generalmente colocados en la zona de calefacción de la máquina extrusora, estos sensores convierten una señal física (temperatura) en una señal eléctrica para un posterior control del proceso.

En la actualidad hay una gran cantidad de formas para realizar la medición de temperatura con diferentes tipos de sensores, en la industria se puede considerar dos tipos de sensores de mayor utilización en el proceso de fundición del plástico, estos son: detector de temperatura por resistencia y los termopares. En la tabla 4.8 se presentan las características de estos dos tipos de sensores de temperatura

Tabla 4.8 Características de diferentes sensores de temperatura

Tipo de sensor de temperatura		
	RTD	Termopar
Tipos	Pt100 y Pt1000	K, J, E, T
Variable eléctrica de salida	Resistencia eléctrica (Ω)	Tensión (mV)
Rango general de temperatura	-100 a 600 °C	-200 a 1500 °C
Linealidad	Excelente	Buena
Exactitud típica	$\pm 0,1$ °C a 0 °C hasta $\pm 1,3$ °C a 600 °C	$\pm 2,2$ °C a 0 °C hasta ± 10 °C a 1200 °C
Velocidad de respuesta	Más lenta	Más rápida
Ventajas	Mejor exactitud y estabilidad	Mayor rango de medida
Sensibilidad	Moderada	Baja
Alimentación	Requerida	No requerida
Precio	Costoso	Económico

Dadas las características de cada uno de los sensores de temperatura, se selecciona el termopar tipo “J” por tener un rango de medida mayor, por tener una velocidad rápida de respuesta y ser de bajo costo en su adquisición e implementación, además el proceso de fundición del plástico no requiere una exactitud al momento de la medición por lo que el rango de error del termopar es aceptable. En el anexo 6 se presenta su comportamiento eléctrico en mV.



4.6.3 Selección de la electroválvula

La electroválvula es el actuador que forma parte del sistema de fundición del polietileno, por medio de señales eléctricas permite el paso del fluido de gas natural generando calor para la

zona de fundición en la máquina extrusora, el tipo de control tiene influencia al momento de seleccionar la electroválvula para este proceso, por lo tanto, se ha considerado dos tipos de electroválvulas:

- Selenoides
- Proporcionales

Tabla 4.9 Características de diferentes electroválvulas

Tipo de electroválvula		
	Selenoide	Proporcional
Tipo de flujo	Gas	Gas – líquidos
N. posición y vías	Válvula 2/2	Válvula 2/2
Tipo	Normalmente cerrada	Normalmente cerrada
Voltaje	110 Vac	24 Vdc
Presión	0 – 120 PSI	0 – 145 PSI
Tipo de control	On / Off	Proporcional
Señal de control	110 Vac bobina	4 – 20 mA o 0 – 10 V
Temperatura de operación	0 – 120 °C	0 – 60 °C
Dimensión de entrada y salida	1/4 pulgada	3/4 pulgada
Dimensiones	58 x 64 x 22 cm	112 x 84 x 68 mm
Precio	Económico	Costoso

Es importante conocer la presión de suministro de la centralina de gas natural cuyos valores oscilan entre los 60 y 80 PSI dependiendo de la cantidad de calor que se necesite; conociendo las características de cada una de las electroválvulas se selecciona la electroválvula selenoide que cumple con el rango de presión de trabajo, como el ambiente de trabajo en donde se sitúa la electroválvula es de 40 °C, ésta presenta excelente temperatura de operación y presenta un

control On / Off que es adecuado para el proceso de fabricación de manguera. En el anexo 9 se presenta su hoja de datos.

4.6.4 Selección del manómetro

El manómetro es un instrumento utilizado para medir la presión de un gas o un líquido, en el proceso de fabricación de manguera este elemento se utiliza para la zona de fundición del plástico específicamente en la centralina de gas para verificar el valor de la presión del gas natural. En la industria existen dos tipos de manómetros que son analógicos y digitales, cada uno tiene características, ventajas y desventajas propias que se consideran al momento de seleccionarlos. En la figura 4.10 se presenta un listado de características de estos manómetros.

Tabla 4.10 Características de diferentes manómetros

Tipo de manómetros		
	Digital	Analógico
Aplicaciones	Gas – Líquido	Gas
Precisión de medición	0,1 %	2 %
Rango de medición	0 – 25 MPa	0 – 145 PSI
Alimentación	24 Vdc	No requiere
Temperatura de trabajo	-10 – 60 °C	0 – 50 °C
Visualización	Pantalla LCD	Con aguja
Precio	Costoso	Económico

Dadas las características de los manómetros, se selecciona del tipo analógico, que cumple con el rango de medición de presión de 80 PSI, no requiere ninguna alimentación externa, la temperatura de trabajo en el lugar de ubicación es de máximo 30 °C su selección se hace relevante y como la medición de la centralina de gas natural no necesita una precisión de medición mínima, este tipo de manómetro es apto y adecuado para el trabajo.

4.6.5 Selección del amperímetro

El amperímetro es un instrumento de medición muy usado en el proceso de fabricación de mangueras, para visualizar el estado del motor eléctrico a través de su corriente eléctrica, de

esta manera se puede tener estabilidad del movimiento rotacional, se consideran dos tipos de amperímetros para su selección, estos son: amperímetro digital y amperímetro analógico.

En la tabla 4.11 se presentan las características de los dos tipos de amperímetros.

Tabla 4.11 Características de diferentes amperímetros

Tipo de amperímetros		
	Digital	Analógico
Tipo de corriente	Alterna	Alterna
Precisión de medición	1 %	3 %
Rango de medición	0 – 100 A	0 – 100 A
Velocidad de respuesta	Muy rápida	Rápida
Alimentación	Requerida	No requiere
Precio	Costoso	Económico

Por medio de una caracterización técnica de los dos tipos de amperímetros reflejada en la tabla 4.11 se determina que la precisión de 3% en su medición es suficiente y adecuada para realizar la medición de la corriente de los motores eléctricos de la máquina extrusora y de la máquina tensora, adicional no requiere alimentación por lo que se selecciona el amperímetro analógico.

4.6.6 Selección del variador de frecuencia

La selección del variador de frecuencia se realiza en base a las especificaciones técnicas (placa de datos) del motor eléctrico de la máquina tensora, determinando parámetros como potencia, tensión de alimentación, cantidad de corriente, frecuencia, velocidad rotacional, entre otros, para lo cual en la siguiente tabla se presentan sus características:

Tabla 4.12 Características del motor eléctrico de la máquina tensora



Tipo de motor	Trifásico
Potencia	1 HP
Tensión de alimentación	220 YY / 440 Y V
Corriente de consumo	3,4 / 1,7 A

Velocidad	1745 RPM
Frecuencia	60 Hz
Factor de potencia	0,89

Para determinar la selección del variador de frecuencia se consideran dos equipos con características técnicas acordes al control de velocidad para la máquina tensora, estos equipos son: el variador de frecuencia CFW10 y el variador de frecuencia Sinamics V20

En la tabla 4.13 se pueden observar las características técnicas principales de cada uno.

Tabla 4.13 Características de diferentes amperímetros

Tipo de variadores de frecuencia		
	CFW10	Sinamics V20
Marca	WEG	SIEMENS
Potencia	1 HP	1 HP
Tensión de alimentación	220 Vac bifásica	220 Vac bifásica
Corriente de entrada	8 A	10 A
Frecuencia de alimentación	60 Hz	50/60 Hz
Corriente de salida	4 A	4,2 A
Rango de frecuencia	1 – 250 Hz	0,1 – 550 Hz
Precisión digital	0,5 %	0,1 %
Control de rampa	0,1 – 6500 sg	0,1 – 6500 sg
Precio	Económico	Costoso

Por medio de una caracterización técnica de los dos tipos de variadores de frecuencia, se selecciona el variador de la marca Siemens el cual es adecuado para el proceso de tensado de la manguera por cumplir con los parámetros de potencia 10 HP, tensión 220 Vac, corriente 4,2 A y poseer un rango de frecuencia mayor 550 Hz, además como tiene una precisión de 0,1% es apto para el proceso. En el anexo 5 se presenta su hoja de datos.

4.6.7 Selección del quemador industrial

El quemador industrial es un elemento que proporciona la flama a partir de la combustión del aire con el gas natural (GLP), esta flama permite realizar un calentamiento en todo el tornillo extrusor para fundir la materia prima, su selección se basa en la cantidad de calor que puede suministrar y el tipo de material que está diseñado, para su selección se consideran dos tipos de quemadores industriales cuyas características se presentan en la tabla 4.14.

Tabla 4.14 Características de diferentes quemadores industriales

Tipo de Quemador industrial		
	Quemador 1	Quemador 2
Material	Hierro fundido	Aluminio
Cantidad de calor	8000 BTU	5000 BTU
Tipo de fluido	Gas natural	Gas natural
Dimensiones	Diámetro: 18 cm Largo: 20 cm	Diámetro: 15 cm Largo: 17 cm
Precio	Económico	Económico

Para seleccionar el tipo de quemador se debe aplicar la expresión (3.1) para determinar la cantidad de calor necesaria para alcanzar una temperatura de 200 °C, considerando que un rollo de manguera de 1 pulgada tiene 20 kg y el calor específico del polietileno es de 2,1 kJ/kg.k

En donde:

- Q = Cantidad de calor [kJ]
- C = Calor específico [kJ/kg.K]
- m = masa [kg]
- ΔT = variación de temperatura [K]

$$Q = 2,1 \frac{kJ}{kg \cdot K} \cdot 20 \text{ kg} \cdot (200 - 20) \text{ K}$$

$$Q = 7560 \text{ kJ} = 7165,5 \text{ BTU}$$

Según la expresión (3.1) la cantidad de calor necesaria es de 7165,5 BTU, por lo tanto se selecciona el quemador 1, adicional su tipo de material es más resistente a temperaturas elevadas y continuas de trabajo, En el anexo 10 se presenta su hoja de datos.

4.6.8 Selección de las protecciones eléctricas

Para realizar una regulación del paso de la corriente eléctrica en cada uno de los elementos eléctricos o equipos electrónicos es necesario proceder a la selección de fusibles e interruptores termomagnéticos que eviten el paso de excesivo de corriente tal y como lo indica la normativa “NEC Instalaciones electromecánicas, capítulo 15”.

A continuación, se procede a realizar los diferentes cálculos para determinar los elementos de protección.

4.6.8.1 Selección del fusible

Para la selección del fusible es necesario conocer la corriente de consumo de los elementos electrónicos como el autómatas Logo v8, el módulo de E/S digitales, los módulos de entradas analógicas y la fuente de alimentación, para su cálculo se utiliza la expresión (3.2).

En donde:

- Sumatoria de la potencia de todos los equipos = 520 W
- Tensión de alimentación = 220 V
- factor de sobrecarga = 1,15

$$I_e = \frac{520 \text{ W}}{220 \text{ Vac}} \cdot 1,15$$

$$I_e = 2,71 \text{ A}$$

La corriente de protección de los equipos mencionados es de 2,71 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un fusible de 4 A y un porta fusible para la colocación en el tablero eléctrico como se presenta en la siguiente figura.



Figura 4.7 a) Porta fusible, b) fusible

4.6.8.2 Selección del interruptor termomagnético

Para la selección de los interruptores termomagnéticos se procede a la división diferentes protecciones como: motor extrusor, motor tensor y protección general.

a. Motor extrusor

Para la selección de la protección eléctrica del motor extrusor se debe tomar en cuenta el valor del consumo de la corriente eléctrica, para lo cual se utiliza la ecuación (3.3).

En donde:

- Potencia del motor eléctrico = 10 HP = 7460 W
- Tensión de alimentación = 220 Vac
- Rendimiento del motor eléctrico = 0,92
- factor de potencia = 0,89

$$I_g = \frac{7460 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 220 \text{ Vac} \cdot 0,92 \cdot 0,89} \cdot 1,15$$

$$I_g = 27,49 \text{ A}$$

La corriente de protección del motor extrusor es de 27,49 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un interruptor termomagnético de 3 polos de 40 A de tipo riel din para ser colocado en el tablero eléctrico.



Figura 4.8 Interruptor termomagnético para motor extrusor

b. Motor tensor

Para la protección del motor tensor se debe tomar en cuenta el valor del consumo de la corriente eléctrica, para lo cual se utiliza la ecuación (3.3).

En donde:

- Potencia del motor eléctrico = 2 HP = 1492 W
- Tensión de alimentación = 220 Vac
- Rendimiento del motor eléctrico = 0,91

- factor de potencia = 0,88
- factor de sobrecarga = 1,15

$$I_g = \frac{746 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 220 \text{ Vac} \cdot 0,91 \cdot 0,88} \cdot 1,15$$

$$I_g = 5,62 \text{ A}$$

La corriente de protección del motor tensor es de 5,62 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un interruptor termomagnético de 3 polos de 16 A para riel Din para ser colocado en el tablero eléctrico.



Figura 4.9 Interruptor termomagnético para motor tensor

c. Protección de las electroválvulas

Para la protección de las electroválvulas se debe tomar en cuenta el valor del consumo de la corriente eléctrica, para lo cual se utiliza la ecuación (3.2).

En donde:

- Potencia de la electroválvula = 80 W
- Tensión de alimentación = 110 Vac
- factor de sobrecarga = 1,15

$$I_{el} = \frac{4 \cdot 80 \text{ W}}{110 \text{ Vac}} \cdot 1,15$$

$$I_{el} = 3,34 \text{ A}$$

La corriente de protección de las electroválvulas es de 3,34 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un interruptor termomagnético de 2 polos de 10 A para riel Din para ser colocado en el tablero eléctrico.



Figura 4.10 Interruptor termomagnético para las electroválvulas

d. Protección secundaria

La protección secundaria está determinada por los siguientes elementos, luces indicadoras, sensor capacitivo, paro de emergencia, pulsadores y selectores lo cual se ha considerado que cada elemento tiene un consumo de 50 mA, por lo tanto:

- 1 sensor capacitivo
- 5 selectores
- 12 luces indicadoras
- 3 pulsadores
- factor de sobrecarga = 1,15

$$I_s = 21 \cdot (50) \text{ mA} \cdot 1,15$$

$$I_s = 1,2 \text{ A}$$

La corriente de protección para los elementos seleccionados es de 1,2 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un interruptor termomagnético de 2 polos de 5 A para riel Din para ser colocado en el tablero eléctrico.



Figura 4.11 Interruptor termomagnético para las electroválvulas

e. Protección general

Para determinar la protección general de todos los elementos eléctricos que están presentes en el proceso de fabricación de manguera se debe realizar una sumatoria de todos los valores de las corrientes calculadas anteriormente.

En donde:

- Protección de equipos electrónicos = 2,71 A
- Protección del motor extrusor = 27,49 A
- Protección del motor tensor = 5,62 A
- Protección de las electroválvulas = 3,34 A
- Protección secundaria = 1,2 A
- factor de sobrecarga = 1,25

$$I_{general} = (2,71 + 27,49 + 5,62 + 3,34 + 1,2) A \cdot 1,25$$

$$I_{general} = 50,45 A$$

La corriente de protección general es de 50,45 A, por lo tanto, se selecciona de manera comercial un interruptor termomagnético de 3 polos de 80 A para ser colocado en el tablero eléctrico.



Figura 4.12 Interruptor termomagnético general del proceso

4.6.8.3 Dimensionamiento de los conductores

Para realizar el dimensionamiento de los conductores eléctricos se considerará el cálculo de la sección del conductor mediante la expresión (3.4) y será verificado con el parámetro de la corriente eléctrica. En la tabla 4.15 se presenta el valor de la corriente eléctrica de cada uno de los elementos eléctricos o equipos electrónicos para una posterior selección del calibre del conductor eléctrico.

Tabla 4.15 Características de las corrientes eléctricas de los elementos

Elemento/Equipo	Cantidad de corriente
Equipos electrónicos	2,71 A
Motor extrusor	27,49 A
Motor tensor	5,62 A
Electroválvulas	3,34 A

Elementos secundarios	1,2 A
Sistema completo	50,45 A

a. Equipos electrónicos

Aplicando la expresión (3.4) de tiene:

- $L = \text{longitud} = 5 \text{ m}$
- $I = \text{corriente eléctrica} = 2,71 \text{ A}$
- $\text{Cos } \varphi = 1$
- $\gamma = \text{conductividad del conductor} = 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- $\Delta U = \text{Caída de tensión máxima } 3\% = 6,6 \text{ V}$
- $x = \text{reactancia de la línea} = 0,08 \Omega/\text{km}$
- $n = \text{Número de conductores por fase} = 1$

$$S = \frac{2 \cdot 5 \text{ m} \cdot 2,71 \text{ A} \cdot 1}{56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot (6,6 \text{ V} - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \Omega/\text{km} / 1 \cdot 5 \text{ m} \cdot 2,71 \text{ A} \cdot 0)}$$

$$S = 0,0733 \text{ mm}^2$$

Por medio del anexo 1, se puede constatar que para una corriente de 2,71 A es necesario un conductor de sección $0,823 \text{ mm}^2$, con un calibre 18 AWG, y una corriente de 10 A, este tipo de calibre es utilizado para los circuitos de control.

b. Motor extrusor

El motor de la máquina extrusora presenta un consumo de corriente eléctrica de 27,49 A, por lo tanto, según la expresión (3.4) de tiene:

- $L = \text{longitud} = 10 \text{ m}$
- $I = \text{corriente eléctrica} = 27,49 \text{ A}$
- $\text{Cos } \varphi = 0,89$
- $\gamma = \text{conductividad del conductor} = 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- $\Delta U = \text{Caída de tensión } 5\% = 11 \text{ V}$
- $x = \text{reactancia de la línea} = 0,08 \Omega/\text{km}$
- $n = \text{Número de conductores por fase} = 1$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 10 \text{ m} \cdot 27,49 \text{ A} \cdot 0,89}{56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot (11 \text{ V} - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/_1 \cdot 10 \text{ m} \cdot 27,49 \text{ A} \cdot 0,46)}$$

$$S = 0,689 \text{ mm}^2$$

Por medio del anexo 1, se puede constatar que para una sección de $0,688 \text{ mm}^2$ es necesario mínimo el calibre 18 AWG, pero al consumir la corriente de $27,49 \text{ A}$ es necesario un conductor de sección $5,26 \text{ mm}^2$, con un calibre 10 AWG del tipo THHN con una capacidad de corriente de 40 A .

c. Motor tensor

El motor de la máquina tensora presenta un consumo de corriente eléctrica de $5,62 \text{ A}$, por lo tanto, según la expresión (3.4) se tiene:

- $L = \text{longitud} = 20 \text{ m}$
- $I = \text{corriente eléctrica} = 5,62 \text{ A}$
- $\text{Cos } \varphi = 0,88$
- $\gamma = \text{conductividad del conductor} = 56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- $\Delta U = \text{Caída de tensión } 5\% = 11 \text{ V}$
- $x = \text{reactancia de la línea} = 0,08 \text{ } \Omega/\text{km}$
- $n = \text{Número de conductores por fase} = 1$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ m} \cdot 5,62 \text{ A} \cdot 0,88}{56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot (11 \text{ V} - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/_1 \cdot 20 \text{ m} \cdot 5,62 \text{ A} \cdot 0,475)}$$

$$S = 0,278 \text{ mm}^2$$

Por medio del anexo 1, se puede constatar que para una sección de $0,278 \text{ mm}^2$ es necesario mínimo el calibre 20 AWG, pero al consumir la corriente de $5,62 \text{ A}$ es necesario un conductor de sección $2,08 \text{ mm}^2$, con un calibre 14 AWG del tipo THHN con una capacidad de corriente de 25 A .

d. Electroválvulas

Las electroválvulas presentan un consumo de corriente eléctrica de $3,34 \text{ A}$, por lo tanto, según la expresión (3.4) de tiene:

- $L = \text{longitud} = 10 \text{ m}$

- $I =$ corriente eléctrica = 3,34 A
- $\text{Cos } \varphi = 1$
- $\gamma =$ conductividad del conductor = 56 m/Ω. mm²
- $\Delta U =$ Caída de tensión máxima 3% = 6,6 V
- $x =$ reactancia de la línea = 0,08 Ω/km
- $n =$ Número de conductores por fase = 1

$$S = \frac{2 \cdot 10 \text{ m} \cdot 3,34 \text{ A} \cdot 1}{56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot (6,6 \text{ V} - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \text{ } \Omega/\text{km} /_1 \cdot 5 \text{ m} \cdot 2,71 \text{ A} \cdot 0)}$$

$$S = 0,180 \text{ mm}^2$$

Por medio del anexo 1, se puede constatar que para una sección de 0,180 mm² es necesario mínimo el calibre 20 AWG, pero al consumir la corriente de 3,34 A y siendo un elemento inductivo es necesario un conductor de sección 1,31 mm², con un calibre 16 AWG del tipo THHN con una capacidad de corriente de 15 A.

e. Elementos secundarios

Los elementos secundarios correspondientes a pulsadores, selectores, relés, entre otros, presentan un consumo de corriente eléctrica de 1,2 A, por lo tanto, según el anexo 1 denominado “Especificaciones técnicas de conductores eléctricos de la marca Electrocables”, se selecciona el conductor de calibre 18 AWG del tipo TFN con una capacidad de corriente de 10 A.

f. Sistema completo

El sistema completo presenta un consumo de corriente eléctrica de 50,45 A, por lo tanto, según la expresión (3.4) de tiene:

- $L =$ longitud = 25 m
- $I =$ corriente eléctrica = 50,45 A
- $\text{Cos } \varphi = 0,89$
- $\gamma =$ conductividad del conductor = 56 m/Ω. mm²
- $\Delta U =$ Caída de tensión 5% = 11 V
- $x =$ reactancia de la línea = 0,08 Ω/km
- $n =$ Número de conductores por fase = 1

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot 25 \text{ m} \cdot 50,45 \text{ A} \cdot 0,89}{56 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot (11 \text{ V} - \sqrt{3} \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 \text{ } \Omega/\text{km}/_1 \cdot 25 \text{ m} \cdot 50,45 \text{ A} \cdot 0,46)}$$

$$S = 3,179 \text{ mm}^2$$

Por medio del anexo 1, se puede constatar que para una sección de 3,179 mm² es necesario mínimo el calibre 12 AWG, pero al consumir la corriente de 50,45 A es necesario un conductor de sección 8,34 mm², con un calibre 8 AWG del tipo THHN con una capacidad de corriente de 55 A.

4.6.8 Selección de los elementos anteriores del proceso

Anteriormente la máquina extrusora contaba con un sensor capacitivo de tipo PNP, comúnmente este tipo de sensores se utiliza para determinar la presencia de materia prima en la tolva de alimentación.

Este sensor es ideal para la detección de materiales como el plástico y como el proceso de fabricación de manguera es continuo, se considera mantener el sensor, adicionando un sistema de alarma que permita al operador de la máquina poner en alerta al momento que se esté acabando el material. En el anexo 7 se presenta su hoja de datos.



Figura 4.13 Sensor capacitivo

La máquina tensora tenía la presencia de un sensor de tipo encoder rotativo que tiene la función de enviar pulsos eléctricos en corriente continua 24Vdc por cada metro lineal, de esta manera se puede constatar los 100 metros de manguera de polietileno que comercialmente se vende, por tal motivo este sensor se mantiene, adicionando un sistema de alarma en el tablero de control que permita al operador alertar al momento de llegar a la cantidad de metros deseada. En el anexo 8 se presenta su hoja de datos.



a)



b)

Figura 4.14 a) Sensor encoder rotativo; b) Indicador sonoro

4.7 Diseño de la parte de control

A continuación, se presenta el diseño de la parte de control del proceso de fabricación de manguera, mencionando la cantidad de entradas y salidas digitales que se distribuyen entre el autómatas programable Logo 8 y el módulo de expansión DM16, finalmente se menciona la cantidad de entradas analógicas que tienen conexión con los módulos de expansión de entradas analógicas AM2.

4.7.1 Entradas digitales

En la tabla 4.16 se tiene un listado de entradas digitales con su respectiva numeración para realizar la programación y posteriormente la conexión física, el proyecto tiene un total de 15 entradas digitales, repartidas entre 8 entradas digitales que son conectadas al Logo V8 y 7 entradas digitales repartidas ente el módulo DM 16

Tabla 4.16 Listado de entradas digitales

Entrada digital física	Entrada digital programación	Descripción	Módulo
I1	I1	Válvula 1 auto	LOGO 8
I2	I2	Válvula 1 manual	LOGO 8
I3	I3	Válvula 2 auto	LOGO 8
I4	I4	Válvula 2 manual	LOGO 8
I5	I5	Válvula 3 auto	LOGO 8
I6	I6	Válvula 3 manual	LOGO 8
I7	I7	Válvula 4 auto	LOGO 8
I8	I8	Válvula 4 manual	LOGO 8
I1	I9	Paro de emergencia	Módulo DM16
I2	I10	Arranque motor extrusor	Módulo DM16
I3	I11	Paro motor extrusor	Módulo DM16
I4	I12	Chispero	Módulo DM16
I5	I13	Reset del contador	Módulo DM16
I6	I14	Sensor Capacitivo	Módulo DM16
I7	I15	Contador	Módulo DM16

4.7.2 Salidas digitales

En la tabla 4.17 se tiene un listado de las salidas digitales con su respectiva numeración para realizar la programación respectiva y posteriormente la conexión física, el proyecto tiene un total de 15 entradas digitales.

Tabla 4.17 Listado de salidas digitales

Entrada digital física	Entrada digital programación	Descripción	Módulo
Q1	Q1	Válvula 1	LOGO 8
Q2	Q2	Válvula 2	LOGO 8
Q3	Q3	Válvula 3	LOGO 8
Q4	Q4	Válvula 4	LOGO 8
Q1	Q5	Motor extrusor	Módulo DM16
Q2	Q6	Encendedor	Módulo DM16
Q3	Q7	Resistencia	Módulo DM16
Q4	Q8	Bocina indicadora de metros	Módulo DM16
Q5	Q9	Bocina sensor capacitivo	Módulo DM16

4.7.3 Entradas analógicas

En la tabla 4.18 se tiene un listado de las entradas analógicas, considerando que existen 4 zonas de temperatura en la máquina extrusora, 3 zonas están presentes a lo largo del cilindro extrusor y una zona en el cabezal de la máquina, para lo cual es necesario la presencia de 4 termocuplas tipo J y 2 módulos de entradas analógicas para cumplir con el proceso de medición de la temperatura.

Tabla 4.18 Listado de entradas analógicas

Entrada	Descripción	Zonas	Módulo
M1 U1	Termocupla tipo J	1 (cilindro extrusor inicial)	Logo AM2 (1)
M2 U1	Termocupla tipo J	2 (cilindro extrusor medio)	Logo AM2 (1)
M1 U1	Termocupla tipo J	3 (cilindro inicial final)	Logo AM2 (2)
M2 U2	Termocupla tipo J	4 (cabezal extrusor)	Logo AM2 (2)

4.7.3.1 Acondicionamiento de señal

La termocupla tipo J tiene en su salida una señal de tensión en mV, esta señal es muy baja para que reciba el módulo Logo AM2, por lo tanto, es necesario realizar una amplificación de esta señal a valores normalizados de 0 – 10 V, para ello se realiza un acondicionamiento de señal utilizando un circuito electrónico denominado amplificadores de señal, el cual consta de elementos como: amplificador LM741, resistencia 1, resistencia 2, Tensión de entrada y salida.

Según el anexo 6 la termocupla tipo J cuando está sujeta a una temperatura de 200 °C presenta una señal eléctrica en forma de tensión de 11,334 mV, como el módulo de entradas analógicas Logo AM2 acepta valores entre 0 – 10 V se considera que aproximadamente a 200 °C la tensión de salida del amplificador sea 3,5 V. Para ello es necesario determinar el valor de la resistencia 1 conociendo que el valor de la resistencia 2 es 100 kΩ, esto se realiza utilizando la expresión (4.1).

$$R1 = \frac{R2}{\frac{V_{out}}{V_{in}} - 1} \quad (4.1)$$

En donde:

- R1: resistencia 1
- V out: tensión de salida del amplificador 3,5 V
- V in: tensión de entrada del amplificador 11,334 mV
- R2: resistencia 2: 100 kΩ

$$R1 = \frac{100 \text{ k}\Omega}{\frac{3,5 \text{ V}}{11,334 \text{ mV}} - 1}$$

$$R1 = 324,88 \Omega$$

El valor de la resistencia 1 es de 324,88 Ω por lo tanto, se selecciona el valor comercial de 330 Ω conociendo que no se necesita tener una temperatura exacta en el proceso de fundición del plástico.

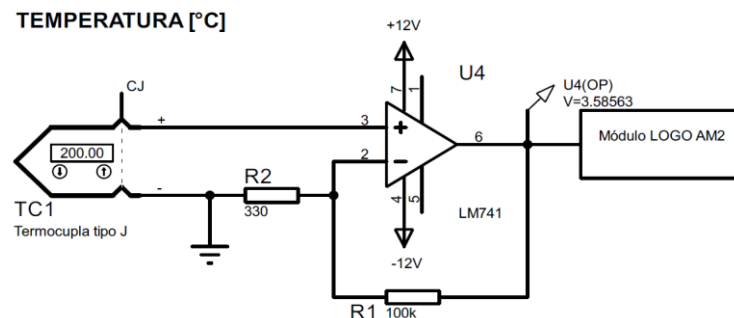


Figura 4.15 Circuito amplificador de señal

4.8 Diseño de los planos eléctricos

A continuación, se presentan los planos eléctricos para la máquina extrusora y la máquina tensora diseñados en el software Cade Simu utilizando las diferentes simbologías correspondientes a cada elemento eléctrico, electrónico y de protección.

4.8.1 Tablero de protección principal

En la figura 4.16 se presenta el tablero de protección principal que en su interior está presente el interruptor termomagnético de 80 A utilizado para la máquina extrusora y máquina tensora del proceso de fabricación de manguera.



Figura 4.16 Tablero de protección principal

4.8.2 Tablero de control máquina extrusora

En la figura 4.17 se presenta el tablero de control de la máquina extrusora de manera externa e interna, en la tabla 4.19 se enlistan los elementos pertenecientes al tablero con sus respectivas funciones. En el anexo 11 se observa su implementación



Figura 4.17 Tablero de control de la máquina extrusora

Tabla 4.19 Listado de elementos del tablero de la máquina extrusora

Elementos	Función
4 selectores de 3 posiciones	Activar las electroválvulas
14 luces indicadoras (entre verde y rojo)	Visualización de activación o desactivación
1 paro de emergencia	Paro total de la máquina extrusora
2 pulsadores N.A.	Mando del motor extrusor y encendedor eléctrico
1 pulsador N.C.	Paro del motor extrusor
1 amperímetro analógico	Visualización del consumo del motor extrusor
3 interruptores termomagnéticos	Protección: motor, resistencias eléctricas y elementos secundarios
1 fusible	Protección de los elementos electrónicos
4 circuitos acondicionadores de señal	Amplificar el valor de señal de las termocuplas
8 borneras de distribución	Distribución de los puntos de conexión
7 relés	Activación: motor, electroválvulas, resistencias, encendedor y sensor capacitivo
2 contactores	Activación: motor extrusor y resistencias eléctricas.

4.8.2.1 Control de las electroválvulas

El tipo de control para las electroválvulas selenoides es el control On/Off que por medio de los selectores de tres posiciones que están colocados en la parte exterior del tablero de control de la máquina extrusora se puede seleccionar si se desea trabajar de manera automática (aplicando el control On/Off), si se apaga totalmente la zona seleccionada o si se trabaja de manera manual (activación de la electroválvula), en la figura 4.18 se puede observar la forma de conexión de los selectores a las entradas digitales del autómatas programable Logo V8 y las electroválvulas en la parte de las salidas digitales del equipo, adicional se visualiza la protección eléctrica principal de todo el sistema, la protección eléctrica secundaria y el fusible

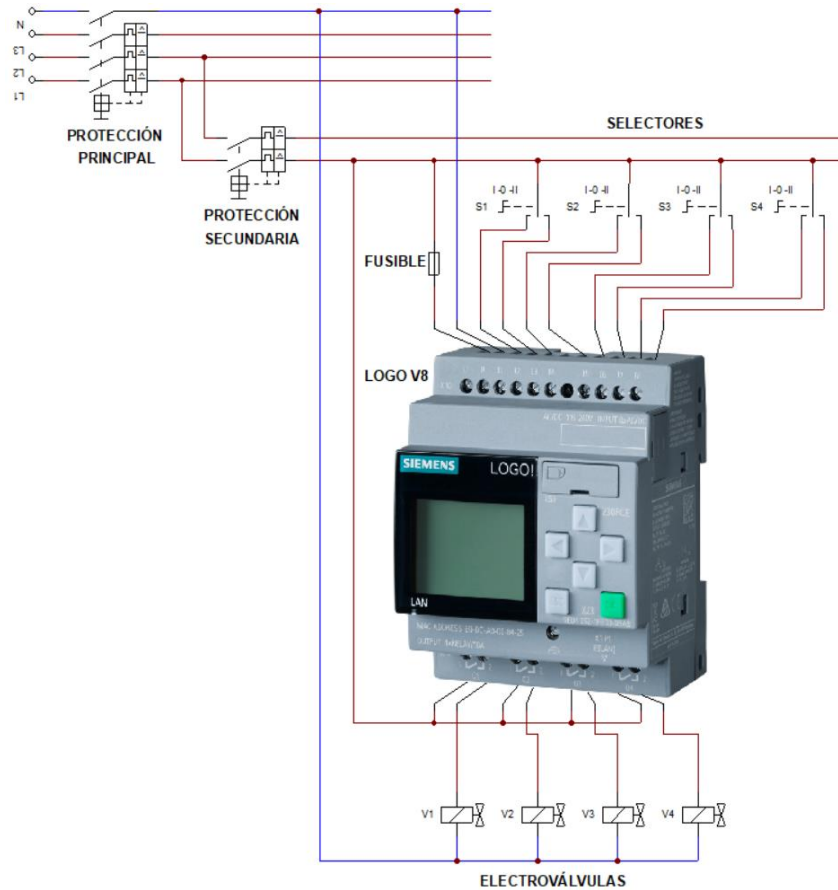


Figura 4.18 Plano eléctrico del control de las electroválvulas

4.8.2.2 Arranque del motor extrusor

La parte de potencia de la máquina extrusora corresponde al motor extrusor, el arranque de este motor se diseña para tener un accionamiento directo, la reducción de su velocidad es a través de una caja reductora como se observa en la figura 4.18. Los planos eléctricos de control y de potencia se encuentran en la figura 4.19



Figura 4.19 Motor extrusor

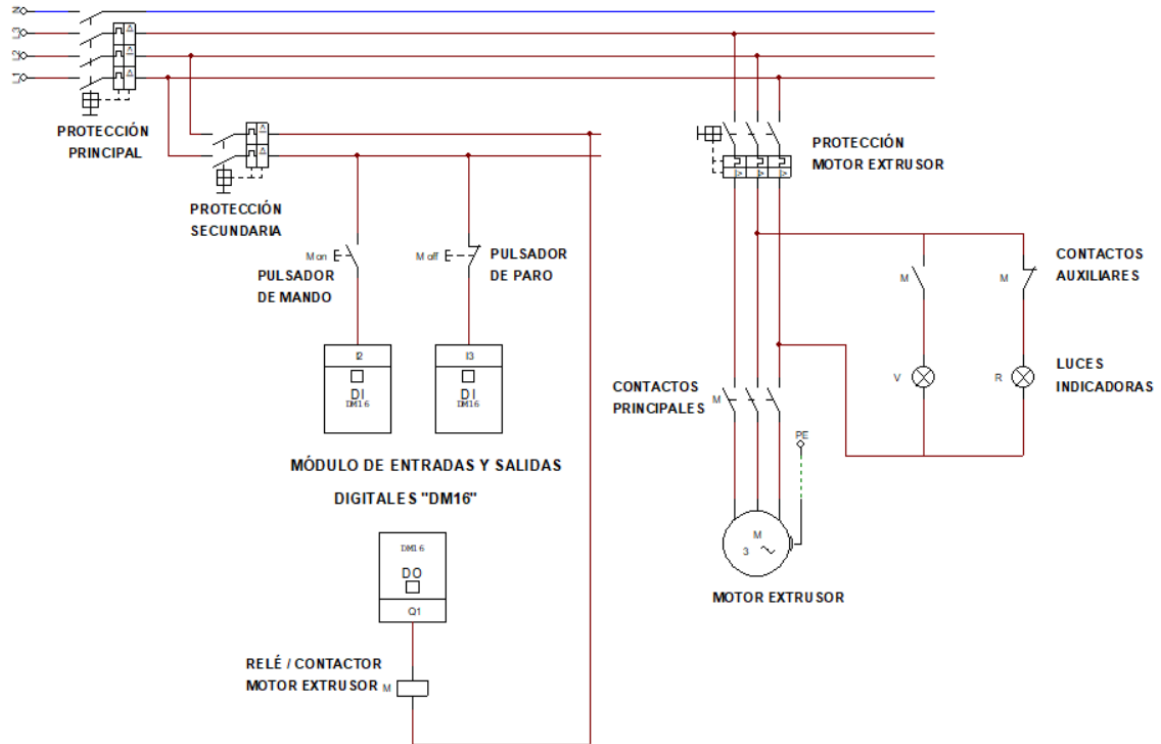


Figura 4.20 Plano eléctrico del arranque del motor extrusor

4.8.2.3 Medición de temperatura

La medición de la temperatura se realiza en la zona de fundición del plástico en la máquina extrusora utilizando 4 termocuplas tipo J, cada una con su respectivo circuito de acondicionamiento de señal que son conectores al módulo de entradas analógicas Logo AM2, su conexión se observa en la figura 4.21.

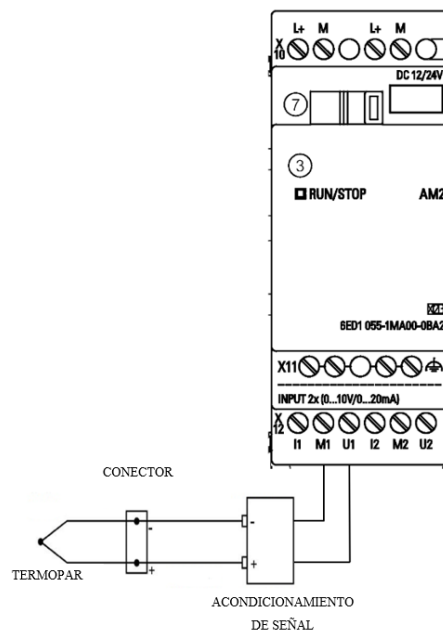


Figura 4.21 Conexión del sensor de temperatura

4.8.2.4 Circuito detector de materia prima

Para detectar la presencia de materia prima (polietileno de baja densidad), se utiliza el sensor capacitivo y una luz indicadora sonora, ésta se activará siempre y cuando el material este próximo a terminarse en la tolva de alimentación de la máquina extrusora, su forma de conexión se presenta en la figura 4.22.

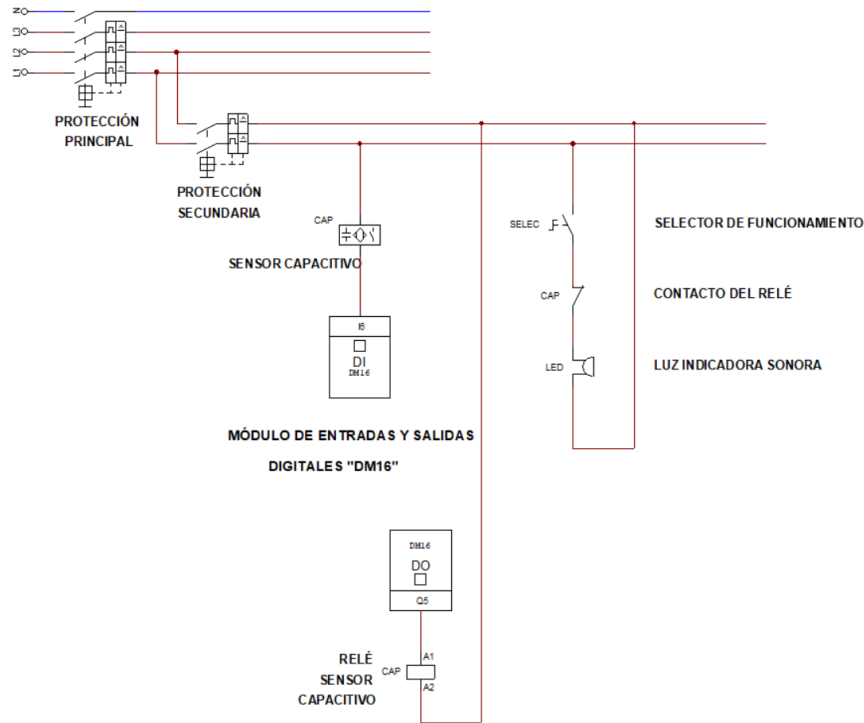


Figura 4.22 Circuito detector de materia prima

4.8.3 Tablero de control máquina tensora

En la figura 4.23 se presenta el tablero de control de la máquina tensora de manera externa e interna, en la tabla 4.20 se enlistan los elementos pertenecientes al tablero con sus respectivas funciones. En el anexo 12 se puede observar su implementación.



Figura 4.23 Tablero de control de la máquina extrusora

Tabla 4.20 Listado de elementos del tablero de la máquina extrusora

Elementos	Función
2 luces indicadoras	Visualización de activación o desactivación
1 paro de emergencia	Paro total de la máquina extrusora
2 pulsadores N.A.	Mando del motor tensor y Reset del contador de metros
1 pulsador N.C.	Paro del motor tensor
1 voltímetro	Para visualización de presencia de tensión en el tablero
1 Luz indicadora sonora	Para determinar la presencia de los 100 metros de manguera negra
1 amperímetro analógico	Visualización del consumo del motor tensor
2 interruptores termomagnéticos	Protección: motor, variador de frecuencia y elementos secundarios
2 borneras de distribución	Distribución de los puntos de conexión
1 relés	Activación de pulsos del sensor encoder
1 contactor	Activación: motor tensor

4.8.3.1 Control de velocidad

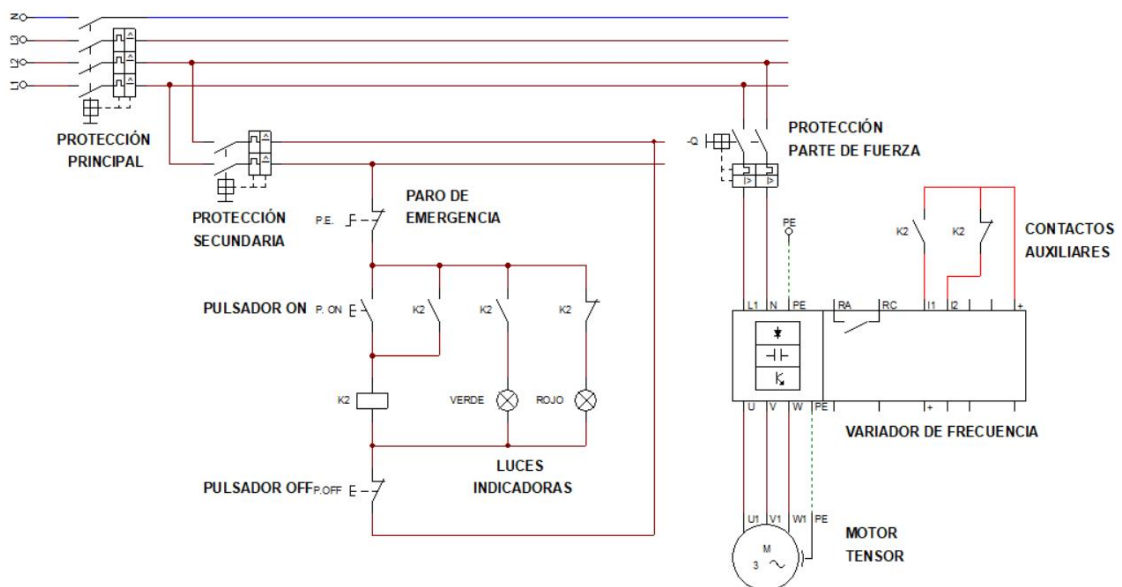


Figura 4.24 Circuito para el control de velocidad

El control de velocidad de la máquina tensora se lo realiza por medio del variador de frecuencia Sinamics V20, en el cual se ingresan los valores principales de la placa de datos del motor tensor como son: tensión de operación, corriente nominal y RPM, el accionamiento del motor tensor es por medio de un pulsador N.A. y su control se lo realiza desde el equipo electrónico (variador de frecuencia), su forma de conexión se presenta en la figura 4.24.

4.8.3.2 Medición de metros de la manguera de polietileno

Comercialmente la manguera de polietileno tiene una longitud de 100 metros, para lo cual es necesario realizar esta medición a través del sensor encoder y una luz indicadora sonora, ésta se activará siempre y cuando la manguera logre esa cantidad de metros deseada, su forma de conexión se presenta en la figura 4.25.

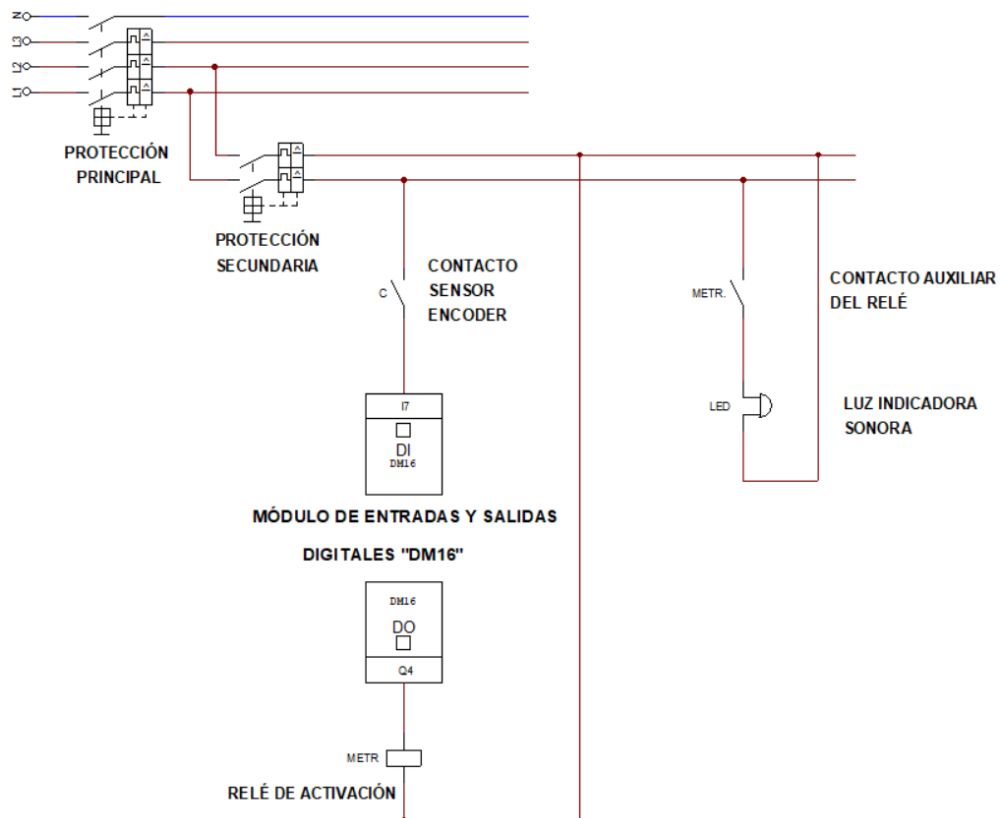


Figura 4.25 Circuito para la medición de metros de manguera

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El presente capítulo busca detallar los resultados obtenidos de la propuesta tecnológica realizando una comparación del estado anterior de la máquina extrusora y la máquina tensora con el estado actual de las mismas y cómo influye en la fabricación de manguera de polietileno.

5.1 Estado anterior y actual de la máquina extrusora

A continuación, se presenta el estado anterior de la máquina extrusora en comparación con su estado actual, éstas relacionan la parte eléctrica, de control y el sistema de fundición del plástico.

5.1.1 Parte eléctrica y de control

Anteriormente todos los elementos eléctricos y equipos electrónicos de la máquina extrusora fueron colocados en la parte interna de la máquina precisamente por debajo de la zona de fundición del plástico como se observa en la figura 5.1, esto quiere decir que la máquina no presentaba ningún tipo de tablero de control, como consecuencias los elementos estaban sometidos a caída de material de plástico fundido, fácil entrada de partículas de polvo y entrada de gotas de agua que provenía de las tinas de enfriamiento.



Figura 5.1 Estado eléctrico anterior de la máquina extrusora

Actualmente la máquina extrusora consta de un tablero eléctrico de control colocado a 2 metros de la máquina como se observa en la figura 5.2, cada uno de los elementos eléctricos o equipos electrónicos ahora están más protegidos de todos esos factores mencionados anteriormente.



Figura 5.2 Estado eléctrico actual de la máquina extrusora

5.1.2 Sistema de fundición del plástico

Como se observa en la figura 5.3 la máquina extrusora no presentaba ningún tipo de control sobre el sistema de fundición del plástico, adicional no cumple con ninguna normativa de instalación y de seguridad en procesos industriales.



Figura 5.3 Sistema de fundición anterior de la máquina extrusora

Actualmente, la máquina extrusora presenta una acometida de instalación de cobre para el fluido del gas natural (GLP) que proviene desde una centralina con capacidad para 3 tanques de gas como se muestra en la figura 5.4, este sistema presenta elementos como: manómetros, electroválvulas y válvulas manuales, la instalación se realizó bajo la normativa INEN 2260.



a)

b)

Figura 5.4 a) Sistema actual para la fundición del plástico; b) centralina

5.2 Estado anterior y actual de la máquina tensora

La máquina tensora solamente presentaba un tablero pequeño para realizar el arranque del motor eléctrico como se observa en la figura 5.5 sin ningún tipo de control de velocidad, este tablero estaba en la parte inferior de la máquina y como consecuencia caían gotas de agua que provenían de la manguera al momento de salir de las tinas de enfriamiento.



Figura 5.5 Estado anterior de la máquina tensora

En la actualidad la máquina tensora presenta un tablero de control situado a dos metros de la máquina, internamente consta de un variador de frecuencia que permite realizar el control de velocidad, corrigiendo las anomalías que presentaba anteriormente.



Figura 5.6 Tablero de control actual de la máquina tensora

5.3 Tiempos de calentamiento en la zona de fundición

Para determinar el tiempo que se demora la zona de fundición de la máquina extrusora en establecer y mantener la temperatura aproximadamente de 200 °C, se toma una muestra de mediciones utilizando el cronómetro que se realizaron durante el mes de mayo 2021, en la tabla 5.1 se puede visualizar los datos obtenidos.

Tabla 5.1 Tiempos de calentamiento durante el mes de mayo 2021

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Día	03	04	05	06	07
[min]	20'42"	21'24"	21'31"	20'02"	20'57"
Día	10	11	12	13	14
[min]	20'06"	19'29"	21'02"	20'23"	19'31"
Día	17	18	19	20	21
[min]	21'12"	20'25"	20'45"	21'01"	20'29"
Día	24	25	26	27	28
[min]	20'46"	19'58"	20'05"	21'19"	20'43"
Día	31				
[min]	20'29"				

Por lo tanto, realizando el promedio de las mediciones del tiempo que se demora en alcanzar en mantener una temperatura óptima para iniciar con el proceso de extrusión es de 20'35" que aproximadamente serían 20 minutos.

5.4 Análisis del producto final

De manera visual en la figura 5.7 se puede constatar que, a través del proceso de fundición del plástico actual, en la salida de la máquina extrusora, la manguera no presenta ningún tipo de agujeros o pequeños residuos de material plástico que no se lograron fundir adecuadamente.

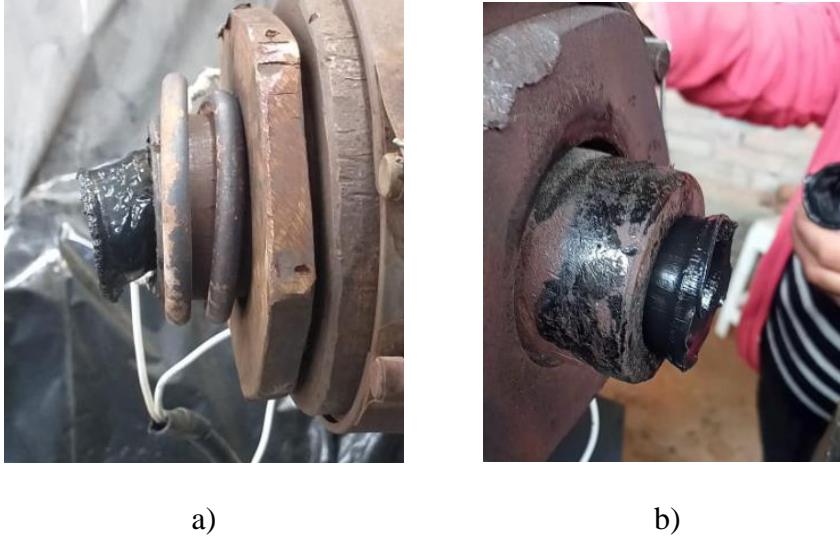


Figura 5.7 a) plástico fundido anterior; b) plástico fundido actual

Como producto final se obtiene la manguera negra de polietileno de baja densidad para uso en construcción como canalización de conductores eléctricos, con el calibre se puede constatar el espesor de 2 mm que comercialmente se utiliza para este tipo de manguera como se indica en la figura 5.8.



Figura 5.8 Espesor de la manguera de polietileno

Anteriormente la máquina extrusora al no tener un buen sistema de fundición del plástico generaba varios desperdicios de manguera, aunque nuevamente estos desperdicios se pueden reutilizarse afectaba en la parte económica, en la tabla 5.2 se tiene una comparación de los desperdicios anteriores con los actuales.

Tabla 5.2 Cantidad de desperdicio de la manguera de polietileno

Estado anterior del proceso de fabricación de manguera		Estado actual del proceso de fabricación de manguera	
Tiempo de operación	Cantidad de desperdicio	Tiempo de operación	Cantidad de desperdicio
8 horas	15 kg	8 horas	5 kg

Según la tabla 5.3 se obtiene que la disminución del desperdicio de material en el proceso de fabricación de la manguera es del 66,67 %.

Tabla 5.3 Disminución del desperdicio de material

Cantidad de desperdicio anterior	Cantidad de desperdicio actual	Diferencia
15 kg	5 kg	10 kg

Diferencia	Cantidad de desperdicio anterior	Fracción
10 kg	15 kg	0,6667

La unidad – la fracción	Porcentaje	Disminución
0,6667	100 %	66,67 %

Dentro de los tiempos de fabricación de manguera no tiene ninguna variación con el proceso anterior, porque la máquina extrusora mantiene un flujo continuo de 50 kg/h, por lo tanto, para fabricar manguera de 1 pulgada se tiene un tiempo de fabricación de 14,4 segundos por cada metro, es decir en los 100 metros de rollo comerciales se tiene un tiempo de 24 minutos, como se indica en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Cantidad y peso de un rollo de manguera de 1 pulgada

Medida	Tiempo	Cantidad	Peso
1 pulgada	24'00"	1 rollo	20 kg
	8°00'00"	20 rollos	400 kg



Figura 5.9 Producto final un rollo de la manguera de 1 pulgada

5.5 Consumo energético

A continuación, se presenta el detalle del consumo energético total que comprende el consumo eléctrico y el consumo de gas natural del proceso de fabricación de manguera de polietileno.

Tabla 5.5 Consumo eléctrico

Descripción	N.	Voltaje	Corriente	Potencia	Horas/día	Horas/mes
Motor Extrusor	1	220 Vac	27 A	9,47 KW	75,76 KWh	1.666,7 KWh
Resistencias	3	220 Vac	4,8 A	1,05 KW	8,4 KWh	184,8 KWh
Motor Tensor	1	220 Vac	3 A	1,01 KW	8,08 KWh	177,76 KWh
Total						2029,3 KWh

En la tabla 5.5 se describe el consumo de la parte eléctrica de la máquina extrusora y máquina tensora, lo cual de manera mensual se tiene un consumo de 1.675,5 KWh.

Tabla 5.6 Cantidad de gas GLP

Descripción	Cantidad de gas (GLP) por tanque	Consumo de gas (GLP) por cada quemador industrial	Cantidad de gas (GLP) necesaria/día	Cantidad de tanques de gas (GLP)/día
Tanque de gas (GLP)	15 kg	1,4 kg/h	44,8 kg	3

En la tabla 5.6 se describe el consumo en (kg) de gas GLP que se utiliza para el sistema de fundición del plástico, en el que se determina que por los 4 quemadores industriales se tiene un consumo de 4,6 kg/h por lo que se necesita 44,8 kg de gas GLP por día, lo que equivale aproximadamente a 3 tanques de gas.

5.6 Análisis del presupuesto

El presupuesto para la propuesta tecnológica conlleva varios aspectos económicos que se deben tomar en consideración, estos son: materiales indirectos, materiales directos y mano de obra.

5.6.1 Materiales indirectos

En la tabla 5.5 se describe los materiales indirectos como: alimentación y transporte.

Tabla 5.7 Materiales indirectos

MATERIALES INDIRECTOS			
Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Transporte	40	\$ 1,00	\$ 40,00
Alimentación	80	\$ 2,00	\$ 160,00
TOTAL			\$ 200,00

5.6.2 Materiales directos

En la tabla 5.6 se describe un listado de los elementos eléctrico y equipos electrónicos a utilizarse en la presenta propuesta tecnológica.

Tabla 5.8 Materiales directos

Detalle	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Logo v8 230 RCE	1	\$ 220,00	\$ 220,00
Fuente de alimentación 24 Vdc	1	\$ 80,00	\$ 80,00
Módulo Logo v8 DM16 230 RCE	1	\$ 120,00	\$ 120,00
Módulo Logo v8 AM2	2	\$ 105,00	\$ 210,00
Termocupla tipo J	4	\$ 10,00	\$ 40,00
Electroválvula 110 Vac	4	\$ 25,00	\$ 100,00
Interruptor termomagnético principal 80 A	1	\$ 35,00	\$ 35,00

Interruptor termomagnético 40 A 3 polos	1	\$ 15,00	\$ 15,00
Interruptor termomagnético 16 A 2 polos	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Interruptor termomagnético 5 A 2 polos	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Fusible 4 A	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Circuito amplificador de señal	4	\$ 5,00	\$ 20,00
Relé 220 Vac	8	\$ 5,00	\$ 40,00
Borneras de distribución	10	\$ 4,00	\$ 40,00
Luz indicadora 220 Vac	16	\$ 2,25	\$ 36,00
Pulsador N.A. y N.C.	6	\$ 2,25	\$ 13,50
Botón Emergencia	2	\$ 2,25	\$ 4,50
Selectores de 3 posiciones	4	\$ 3,00	\$ 12,00
Variador de frecuencia Sinamics v20	1	\$ 230,00	\$ 230,00
Tablero eléctrico 80 · 60 · 20 cm	1	\$ 60,00	\$ 60,00
Tablero eléctrico 60 · 60 · 20 cm	1	\$ 45,00	\$ 45,00
Luz indicadora sonora	2	\$ 2,25	\$ 4,50
Amperímetro analógico	2	\$ 10,00	\$ 20,00
Tubería Conduit ½ pulgada (3 m)	8	\$ 2,50	\$ 20,00
Manómetro analógico	2	\$ 40,00	\$ 80,00
Quemador industrial	4	\$ 35,00	\$ 140,00
Centralina de gas	1	\$ 230,00	\$ 230,00
Conductor eléctrico 18 AWG	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Conductor eléctrico 10 AWG	½	\$ 40,00	\$ 20,00
Conductor eléctrico 14 AWG	¼	\$ 30,00	\$ 7,50
Conductor eléctrico 16 AWG	¼	\$ 25,00	\$ 6,25
Conductor eléctrico 8 AWG	1	\$ 65,00	\$ 65,00
Tubería de cobre para gas ½ pulgada (6 m)	1 ½	\$ 50,00	\$ 75,00
TOTAL			\$ 2.064,25

5.6.3 Mano de obra

En la tabla 5.7 se describe la implementación de cada uno de los sistemas planteados para cumplir con la repotenciación del proceso de fabricación de manguera.

Tabla 5.9 Mano de obra

Detalle	Cantidad de días	Cantidad de Personas	Valor Total
Implementación de un tablero de control para una máquina extrusora	30	2	\$ 600,00
Implementación de un tablero de control para una máquina tensora	30	2	\$ 500,00
Implementación de una acometida de gas natural (GLP) con centralina	14	2	\$ 400,00
TOTAL			\$ 1.500,00

5.6.4 Presupuesto total

En la tabla 5.8 se describe el presupuesto total de la propuesta tecnológica considerando los materiales indirectos, materiales directos y mano de obra.

Tabla 5.10 Presupuesto total

Detalle	Valor Total
Materiales indirectos	\$ 200,00
Materiales directos	\$ 2.064,25
Mano de obra	\$ 1.500,00
TOTAL	\$ 3.764,25

Para la ejecución de la propuesta tecnológica se considera un presupuesto general de tres mil setecientos sesenta y cuatro dólares americanos con veinte y cinco centavos (\$ 3.764,25)

5.7 Análisis de impactos

A continuación, se realiza un análisis de los diferentes impactos de la propuesta tecnológica los cuales son: tecnológico, económico, ambiental y social.

5.7.1 Impacto tecnológico

La repotenciación de un proceso de fabricación de manguera tiene un impacto tecnológico en la implementación de elementos eléctricos de mando, elementos de protección y equipos

electrónicos en cada uno de los tableros de control de la máquina extrusora y la máquina tensora, adicional se aumenta el conocimiento de máquina y procesos industriales en el mundo del plástico.

5.7.2 Impacto económico

La parte económica se detalla en la tabla 5.9 considerando que mensualmente (22 días laborables) se realizan 440 rollos de manguera de 1 pulgada de manera ideal, por medio del desperdicio de material que es de 5 kg por día que se detalló en la tabla 5.3, se puede considerar que se fabrican 435 rollos mensuales, de manera comercial la manguera para construcción de 1 pulgada tiene un valor de \$ 25,00 por 100 metros que equivale a un rollo. Adicional el costo del kWh tiene un valor de \$0,08 normalizado por el pliego tarifario normalizado por la Agencia de Regulación y Control de la Electricidad.

Tabla 5.11 Impacto económico

N. rollos de manguera/mes	N. meses por año	Cantidad de rollos de manguera/año	Costo del rollo de manguera	Ingreso anual
435	12	5220	\$ 30,00	\$ 156.600,00

N. de rollos de manguera ideal	N. meses por año	Peso del rollo de manguera	Costo de materia prima/kg	Egreso anual de materia prima
440	12	20 kg	\$ 0,70	\$73.920,00

Consumo eléctrico			
Consumo/mes	Costo KWh	Consumo mensual	Consumo anual
2029,3 KWh	\$ 0,08	\$ 162,34	\$ 1.948,13

Consumo de gas GLP				
Consumo de gas GLP/día	N. de tanques de gas/día	Costo del gas GLP	Consumo mensual	Consumo anual
44,8 kg	3	\$ 3,00	\$ 198,00	\$ 2.376,00

Egresos				
Materia prima	Consumo eléctrico	Consumo gas GLP	Imprevistos (mantenimiento)	Egreso anual
\$73.920,00	\$ 1.948,13	\$ 2.376,00	\$ 2.000,00	\$ 80.244,13

5.7.3 Impacto ambiental

Es importante mencionar que la materia prima que se utiliza para la fabricación de manguera es polietileno reciclable causando un gran impacto ambiental, de esta manera se incentiva al reciclaje del plástico ya que por medio de procesos industriales se puede reutilizarlo para la obtención de un producto final.

5.7.4 Impacto social

Detrás de la parte técnica y la aplicación de ingeniería, existe un impacto social al satisfacer a las personas que necesitan de manguera de polietileno para desarrollar las canalizaciones de los conductores eléctricos para viviendas, centros comerciales e industrias, como impacto adicional se considera fomentar el emprendimiento para la creación de nuevas fuentes de trabajo contribuyendo de manera económica y social al sector.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- En el proceso de fabricación de manguera se utiliza una máquina extrusora que tiene la función de fundir el polietileno a 200 °C y trasladarlo a una velocidad lineal de 0,2 m/s por medio de un tornillo sin fin hasta el cabezal de la máquina para designar el diámetro comercial de ½ in, ¾ in y 1in, posteriormente, el flujo plástico extruido ingresa a una tina de enfriamiento de 12 m de longitud a temperatura ambiente solidificando la manguera, a continuación ingresa a una máquina tensora designando el espesor de 2 mm que comercialmente se usa para canalizaciones eléctricas y finalmente es enrollado y cortado para su posterior almacenamiento.
- Se desarrollaron los planos eléctricos de control, protección y de potencia de la máquina extrusora y máquina tensora utilizando la respectiva simbología eléctrica IEC que brinda el software Cade Simu de los diferentes elementos seleccionados que son: Logo V8, módulo DM16, módulo AM2, variador de frecuencia, interruptores termomagnéticos, fusible, electroválvulas, luces indicadoras, luces sonoras, termocupla tipo J, sensor capacitivo, encoder rotativo, relés, pulsadores, selectores, paro de emergencia, entre otros, adicional se dimensionaron las protecciones eléctricas para todo el proceso, motor extrusor, motor tensor, parte electrónica, electroválvulas y elementos secundarios.
- Se realizó la adquisición e implementación de todos los elementos y equipos seleccionados en los tableros de control de la máquina extrusora y máquina tensora con un presupuesto total de \$ 3.764,25 detallados en la tabla 5,8, en el sistema de fundición del plástico se implementó un control On/Off por el tipo de electroválvula seleccionada, el sistema debe mantener una temperatura de 200 °C y como la termocupla brinda valores de tensión en mV se amplificó a valores normalizados de 0 – 10 V, por otra parte en la máquina tensora se implementó un control de velocidad por medio de un variador de frecuencia en el que se constató que a una velocidad de 40 RPM se puede obtener un espesor de 2 mm en la manguera de polietileno.
- Para iniciar el proceso de fabricación de manguera es necesario considerar un tiempo de aproximadamente 20 minutos hasta que toda la zona de calefacción de la máquina extrusora se mantenga a una temperatura de 200 °C, esta temperatura es visualizada por medio de la pantalla del Logo V8, adicional el consumo mensual para fundir el plástico

es de 985,6 kg de gas GLP, mientras que el consumo mensual de energía eléctrica es de 1.675,5 kWh, finalmente, por medio de diferentes pruebas se puede constatar que a una capacidad de 50 kg/h de la máquina extrusora se puede fabricar una cantidad de 20 rollos por día de manguera de 1 pulgada con un espesor de 2mm, obteniendo una disminución diaria del 66,67 % de desperdicio de material.

6.2 Recomendaciones

- Es necesario realizar el precalentamiento en la zona de calefacción de la máquina extrusora por un tiempo mínimo de 20 minutos para que el plástico puede fundirse y fluya con facilidad a través del cilindro y tornillo extrusor, si este precalentamiento no se cumple y se llega a encender el motor eléctrico, el tornillo puede sufrir roturas y perforaciones por la presión que ejerce el plástico que no está fundido adecuadamente.
- Se recomienda que la máquina extrusora y la máquina tensora sean operadas por un personal mínimo de dos personas respectivamente, y tengan la capacidad de resolver cualquier anomalía que se presente en el proceso de fabricación de manguera, para ello es necesario previas capacitaciones.
- Se recomienda desarrollar la implementación de un sistema de recirculación del agua para reutilizarla en las tinas de enfriamiento en donde la manguera tiende a solidificarse y la implementación de un sistema de tratamiento para eliminar las impurezas que puedan adherirse al producto final.
- Es necesario realizar diferentes pruebas preliminares al momento de utilizar la máquina extrusora con otros tipos de materiales plásticos puros o reciclables para obtener la temperatura adecuada de fusión por lo que no toda materia prima se funde a los 200 °C.

REFERENCIAS

- [1] M. A. Kamaruddin, M. M. A. Abdullah, M. H. Zawawi y M. R. R. A. Zainol, «Potential use of Plastic Waste as Construction Materials: Recent Progress and Future Prospect,» 20 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/267/1/012011/pdf>.
- [2] A. Constituyente, «Constitución de la República del Ecuador,» 2008. [En línea]. Available: <https://www.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/es/ec/ec030es.pdf>.
- [3] A. F. Giraldo Saldarriaga y G. A. Ramos Cortes, «Rediseño de una máquina extrusora de plástico,» 02 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/11246/T08639.pdf;jsessionid=39F0D5685E4F1A352E59A709EA96E2E6?sequence=5>.
- [4] J. L. Céspedes Carazas, «Diseño de un sistema de calentamiento usando gas natural en una máquina extrusora que procesa 550 kg/h de tubería plástica ubicada en la línea 5 de la planta N° 1 de la empresa Eurotubo S.A.C para reducir costos de producción,» 12 Diciembre 2017. [En línea]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23059/cespedes_cj.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [5] V. H. Paz Delgadp, «Diseño e implementación del nuevo sistema de control para la maquina extrusora Haake Rheomex CTW100P del Centro de Investigaciones Aplicadas a Polímeros de la Escuela Politécnica Nacional,» 07 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20268?locale=en>.
- [6] J. A. Guerra Rosero, «Máquina tensora y tina de enfriamiento para la fabricación de mangueras con plástico reciclado,» 10 octubre 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7161>.
- [7] I. P. Pachacama Campaña, «Automatización de una máquina extrusora de plástico para incrementar la capacidad de producción de manguera de uso eléctrico,» 28 Julio 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5505>.
- [8] A. M. BOHORQUEZ TOBO y J. A. DIAZ PULIDO, «DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE MEJORA AL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BUJES Y

- MANGUERAS EN LA EMPRESA I.N.R INVERSIONES REINOSO & CÍA. LTDA.,»
14 septiembre 2018. [En línea]. Available:
<https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7203/1/6092300-2018-2-IQ.pdf>.
- [9] O. A. Shingón Collahuazo y G. J. Uvillus Tipan, «Construcción de una máquina extrusora para plástico.,» 08 Julio 2019. [En línea]. Available:
<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5537>.
- [10] M. Gutiérrez Martínez y A. Ruiz Moreno, «DISEÑO E IMPLEMENTACION DE VARIADORES DE FRECUENCIA EN MAQUINAS EXTRUSORAS DE PLASTICO PARA MEJORAR LOS PROCESOS Y AHORRAR ENERGIA EN LA EMPRESA PLASTINIC SA”,.» 10 abril 2017. [En línea]. Available:
<http://repositorio.cnu.edu.ni/index.php/Record/RepoUNI1495>.
- [11] C. Gutiérrez Paredes y L. Vargas Ayala, «Diseño y fabricación de una máquina extrusora para crear el filamento de la impresora 3D a partir de material plástico.,» 15 noviembre 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7922>.
- [12] C. Piñeros Trujillo y B. Acosta Gutiérrez, «Rediseño de una máquina extrusora para reciclaje de plástico producido en la Facultad Tecnológica de la UD,» 27 Mayo 2019. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/15744>.
- [13] J. Vadillo Jueguen, «Procesado y análisis de datos procedentes de una máquina de extrusión de polímeros,» 15 noviembre 2018. [En línea]. Available:
<http://hdl.handle.net/10810/29084>.
- [14] M. Magos Rivera, J. A. Lara Chávez y J. Cuevas Olivares, «AUTOMATIZACIÓN DE LA ETAPA DE CORTE DE UNA EXTRUSORA DE PLÁSTICO TERMOFIJO,» 08 marzo 2018. [En línea]. Available:
<http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1748>.
- [15] R. Quispe Valer, «APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL AREA DE EXTRUSIÓN DE LA PLANTA 1 EN LA EMPRESA CARDSILPLAST S.A.C. HUACHIPA, LIMA, 2017,» 19 noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/12537>.

- [16] D. S. Salazar Enríquez, «Repotenciación de una Máquina Rebobinadora de Lámina Plástica,» 07 enero 2018. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19168>.
- [17] W. Guangasi Pilapanta y M. Tixilema Chimborazo, «Diseño y Construcción de un Puller Automático Doble para la Extracción de Tubería de PVC en la Empresa Flexi Rigid Cia. Ltda.,» 23 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4973>.
- [18] T. Chóez Galarza, «Implementar un variador de frecuencia en máquina extrusora de plásticos para mejorar el proceso a Empresa Goreplast S.A.,» 10 abril 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/41244>.
- [19] L. Lombardi, «Extrusora de filamentos poliméricos,» 24 noviembre 2019. [En línea]. Available: <http://rinfi.fi.mdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/384>.
- [20] R. X. Morales Iles, «Diseño y construcción de una máquina recicladora y extrusora de PLA para el Observatorio Astronómico de Quito de la EPN,» 24 octubre 2018. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19803>.
- [21] J. S. TORO ORTIZ y M. PORRAS HERNANDEZ, «FORMULACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA FABRICACIÓN DE POSTES Y MANGUERAS A PARTIR DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PLÁSTICO RECUPERADO EN EL MUNICIPIO DE CUMARIBO, VICHADA.,» 25 septiembre 2018. [En línea]. Available: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13716/2018juantoro.pdf?sequ>.
- [22] Z. Chávez Romero y K. Torres Mirez, «Diagnóstico de los procesos de fabricación de mangas plásticas y manguera de regadío de la empresa Plásticos Chiclayo EIRL,» 19 enero 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3877?show=full>.
- [23] J. Aguirre Cevallos y K. Ubillús Aranda, «Diseño e implementación de una planta piloto automatizada de trituración de plástico de polietileno de baja densidad para la generación de materia prima de ladrillos ecológicos,» 20 febrero 2020. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12867/3601>.
- [24] A. Jiménez Ramos, J. Puerta Fernández, J. Gómez Sarduy y Y. Jiménez Santana, «Influencia de las propiedades de la materia prima en el desempeño del proceso de

- extrusión,» 01 abril 2019. [En línea]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59012019000100073#:~:text=La%20conductividad%20t%C3%A9rmica%2C%20el%20calor,la%20producci%C3%B3n%20de%20tuber%C3%ADas%20pl%C3%A1sticas..
- [25] R. Barreiros Armendáriz y F. Cuenca Paz, «Proyecto de factibilidad para la implementación de una empresa dedicada a la producción de manguera con plástico reciclado en la parroquia Malacatos cantón Loja,» 12 diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13416>.
- [26] D. NIETO BERNAL y D. M. PRIETO PÁEZ, «OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE MEZCLADO BAJO UN MODELO MATEMÁTICO EN UNA PLANTA EXTRUSORA DE TUBOS,» 12 marzo 2017. [En línea]. Available: <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5970>.
- [27] G. Moya Verdú, «Estudio, diseño, simulación y optimización de una matriz de extrusión de plástico.,» 12 junio 2016. [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/72723/MOYA%20-%20Estudio,%20dise%C3%B1o,%20simulaci%C3%B3n%20y%20optimizaci%C3%B3n%20de%20una%20matriz%20de%20extrusi%C3%B3n%20de%20pl%C3%A1stico..pdf?sequence=1>.
- [28] SIEMENS, «LOGO! Manual de producto,» Julio 2016. [En línea]. Available: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/LOGO/Documents/logo_system_manual_es-ES_es-ES.pdf.
- [29] INEN, «NSTALACIONES DE GASES COMBUSTIBLES PARA USO RESIDENCIAL, COMERCIAL E INDUSTRIAL.,» 2014. [En línea]. Available: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen-nec-se-ig%2026-11.pdf.
- [30] INEN, «Gasoductos sistemas de distribución de gases combustibles por medio de ductos,» 2009. [En línea]. Available: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2494.pdf>.

ANEXOS




<p>ANEXO 1 Tabla de conductores eléctricos</p>	<p>1/2</p> 
<div style="text-align: right;">  </div> <p><u>CONDUCTORES DE COBRE TIPO THWN Y THHN - 600 V.90 °C</u></p> <p>DESCRIPCION Los conductores tipo THHN o THWN -2 pueden ser sólidos o cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Cloruro de Polivinilo (PVC) resistente a la humedad y al calor, sobre el cual se aplica una cubierta protectora de Nylon o poliamida. Pueden ser suministrados en colores variados según su calibre y con distintas formas de embalaje.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>USOS Y APLICACIONES Los conductores de cobre tipo THHN o THWN-2 son utilizados para circuitos de fuerza y alumbrado en edificaciones industriales, comerciales y residenciales, son especialmente aptos para instalaciones especiales por ductos difíciles y usarse en zonas abrasivas o contaminada con aceites, grasas, gasolinas, etc. Y otras sustancias químicas corrosivas como pinturas, solventes, etc., tal como se especifica en el National Electrical Code.</p> <p>Este tipo de conductor cuando es utilizado como THHN puede ser usado en lugares secos y húmedos, su temperatura máxima de operación de 90 °C, pero si es utilizado como THWN-2 puede ser usado en lugares secos y húmedos con temperatura máxima de operación de 90 °C, así mismo cuando están expuestos a aceites, grasas, pinturas, solventes químicos, etc. su temperatura máxima de operación es 75 °C. En cuanto a su tensión de servicio, para todas las aplicaciones, es de 600 V.</p> <p>PRESENTACION Colores disponibles: Cables (calibres del 16 al 10 AWG): Negro, blanco, azul, rojo, amarillo, y verde. Cables calibre 8 AWG: Negro, blanco, azul y rojo</p> <p>Formas de embalaje: A: Rollo de 100 m. B: Carrete de 1500 m. C: Carrete de 1000 m. D: Carrete de 500 m. E: Carrete múltiplo de 1000 m. Z: Long. a requerimiento cliente.</p>	

Tabla de conductores eléctricos

2/2



ESPECIFICACIONES TECNICAS

Todos los conductores fabricados por ELECTRO CABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 90 °C
Chaqueta de Nylon

Calibre AWG ó MCM	Sección mm ²	FORMACION		ESPEJOR AISLAM. mm	ESPEJOR CHAQUETA mm	DIAM. EXTERIOR mm	PESO TOTAL Kg/Km	Capacidad de corriente		TIPO CABLE	Altern. de embal.
		No. de Hilos por diámetro en mm.						Para 1 cond. al aire libre Amp.	Para 3 cond. en conduit Amp.		
20	0.519	1 x 0.813		0.38	0.10	1.77	7.07	15	10	TFN	A,B
18	0.823	1 x 1,02		0.38	0.10	1.98	10.94	15	10	TFN	A,B
16	1.31	1 x 1,29		0.38	0.10	2.25	16.48	20	15	TFN	A,B
14	2.08	1 x 1,63		0.38	0.10	2.59	23.17	35	25	THHN	A,B
12	3.31	1 x 2,05		0.38	0.10	3.01	34.16	40	30	THHN	A,C
10	5.26	1 x 2,59		0.51	0.10	3.81	55.04	55	40	THHN	A,D
8	8.34	1 x 3,26		0.76	0.13	5.04	91.22	80	55	THHN	A,B
16	1.31	19 x 0,30		0.38	0.10	2.46	17.95	20	15	TFN	A,B
14	2.08	19 x 0,38		0.38	0.10	2.86	23.80	35	25	THHN	A,B
12	3.31	19 x 0,47		0.38	0.10	3.31	35.70	40	30	THHN	A,C
10	5.26	19 x 0,60		0.51	0.10	4.22	56.20	55	40	THHN	A,D
8	8.37	7 x 1,23		0.76	0.13	5.47	93.70	80	55	THHN	A,B,E
6	13.30	7 x 1,55		0.76	0.13	6.43	141.30	105	75	THHN	A,E
4	21.15	7 x 1,96		1.02	0.15	8.22	227.60	140	95	THHN	A,E
2	33.62	7 x 2,47		1.02	0.15	9.75	348.10	190	130	THHN	A,E
1	42.36	7 x 2,78		1.27	0.18	11.24	446.20	220	150	THHN	A,D,E
1/0	53.49	19 x 1,89		1.27	0.18	12.35	553.30	260	170	THHN	D,E,Z
2/0	67.43	19 x 2,12		1.27	0.18	13.50	688.70	300	195	THHN	D,E,Z
3/0	85.01	19 x 2,39		1.27	0.18	14.85	856.80	350	225	THHN	D,E,Z
4/0	107.20	19 x 2,68		1.27	0.18	16.30	1069.50	405	260	THHN	D,E,Z
250	127.00	37 x 2,09		1.52	0.20	18.07	1263.00	455	290	THHN	Z
300	152.00	37 x 2,29		1.52	0.20	19.47	1502.00	505	320	THHN	Z
350	177.00	37 x 2,47		1.52	0.20	20.73	1743.00	570	350	THHN	Z
400	203.00	37 x 2,64		1.52	0.20	21.92	1981.00	615	380	THHN	Z
500	253.00	37 x 2,95		1.52	0.20	24.09	2457.00	700	430	THHN	Z
600	304.00	37 x 3,23		1.78	0.23	26.63	2960.00	780	475	THHN	Z
650	329.00	37 x 3,37		1.78	0.23	27.61	3221.00	820	500	THHN	Z
700	355.00	37 x 3,49		1.78	0.23	28.45	3453.00	855	520	THHN	Z

Conductor elaborado bajo normas:

NEMA WC -5, ICEA S -61-402, ASTM B3, B8, UL STANDARD 83, INEN

SIEMENS

Hoja de datos

6ED1052-1FB08-0BA0

LOGO! 230RCE,mód. lógico,displ.



Figura similar

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 115 V DC	Sí
• 230 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	100 V
Rango admisible, límite superior (DC)	253 V
Valor nominal (AC)	
• 115 V AC	Sí
• 230 V AC	Sí
Frecuencia de red	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz

Hoja de datos LOGO 8

2/2



Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	
• IP20	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Sí
Homologación CSA	Sí
Homologación UL	Sí
Homologación FM	Sí
desarrollado conforme a IEC 61131	Sí
según VDE 0631	Sí
Homologaciones navales	Sí
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmín ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm

ANEXO 3 Hoja de datos Logo DM16 230 R



Data sheet

6ED1055-1FB10-0BA2



LOGO! DM16 230R expansion module, PS/I/O: 230V/230V/relay, 4 MW, 8 DI/8 DO for LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 4 spacing units wide
Supply voltage	
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
Line frequency	
• permissible range, lower limit	47 Hz
• permissible range, upper limit	63 Hz
Digital inputs	
Number of digital inputs	8
Input voltage	
• Type of input voltage	AC/DC
• for signal "0"	< 40 V AC, < 30 V DC
• for signal "1"	> 70 V AC, > 70 V DC
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.06 mA; 0.05 mA with AC, 0.06 mA with DC
• for signal "1", typ.	0.13 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	40 ms
— at "1" to "0", max.	75 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	8; Relays
Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• on lamp load, max.	1 000 W; 500 W at 115V AC
Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
• for signal "1" minimum load current	100 mA
Parallel switching of two outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0831	Yes
Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C; ES03 and higher: -20 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	71.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm

ANEXO 4 Hoja de datos Logo AM2



Data sheet

6ED1055-1MA00-0BA2



LOGO! AM2 expansion module, PS/: 12/24 V DC, 2 AI, 0-10 V or 0/4-20 mA for LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Input current	
Current consumption, typ.	30 mA
Analog inputs	
Number of analog inputs	2
Input ranges	
• Voltage	Yes
• Current	Yes
• Resistance thermometer	No
Input ranges (rated values), voltages	
• 0 to +10 V	Yes
Input ranges (rated values), currents	
• 0 to 20 mA	Yes; 0 mA or 4 mA to 20 mA
Input ranges (rated values), resistance thermometer	
• Pt 100	No
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class B, for use in residential areas	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
according to VDE 0631	Yes
Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C; ES03 and higher: -20 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	35.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm

ANEXO 5 Hoja de datos del variador de frecuencia SINAMICS V20

SIEMENS

Hoja de medición y de datos SINAMICS V20

Datos de pedido **6SL3210-5BB17-5BV1**



Figura similar

Número de pedido del cliente :
Nº. de pedido Siemens :
Número de oferta :
Nota :

Nº. de ítem :
Número de envío :
Proyecto :

Datos asignados		Datos técnicos generales	
Entrada		Factor de potencia λ	0,72
Número de fases	1 AC	Factor de decalaje $\cos \phi$	0,95
Tensión de red	200 ... 240 V -15 % +10 %	Rendimiento η	0,98
Frecuencia de red	47 ... 63 Hz	Condiciones ambientales	
Salida		Refrigeración	Por convección
Número de fases	3 AC	Altura de instalación	1000 m (3281 ft)
Tensión asignada	230 V	Temperatura ambiente	
Potencia asignada (HO)	0,75 kW / 1,00 hp	Funcionamiento	-10 ... 60 °C (14 ... 140 °F)
Potencia asignada (LO)	0,75 kW / 0,75 hp	Almacenaje	-40 ... 70 °C (-40 ... 158 °F)
Intensidad asignada (HO)	4,20 A	Humedad relativa	
Intensidad asignada (LO)	4,20 A	Funcionamiento máx.	95 %
Frecuencia de pulsación		Comunicación	
Frecuencia de pulsación	8 kHz	Comunicación	USS, Modbus RTU
Frecuencia de salida	0 ... 550 Hz	Normas	
		Conformidad con normas	CE, cULus, C-Tick (RCM), KC
		Marcado CE	EN 61800-5-1 / EN 60204-1 y EN 61800-3

Datos mecánicos		Conexiones	
Posición de montaje	Montaje mural / montaje lado a lado	Longitud de cable a motor, máx.	
Grado de protección	IP20	Apantallado	25 m (33 ft)
Tamaño	FSAB	No apantallado	50 m (164 ft)
Peso neto	0,80 kg (1,76 lb)		
Anchura	68,0 mm (2,68 in)		
Altura	142,0 mm (5,59 in)		
Profundidad	127,8 mm (5,03 in)		

Entradas / salidas	
Entradas digitales estándar	
Número	4
Salidas digitales	
Número como conmutados de relé	1
Número como transistor	1
Entradas analógicas	
Número	2 (Puede usarse como entrada digital adicional)
Salidas analógicas	
Número	1

ANEXO 6 Comportamiento térmico eléctrico en mV de la
termocupla tipo J



Termopar tipo J (°C)

Tabla termopar tipo J, Voltaje como una función
de la Temperatura (°C)

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Comportamiento Termico electrico en mV												
100	5.269	5.323	5.378	5.432	5.487	5.541	5.595	5.650	5.705	5.759	5.814	100
110	5.814	5.868	5.923	5.977	6.032	6.087	6.141	6.196	6.251	6.306	6.360	110
120	6.360	6.415	6.470	6.525	6.579	6.634	6.689	6.744	6.799	6.854	6.909	120
130	6.909	6.964	7.019	7.074	7.129	7.184	7.239	7.294	7.349	7.404	7.459	130
140	7.459	7.514	7.569	7.624	7.679	7.734	7.789	7.844	7.900	7.955	8.010	140
150	8.010	8.065	8.120	8.175	8.231	8.286	8.341	8.396	8.452	8.507	8.562	150
160	8.562	8.618	8.673	8.728	8.783	8.839	8.894	8.949	9.005	9.060	9.115	160
170	9.115	9.171	9.226	9.282	9.337	9.392	9.448	9.503	9.559	9.614	9.669	170
180	9.669	9.725	9.780	9.836	9.891	9.947	10.002	10.057	10.113	10.168	10.224	180
190	10.224	10.279	10.335	10.390	10.446	10.501	10.557	10.612	10.668	10.723	10.779	190
200	10.779	10.834	10.890	10.945	11.001	11.056	11.112	11.167	11.223	11.278	11.334	200
210	11.334	11.389	11.445	11.501	11.556	11.612	11.667	11.723	11.778	11.834	11.889	210
220	11.889	11.945	12.000	12.056	12.111	12.167	12.222	12.278	12.334	12.389	12.445	220
230	12.445	12.500	12.556	12.611	12.667	12.722	12.778	12.833	12.889	12.944	13.000	230
240	13.000	13.056	13.111	13.167	13.222	13.278	13.333	13.389	13.444	13.500	13.555	240
250	13.555	13.611	13.666	13.722	13.777	13.833	13.888	13.944	13.999	14.055	14.110	250
260	14.110	14.166	14.221	14.277	14.332	14.388	14.443	14.499	14.554	14.609	14.665	260
270	14.665	14.720	14.776	14.831	14.887	14.942	14.998	15.053	15.109	15.164	15.219	270
280	15.219	15.275	15.330	15.386	15.441	15.496	15.552	15.607	15.663	15.718	15.773	280
290	15.773	15.829	15.884	15.940	15.995	16.050	16.106	16.161	16.216	16.272	16.327	290
300	16.327	16.383	16.438	16.493	16.549	16.604	16.659	16.715	16.770	16.825	16.881	300
310	16.881	16.936	16.991	17.046	17.102	17.157	17.212	17.268	17.323	17.378	17.434	310
320	17.434	17.489	17.544	17.599	17.655	17.710	17.765	17.820	17.876	17.931	17.986	320
330	17.986	18.041	18.097	18.152	18.207	18.262	18.318	18.373	18.428	18.483	18.538	330
340	18.538	18.594	18.649	18.704	18.759	18.814	18.870	18.925	18.980	19.035	19.090	340
350	19.090	19.146	19.201	19.256	19.311	19.366	19.422	19.477	19.532	19.587	19.642	350
360	19.642	19.697	19.753	19.808	19.863	19.918	19.973	20.028	20.083	20.139	20.194	360
370	20.194	20.249	20.304	20.359	20.414	20.469	20.525	20.580	20.635	20.690	20.745	370
380	20.745	20.800	20.855	20.911	20.966	21.021	21.076	21.131	21.186	21.241	21.297	380
390	21.297	21.352	21.407	21.462	21.517	21.572	21.627	21.683	21.738	21.793	21.848	390
400	21.848	21.903	21.958	22.014	22.069	22.124	22.179	22.234	22.289	22.345	22.400	400
410	22.400	22.455	22.510	22.565	22.620	22.676	22.731	22.786	22.841	22.896	22.952	410
420	22.952	23.007	23.062	23.117	23.172	23.228	23.283	23.338	23.393	23.449	23.504	420
430	23.504	23.559	23.614	23.670	23.725	23.780	23.835	23.891	23.946	24.001	24.057	430
440	24.057	24.112	24.167	24.223	24.278	24.333	24.389	24.444	24.499	24.555	24.610	440

ANEXO 7 Hoja de datos del sensor capacitivo



SENSOR DE PROXIMIDAD CAPACITIVO LJC18A3-H-Z/BX (NPN-NO)

#SKU: 000296

Sensor capacitivo ideal para detectar objetos metálicos y no metálicos en un rango de hasta 10mm.

- 1 +

DESCRIPCIÓN

INFO

El sensor de proximidad capacitivo LJC18A3-H-Z/BX (NPN-NO) permite detectar objetos metálicos y no metálicos en un rango de hasta 5mm. De fácil integración con sistemas digitales como Arduino, Pícs o PLCs. Solo es necesario conectar la salida del sensor a una entrada digital del microcontrolador. La salida de este sensor es de tipo NPN normalmente abierto, por lo que al detectar un objeto la salida será GND y en estado de reposo VCC. Puede ser alimentado con 5V y trabajar directamente con Arduino. Si se desea extender el rango de detección se recomienda alimentar con 12V o 24V y utilizar un optoacoplador para la conexión con Arduino. La sensibilidad del sensor es regulable mediante un potenciómetro dentro del mismo sensor. Además posee un led que se activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que nos permite calibrar y comprobar el buen funcionamiento del sensor.

Los sensores capacitivos emiten un campo eléctrico que se ve alterado en presencia de algún objeto cercano, el sensor detecta el cambio en la capacitancia y emite una salida eléctrica de activación/desactivación. El sensor no emite una señal con la distancia, únicamente muestra estados on/off de forma similar a un interruptor. Al tratarse de un sensor sin contacto, su durabilidad es muy extendida a comparación de otros tipos de sensores como switches o interruptores mecánicos. Si bien se trata de un sensor sin contacto, el rango de detección es limitado a unos cuantos milímetros y depende de factores como el material a sensor y el voltaje de alimentación del sensor. Por otra parte si el objetivo es medir la distancia entre el sensor y el objeto se recomienda utilizar los sensores SHARP GP2Y0A21, GP2Y0A02, GP2Y0A710 o el sensor ultrasonido HC-SR04.

Puede detectar materiales como: cartón, vidrio, metal, madera. Su principal aplicación es la automatización industrial, donde se utiliza para el conteo de piezas en fajas transportadoras. Se recomienda un espaciado de al menos 5cm entre objeto y objeto para evitar perder cuentas. También puede ser utilizado como final de carrera o sensor de nivel de líquidos.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Voltaje de Operación: 6 - 36V DC
- Corriente de trabajo: 20mA máx.
- Corriente de salida (carga): 300mA máx.
- Rango de detección: 1mm a 5mm (real)
- Salida: Tipo NPN normalmente abierto (NO) (ON:GND / OFF:VCC)
- Dimensiones: D18mm*L70mm
- Cuerpo metálico roscado
- Longitud del cable: 1.80m
- Indicador de detección: LED rojo
- Protección: IP67
- Frecuencia de refresco: 0.5 Hz
- Temperatura de trabajo: -25 a 70°C
- Peso: 108 gr.

CONEXIÓN

- Marrón (BN): Alimentación 5-36V DC (VCC)
- Negro (BK): Salida NPN NO (Detección: GND, Reposo: VCC)
- Azul (BU): Alimentación GND

Serie ENC

Encoder rotativo incremental de medición tipo rueda

Características

- Ideal para medir la longitud o la velocidad de un objeto en movimiento continuo por medio de la rueda
- La forma de la onda de salida es proporcional a las unidades internacionales de medidas (Metros o pulgadas)
- Alimentación: 5VCC, 12-24VCC ±5%



Aplicaciones

- Máquinas de empaque, fabricación de papel, maquinaria textil y en plantas industriales en general.

⚠ Lea antes del uso "Precauciones de seguridad" en el manual de operación



Información para seleccionar

ENC	-	1	-	1	-	N	-	24	-	
Serie	Fases de salida	Unidad min. medición		Salida	Alimentación	Cables				
Tipo rueda	1: fases A, B	1 : 1mm 3 : 1m 5 : 0.1yd	2 : 1cm 4 : 0.01yd 6 : 1yd	T: Salida Totem pole N:Salida NPN colector abierto V:Salida de voltaje	5 :5VCC ±5% 24:12-24VCC ±5%	Sin marca: tipo Normal (*) C:Cable saliente con conector				

*Longitud del cable: 250mm

Especificaciones

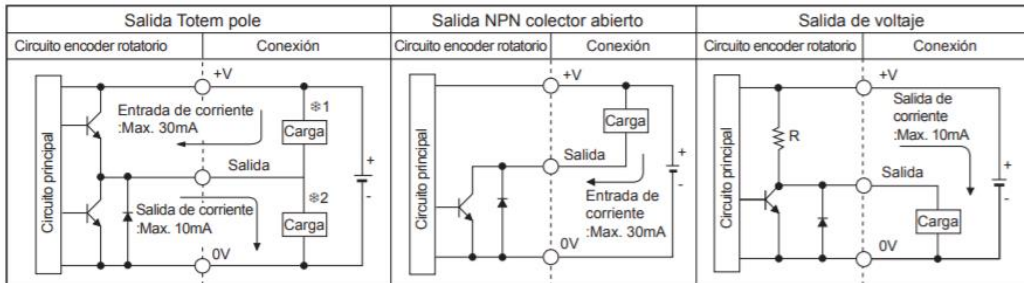
Producto	Encoder rotativo incremental de medición tipo rueda	
Resolución (P/R)	Vea la resolución (siguiente pagina)	
Fases de salida	Fases A, B	
Diferencia de fase de salida	$T \pm \frac{T}{4} \pm \frac{T}{8}$ (T= 1 ciclo de la fase A)	
Salida de control	Salida Totem pole	•Bajo ⇨ Corriente de carga: Max. 30mA, Voltaje residual: Max. 0.4VCC •Alto ⇨ Corriente de carga: Max. 10mA Voltaje de salida (Alimentación 5VCC):Min. (Alimentación-2.0)VCC, Voltaje de salida (Alimentación 12-24VCC):Min. (Alimentación-3.0)VCC
	Salida NPN colector abierto	Corriente de carga: Max. 30mA, Voltaje residual: Max. 0.4VCC
	Salida de voltaje	Corriente de carga: Max. 10mA, Voltaje residual: Max. 0.4VCC
	Tiempo de respuesta (Aumento/Descenso)	Salida Totem pole Salida NPN colector abierto Salida de voltaje
Frecuencia max. de respuesta	180kHz	
Alimentación	•5VCC ±5% (ondulación P-P:Max. 5%) •12-24VCC ±5% (ondulación P-P:Max. 5%)	
Consumo de corriente	Max. 80mA (desconexión de la carga)	
Resistencia de aislamiento	Min. 100MΩ (a 500VCC mega entre y todas las terminales y la carcasa)	
Rigidez dieléctrica	750VCA 50/60Hz por 1 minuto (entre todas las terminales y carcasa)	
Conexión	Cable saliente, cable saliente de 250mm con conector	
Especificación mecánica	Torque de arranque	Depende del coeficiente de fricción
	Revoluciones max. permisibles (Nota1)	5000rpm
Vibración	Amplitud de 1.5mm a frecuencia de 10 ~ 55Hz en cada dirección de X, Y, Z por 2 horas	
Golpe	Max. 75G	
Temperatura ambiente	-10 ~ 70°C (en condición de no congelamiento), Almacenaje: -25 ~ 85°C	
Humedad ambiente	35~85%RH, Almacenaje: 35~90%RH	
Cables	∅5mm, 5P, Longitud: 2m, Cable blindado	
Protección	IP50 (estándar IEC)	
Certificaciones	CE	
Peso de la unidad	Aprox. 495g	

Hoja de datos del sensor encoder rotatorio

2/2

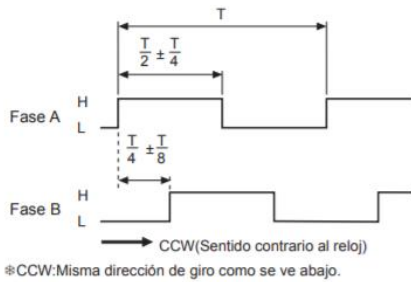


▣ Diagrama de salidas de control



- ☞ El circuito de salida es el mismo para las fases A, B.
- ☞ La salida totem pole se puede usar como salida NPN colector abierto (*1) o como salida de voltaje (*2).

▣ Forma de la onda de salida

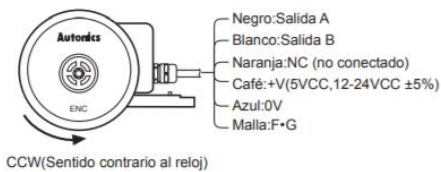


▣ Resolución

No	Unidad min. de medición	Distancia recorrida en 1 pulso	Relación	Circunferencia de la rueda	Resolución (P/R)
1	1mm	1mm/pulso	1 : 1	250mm	500 pulsos
2	1cm	1cm/pulso	4 : 1	250mm	100 pulsos
3	1m	1m/pulso	4 : 1	250mm	1 pulso
4	0.01yd	0.01yd/pulso	4 : 1	228,6mm (0.25/yd)	100 pulsos
5	0.1yd	0.1yd/pulso	4 : 1	228,6mm (0.25/yd)	10 pulsos
6	1yd	1yd/pulso	4 : 1	228,6mm (0.25/yd)	1 pulso

▣ Conexiones

■ Tipo conector



- ☞ Los cables sin usar deberán aislarse.
- ☞ La carcasa de metal y la malla del cable del encoder deberán aterrarse (F.G).

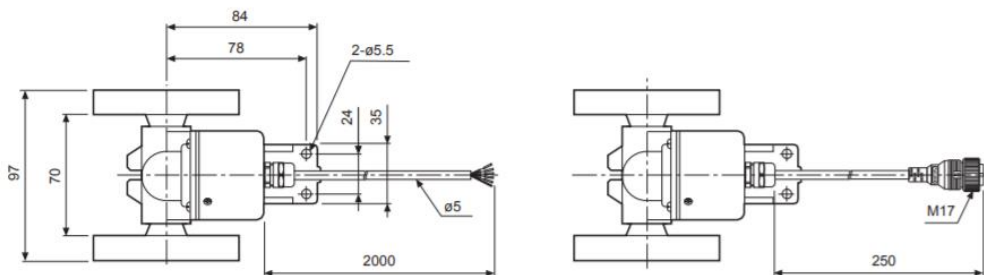
■ Tipo cable saliente con conector



Pin No	Función	Color del cable
①	Salida A	Negro
②	Salida B	Blanco
③	NC	Naranja
④	+V	Café
⑤	GND	Azul
⑥	F.G	Malla

☞ F.G (Tierra física) deberá aterrarse por separado.

▣ Dimensiones



- ☞ La circunferencia de la rueda cambia se acuerdo al modelo (2), vea la tabla de resolución.
- ☞ El cable conector es personalizable, ver pagina G-6 para las especificaciones.

(Unidad:mm)

ANEXO 9 Hoja de datos de la electroválvula

1/2



Fluid control valve(2/2way)

Click to shop online @ www.trimantec.com or call 336-767-1379



2V Series



Specification

Model	2V025-06	2V025-08	2V130-10	2V130-15	2V250-20	2V250-25
Fluid	Air, Water, Oil					
Acting	Direct acting			Internally piloted acting		
Type	Normally closed					
Orifice size(Φmm)	2.5	2.5	13.0	13.0	25.0	25.0
Cv valve	0.23	0.25	6.20	6.20	13.00	13.00
Port size ①	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"
Viscosity limit	Under 20CST					
Pressure range	0~1.0MPa(0~145psi)			0.05~1.0MPa(7~145psi)		
Proof pressure	1.5MPa(215psi)					
Material body	Brass with zinc plated			Brass		
Seal material	VITON			NBR		
Min. activating time sec	0.05 sec and below					

① PT thread, NPT thread and G thread are available.

Symbol



Specification of coil

Valve type	Power type	Frequency (Hz)	Voltage range	Electrical entry	Power Consumption (VA/W)	Insulation	Temp. rise(°C)
2V025	AC	50	± 15 %	Terminal Grommet	7.0VA	Class B	35
2V130		60					
2V250	DC	-	± 10 %		7.0W		45

Product feature

2V025 series

1. Direct acting and normally closed type 2/2 way solenoid valve. Its high sensitivity allows it to change direction quickly.
2. The structure is small and compact.
3. The valve body is made of brass which is heat resistance and the coil conforms to Class B classification. The seals are made of fluorine rubber (VITON) which is suitable for several types of working medium.

2V130 and 250 series

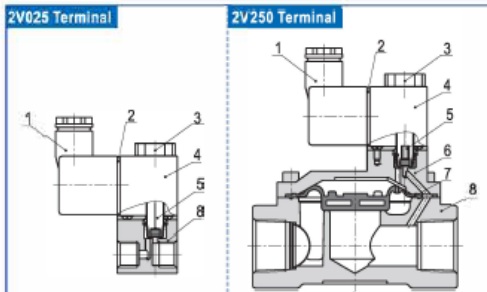
1. This 2/2 way diaphragm piloted solenoid valve has low energy consumption and large air flow.
2. The starting pressure is low and the operational differential pressure is < 0.05MPa.
3. The valve body is made of brass which is heat resistance and the coil conforms to Class B classification. The seals are made of NBR.

Ordering code

2V 025 08 A □ □

- Model**: 2V: 2 port 2 position solenoid valve
- Orifice size**:
 - 025: Φ 2.5mm
 - 130: Φ 13mm
 - 250: Φ 25mm
- Port size**:
 - Φ 2.5mm: 08: 1/8"
 - Φ 2.5mm: 08: 1/4"
 - Φ 13mm: 10: 3/8"
 - Φ 13mm: 15: 1/2"
 - Φ 25mm: 20: 3/4"
 - Φ 25mm: 25: 1"
- Thread type**:
 - Blank: PT
 - T: NPT
 - G: G
- Electrical entry**:
 - Blank: Terminal
 - I: Grommet
- Voltage**:
 - A: AC220V
 - B: DC24V
 - C: AC110V
 - E: AC24V
 - F: DC12V

Inner structure



No.	Item	No.	Item	No.	Item	No.	Item
1	Connector	3	Nut	5	Armature assembly	7	Diaphragm
2	Connector gasket	4	Coil	6	Body cover	8	Body

Usable fluid

Seal material\Fluid	Water	Dry air	Acetone*	ISOVG32 oil	Glycol*	Nitrogen	Heavy oil
NBR	○	○	△	○	○	○	○
Seal material\Fluid	JIS#1 Oil	JIS#3 Oil	Vegetable Oil	Hydraulic Oil	Start Oil	Silicone Oil	CO ₂ Ar/Argon
NBR	○	○	○	○	○	○	○

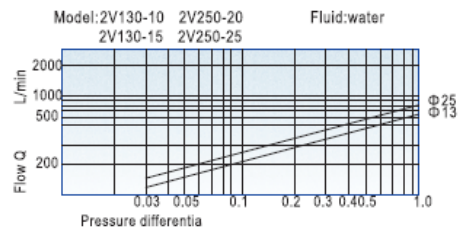
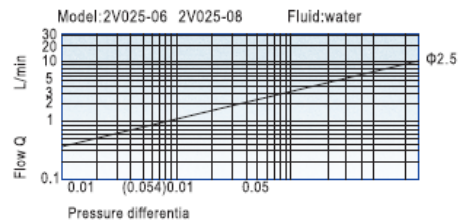
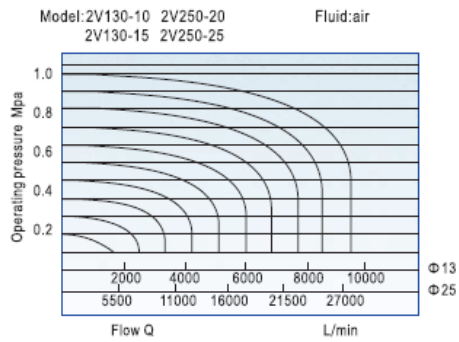
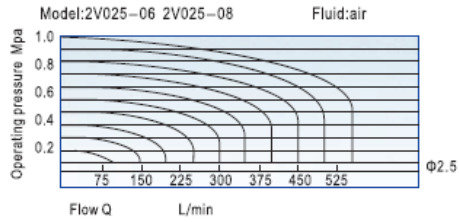
- 1 Note: ○ = Excellent (nearly without affect), ○ = Good (workable though some affect), △ = Poor (large affect).
 2 Note: "*" means inflammable and explosive dangerous fluid. Please use the relative explosion proof coil.
 3 Note: Please consult the technical department before using fluid that has not been shown in the above table.

Hoja de datos de la electroválvula

2/2

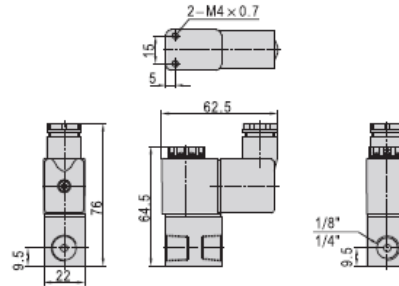


Flow chart

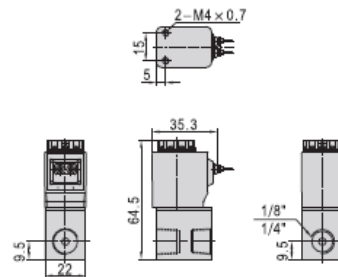


Dimensions

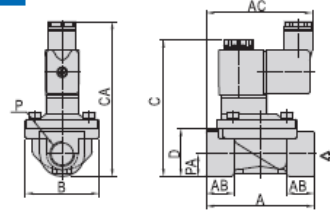
2V025 Terminal



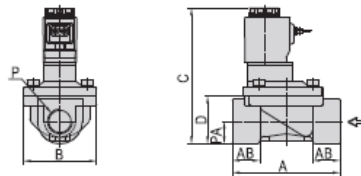
2V025 Grommet



2V130, 250 Terminal



2V130, 250 Grommet



Model\Item	A	AB	AC	B	C	CA	D	P	PA
2V130-10	72	18.5	71	49	91	103	32	3/8"	15
2V130-15	72	18.5	71	49	91	103	32	1/2"	15
2V250-20	102	23	74	77.5	107.5	120	45	3/4"	21
2V250-25	102	23	74	77.5	107.5	120	45	1"	21

ANEXO 10 Hoja de datos del quemador industrial



Quemadores de gas industrial, producto en oferta, 2020, en China



Detalles rápidos

Lugar del origen:	Zhejiang, China	Marca:	K&G or OEM
Número de Modelo:	Industrial Gas Stove-001	No. de Quemador d...:	1
Servicio postventa ...:	Devolución y reemplazo	Garantía:	1 año
Tipo:	Estufas de gas	Instalación:	Portátil
Material de superfi...:	De hierro fundido	Certificación:	CE, Rohs, SONCAP
Aplicación:	Al aire libre, Hogar	Fuente de energía:	De Gas
Item:::	Industrial Gas Stove-001	Type:::	Gas Cooktops
No. of Gas Burner:::	1	Applications:::	Widely
Installation:::	Portable, Easily Assembled, Folding	Material:	cast iron
Safety Device:::	Flame Safety Device	Gas Type:::	Butane, LPG, Propane
Ignition:::	Lighter.		

[View larger image](#)



PRODUCT DESCRIPTION

Artículo No	QS-M04
Material:	De hierro fundido
Tamaño:	39,5*17,5*5CM
N.W:	2kgs
Embalaje	10pcs/ctn
EmbalajeTamaño (cm)	41*23*27
Cantidad (unidades) 20gp/40hq	11200

ANEXO 11 Tablero de control de la máquina extrusora

1/2



Tablero de control de la máquina extrusora

2/2



ANEXO 12 Tablero de control de la máquina tensora

1/2



Tablero de control de la máquina tensora

2/2



ANEXO 13 Repotenciación máquina extrusora

1/2



Repotenciación máquina extrusora

2/2



ANEXO 14 Repotenciación máquina tensora

1/2



Repotenciación máquina tensora

2/2

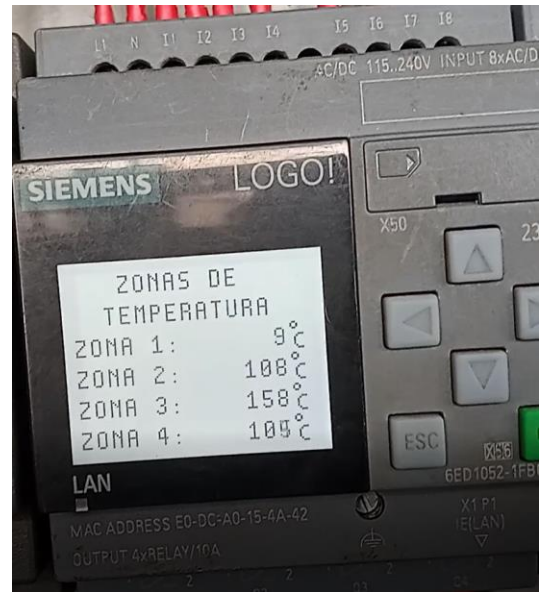


ANEXO 15 Fabricación de manguera

1/2

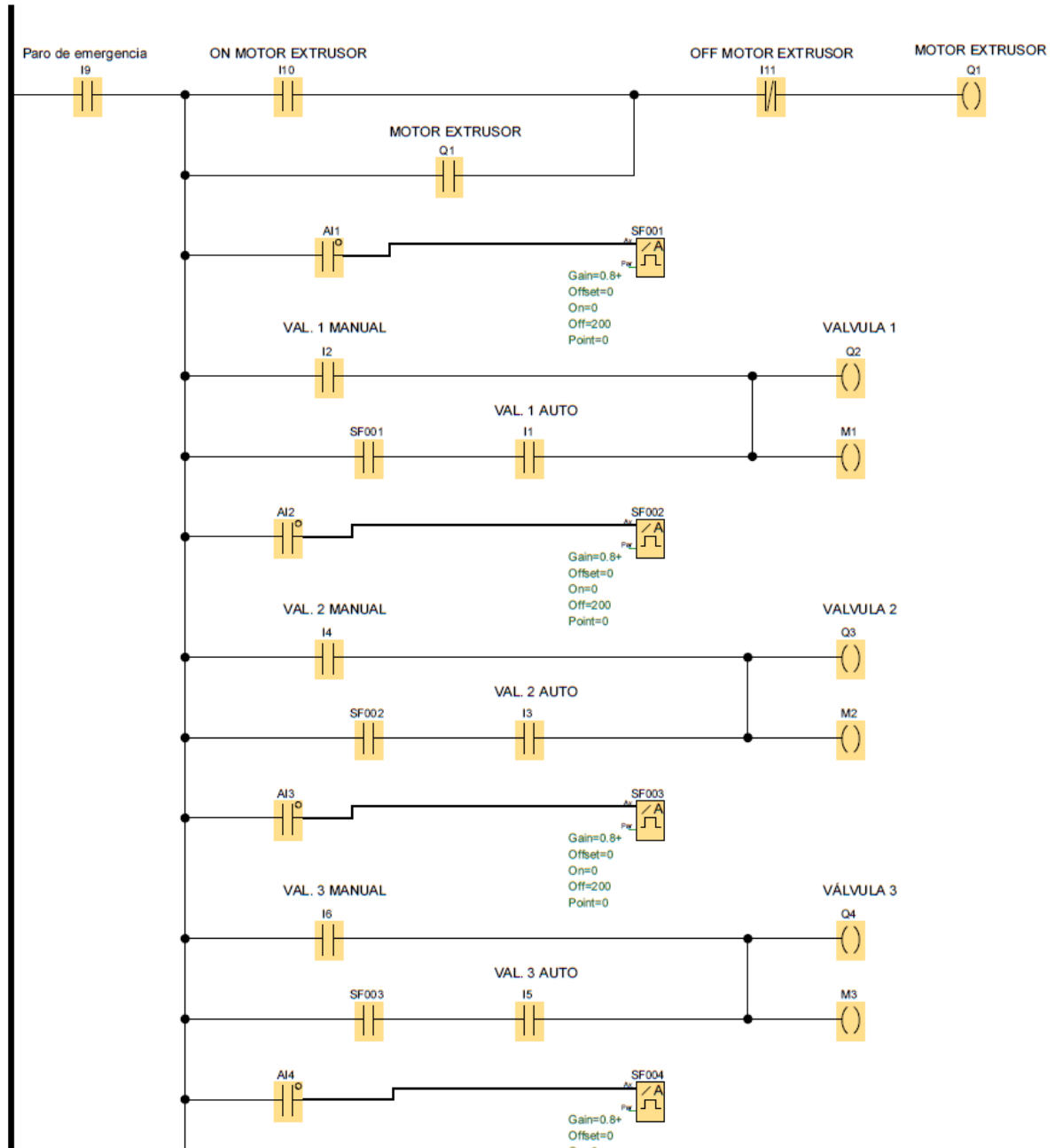


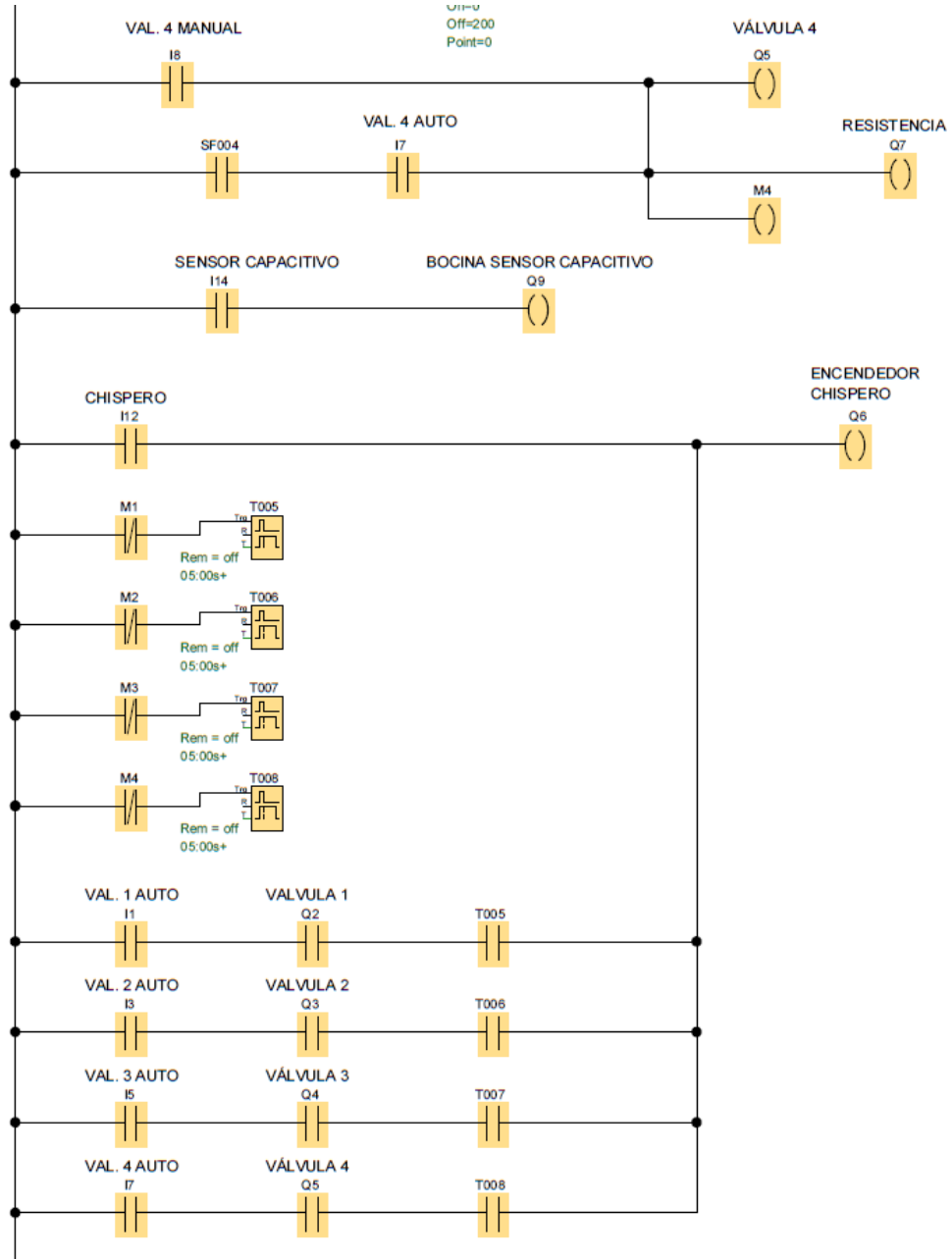
ANEXO 16 Visualización en el Logo 8

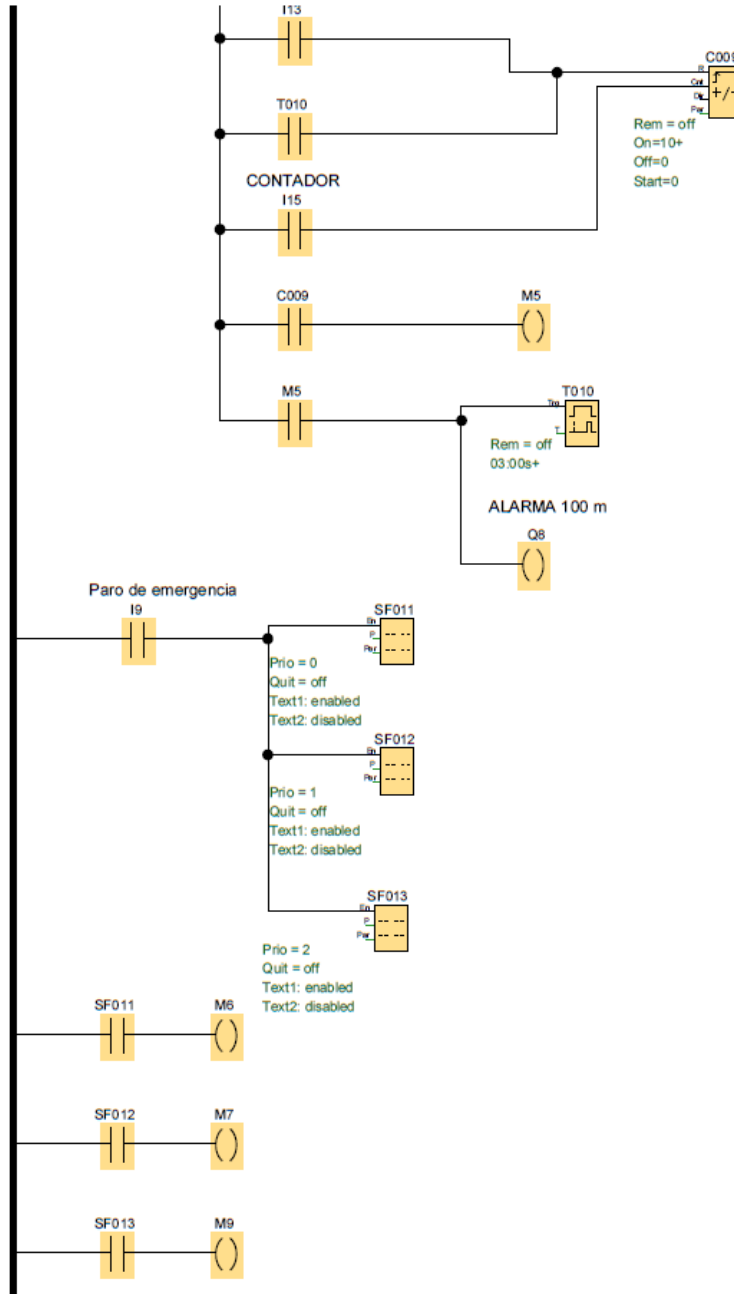


ANEXO 17 Programación en software Logo Soft Confort

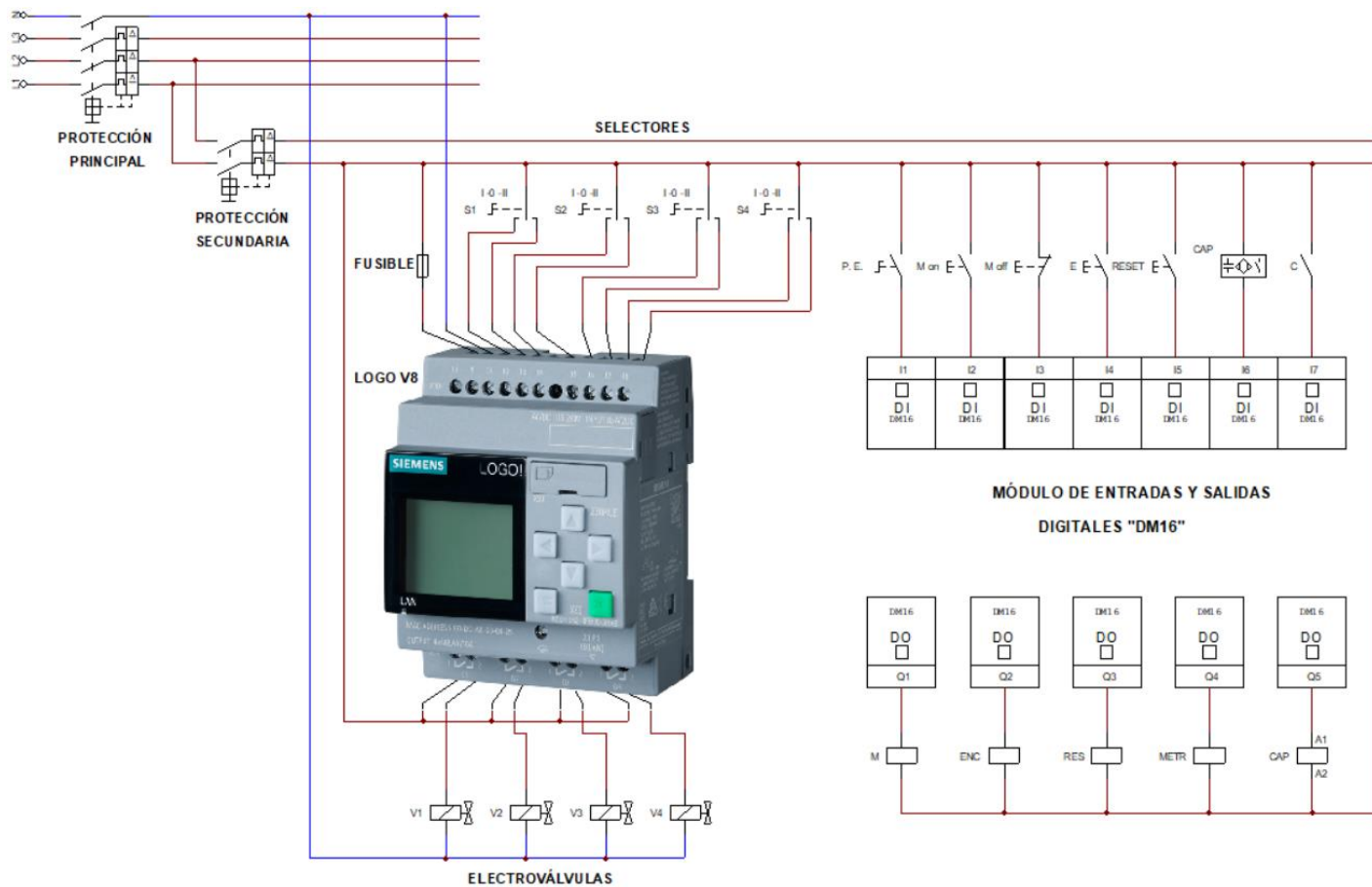
1/3



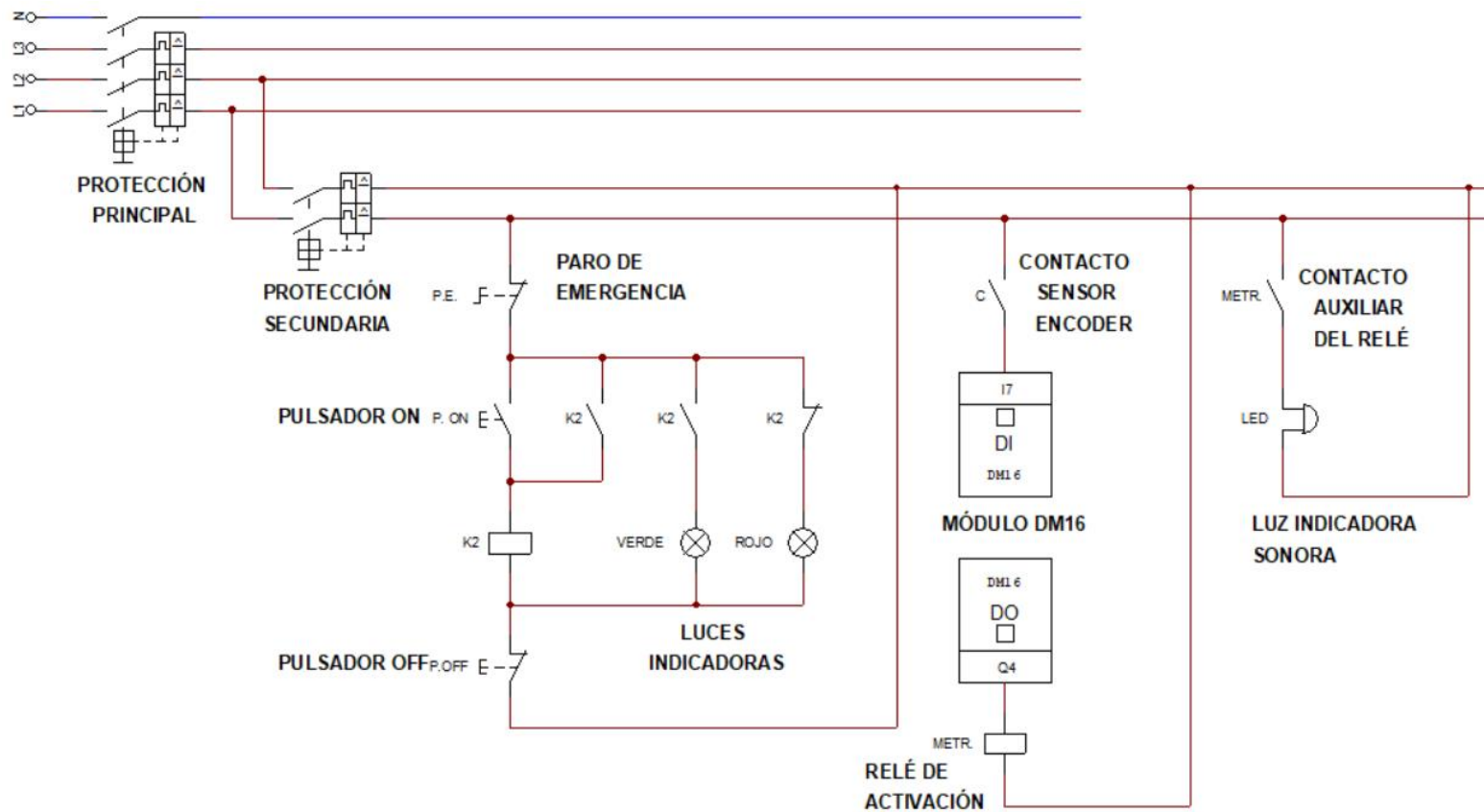




ANEXO 18 Plano eléctrico del tablero de control de la máquina extrusora



ANEXO 19 Plano eléctrico del tablero de control de la máquina tensora



ANEXO 20 Plano eléctrico de potencia

