



**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
EXTENSIÓN LATACUNGA**

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMBOLSADORA SEMI AUTOMÁTICA PARA ENVASES DE POLIETILENO EN LA EMPRESA INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN”

ALEX PAÚL BARRIONUEVO SIMBAÑA

EDWIN FABIÁN MORALES URBANO

Tesis presentada como requisito previo a la obtención del grado de:

INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA

AÑO 2013

DECLARACIÓN

Quienes suscriben, Barrionuevo Simbaña Alex Paúl, portador de la cédula de identidad 160056145-8 y Morales Urbano Edwin Fabián, portador de la cédula de identidad 050326932-6, libre y voluntariamente declaramos que el presente proyecto: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMBOLSADORA SEMI AUTOMÁTICA PARA ENVASES DE POLIETILENO EN LA EMPRESA “INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ”, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN**, su contenido, cálculos, ideas y análisis son auténticos y personales.

En tal virtud, declaramos la autenticidad de este contenido y para fines legales y académicos que se desprenden del presente proyecto de grado, es y será de nuestra responsabilidad.

Para respetar el derecho intelectual de los autores de la información secundaria utilizada a manera de bibliografía en el presente proyecto, la cual se encuentra en el documento como pie de página.

Latacunga, Julio 2013

Alex P. Barrionuevo Simbaña

Edwin F. Morales Urbano

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Nosotros, Alex Paul Barrionuevo Simbaña y Edwin Fabián Morales Urbano, autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército, la publicación en la biblioteca virtual y/o revistas de la institución de nuestro proyecto titulado: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EMBOLSADORA SEMI AUTOMÁTICA PARA ENVASES DE POLIETILENO EN LA EMPRESA “INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ”, EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN.

Latacunga, Julio 2013

Alex P. Barrionuevo Simbaña

Edwin F. Morales Urbano

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente proyecto fue desarrollado en su totalidad por los señores ALEX PAÚL BARRIONUEVO SIMBAÑA con cédula N° 160056145-8 y EDWIN FABIÁN MORALES URBANO con cédula N° 050326932-6, bajo nuestra supervisión.

Latacunga, Julio 2013

ING. FREDDY SALAZAR
DIRECTOR

ING. EDUARDO MEYTHALER
CODIRECTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios quien me ha dado la vida y la oportunidad de lograr cumplir una meta en mi vida profesional. Agradezco a mi madre Verónica quien estuvo siempre ahí presente en las buenas y en las malas circunstancias que se presentaron en la vida., agradezco su confianza puesta en mí, la que hizo que formen a una persona íntegra.

Agradezco a mi padre Jairo quien me apoyo a la distancia y estuvo ahí presente.

Agradezco a mis hermanos Jonathan, Jair y Matius quienes estuvieron ahí apoyándome. A mi abuelita, a mis tíos y tías, a mis amigos presentes durante mi vida estudiantil.

Finalmente agradezco a los ingenieros, quienes instruyeron y formaron mi carrera profesional.

ALEX BARRIONUEVO

Agradezco primeramente a Dios por la vida y por darme la oportunidad de culminar con éxitos esta gran meta en mi vida, también al pilar fundamental que ha sido y será siempre mi madre Teresa Urbano, a mis hermanas Tatiana, Alexandra, quienes con sus consejos, sacrificio y apoyo son los que formaron en mí una persona Íntegra y hacen que hoy en día este culminando con éxito esta gran meta en mi vida.

A mi familia por haberme inculcado valores y gracias a su apoyo incondicional he alcanzado este gran éxito. Y finalmente agradezco a todos mis amigos y profesores que contribuyeron en mi formación personal y profesional.

FABIÁN MORALES

DEDICATORIA

A mis padres, a mis hermanos, a mi familia y personas que me rodean, por haber luchado junto a mí, logrando cumplir esta meta.

ALEX BARRIONUEVO

A mi madre Teresa Urbano, hermanas Alexandra y Tatiana, mis querida Tías Ester y María, finalmente a mi prima Paola, quienes con su gran amor, comprensión y sacrificio hicieron esto posible.

FABIÁN MORALES

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN	ii
AURORIZACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS	xvii
ANEXOS	xviii
RESUMEN.....	xix
SUMARY.....	xx
ANTECEDENTES.....	xxi
JUSTIFICACIÓN	xxi
METAS	xxii
OBJETIVO GENERAL	xxii
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	xxii

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 GENERALIDADES	1
1.1.1 ANTECEDENTES	1
1.1.3 POLIETILENO	3
a. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	3
b. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS	4
c. CARACTERÍSTICAS AISLANTES.....	4
d. PROPIEDADES ÓPTICAS	4
f. CLASIFICACIÓN.....	5
g.3 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE)	8
1.2 MOTORES ELÉCTRICOS	8
1.2.1 MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO	9
a. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	9
b. PARTES DEL MOTOR ELÉCTRICO	10
c. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO	11
d. CAMBIO DE SENTIDO DE GIRO	13
e. TENSIÓN DE SERVICIO	13
1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA.....	14
1.3.1 ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA MECÁNICA	14
a. TRANSMISIÓN POR BANDA.....	16

a.1	VENTAJAS.....	16
a.2	DESVENTAJAS	16
b.	TRANSMISIÓN ⁹ POR CADENAS	17
c.	TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES	18
c.1	VENTAJAS.....	18
c.2	DESVENTAJAS	19
1.4	ACTUADORES.....	19
1.4.1	ACTUADORES NEUMÁTICOS	20
a.	CILINDROS DE SIMPLE EFECTO	20
b.	CILINDROS DE DOBLE EFECTO	21
1.5	ELECTROVÁLVULAS	22
1.6	PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)	23
1.6.1	COMPONENTES BÁSICOS DE UN PLC	24
a.	CARACTERÍSTICAS DEL PLC SIEMENS SIMATIC S7-200.	25
1.7	SENSORES	26
1.7.1	SENSOR CAPACITIVO.....	27
a.	LÍMITES DE SENSIBILIDAD	28
b.	DISTANCIA DE DETECCIÓN	28
c.	APLICACIONES	28
d.	VENTAJAS.....	28
e.	DESVENTAJAS	29
f.	APLICACIONES	29
1.7.2	SENSOR INDUCTIVO.....	29

a.	COMPONENTES DE UN SENSOR INDUCTIVO	30
b.	FUNCIONAMIENTO	30
c.	APLICACIONES	31
1.8	SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN	31
1.8.1	STEP7-MICRO/WIN 32.....	31
a.	EDITOR AWL	32
b.	EDITOR KOP	32
c.	EDITOR FUP	33
d.	MODOS DE OPERACIÓN	33
e.	ELEMENTOS BÁSICOS DE UN PROGRAMA.....	33
f.	PROGRAMA PRINCIPAL.....	33
g.	SUBROUTINAS	34
h.	VENTAJAS	34
i.	RUTINAS DE INTERRUPCIÓN	34
1.9	ACERCA DE SOLIDWORKS	34
	CAPÍTULO 2	37
	DISEÑO DE LA EMBOLSADORA	37
2.1	ASPECTOS PRELIMINARES DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA	37
2.1.1	CARACTERÍSTICAS DE LA EMBOLSADORA	37
a.	CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	37
b.	CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS	37
c.	CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	37
2.2	DISEÑO MECÁNICO.....	37

2.2.1	DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISION	37
a.	NÚMERO DE PASOS DE LA CADENA.....	38
b.	LONGITUD DE LA CADENA	38
c.	DISTANCIA ENTRE CENTROS	39
2.2.2	DISEÑO DEL EJE.....	39
a.	CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE	39
b.	CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE	44
2.2.3	ESTUDIO CORRESPONDIENTE EN SOLIDWORKS.....	46
a.	ESTUDIO DEL EJE EN SOLIDWORKS	46
a.1	TENSION DE VON MISES	46
a.2	DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	47
a.3	FACTOR DE SEGURIDAD.....	47
b.	ESTUDIO DE LA RIEL EN SOLIDWORKS.....	48
b.1	TENSION DE VON MISES	48
b.2	DESPLAZAMIENTO RESULTANTE.....	49
b.3	FACTOR DE SEGURIDAD	49
c.	DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN SOLIDWORKS	50
c.1	TENSIÓN AXIAL Y DE FLEXIÓN	51
c.2	DESPLAZAMIENTO RESULTANTE	51
c.3	FACTOR DE SEGURIDAD.....	52
2.3	DISEÑO ELÉCTRICO	53
2.3.1	CIRCUITO DE MANDO MANUAL.....	53
2.3.2	CIRCUITO DE POTENCIA	55

a.	INVERSION DE GIRO	55
b.	MOTOR EMBOLSADOR.....	56
c.	VARIADOR DE FRECUENCIA	57
2.4	DISEÑO NEUMÁTICO	58
2.4.1	SIMULACIÓN EN FLUIDSIM	59
a.	ENCENDIDO.....	59
b.	APAGADO	60
2.5	AUTOMATIZACIÓN	60
	CAPITULO 3.....	62
	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA	62
3.1	SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO.....	62
3.1.1.	MATERIALES	62
3.2	MONTAJE MECÁNICO.....	64
3.2.1	CONSTRUCCIÓN DE LAS PARTES.....	64
3.2.2	IMPLEMENTACIÓN DEL MOTOR EMBOLSADOR.....	66
3.2.3	IMPLEMENTACIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA	67
3.2.4	IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DEL MOTOR DEL SISTEMA DE EMPUJE.....	67
3.2.5	MONTAJE TOTAL DE LA MÁQUINA.....	68
3.3	MONTAJE ELÉCTRICO	69
3.3.1	MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL	69
3.4	MONTAJE ELECTRÓNICO	70

3.4.1	IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA	70
3.4.3	IMPLEMENTACIÓN Y SELECCION DE LOS SENSORES.....	71
3.5	MONTAJE NEUMATICO	73
3.5.1	SELECCIÓN DE ELECTROVALVULAS.....	73
3.5.2	MONTAJE DEL CILINDRO PALETA.....	75
3.5.3	MONTAJE DEL CILINDRO CONTROLADOR.....	75
	CAPITULO 4.....	76
	PRUEBAS Y RESULTADOS	76
4.1	DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA	76
4.1.1	CONDICIONES FÍSICAS	76
4.1.2	CONDICIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS	76
4.2	PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	76
4.2.1	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO	76
4.2.2	PROTOCOLO DE PRUEBAS	77
4.2.3	PROCEDIMIENTO.....	77
4.2.4	ADQUISICIÓN DE DATOS.....	77
4.2.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	79
4.3	ANÁLISIS FINANCIERO	79
4.3.1	COSTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	80
a.	MATERIA PRIMA	80
a.1	MATERIAL MECÁNICO.....	80
a.2	MATERIAL ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO.....	81

a.3 MATERIAL NEUMÁTICO	82
b. MANO DE OBRA	82
c. COSTOS INDIRECTOS	83
d. COSTO TOTAL.....	83
4.3.2 GASTOS DE FUNCIONAMIENTO	84
4.3.3 INVERSIÓN INICIAL.....	86
4.3.4 COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL.....	86
4.3.5 GANANCIA NETA	86
4.3.6 FLUJO DE CAJA.....	87
4.3.7 VALOR ACTUAL NETO (VAN)	87
4.3.8 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR).....	88
4.3.9 TIEMPO DE RECUPERACIÓN	89
4.3.10 COSTO-BENEFICIO	89
4.4.11 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FINANCIERO.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.1 CONCLUSIONES	91
5.2 RECOMENDACIONES	92
BIBLIOGRAFÍA	93

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1. 1: Máquina de flujo continuo horizontal	2
Figura 1. 2: Envase de HDPE.....	6
Figura 1. 3: Film de LLDPE.....	7
Figura 1. 4: Bolsa de LDPE.....	8
Figura 1. 5: Partes de un motor eléctrico.....	11
Figura 1. 6: Transmisión por cadena	17
Figura 1. 7: Transmisión por engranajes	18
Figura 1. 8: Cilindro de Simple Efecto.....	20
Figura 1. 9: Cilindro de doble efecto.....	21
Figura 1. 10: Electroválvula	22
Figura 1. 11: PLC Siemens Simatic S7-200.....	26
Figura 1. 12: Sensor capacitivo	28
Figura 1. 13: Sensor inductivo.....	29
Figura 1. 14: Componentes de un sensor inductivo.....	30
Figura 1. 15: Funcionamiento de un sensor inductivo.....	30
Figura 1. 16: Editores de programación	32

CAPITULO 2

Figura 2. 1: Reacciones producidas en los cojinetes	40
Figura 2. 2: Diagrama de cuerpo libre.....	41
Figura 2. 3: Dimensiones del carro.....	43
Figura 2. 4: Diagrama de las reacciones y momentos calculados.....	45
Figura 2. 5: Tensión de Von Mises en SolidWorks.....	46
Figura 2. 6: Desplazamiento Resultante en SolidWorks	47
Figura 2. 7: Factor de Seguridad en SolidWorks.....	47
Figura 2. 8: Riel modelado en SolidWorks	48
Figura 2. 9: Tensión de Von Mises en SolidWorks.....	48
Figura 2. 10: Desplazamiento Resultante en SolidWorks	49
Figura 2. 11: Factor de Seguridad en SolidWorks.....	50
Figura 2. 12: Estructura de maquina embolsadora en SolidWorks	50
Figura 2. 13: Tensión de Von Mises en SolidWorks.....	51
Figura 2. 14: Desplazamiento resultante en SolidWorks	52
Figura 2. 15: Factor de Seguridad en SolidWorks.....	52

Figura 2. 16:Esquema eléctrico del circuito de mando manual a 220VAC.....	53
Figura 2. 17:Esquema eléctrico del circuito de mando manual a 24VDC.....	54
Figura 2. 18:Esquema eléctrico de la inversion de giro	56
Figura 2. 19:Esquema eléctrico del motor embolsador	57
Figura 2. 20:Esquema eléctrico del variador y el motor de la banda	58
Figura 2. 21:Esquema del circuito de mando y neumático.....	59
Figura 2. 22:Simulación en Festo Fluidsim.....	59
Figura 2. 23:Simulación en Festo Fluidsim.....	60
Figura 2. 24:Diagrama de flujo	61

CAPITULO 3

Figura 3. 1: Estructura de la máquina.....	64
Figura 3. 2: Rieles del sistema de empuje	65
Figura 3. 3: Chumaceras y eje de transmisión.....	65
Figura 3. 4: Transmisión de potencia del motor	66
Figura 3. 5: Motor embolsador	66
Figura 3. 6: Banda transportadora	67
Figura 3. 7: Motor del sistema de empuje	68
Figura 3. 8: Vista frontal de la Embolsadora.....	68
Figura 3. 9: Vista lateral de la Embolsadora	69
Figura 3. 10: Vista frontal de la caja de control	69
Figura 3. 11: Montaje del variador de frecuencia.....	70
Figura 3. 12: Montaje del PLC	71
Figura 3. 13: Sensor inductivo del sistema de empuje	72
Figura 3. 14: Sensor inductivo del motor embolsador.....	72
Figura 3. 15: Sensor inductivo del motor embolsador.....	73
Figura 3. 16: Sensor capacitivo para el conteo de botellas.....	73
Figura 3. 17: Montaje de las Electroválvulas	74
Figura 3. 18: Cilindro Paleta	75
Figura 3. 19: Cilindro Controlador	75

CAPITULO 4

Figura 4. 1: Tiempos de embolsado.....	78
--	----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPITULO 1

Tabla 1. 1 Propiedades del polietileno de baja densidad.....	3
Tabla 1. 2 Tipos y características de un motor eléctrico	11
Tabla 1. 3 Tensiones normalizadas en una red trifásica	13

CAPITULO 3

Tabla 3. 1 Elementos mecanizados.....	62
Tabla 3. 2 Elementos eléctricos y electrónicos.....	62
Tabla 3. 3 Elementos eléctricos y electrónicos (continuación)	63
Tabla 3. 4 Elementos neumáticos	63
Tabla 3. 5 Selección del motor	67
Tabla 3. 6 Selección del Variador de Frecuencia	70
Tabla 3. 7 Selección de los sensores	71
Tabla 3. 8 Selección de las electroválvulas	74

CAPÍTULO 4

Tabla 4. 1 Parámetros de funcionamiento de la Embolsadora.....	76
Tabla 4. 2 Medición de tiempos en el embolsado	78
Tabla 4. 3 Costo de los materiales	80
Tabla 4. 4 Costo de los equipos	81
Tabla 4. 5 Costo de los equipos neumáticos.....	82
Tabla 4. 6 Costos Indirectos	83
Tabla 4. 7 Inversión total.....	83
Tabla 4. 8 Inversión inicial.....	86
Tabla 4. 9 Costo de producción total.....	86
Tabla 4. 10 Flujo de caja	87
Tabla 4. 11 Tempo de recuperación	89
Tabla 4. 12 Relación costo-beneficio	90

ANEXOS

ANEXO A	95
ANEXO B	107
ANEXO C	123
ANEXO D	130
ANEXO E	135

RESUMEN

El presente proyecto consiste en diseñar una máquina embolsadora semi automática para la empresa INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ.

Hoy en día las máquinas embolsadoras se utilizan en el mercado industrial, ya sea para envases de plástico o vidrio, mejorando la producción y logrando competitividad en el sector productivo del país.

Basándose en las necesidades vistas en el área de producción, se diseñó y se implementó cada parte de la máquina con el objetivo de facilitar e incrementar la producción de dicha empresa.

El diseño se lo ejecutó para un fácil manejo por parte del personal de turno en la empresa, consta de un manual de operación y un manual de mantenimiento, los mismos que servirán para el correcto funcionamiento.

Los elementos principales de la maquina son: la estructura, el sistema de empuje, el motor embolsador, elementos de control (sensores), y la banda transportadora.

SUMARY

This project is to design a semiautomatic bagging machine for the company INPLASTICO NARANJO HENÁNDEZ.

Today bagging machines are used in the industrial market for either plastic or glass containers, enhancing production and achieving competitiveness in the productive sector.

Based on the needs seen in the production area, was designed and implemented each part of the machine in order to facilitate and increase the production of the company. The design was executed for easy handling by staff on duty at the company, consists of an operating manual and a maintenance manual, which will serve them for proper operation.

The main elements of the machine are: the structure, the system of thrust, the engine bagger, control elements (sensors), and the conveyor belt.

ANTECEDENTES

En la actualidad, muchos empresarios buscan invertir en el sector productivo del país, aunque sea de una manera modesta. Esta inversión muchas de las veces se enfoca a la adquisición de maquinaria tanto nueva como usada, que les permita incrementar sus niveles de producción volviéndose más eficiente.

La gran aceptación que ha tenido el plástico en el mercado ecuatoriano, ha generado un incremento en la demanda de contenedores de plástico, lo cual ha producido que el uso de envases de material de vidrio sea desplazado del mercado, sobre todo en las aplicaciones de recipientes para líquidos.

Esta demanda de envases ha generado que la industria aumente su producción siendo un contratiempo el empaque manual existente en la empresa “INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ”, queriendo alcanzar una disminución en el tiempo de empaquetar el producto y lograr satisfacer la demanda del mercado.

JUSTIFICACIÓN

Debido al gran incremento del mercado de productos plásticos, se ha presentado mayor competencia, motivo por el cual la empresa “INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ” ha optado por implementar una máquina embolsadora con el objetivo de incrementar la producción en la misma, logrando optimizar los tiempos de ensacado que se realiza en forma manual por parte del personal existente en la industria. Esta mejora permitirá a la empresa ofertar mayor cantidad y calidad de productos plásticos, incrementando su productividad y además sus porcentajes en ventas, obteniéndose a futuro amplios beneficios en la empresa.

OBJETIVO GENERAL

DISEÑAR E IMPLEMENTAR UNA MÁQUINA EMBOLSADORA SEMI AUTOMÁTICA PARA LA EMPRESA "INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ", EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la estructura de la máquina embolsadora.
- Realizar un diseño para que la máquina embolsadora pueda ser operada por personal no calificado.
- Seleccionar los actuadores neumáticos que se implementará en la máquina embolsadora.
- Acoplar los sistemas neumáticos, eléctricos y electrónicos a la estructura de la máquina embolsadora.
- Comprobar el correcto funcionamiento.

METAS

- Aumentar la producción de botellas en el área de producción de la empresa.
- Construir una máquina de fácil operación.
- Obtener un sistema semi automático eficiente.
- Disminuir el tiempo de embalsado.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1 GENERALIDADES

1.1.1 ANTECEDENTES

En la actualidad, muchos empresarios buscan invertir en el sector productivo del país, por lo menos de una manera modesta. Esta inversión muchas de las veces se enfoca a la adquisición de maquinaria tanto nueva como usada, que les permita incrementar sus niveles de producción volviéndose más eficiente.

La gran aceptación que ha tenido el plástico en el mercado ecuatoriano, ha generado un incremento en la demanda de contenedores de plástico, lo cual ha producido que el uso de envases de material de vidrio sea desplazado del mercado, sobre todo en las aplicaciones de recipientes para líquidos.

Esta demanda de envases ha generado que la industria aumente su producción siendo un contratiempo el empaque manual existente en la empresa “INPLASTICO NARANJO HERNÁNDEZ”, queriendo alcanzar una disminución en el tiempo de empaquetar el producto y lograr satisfacer la demanda del mercado.

1.1.2 MÁQUINAS EMPACADORAS DE BOTELLAS¹

Una máquina es un sistema de elementos dispuestos a transferir movimiento y energía de un modo predeterminado. En las máquinas empacadoras se transfiere movimiento y energía de tal forma que se produzca el envoltorio o empaquetado de determinados productos.

¹ <http://www.astimec.net/empacadora-termoencogible.html>

Existen en el mercado gran variedad de máquinas para empaquetar productos, el empaque se lo realiza con diversos materiales dependiendo del producto que se quiera empaquetar.

El material del empaque puede ser un polímero, cartón, papel o metal, para realizar el empaque de botellas en el mercado existen diferentes tipos de máquinas diseñadas en distintas configuraciones de tal forma que las botellas sean alimentadas hacia un dispositivo envoltorio y sellado.

El sistema de embolsado empieza con una simple bolsa que llenamos a mano y queremos cerrar. Los sistemas de cierre pueden ser múltiples, haciendo un nudo al plástico, poniendo un precinto, una grapa, un alambre, o también usando un soldador de lo más simple aprovechando las posibilidades del plástico normalmente un polietileno de baja densidad, esto implica que para cada tipo de producto y dimensión hace falta una medida de bolsa diferente.

El principal tipo de máquina y el más utilizado en el mercado y en la mayoría de procesos de empaque es el de flujo continuo. En la figura 1.1 podemos observar una máquina empaquetadora de botellas de tipo flujo continuo horizontal.



Figura 1. 1: Máquina de flujo continuo horizontal

Fuente: <http://www.astimec.net/empacadora-termoencogible.html>

1.1.3 POLIETILENO²

Es un compuesto que tiene como parte fundamental de su estructura una resina de alto peso molecular, que para trabajarlo se lo puede obtener líquido o lo suficientemente blando para su manipulación y que en su estado final vuelve a ser sólida, obteniendo así el objetivo para el cual fue procesado.

Los polímeros termoplásticos, son polímeros que cuando se someten al calor se ablandan, sin perder sus propiedades físicas y que al enfriarse vuelven a su estado original. Esta característica hace que este proceso sea totalmente reversible sin perder sus características físicas.

a. PROPIEDADES DEL POLIETILENO

En la tabla 1.1 se muestra las propiedades del polietileno.

Tabla 1. 1 Propiedades del polietileno de baja densidad

PROPIEDADES	De media presión
Dureza (Shore DA)	70
Densidad, Kg/m ³	960
Temperatura de ablandamiento °C	130

a. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Las cadenas moleculares son desplazadas entre sí, con mayor facilidad cuando más elevada sea la temperatura. Para ello, solo se necesita una pequeña fuerza para que

² <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

produzca el desplazamiento con rapidez. Sin embargo, cuanto menor sea la temperatura, o bien, cuando más congelado esté el plástico, mayor es la fuerza que ocasione un desplazamiento determinado.

b. CARACTERÍSTICAS TÉRMICAS

El comportamiento de los plásticos al calor, no se basa exclusivamente en las propiedades físicas como la dilatación y la conductividad térmica, sino también, a la disminución de la resistencia durante el calentamiento en los puntos de reblandecimiento, fusión, descomposición y temperatura de elaboración.

El coeficiente de dilatación térmica de los plásticos es mucho mayor que la de los metales. Se puede afirmar que su valor varía del 1% al 2% que el de los materiales metálicos. Por el contrario, la conductividad térmica es mucho menor, esto se debe tener en cuenta en la ingeniería, siempre que no se aproveche esta característica con fines aislantes, la estabilidad dimensional al calor, es una característica relacionada con la disminución de la resistencia mecánica por el aumento de la temperatura.

c. CARACTERÍSTICAS AISLANTES

Uno de los campos de la aplicación de los plásticos es ser elementos aislantes, teniendo una gran importancia, debido a sus propiedades y carácter dieléctrico.

Mediante medidas eléctricas se tiene información sobre las características de aceptación como resistencia de aislamiento, rigidez dieléctrica, factor de pérdidas dieléctricas, etc.

d. PROPIEDADES ÓPTICAS

Una parte de las resinas sintéticas son transparentes como el vidrio, presentando una coloración propia en pequeño grado. La mayoría de las resinas pueden teñirse con pigmentos coloreados en forma traslúcida, transparente u opaca.

Para usos ópticos se utilizan exclusivamente los acrílicos, que por ello se denominan también vidrios orgánicos, los cuales pueden fabricarse con excelentes cualidades ópticas. Un criterio sobre estas cualidades es el índice de refracción y la transmisión de la luz, superando en ambas propiedades a los vidrios acrílicos y de silicatos.

e. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

En general, los plásticos se muestran altamente resistentes al ataque de agentes químicos, por lo que, se emplean mucho cuando los metales no son apropiados ya que existe peligro de corrosión (construcción de recipientes, revestimientos para los mismos, elementos de aparatos químicos, maquinaria textil, bombas, etc.).

En relación a la resistencia química no se debe generalizar, en especial a los materiales entrelazados que se les califica de insolubles o difícilmente solubles. En la mayor parte de los casos, existen disolventes orgánicos que atacan a los plásticos en mayor o menor grado.

f. CLASIFICACIÓN

El polietileno se clasifica en varias categorías basadas sobre todo en su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables tales como la extensión y el tipo de ramificación, la estructura cristalina y el peso molecular.

A continuación se nombran los polietilenos más conocidos con sus acrónimos en inglés:

- Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE).
- Polietileno de ultra bajo peso molecular (ULMWPE).
- Polietileno de alta densidad (HDPE).
- Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE).
- Polietileno de baja densidad (LDPE).

g.1 POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

El HDPE está definido por una densidad mayor o igual a 0,941 g/cm³. El HDPE tiene un bajo grado de ramificación y por lo tanto fuertes fuerzas intermoleculares y resistencia a la tracción.

El HDPE puede ser producido por catalizadores cromo/sílica, catalizadores de Ziegler-Natta o catalizadores de metaloceno. La falta de ramificación se asegura por una elección apropiada de catalizador (por ejemplo, catalizadores de cromo o catalizadores de Ziegler-Natta) y condiciones de reacción.

El polietileno de alta densidad se utiliza en productos y envases, tales como jarras de leche, botellas de detergente, envases de margarina, contenedores de basura y tuberías de agua. Un tercio de todos los juguetes están fabricados en polietileno de alta densidad.



Figura 1. 2: Envase de HDPE

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

g.2 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD LINEAL (LLDPE)

El LLDPE se define por un intervalo de densidad de 0,915-0,925 g/cm³. El polietileno lineal se produce normalmente con pesos moleculares en el rango de 200.000 a 500.000, pero puede ser mayor aún.

El LLDPE es un polímero sustancialmente lineal con un número significativo de ramas cortas, comúnmente realizados por copolimerización de etileno con alfa-olefinas de cadena corta (por ejemplo, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno). El LLDPE tiene mayor resistencia a la tracción que el LDPE, exhibe mayor resistencia al impacto y a la perforación que el LDPE. Se pueden soplar menores de espesor (calibre) de films, en comparación con el polietileno baja densidad, con una mejor resistencia.

El LLDPE se utiliza en envases, en particular en films para las bolsas y láminas. Un menor espesor puede ser utilizado en comparación con el LDPE. Otros usos pueden ser: recubrimiento de cables, juguetes, tapas, cubetas, recipientes y tuberías. En 2009 el mercado de LLDPE mundial alcanzó un volumen de casi 24 mil millones dólares EE.UU.



Figura 1. 3: Film de LLDPE

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

g.3 POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD (LDPE)

El LDPE se define por un intervalo de densidad de 0,910-0,940 g/cm³. El LDPE tiene un alto grado de ramificaciones en la cadena polimérica, lo que significa que las cadenas no se empaquetan muy bien en la estructura cristalina. Por lo tanto, las fuerzas de atracción intermoleculares son menos fuertes. Esto se traduce en una menor resistencia a la tracción y el aumento de ductilidad.

El LDPE se crea por polimerización por radicales libres. El alto grado de ramificación con cadenas largas da al LDPE propiedades de flujo en fundido únicas y deseables. El LDPE se utiliza tanto para aplicaciones de envases rígidos y de películas de plástico tales como bolsas de plástico y películas para envolturas.



Figura 1. 4: Bolsa de LDPE

Fuente: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/07/polietileno-pe.html>

1.2 MOTORES ELÉCTRICOS³

Es una máquina eléctrica que transforma energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

³ <http://www.monografias.com/trabajos91/motor-electrico-trifasico/motor-electrico-trifasico.shtml>

1.2.1 MOTOR ELÉCTRICO TRIFÁSICO

Es una máquina eléctrica rotativa, capaz de convertir la energía eléctrica trifásica suministrada, en energía mecánica. La energía eléctrica trifásica origina campos magnéticos rotativos en el bobinado del estator (o parte fija del motor).

Se fabrican en las más diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta varios miles de caballos de fuerza (HP), se los construye para prácticamente, todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, están equipados para trabajar a dos tensiones nominales distintas.

a. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

Cuando la corriente atraviesa los arrollamientos de las tres fases del motor, en el estator se origina un campo magnético que induce corriente en las barras del rotor, dicha corriente da origen a un flujo que al reaccionar con el flujo del campo magnético del estator, originará un par motor que pondrá en movimiento al rotor. Dicho movimiento es continuo, debido a las variaciones también continuas, de la corriente alterna trifásica.

Solo debe hacerse notar que el rotor no puede ir a la misma velocidad que la del campo magnético giratorio. Esto se debe a que a cada momento recibe impulsos del campo, pero al cesar el empuje, el rotor se retrasa. A este fenómeno se le llama deslizamiento, después de ese momento vendrá un nuevo empuje y un nuevo deslizamiento, y así sucesivamente, de esta manera se comprende que el rotor nunca logre alcanzar la misma velocidad del campo magnético giratorio.

El deslizamiento puede ser mayor conforme aumenta la carga del motor y lógicamente, la velocidad se reduce en una proporción mayor, los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente

eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor, partiendo del hecho de que cuando pasa corriente por un conductor produce un campo magnético, además si lo ponemos dentro de la acción de un campo magnético potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica.

b. PARTES DEL MOTOR ELÉCTRICO

Independientemente del tipo de motor trifásico del que se trate, todos los motores trifásicos convierten la energía eléctrica en energía mecánica.

- **El estator:** Constituido por un enchapado de hierro al silicio, introducido generalmente a presión, entre una carcasa de hierro colado. El enchapado es ranurado, lo cual sirve para insertar allí las bobinas, que a su vez se construyen con alambre de cobre, de diferentes diámetros.
- **El rotor:** Es la parte móvil del motor. Está formado por el eje, el enchapado y unas barras de cobre o aluminio unidas en los extremos con tornillos. A este tipo de rotor se le llama de jaula de ardilla o en cortocircuito porque el anillo y las barras que son de aluminio, forman en realidad una jaula.
- **Los escudos:** Están hechos con hierro colado. En el centro tienen cavidades donde se incrustan cojinetes de bolas sobre los cuales descansa el eje del rotor. Los escudos deben estar siempre bien ajustados con respecto al estator, porque de ello depende que el rotor gire libremente, o que tenga "arrastres" o "fricciones".

En la figura 1.5 se muestra las partes de un motor eléctrico.

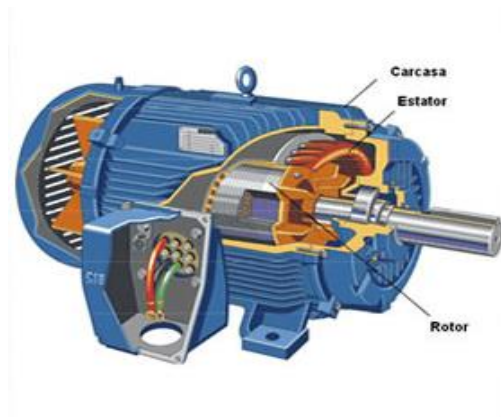


Figura 1. 5: Partes de un motor eléctrico

Fuente: http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/SAP/archivos/1eva/introduccion_motores_ca.pdf

c. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR ELÉCTRICO

Si el rotor tiene la misma velocidad de giro que la del campo magnético rotativo, se dice que el motor es síncrono. Si por el contrario, el rotor tiene una velocidad de giro mayor o menor que dicho campo magnético rotativo, el motor es asíncrono de inducción.

La tabla 1.2 muestra los tipos de motores y sus características.

Tabla 1. 2 Tipos y características de un motor eléctrico

Tipos	Características
Motor Asíncrono	<ul style="list-style-type: none"> • No existe corriente conducida a uno de sus devanados (normalmente al rotor). • Son las máquinas de impulsión eléctrica más utilizadas, pues son sencillas, seguras y baratas. • La velocidad de giro del rotor es mayor o menor que la velocidad de giro del campo magnético

	rotativo.
Motor Síncrono	<ul style="list-style-type: none"> • Su velocidad de giro es directamente proporcional a la frecuencia de la red de corriente alterna que lo alimenta. • Funcionan tanto como generadores y como motores • Las centrales Hidroeléctricas y Termoeléctricas funcionan mediante generadores síncronos trifásicos.
Motor Jaula de Ardilla	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene barras conductoras longitudinales de aluminio o de cobre con surcos y conectados juntos en ambos extremos poniendo en cortocircuito los anillos que forman la jaula
Motor Monofásico	<p>Se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor universal • Motor de Inducción. • Motor de fase partida. • Motor de arranque a condensador. • Motor de polos sombreados.
Motor Trifásico	<p>Se clasifican en:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor de rotor devanado. • Motor de jaula de ardilla. • Motor asíncrono. • Motor síncrono.

d. CAMBIO DE SENTIDO DE GIRO

Para efectuar el cambio de sentido de giro de los motores eléctricos de corriente alterna se siguen los siguientes pasos:

Para motores monofásicos únicamente es necesario invertir las terminales del devanado de arranque, esto se puede realizar manualmente o con unos relevadores.

Para motores trifásicos únicamente es necesario invertir dos de las conexiones de alimentación correspondientes a dos fases.

e. TENSIÓN DE SERVICIO

La tensión existente entre dos conductores activos (R, S, T) es la tensión de línea (tensión compuesta o tensión de la red). La tensión que hay entre un conductor activo y el neutro es la tensión de la fase (tensión simple).

En la tabla 1.3 se indican las tensiones normalizadas para las redes de corriente trifásica.

Tabla 1. 3 Tensiones normalizadas en una red trifásica

Tensión de Línea (V)	Tensión de Fase (V)	Denominación usual de la red (V)
208	120	208/120
220	127	220/127
260	150	260/150
380	220	380/220
440	254	440/254

1.3 SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA⁴

Los aspectos fundamentales a considerar para la selección de un sistema de transmisión son los siguientes:

- Elevada durabilidad
- Correcta transmisión de fuerza
- Alta confiabilidad
- Mínimo ruido
- Costo de mantenimiento bajo
- Relación de velocidad constante
- Espacio físico pequeño.

1.3.1 ELEMENTOS DE TRANSMISIÓN DE POTENCIA MECÁNICA

Se denominan transmisión mecánica a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos de una máquina, muchas veces clasificados como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

En la gran mayoría de los casos, estas transmisiones se realizan a través de elementos rotantes, ya que la transmisión de energía por rotación ocupa mucho menos espacio que aquella por traslación.

Una transmisión mecánica es una forma de intercambiar energía mecánica distinta a las transmisiones neumáticas o hidráulicas, ya que para ejercer su función emplea el movimiento de cuerpos sólidos, como lo son los engranajes y las correas de transmisión.

⁴ <http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecnica>

La potencia mecánica se define como la rapidez con que se realiza un trabajo. Se mide en watts (W) y se dice que existe una potencia mecánica de un watt cuando se realiza un trabajo de un joule por segundo:

$$1W = J/seg \quad \text{Ec. 1.1}$$

Su expresión matemática es:

$$P = T/t \quad \text{Ec.1.2}$$

Dónde:

P = Potencia en Joules/seg = watts (W).

T = Trabajo realizado en Joules (J).

t = Tiempo en que se realiza en trabajo en segundos (s).

El caballo de fuerza (H.P.) y el caballo de vapor (C.V.), también son unidades de Potencia.

$$1 H.P. = 746 \text{ Watts} \quad \text{Ec.1.3}$$

$$1 C.V. = 736 \text{ Watts} \quad \text{Ec.1.4}$$

Potencia también es igual a:

$$P = Fv \quad \text{Ec.1.5}$$

P = Potencia mecánica en (Watts).

F = Fuerza en (Newtons).

v = velocidad en metros por segundo (m/s).

Esta expresión permite calcular la potencia si se conoce la velocidad que adquiere el cuerpo, la misma que tendrá una dirección y un sentido igual a la de la fuerza que recibe.

Para conocer la eficiencia (η) o rendimiento de una máquina que produce trabajo, tenemos la expresión:

$$\eta = \frac{\text{Trabajo producido por la máquina}}{\text{Trabajo suministrado a la máquina}} * 100 \quad \text{Ec.1.6}$$

a. TRANSMISIÓN POR BANDA⁵

Uno de los principales usos de la transmisión por banda, es reducir o incrementar la velocidad, entre el motor y la pieza conducida, es el más económico de los elementos de transmisión; su eficiencia depende de la tensión, alineación y longitud.

Características:

- Bajo costo inicial
- Bajo mantenimiento pues no requiere Lubricación
- Fácil instalación
- Reemplazo de componentes en cualquier parte del mundo, pueden cubrir un amplio rango de potencias y velocidades, absorbiendo los impactos favorablemente.

a.1 VENTAJAS

- Funcionamiento suave, sin choques y silencioso.
- Posibilidad de unir el árbol conductor al conducido a distancias relativamente grandes.
- Costo inicial de adquisición o producción relativamente bajo.

a.2 DESVENTAJAS

- Grandes dimensiones exteriores.
- Inconstancia de la relación de transmisión cinemática debido al deslizamiento elástico.

⁵<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/6419/14/TransmisionMecanicaHIDRONEUMATICA.pdf>

- Grandes cargas sobre los árboles y apoyos; por consiguiente considerables pérdidas de potencia por fricción.
- Vida de la banda relativamente corta.

b. TRANSMISIÓN POR CADENAS⁶

Los sistemas de transmisión por cadena se emplean para transmitir movimiento entre dos ejes paralelos que se encuentran alejados entre sí, aunque las diferentes configuraciones de los elementos que la componen, pueden hacer variar la función final del sistema, es decir, el sistema puede tener la finalidad de transmitir movimiento entre los ejes, servir como sistemas de elevación o como sistemas transportadores.

En la figura 1.6 se muestra una transmisión por cadenas.



Figura 1. 6: Transmisión por cadena

Fuente: <http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecnica>

⁶ <http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecnica>

c. TRANSMISIÓN POR ENGRANAJES

Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales a la mayor se le denomina corona y el menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía.

Tienen como finalidad la transmisión de la rotación o giro de un eje a otro distinto, reduciendo o aumentando la velocidad del primero, constituyendo los llamados reductores o multiplicadores de velocidad y los cambios de velocidades.

Cuando un engranaje pequeño impulsa a otro más grande, disminuye la frecuencia y aumenta el momento de torsión. En el caso de que un engranaje grande impulse a otro más pequeño, la frecuencia se incrementa pero el momento de torsión se reduce. En la figura 1.7 se indica una transmisión por engranajes.

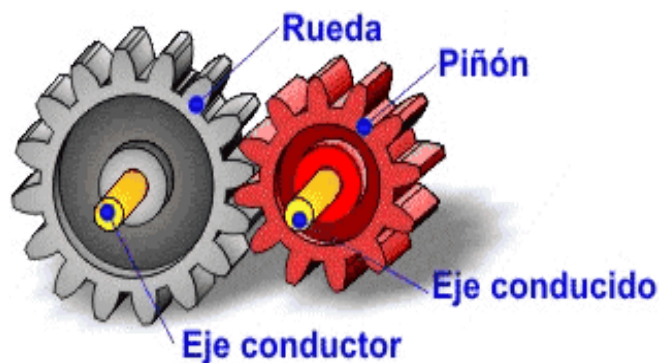


Figura 1. 7: Transmisión por engranajes

Fuente: <http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecnica>

c.1 VENTAJAS

- Es uno de los mejores medios para la transmisión de movimiento de rotación

- Pequeño espacio físico
- Poco ruido
- Relación constante de velocidad
- Bajo costo de mantenimiento
- Alta confiabilidad.

c.2 DESVENTAJAS

- Posible interferencia en los dientes
- Mayor tiempo en su construcción
- Elevado tiempo de rectificado
- Costo elevado.

1.4 ACTUADORES.⁷

Un Actuador es un dispositivo mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico, la fuerza que provoca el actuador proviene de tres fuentes posibles: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica (motor eléctrico o solenoide). Dependiendo del origen de la fuerza el actuador se denomina “neumático”, “hidráulico” o “eléctrico”.

El actuador más común es el actuador manual o humano. Es decir, una persona mueve o actúa un dispositivo para promover su funcionamiento. Con el tiempo, se hizo conveniente automatizar la actuación de dispositivos, por lo que diferentes dispositivos hicieron su aparición. Actualmente hay básicamente dos tipos de actuadores.

- Lineales

⁷ <http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

- Rotatorios

Los actuadores lineales generan una fuerza en línea recta, tal como haría un pistón. Los actuadores rotatorios generan una fuerza rotatoria, como lo haría un motor eléctrico.

1.4.1 ACTUADORES NEUMÁTICOS

El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene por cilindros de émbolo. También encontramos actuadores neumáticos de rotación continua (motores neumáticos), movimientos combinados e incluso alguna transformación mecánica de movimiento que lo hace parecer de un tipo especial.

a. CILINDROS DE SIMPLE EFECTO

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido, el embolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. En la figura 1.8 se muestra un cilindro de simple efecto.

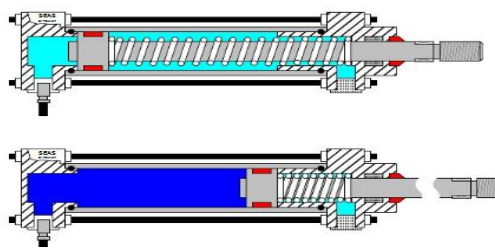


Figura 1. 8: Cilindro de Simple Efecto

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así

que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza, también la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.

b. CILINDROS DE DOBLE EFECTO

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. En la figura 1.9 se muestra un cilindro de doble efecto.

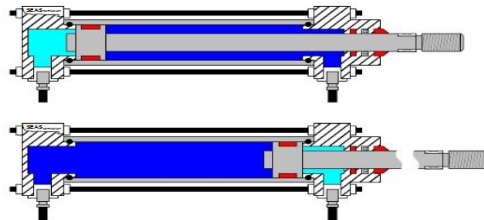


Figura 1. 9: Cilindro de doble efecto

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general (en función del tipo de válvula empleada para el control), los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está

comunicada con la atmósfera, y viceversa. Este proceso de conmutación de aire entre cámaras nos ha de preocupar poco, puesto que es realizado automáticamente por la válvula de control asociada (disposiciones de 4 ó 5 vías con 2 ó 3 posiciones). En definitiva, podemos afirmar que los actuadores lineales de doble efecto son los componentes más habituales en el control neumático.

1.5 ELECTROVÁLVULAS⁸

Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. En general, se elige el accionamiento eléctrico para mandos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de conexión.

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas se dividen en válvulas de mando directo y mando indirecto. En la figura 1.10 se muestra una electroválvula.



Figura 1. 10: Electroválvula

Fuente: <http://www.olagorta.com/Neumatica.htm>

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

⁸ <http://es.scribd.com/doc/50110024/77/Electrovalvulas-valvulas-electromagneticas>

Existen varios tipos de electroválvulas, en algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento, es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle, esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación, hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.

1.6 PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)⁹

Los Controladores Lógicos Programables o PLC (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy utilizados en automatización industrial. Los PLC's no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales lógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores PID (Proporcional Integral y Derivativo),etc.

⁹ <http://www.infopl.net/documentacion/5-automatas/12-que-es-un-plc-y-un-scada>

1.6.1 COMPONENTES BÁSICOS DE UN PLC

Los componentes de un PLC básico son los siguientes: Rack principal, Fuente de alimentación, CPU, Tarjetas entradas/salidas digital, Tarjetas entradas/salidas analógicas.

- **Rack Principal.-** Este elemento es sobre el que se "enchufan" o conectan el resto de los elementos. Va atornillado a la placa de montaje del armario de control. Puede alojar a un número finito de elementos dependiendo del fabricante y conectarse a otros racks similares mediante un cable al efecto, llamándose en este caso rack de expansión.
- **Fuente de Alimentación.-** Es la encargada de suministrar la tensión y corriente necesarias tanto a la CPU como a las tarjetas (según fabricante). La tensión de entrada es normalmente de 110/220VAC de entrada y 24 DCV de salida que es con la que se alimenta a la CPU.
- **CPU.-** Es el cerebro del PLC. Consta de uno o varios microprocesadores (según el fabricante) que se programan mediante un software propio, la mayoría de ellos ofrecen varias formas de programación (lenguaje contactos, lenguaje mnemónico o instrucciones, lenguaje de funciones, etc). Trabajan según la lógica de 0 y 1, esto es, dos estados para un mismo bit, normalmente trabajan con bases de 16 bits, del 0 al 15 aunque algunos modernos trabajan con bases de 32 bits según los modelos de CPU ofrecen en principio más o menos capacidad de memoria pero también va ligado esto a un aumento de la velocidad del reloj del procesador y prestaciones de cálculo o funciones matemáticas especiales.
- **Tarjetas Entradas/Salidas Digitales.-** Se enchufan o conectan al rack y comunican con la CPU a través de la citada conexión. En el caso de las entradas digitales transmiten los estados 0 o 1 del proceso (finales de carrera, detectores, conmutadores, etc.) a la CPU. En el caso de las salidas, la CPU determina el estado de las mismas tras la ejecución del programa y las activa o desactiva en consecuencia. Normalmente se utilizan tarjetas de entradas de 24 DCV y salidas

de 24 DCV, aunque también las hay de 110 y 220 VAC, depende de las preferencias y normativas locales. Las hay de 8, 16 y 32 entradas o salidas o mezclas de ambas,

- **Tarjetas Entradas/Salidas Análogas.-** Se enchufan o conectan al rack de igual manera que las anteriores, pero teniendo en cuenta que en algunos modelos de PLC's han de estar situadas lo más cerca posible de la CPU. Estas tarjetas leen un valor analógico e internamente lo convierten en un valor digital para su procesamiento en la CPU, esta conversión la realizan los convertidores analógico-digitales internos de las tarjetas que en algunos casos es uno para todos los canales de entrada o salida aunque actualmente se tiene uno por cada canal de entrada o salida. En este último caso el procesamiento de las señales analógicas es mucho más rápido que en el otro. Estas tarjetas son normalmente de 2, 4, 8 o 16 entradas/salidas analógicas, llamándose a cada una de ellas canal y empezando por el 0, esto es, una tarjeta de 4 canales analógicos comenzaría por el 0 y terminaría en el 3. Los rangos de entrada están normalizados siendo lo más frecuente el rango de 4-20 mA (miliamperios) y 0-10 DCV, aunque también existen de 0-20 mA, 1-5V, 0-5V, etc. Lo más importante a la hora de elegir una tarjeta analógica es que esta disponga de separación galvánica para cada canal, es decir, que los canales sean totalmente independientes electrónicamente unos de otros dentro de la propia tarjeta para que no se afecten mutuamente por efecto de una mala tierra o derivación a la misma de uno de ellos.

a. CARACTERÍSTICAS DEL PLC SIEMENS SIMATIC S7-200.¹⁰

La serie S7-200 comprende diversos sistemas pequeños de automatización (Micro-PLC's) que se puede utilizar para diversas tareas, de acuerdo a la aplicación o al campo que se requiere utilizarlo, ya que tiene una gran variedad de operaciones, facilidad de comunicación, conexión con módulos de expansión, módulos de señales

¹⁰ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/plcautomatizacion/

analógicas que facilitan el proceso de automatización, en la figura se muestra un PLC S7-200, los mismos son diseñados para numerosas aplicaciones de control, además los diversos tamaños y fuentes de alimentación de la CPU, se ajustan a la necesidad de un sistema de control, estas ventajas son esenciales en los actuales diseños, ya que hoy en día se busca reducir espacio, optimizar aplicaciones y más que todo sistemas de confiabilidad y fácil operación para el usuario.



Figura 1. 11: PLC Siemens Simatic S7-200

Fuente: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/plcautomatizacion/

Entre las varias operaciones que dispone el PLC, podemos decir que es capaz de realizar operaciones matemáticas en coma fija, coma flotante, operaciones de comparación, dispone además de temporizadores, contadores ascendentes, descendente, también puede operar a nivel de byte, palabra, doble palabra, entero o en número real, entre otras aplicaciones podemos programar contadores rápidos (Alta Velocidad), sistemas PID .

1.7 SENSORES ¹¹

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad

¹¹ <http://medicionesindustriales2007i.blogspot.com/2007/05/sensores-capacitivos-e-inductivos.html>

lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable de instrumentación con lo que puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo.

1.7.1 SENSOR CAPACITIVO¹²

Los sensores capacitivos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto. Estos sensores aprovechan el efecto que tienen los materiales como el papel, vidrio, plástico, aceite, agua, así como de los metales, de aumentar la capacidad del sensor cuando se encuentran dentro del campo eléctrico generado.

Los sensores capacitivos constan de un condensador que genera un campo eléctrico. Este condensador forma parte de un circuito resonador, de manera que cuando un objeto se acerca a este campo, la capacidad aumenta y el circuito empieza a resonar.

Un sensor capacitivo de forma cilíndrica apenas se puede distinguir del sensor inductivo, pues los fabricantes emplean normalmente carcazas idénticas. Lo que hace el objeto, al estar dentro del campo eléctrico, es aumentar la capacidad de esa área, y por lo tanto cambiar la capacitancia de la misma; esto hace que el circuito interno del sensor entre en resonancia.

¹² <http://mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>

a. LÍMITES DE SENSIBILIDAD

El valor límite del cambio de capacidad es de 0.1pF, es por eso que los sensores capacitivos no tienen dimensiones tan pequeñas como los inductivos. El sensor capacitivo debe tener por lo menos una superficie de 1cm² (M12). Los sensores capacitivos no poseen una buena reproducibilidad del punto de detección.

b. DISTANCIA DE DETECCIÓN

Mediante un potenciómetro se puede ajustar la distancia de detección del sensor. El campo eléctrico generado por el sensor es tan débil (μW), que no hay irradiación de energía. En la figura 1.12 se muestra un sensor capacitivo.



Figura 1. 12: Sensor capacitivo

Fuente: <http://mes-sigma.net/Cursos/imagenes/Sensores%20Capacitivos.pdf>

c. APLICACIONES

Detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, posicionamiento de cintas transportadoras, detección de bobinas de papel, conteo de piezas metálicas y no metálicas entre otros.

d. VENTAJAS

- Detecta todos los materiales.

- Buena confiabilidad, no produce el efecto de rebote.

- Mayor velocidad de accionamiento.

e. DESVENTAJAS

- Más caros que los sensores inductivos.
- No poseen una distancia de detección tan grande como los sensores ópticos.

f. APLICACIONES

- Industrias de plástico.
- Detección de nivel.
- Supervisión de llenado de envases.
- Control de nivel.
- Control de flujo de líquidos.

1.7.2 SENSOR INDUCTIVO¹³

Los sensores inductivos utilizan medios magnéticos para detectar la presencia de un objeto. Se emplean habitualmente para detectar materiales férricos. En la figura 1.13 se muestra un sensor inductivo.

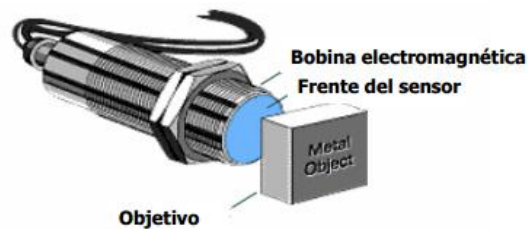


Figura 1. 13: Sensor inductivo

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES PLC PDF S/24 SENSORES INDUCTIVOS.PDF>

¹³ <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES PLC PDF S/24 SENSORES INDUCTIVOS.PDF>

a. COMPONENTES DE UN SENSOR INDUCTIVO

En la figura 1.14 se indican las partes principales que conforman un sensor inductivo.

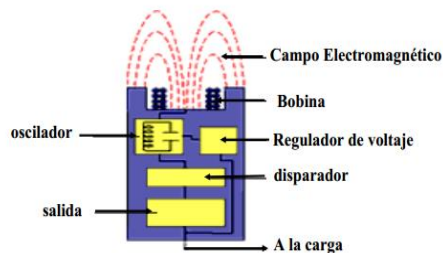


Figura 1. 14: Componentes de un sensor inductivo

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES PLC PDF S/24 SENSORES INDUCTIVOS.PDF>

b. FUNCIONAMIENTO

Cuando un objetivo metálico entra en el campo circulan corrientes dentro del objetivo. Esto aumenta la carga en el sensor, disminuyendo la amplitud del campo electromagnético. El circuito de disparo monitorea la amplitud del oscilador y a un nivel predeterminado, conmuta el estado de salida del sensor. Conforme el objetivo se aleja del sensor, la amplitud del oscilador aumenta. A un nivel predeterminado, el circuito de disparo conmuta el estado de salida del sensor de nuevo a su condición normal. En la figura 1.15 se observa el flujo de corrientes.

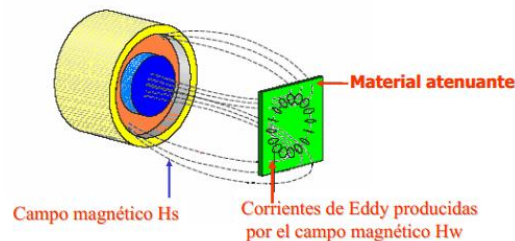


Figura 1. 15: Funcionamiento de un sensor inductivo

Fuente: <http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES PLC PDF S/24 SENSORES INDUCTIVOS.PDF>

c. APLICACIONES

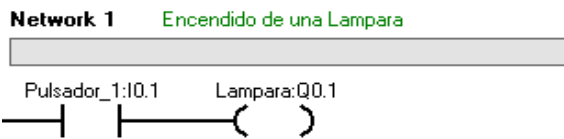
- Detección de ruptura de brocas.
- Detección de presencia de latas y tapas.
- Detección de elementos metálicos.

1.8 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

1.8.1 STEP7-MICRO/WIN 32

Es una aplicación simple que se controla por medio de tres editores los mismos que se ajustan a las necesidades del usuario. En la figura 1.15 se observan el encendido y apagado de una lámpara verde usando los diferentes tipos de lenguaje que posee el programa STEP 7 Micro/Win como los son elKOP, AWL y FUP.

KOP(Esquema de contactos)



AWL(Lista de instrucciones)

Network 1 Encendido de una Lámpara

```
LD Pulsador_1:I0.1  
= Lampara:Q0.1
```

FUP(Diagrama de funciones)

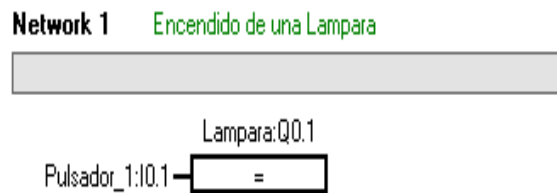


Figura 1. 16: Editores de programación

Fuente: Del Autor.

a. EDITOR AWL

El editor AWL controla nemotécnicamente las operaciones del programa en forma textual, este lenguaje es comparable con el lenguaje ensamblador. El lenguaje AWL resuelve la lógica de control usando la pila lógica, este solo se puede dar en juego de operaciones SIMATIC.

b. EDITOR KOP

El editor KOP es una programación grafica, que simula el flujo de corriente al igual que la corriente eléctrica en condiciones lógicas permitiendo así que las salidas se habiliten. El editor KOP posee contactos abiertos/ cerrados y una barra de alimentación.

La lógica se divide en segmentos (networks). El programa se ejecuta un segmento tras otro, de izquierda a derecha y luego de arriba abajo. El editor KOP representa a las entradas como: Interruptores, botones o condiciones internas.

Las salidas como: Lámparas, arrancadores de motor, relés interpuestos o condiciones internas de salida.

Las operaciones adicionales como: temporizadores, contadores u operaciones aritméticas.

c. EDITOR FUP

El editor FUP presenta el programa en forma gráfica al igual que los circuitos de compuertas lógicas, este no posee contactos ni bobinas como es en el caso del editor KOP, pero tiene cuadros que equivalen a estos. El editor FUP no posee el flujo de corriente como lo tiene el editor KOP, pero utiliza el concepto de flujo de señales para los bloques lógicos.

El encendido y apagado de un bloque lógico esta representador por “0 o 1”l.

d. MODOS DE OPERACIÓN

El S7-200 posee dos modos de operación: STOP y RUN.

Modo STOP: En este modo el programa no se ejecuta y se puede realizar cambios al programa.

Modo RUN: En este modo el programa podrá ser ejecutado.

e. ELEMENTOS BÁSICOS DE UN PROGRAMA

Un bloque de programa tiene el código a ejecutarse y los comentarios. El código ejecutable tiene el programa principal, subrutinas y/o rutinas de interrupción (opcionales). El código es compilado para en lo posterior ser cargado en el S7-2000, con excepción de los comentarios.

f. PROGRAMA PRINCIPAL

El programa principal también conocido como OB1 es la parte del programa que tiene las operaciones a controlar en la aplicación, las cuales se ejecutan secuencialmente en cada ciclo.

g. SUBROUTINAS

Son elementos opcionales que ayudan al programador ahorrar tiempo ya que desde el programa principal el usuario puede llamar a estas rutinas de interrupción las veces que necesite.

h. VENTAJAS

- Reduce el tamaño del programa.
- Reducen el tiempo de ciclo.
- Son portátiles y fáciles de modificar para que se adecuen a la nueva aplicación

i. RUTINAS DE INTERRUPCIÓN

Las rutinas de interrupción pueden ser programadas para realizar eventos de interrupción predefinidos. El S7-200 realiza una rutina de interrupción si el evento asociado se produce.

La rutina de interrupción no puede ser llamada por el programa principal. Una rutina de interrupción esta sujeta a un evento de interrupción, donde el S7-200 realiza las operaciones que esa rutina tiene si el evento esta ejecutándose.

1.9 ACERCA DE SOLIDWORKS

SolidWorks es un paquete de diseño mecánico que utiliza la plataforma de Microsoft Windows. Este programa permite dibujar elementos mecánicos en tres dimensiones de una manera rápida y fácil. Este programa trabaja con tres tipos de archivos, piezas, ensamblajes y dibujos. Las piezas son los bloques principales de los modelos de SolidWorks, se guardan en archivos de documento con extensión **.sldprt*. Los ensamblajes son conjuntos de piezas relacionadas, guardadas en archivos de documento con extensión **.sldasm* Pueden contener desde 2 hasta 1000 componentes que pueden ser piezas u otros subensamblajes.

Para realizar un ensamblaje entre dos piezas es necesario definir relaciones de posición entre las piezas. Estas relaciones de posición pueden ser de tipo:

coincidentes, concéntricas, paralelas, perpendiculares de distancia, etc. Estas relaciones de posición determinan los grados de libertad que una pieza tiene con respecto a otra. Con esta facultad, se puede simular movimientos relativos entre piezas y de esta manera verificar un buen diseño.

Una herramienta muy útil que este programa presenta es el análisis de interferencias. Esta herramienta se utiliza para analizar ensamblajes, y no es otra cosa que determinar si hay o no superposición de piezas. Además este paquete computacional permite transformar rápidamente piezas o ensamblajes en planos con todas las vistas requeridas. Estos planos constituyen el tercer tipo de archivo de SolidWorks, los dibujos. Estos archivos se graban con la extensión **.drw* , **.slddrw*, o **.dwt*. La última es extensión de AutoCAD, por lo tanto se puede manejar estos archivos desde este programa. El paquete SolidWorks cuenta con la aplicación SolidWorks Animator, la cual permite animar y capturar los ensamblajes de SolidWorks en movimiento. SolidWorks Animator genera archivos **.avi* los cuales pueden ser reproducidos en cualquier sistema basado en Windows. La aplicación SolidWorks Animator permite crear una animación que se mueva por la pantalla, animación de vista explosionada, o la animación de una vista colapsada. Además permite crear de forma explícita trayectos de movimiento para varios componentes de un ensamblaje de SolidWorks.

El software CosmosWorks es una aplicación del paquete Cosmos integrada a SolidWorks. Sirve para analizar piezas previamente realizadas en SolidWorks. Este software utiliza el Método de Elementos Finitos (FEM) para simular las condiciones de trabajo de un diseño y predecir su comportamiento. El Método de elementos finitos requiere la solución de grandes sistemas de ecuaciones. CosmosWorks posee solucionadores rápidos, por lo que hace posible que un diseñador verifique rápidamente la integridad de sus diseños y busque la solución óptima.

CosmosWorks tiene la capacidad de efectuar análisis de esfuerzo, pandeo, deflexión, etc. Este tipo de análisis nos ayuda a verificar el buen desempeño de un diseño en

condiciones de trabajo muy reales. Además SolidWorks posee una gran gama de librerías de elementos mecánicos estandarizados en diferentes normas internacionales, como son tornillos, tuercas, arandelas, rodamientos, perfiles estructurales, anillos de retención, engranajes, etc. También se puede anotar que este paquete cuenta con módulos para efectuar cálculos de vigas en diferentes configuraciones de cargas y con diferentes geometrías de sección, así como un módulo para realizar cálculo de rodamientos.

Otra herramienta útil de este programa es aquella destinada al diseño de levas. SolidWorks cuenta con una herramienta llamada Drawings la cual permite enviar piezas, ensambles o dibujos a otras computadoras a través del correo electrónico de forma fácil, rápida y segura ya que genera archivos compactos pero con toda la información requerida y sin necesidad de tener instalado el paquete SolidWorks en la máquina que recibe el archivo.

CAPÍTULO 2

DISEÑO DE LA EMBOLSADORA

2.1 ASPECTOS PRELIMINARES DEL DISEÑO DE LA MÁQUINA

2.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA EMBOLSADORA

a. CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- La máquina debe ser capaz de embolsar sin ninguna dificultad.
- El tiempo de embolsado debe de ser exacto para el funcionamiento correcto de la máquina.

b. CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS

- El ciclo de embolsado debe ser controlado por un solo mando. En este caso será un PLC Siemens S7-200 CPU 214.
- Una vez que las botellas de plástico hayan sido etiquetadas, deberán ingresar por la parte frontal a la maquina embolsadora, mediante el sistema de bandas transportadoras.

c. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO

- El principal parámetro de diseño será la precisión, debido a que la maquina embolsadora debe ser exacta y precisa en el embolsado de botella, evitando que los tiempos propuestos de embolsado varíen y perjudiquen la producción de la empresa.

2.2 DISEÑO MECÁNICO

2.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Para el diseño del sistema de transmisión se tiene los siguientes datos, mostrados a continuación.

- Potencia del motor $P=0.23Kw$.
- Velocidad angular de la rueda motriz $\omega = 17rpm$.

- Número de dientes de la rueda motriz $N_1=17$ (Anexo A-8)
- Relación de transmisión 1:1
- $C/P=12$.
- Tipo de cadena ANSI 40 (Anexo A-8).

a. NÚMERO DE PASOS DE LA CADENA

Para determinar el número de pasos de la cadena se utiliza la Ec.2.1.

$$\frac{L}{P} = \frac{2C}{P} + \frac{N_1+N_2}{2} + \frac{(N_2-N_1)}{4\pi^2\frac{C}{P}} \quad \text{Ec.2.1}$$

$$\frac{L}{P} = 2(12) + \frac{17 + 17}{2} + \frac{(17 - 17)}{4\pi^2(12)}$$

$$\frac{L}{P} = 41 \text{ pasos}$$

b. LONGITUD DE LA CADENA

Para determinar la longitud de la cadena se reemplaza el paso del tipo de cadena a utilizarse.

El paso de la cadena ANSI 40 es de $\frac{1}{2}$ pulgada.

$$L = 41 \times P$$

$$L = 41(0.5plg)$$

$$L = 20.5 \text{ plg} = 0.52m$$

La longitud total de la cadena es de 0.52m.

Esta longitud está comprendida desde el piñón del motor hacia el piñón del sistema de empuje

c. DISTANCIA ENTRE CENTROS

Se utiliza la Ec.2.2 para calcular la distancia entre centros.

$$\frac{C}{P} = \frac{1}{4} \left[-A + \sqrt{A^2 - 8 \left(\frac{N_2 - N_1}{2\pi} \right)^2} \right] \quad \text{Ec.2.2}$$

$$A = \frac{N_1 + N_2}{2} - \frac{L}{P}$$

$$A = \frac{17 + 17}{2} - 41 = -24$$

$$\frac{C}{P} = \frac{1}{4} \left[24 + \sqrt{(-24)^2 - 8 \left(\frac{17 - 17}{2\pi} \right)^2} \right]$$

$$\frac{C}{P} = 12$$

$$C = 12(0.5 \text{ plg})$$

$$C = 0.152m$$

La distancia entre centros es de 0.152m.

Esta distancia determinada está comprendida desde el centro del piñón del motor hacia el centro del piñón del sistema de empuje.

2.2.2 DISEÑO DEL EJE

a. CÁLCULO DE LAS REACCIONES EN EL EJE

La figura 2.1 muestra las reacciones provocadas en los cojinetes, ubicados en los puntos B y D, como se observa en la representación gráfica.

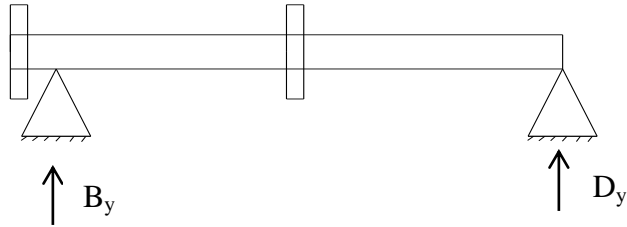


Figura 2. 1: Reacciones producidas en los cojinetes

Mediante los datos que presentan a continuación se procede con el diseño del eje.

- Potencia del motor $P=0.23\text{Kw}$.
- Diámetro de las catalina $\text{Ø}=2.721\text{plg}=0.0691\text{m}$ (Anexo A-9).
- Velocidad angular de la rueda conductora $w=17\text{rpm}$.

El material a utilizarse en el diseño es el acero ASTM A36, este acero tiene un límite de fluencia de 250MPa (Anexo A-3).

El factor mínimo de seguridad del diseño será $\text{FS}= 2$.

Se determina el torque producido por el motor a partir de la Ec.2.3

$$T = \frac{P \times 9550}{n} \quad \text{Ec.2.3}$$

Dónde:

T = Torque en N-m.

P = Potencia en KW.

n = Velocidad angular en RPM.

$$T = \frac{(9550)(0.23\text{Kw})}{17\text{rpm}}$$

$$T = 129.2Nm$$

El torque producido por el motor es de 129.2Nm.

En la siguiente figura se muestra la distribución de las fuerzas y reacciones con sus respectivas medidas.

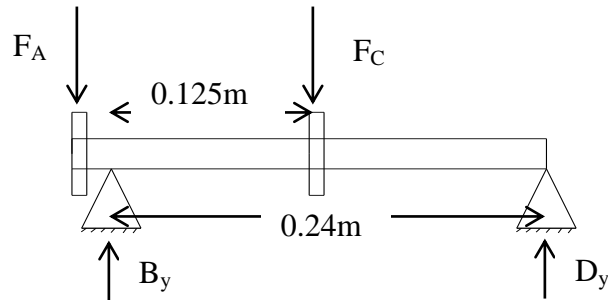


Figura 2. 2: Diagrama de cuerpo libre

A partir de la Ec.2.4 determinaremos la fuerza en el punto A.

$$T = F \times r \quad \text{Ec.2.4}$$

$$T = F_A \times r_A$$

$$129.2Nm = F_A \times \left(\frac{0.0691m}{2} \right)$$

$$F_A = \frac{129.2Nm}{0.0345m}$$

$$F_A = 3744.92N$$

La fuerza requerida para empujar las botellas y el carro se determinan a continuación, esta fuerza actúa en el punto C.

$$F_C = F_e + F_{carro} \quad \text{Ec.2.5}$$

Donde

F_e = Fuerza de empuje de las botellas.

F_{carro} = Fuerza del carro.

Cada botella tiene un peso de 37.2 gramos.

$$F_e = m_T \times 9.8 \frac{m}{s^2}$$

Donde

m_T = Masa total de las botellas (3.34Kgr)

$$F_e = (3.34Kgr)(9.8 \frac{m}{s^2})$$

$$F_e = 32.73N$$

$$F_{carro} = m_C \times 9.8 \frac{m}{s^2}$$

Donde

m_C = Masa del carro.

El material con el cual está construido el carro es ASTM A36, tubo estructural cuadrado de dimensiones de 25mm x 2mm de espesor (Anexo A-1).La longitud total del carro es de 7.40m. La siguiente figura muestra las dimensiones del carro.

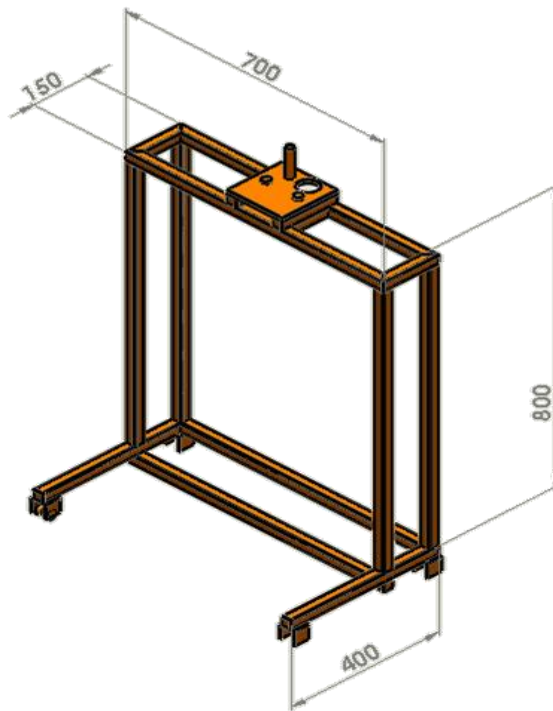


Figura 2. 3: Dimensiones del carro

De acuerdo a la tabla del Anexo A-1 se determina la masa del carro.

$$m_c = \text{peso} \times \text{longitud}$$

$$m_c = (1.47 \text{kg/m})(7.40 \text{m})$$

$$m_c = 10.78 \text{Kgr}$$

$$F_{\text{carro}} = (10.78 \text{Kgr})(9.8 \text{m/s}^2)$$

$$F_{\text{carro}} = 105.64 \text{N}$$

Por lo tanto la fuerza en C es:

$$F_C = 32.73 \text{N} + 105.64 \text{N}$$

$$F_C = 138.37N$$

$$\sum F_y = 0$$

$$B_y - F_A - F_C + D_y = 0$$

$$B_y - 3744.92N - 138.37N + D_y = 0$$

$$B_y + D_y = 3883.29N \text{ Ec.a}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$(3744.92N)(0.04m) - (138.37N)(0.125m) + D_y(0.24m) = 0$$

$$D_y = 552.08N$$

Remplazando D_y en la Ec.a

$$B_y = 3883.29N - 552.08N$$

$$B_y = 3331.21N$$

b. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DEL EJE

La figura 2.4 muestra el diagrama de momentos y reacciones calculadas en el software MDSolids.

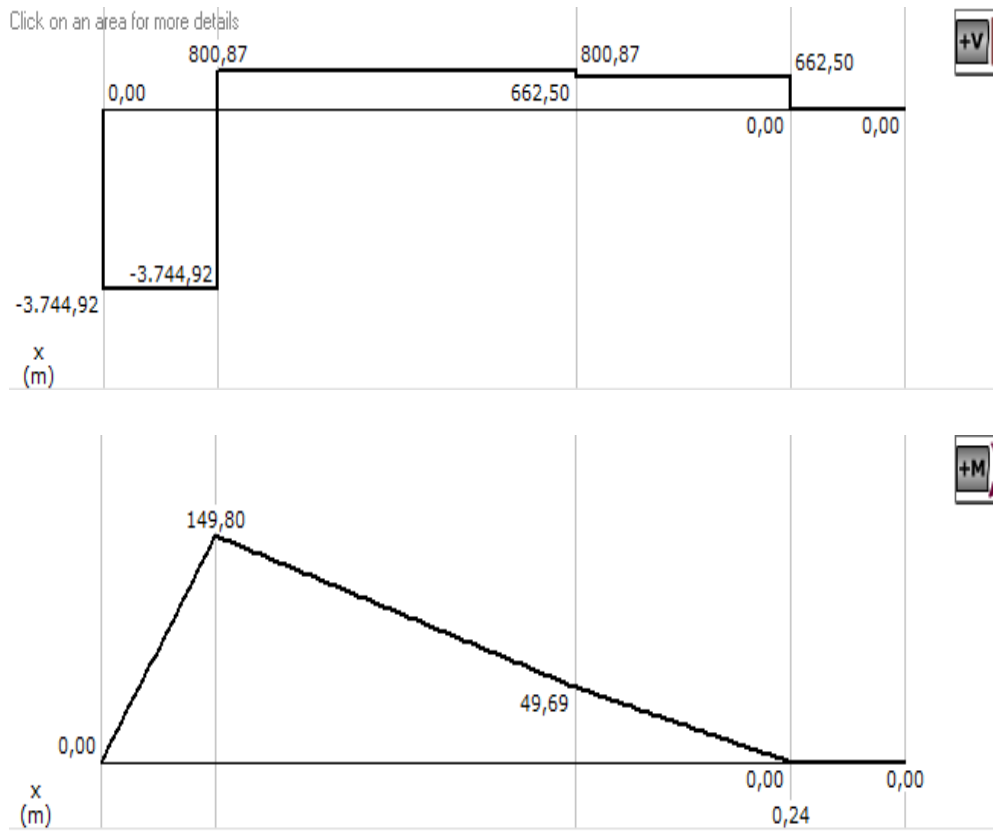


Figura 2.4: Diagrama de las reacciones y momentos calculados

Para determinar el diámetro del eje se aplica la Ec.2.6.

$$d = \left[\frac{32FS}{\pi S_y} (M^2 + T^2)^{1/2} \right]^{1/3} \quad \text{Ec.2.6}$$

Donde

FS= Factor de seguridad (2).

Sy= Limite de fluencia del material (250MPa).

M= Momento (149.8Nm).

T= Torque (129.2Nm).

$$d = \left[\frac{32(2)}{\pi(250 \times 10^6 Pa)} ((149.8Nm)^2 + (129.2Nm)^2)^{1/2} \right]^{1/3}$$

$$d = 0.0253m \approx 0.0254m$$

El diámetro apropiado del eje es de 0.0254m.

En el mercado nacional la adquisición de un eje se lo hace mediante unidades en pulgadas, por lo cual el diámetro determinado equivale a una pulgada.

2.2.3 ESTUDIO CORRESPONDIENTE EN SOLIDWORKS

a. ESTUDIO DEL EJE EN SOLIDWORKS

a.1 TENSION DE VON MISES

Para el análisis del esfuerzo de Von Mises se utilizó el software SolidWorks, el cual nos permitirá determinar la tensión a la cual va estar sometido el eje. Aplicando un material ASTM A36, se obtiene un resultado de 127.05MPa, como se observa en la siguiente figura a continuación.

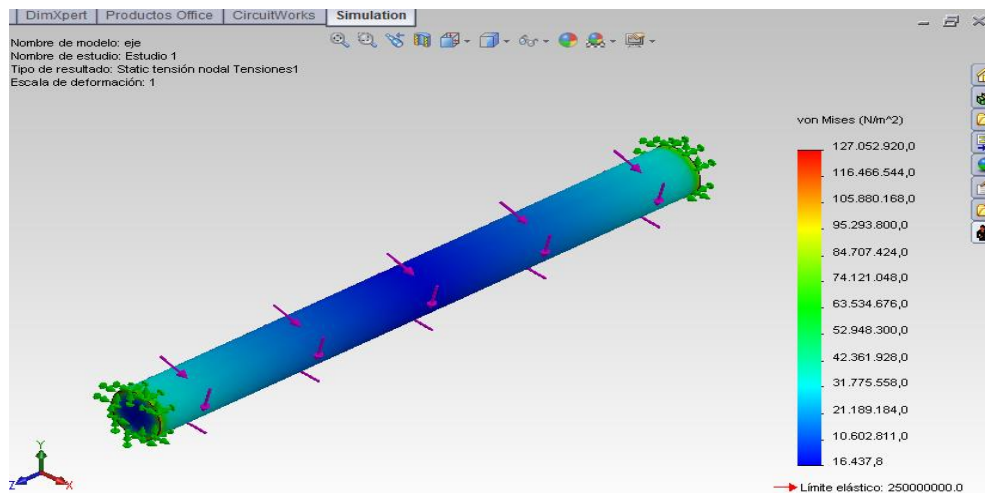


Figura 2. 5: Tensión de Von Mises en SolidWorks

a.2 DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

El desplazamiento resultante obtenido en SolidWorks es de $1.86 \times 10^{-2} mm$, por lo que este resultado no afecta en el funcionamiento normal de la máquina.

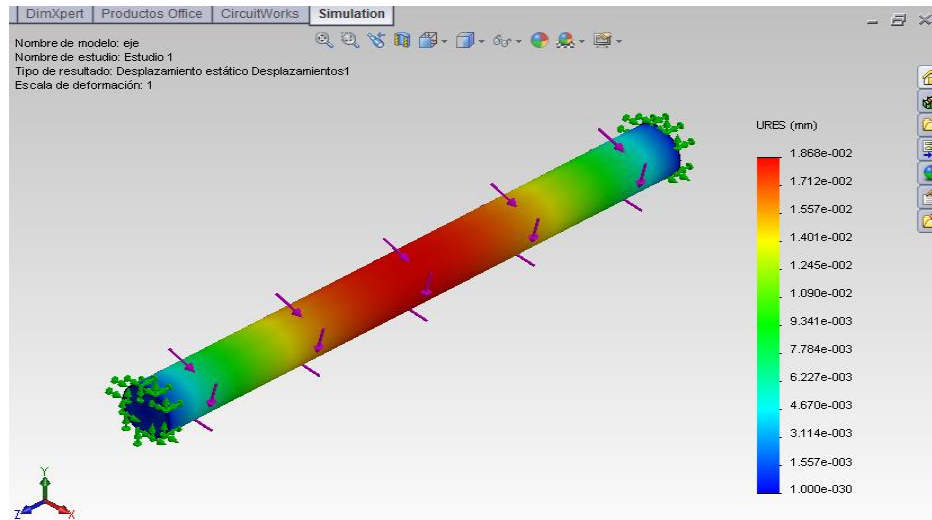


Figura 2. 6: Desplazamiento Resultante en SolidWorks

a.3 FACTOR DE SEGURIDAD

En SolidWorks se obtiene un FS mínimo de 2, como se observa en la figura 2.7.

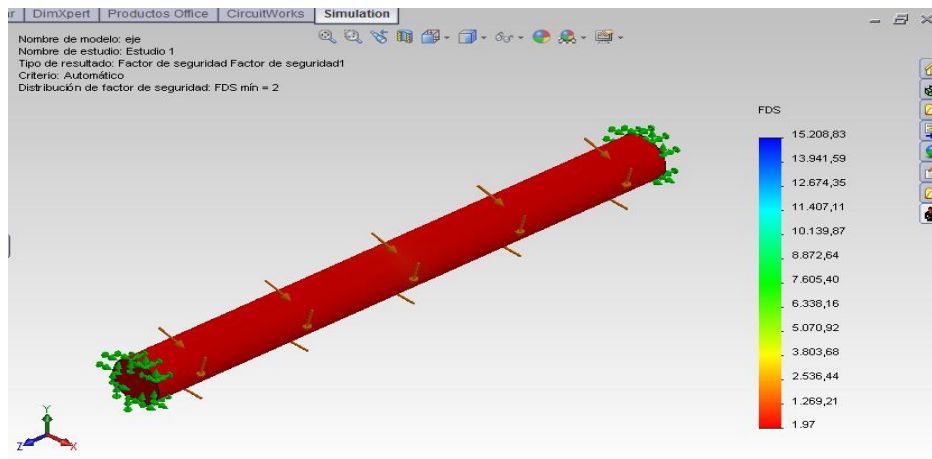


Figura 2. 7: Factor de Seguridad en SolidWorks

b. ESTUDIO DE LA RIEL EN SOLIDWORKS

Para el estudio de la riel se modelo en SolidWorks, como se observa en la figura 2.8.

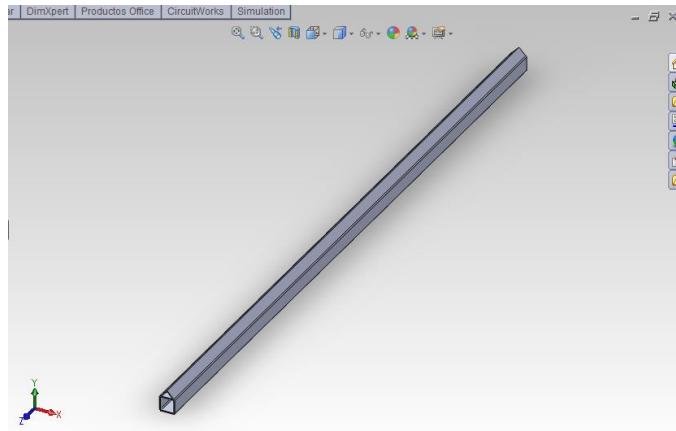


Figura 2. 8: Riel modelado en SolidWorks

b.1 TENSION DE VON MISES

Para determinar Von Mises se modelo en SolidWorks, resultando un esfuerzo de 68.74 Pa, la figura 2.9 muestra el resultado obtenido en SolidWorks.

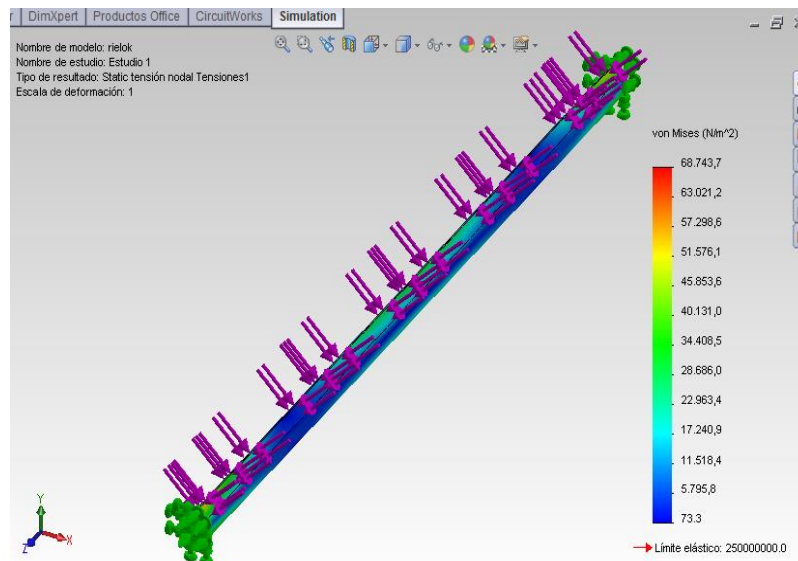


Figura 2. 9: Tensión de Von Mises en SolidWorks

b.2 DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

El desplazamiento resultante es del 6.64×10^{-4} mm, desplazamiento que no afecta en el funcionamiento correcto de la máquina.

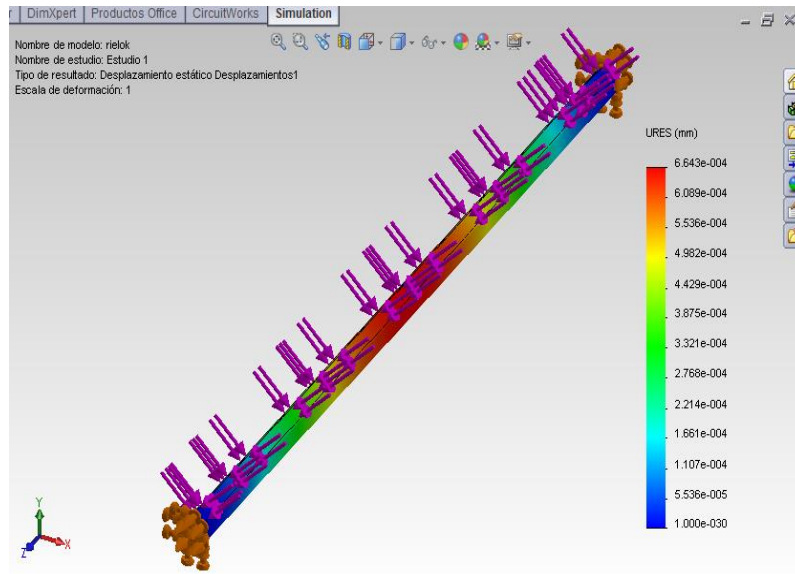


Figura 2. 10: Desplazamiento Resultante en SolidWorks

b.3 FACTOR DE SEGURIDAD

Con la ayuda de SolidWorks se determinó el factor de seguridad de la riel, el cual es del valor de 3.6×10^6 , por lo cual la riel está en la capacidad de trabajar sin ninguna complicación.

La figura 2.11 muestra los resultados que se obtuvieron en SolidWorks.

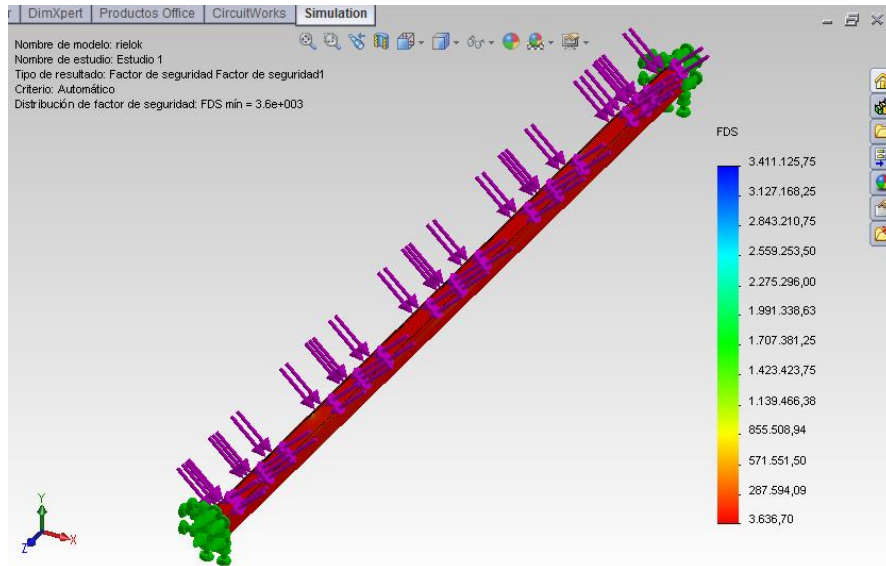


Figura 2. 11: Factor de Seguridad en SolidWorks

c. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA EN SOLIDWORKS

Para el diseño de la estructura de la máquina embolsadora se utilizará tubos cuadrados estructurales ASTM A36 de 30mm y 2mm de espesor. En la figura 2.12 se muestra el esquema de la estructura de la embolsadora modelado en SolidWorks.

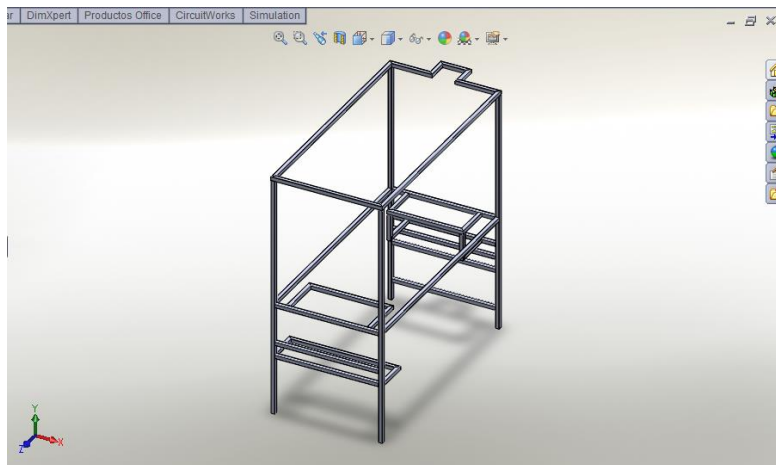


Figura 2. 12: Estructura de maquina embolsadora en SolidWorks

c.1 TENSIÓN AXIAL Y DE FLEXIÓN

Para determinar la tensión axial y de flexión, se modeló en SolidWorks, obteniendo como resultado un esfuerzo de 16.86 MPa.

La figura 2.13 muestra el resultado.

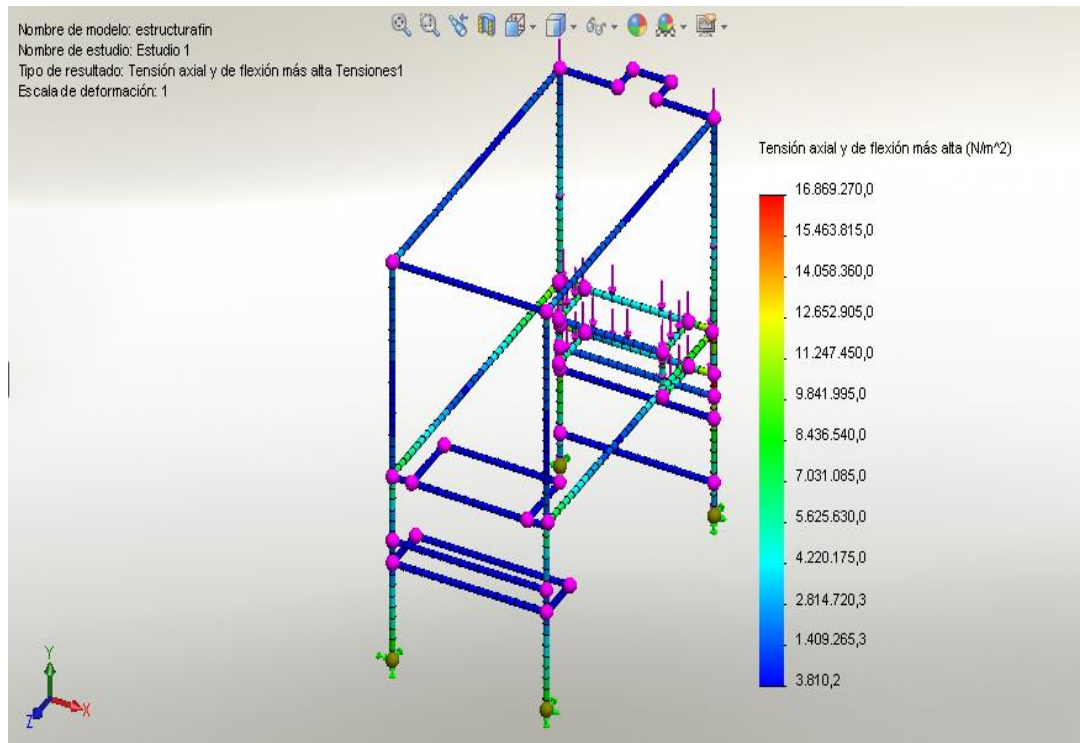


Figura 2.13: Tensión de Von Mises en SolidWorks

c.2 DESPLAZAMIENTO RESULTANTE

El desplazamiento resultante en la estructura es del $8.67 \times 10^{-1}mm$, desplazamiento que no afectará el funcionamiento correcto de la maquina embolsadora.

La figura 2.14 muestra los resultados obtenidos en SolidWorks.

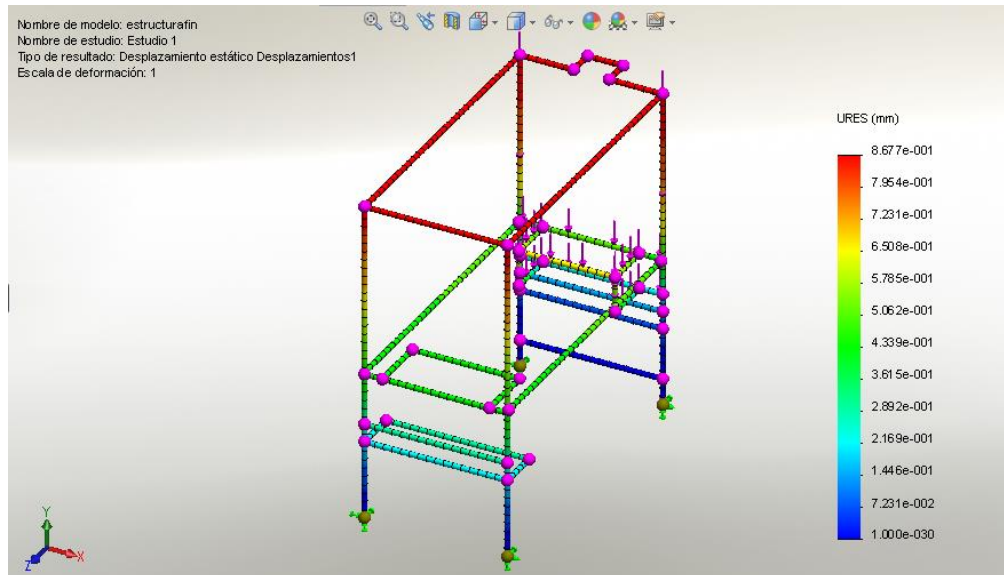


Figura 2. 14: Desplazamiento resultante en SolidWorks

c.3 FACTOR DE SEGURIDAD

El factor de seguridad mínimo para la estructura es de 15, lo cual garantiza que la maquina no tendrá ningún inconveniente en su funcionamiento correcto.

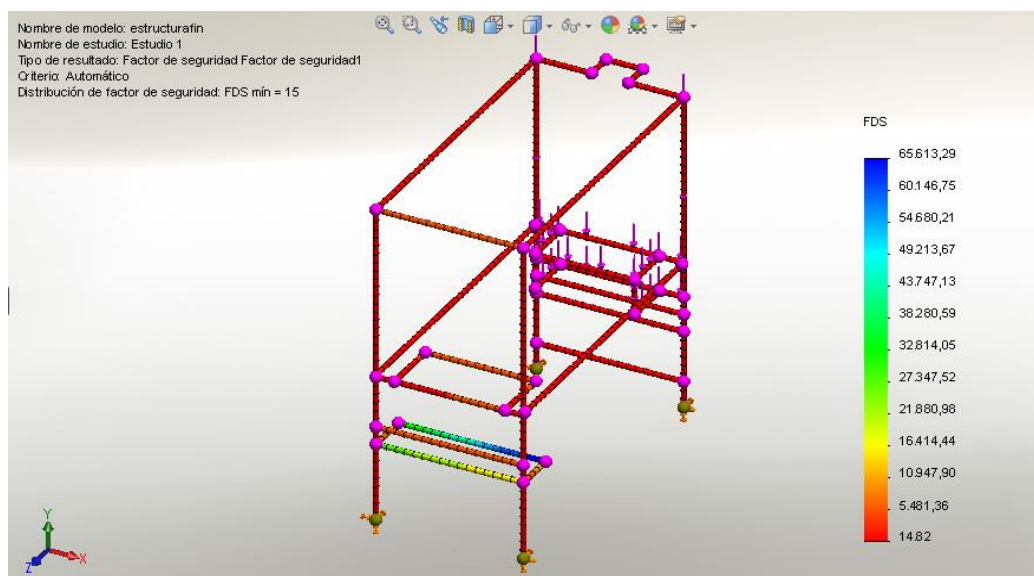


Figura 2. 15: Factor de Seguridad en SolidWorks

2.3 DISEÑO ELÉCTRICO

2.3.1 CIRCUITO DE MANDO MANUAL

El circuito de mando manual se muestra en la figura 2.16, el cual se lo realizo en el software CADe_SIMU. Para el mando manual se utilizó alambre felxible de calibre 18AWG y los diferentes materiales electricos especificados con anterioridad.

El circuito de mando manual tiene dos fuentes de alimentacion , una fuente a 220V de corriente alterna y la otra a 24V de corriente continua.

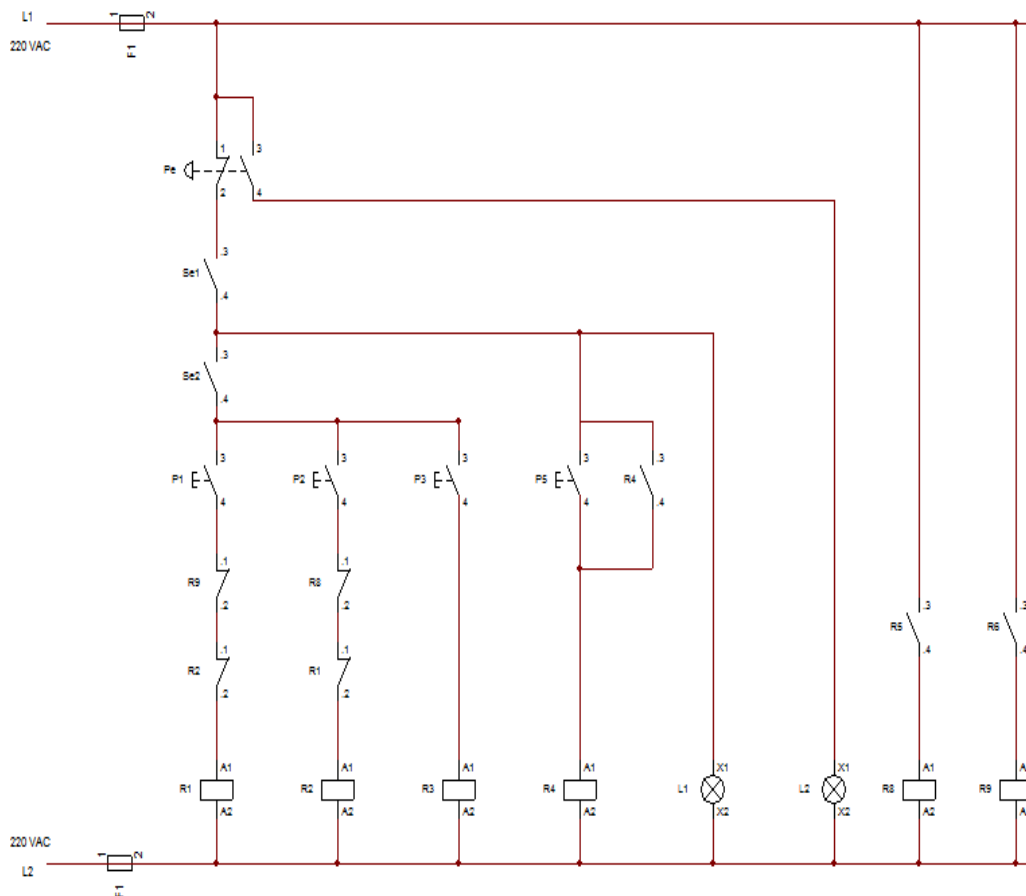


Figura 2. 16: Esquema eléctrico del circuito de mando manual a 220VAC

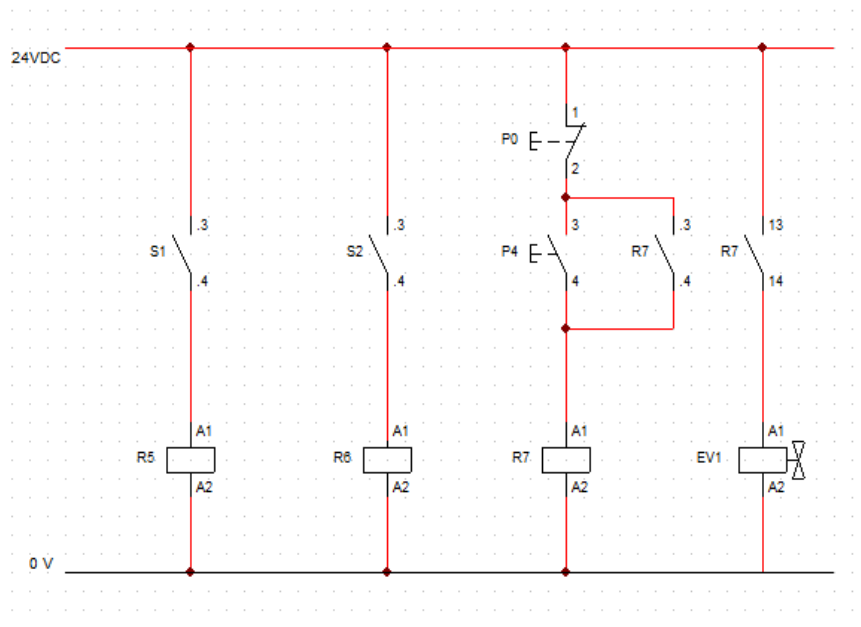


Figura 2.17: :Esquema eléctrico del circuito de mando manual a 24VDC

Donde

Pe= Pulsador de emergencia.

Se1= Selector de dos posiciones (ON-OFF).

Se2= Selector de tres posiciones (MANUAL-0-AUTOMATICO).

P0= Pulsador de paro .

P1= Pulsador 1 (Arranque del motor sentido horario).

P2= Pulsador 2 (Arranque del motor sentido antihorario).

P3= Pulsador 3 (Arranque motor embolsador).

P4= Pulsador 4 (Arranque electroválvula-paleta).

P5= Pulsador 5 (Arranque variador-banda).

R1= Rele 1 (Motor sentido horario).

R2= Rele 2 (Motor sentido antihorario).

R3= Rele 3 (Motor embolsador).

R4= Rele 4 (Variador-banda).

R5= Rele 5 (Final de carrera S1 24VDC).

R6= Rele 6 (Sensor S2 24VDC).

R7= Rele 7 (Electroválvula-paleta 24VDC).

R8= Rele 8 (Fina de carrera S1 220V).

R9= Rele 9 (Sensor S2 220V)

EV1= Electroválvula 1.

L1= Lampara de inicio (Verde).

L2= Lampara de parada (Rojo).

F1= Proteccion Termomagnetica.

2.3.2 CIRCUITO DE POTENCIA

a. INVERSION DE GIRO

El motor tiene que cumplir con la funcion de girar en sentido horario al momento de empujar las botellas y de girar en sentido antihorario al momento de retornar a su posicion inicial. Para realizar la inversion de giro del motor trifasico se utiliza el mando de dos reles trifasicos de 220VAC, realizando el cambio de dos fases para que se ejecute la inversion de giro. La figura 2.18 muestra el esquema de la inversion de giro.

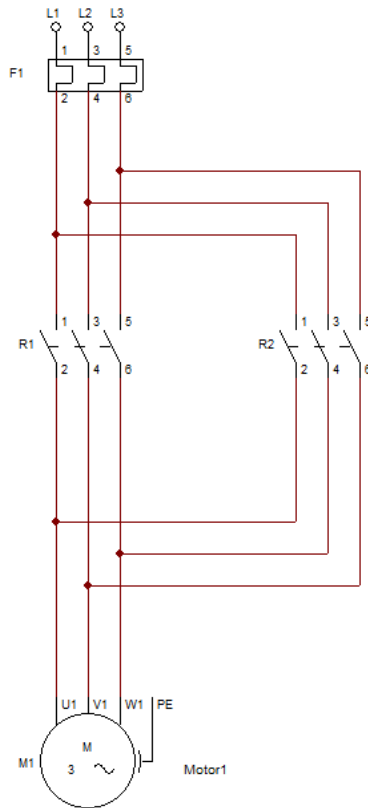


Figura 2. 18: Esquema eléctrico de la inversion de giro

Donde

M1= Motor sistema de empuje.

R1= Rele 1 (Motor sentido horario).

R2= Rele 2 (Motor sentido antihorario).

F1= Protección térmica.

b. MOTOR EMBOLSADOR

El motor para el embolsado, es un motor trifásico que es accionado por un pulsador que a su vez energiza al rele 3. La figura 2.19 muestra el esquema eléctrico.

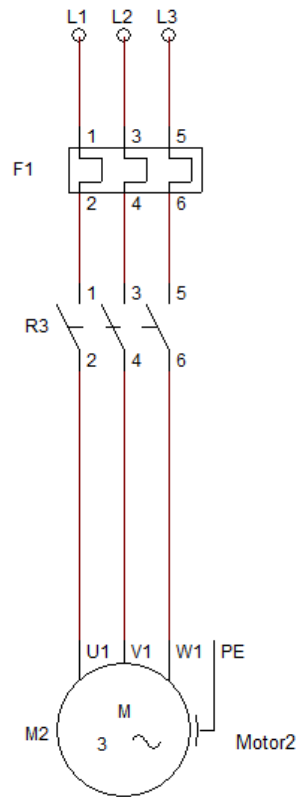


Figura 2. 19: Esquema eléctrico del motor embolsador

Donde

M2= Motor de embolsado.

R3= Relé 3 (Motor embolsador).

F1= Protección térmica.

c. VARIADOR DE FRECUENCIA

El variador de frecuencia es accionado al cerrarse el relé 4, que a su vez energiza y controla la velocidad en el motor de la banda transportadora. La figura 2.20 muestra el esquema eléctrico.

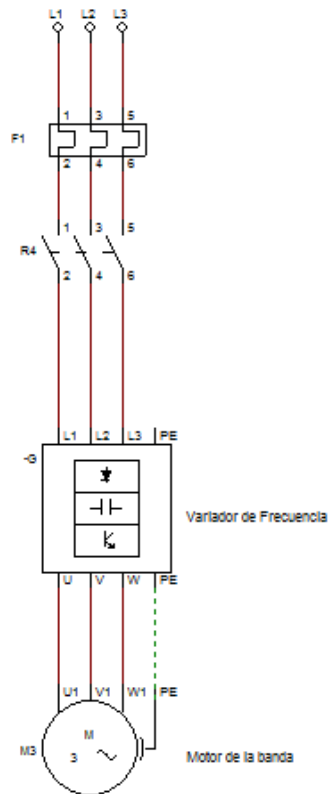


Figura 2.20: Esquema eléctrico del variador y el motor de la banda

Donde

M3= Motor de la banda.

R4= Relé 4 (Variador-banda).

F1= Protección térmica.

2.4 DISEÑO NEUMÁTICO

Para el diseño neumático utilizaremos el software Festo Fluidsim, donde simularemos el funcionamiento del cilindro paleta. La figura 2.21 muestra el circuito de mando y el circuito neumático.

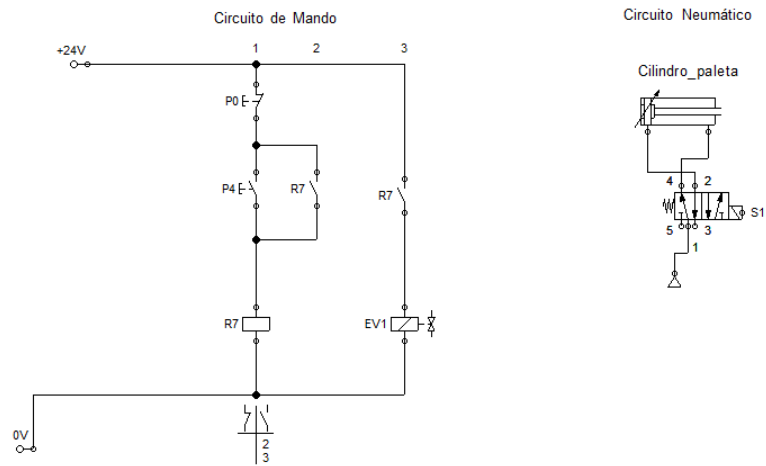


Figura 2. 21: Esquema del circuito de mando y neumático

2.4.1 SIMULACIÓN EN FLUIDSIM

a. ENCENDIDO

Al pulsar P4, el relé R7 se activa y este a su vez energiza la bobina de la electroválvula 1, activando el cilindro paleta. A continuación la figura 2.22 muestra la simulación.

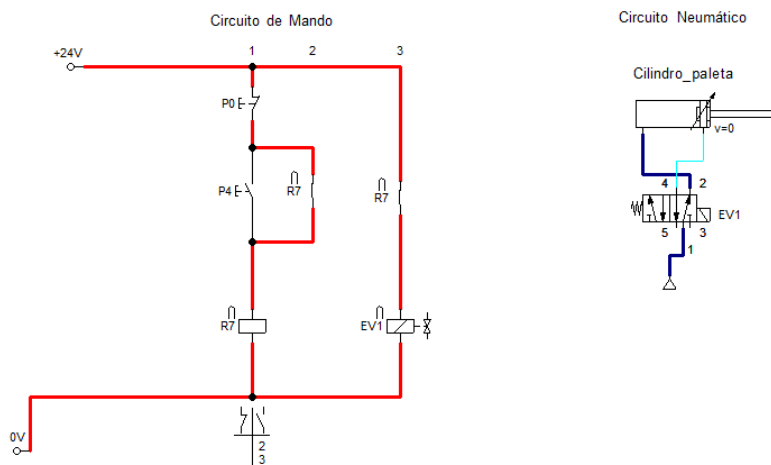


Figura 2. 22: Simulación en Festo Fluidsim

b. APAGADO

Al pulsar P0 el relé R7 se desenergiza, desactivando la electroválvula 1 y el cilindro_paleta regresa a su posición inicial. La figura 2.23 muestra la simulación.

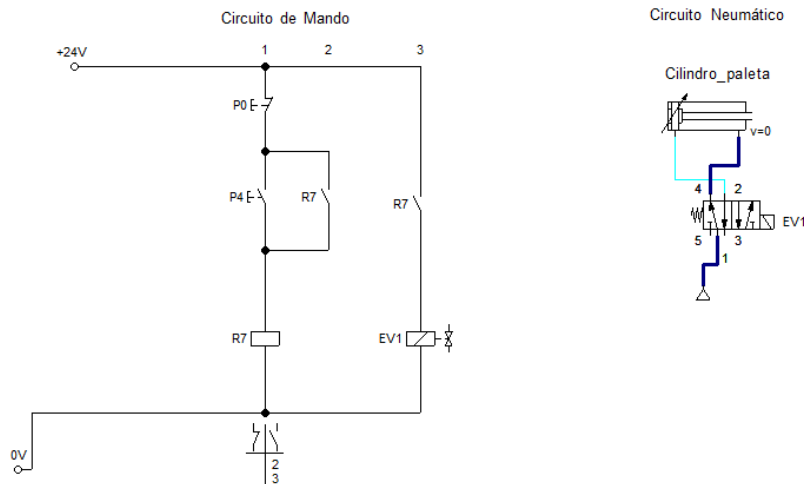


Figura 2. 23: Simulación en Festo Fluidsim

2.5 AUTOMATIZACIÓN

Para el control automático del proceso de embolsado de botellas de plástico se utilizó el PLC SIEMENS CPU 214, donde se realizó la programación del proceso, manejando señales de entrada y ejecutando señales de salida.

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso de embolsado, desde su inicio hasta su final.

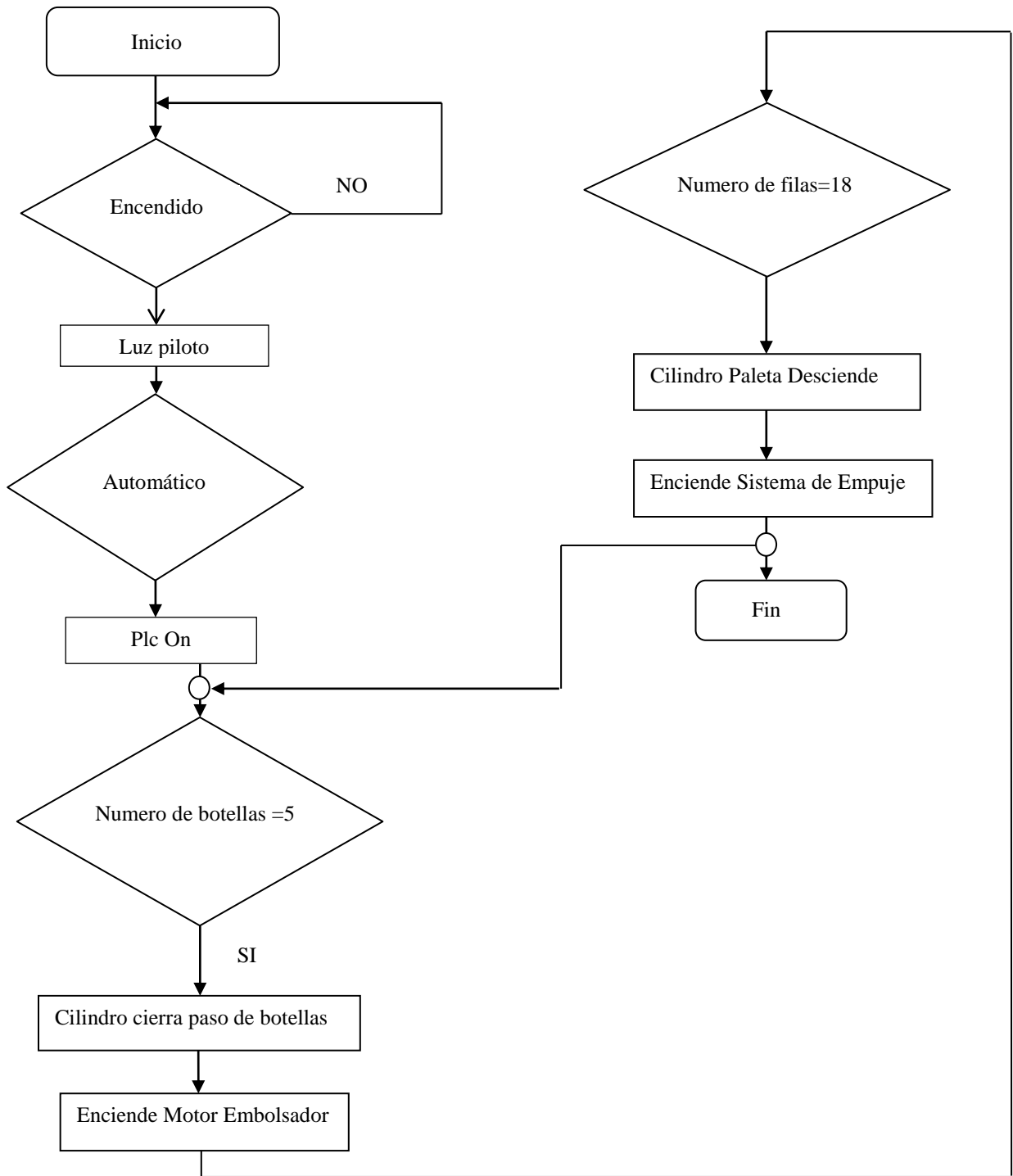


Figura 2. 24: Diagrama de flujo

CAPITULO 3

CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE LA MÁQUINA

3.1 SELECCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO

3.1.1. MATERIALES

Una vez concluido el diseño de la máquina embolsadora y determinado las dimensiones de los materiales necesarios a utilizarse para su construcción, se realizó un listado de los materiales utilizados. Hay que resaltar que el diseño se lo realizó con materiales existentes en el mercado nacional, tomando en cuenta su calidad y precio.

Tabla 3. 1 Elementos mecanizados

Material	Cantidad
Tubo cuadrado de 30 x 2mm	7
Tubo cuadrado de 25 x 2mm	1
Ángulo de 20 x 2mm	1
Plancha de acero ASTM A36 de 2mm	1
Chumaceras de Ø 1"	4
Eje de transmisión Ø 1"	2
Catalinas de 17 dientes	4
Cadena de transmisión	3.20m
Pernos de Ø ½" x 2"	8
Ruedas	4

Tabla 3. 2 Elementos eléctricos y electrónicos

Elemento	Cantidad
PLC S7-200	1

Variador de frecuencia HITACHI SJ100	1
--------------------------------------	---

Tabla 3. 3 Elementos eléctricos y electrónicos (continuación)

Sensores inductivos	4
Sensores capacitivos	1
Fuente de 24V de DC (Siemens)	1
Relés electromecánicos 24V de DC	10
Relés electromecánicos 220V de AC	7
Luz piloto verde	1
Luz piloto roja	1
Pulsadores NA	9
Pulsadores NC	1
Pulsador de emergencia	1
Electroválvulas 24V de DC	2
Selectores de posición	2
Borneras	2
Relé termo magnético	1

Tabla 3. 4 Elementos neumáticos

Elemento	Cantidad
Manguera de Ø 6mm	10m.
Manguera de Ø 10mm	6m
Conector de Ø 6mm	10
Reducción de 10 a 6mm	1
Cilindro neumático	2

3.2 MONTAJE MECÁNICO

3.2.1 CONSTRUCCIÓN DE LAS PARTES

La construcción se la realizó en un taller mecánico conocido por la empresa, donde se facilitó con todo lo necesario para la construcción.

La empresa brindo con todos los elementos mecánicos para la construcción de la máquina.

La construcción empieza con el corte de los tubos cuadrados de 30 x 2mm, para la construcción de la estructura de la máquina embolsadora.



Figura 3. 1: Estructura de la máquina

Fuente: Del Autor

Luego se construyó los rieles por donde se moviliza el carro de empuje, se utilizó el tubo cuadrado de 25 x 2mm y el ángulo de $\frac{3}{4}$ " x 2mm.



Figura 3. 2: Rieles del sistema de empuje

Fuente: Del Autor

Para el sistema de empuje se usó dos ejes de transmisión de \varnothing 1plg, catalinas de 17 dientes, una cadena y cuatro chumaceras de \varnothing 1plg.



Figura 3. 3: Chumaceras y eje de transmisión

Fuente: Del Autor

Para la transmisión de potencia del motor, se utilizó las catalinas de 17 dientes, el eje de transmisión y las chumaceras.

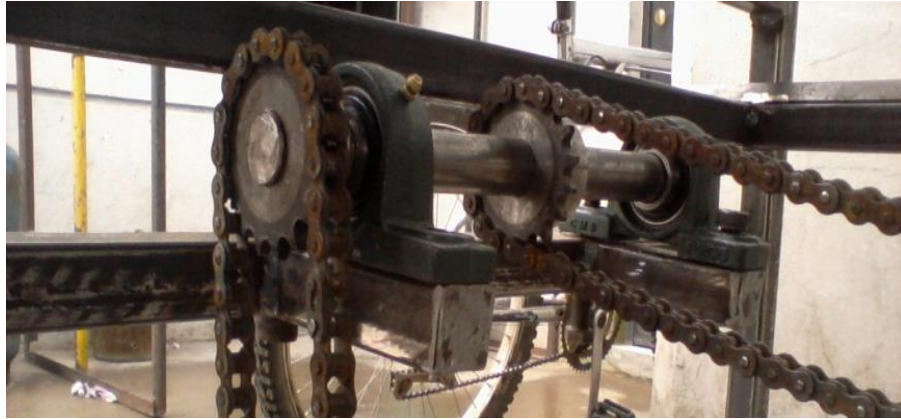


Figura 3. 4: Transmisión de potencia del motor

Fuente: Del Autor

3.2.2 IMPLEMENTACIÓN DEL MOTOR EMBOLSADOR

El motor embolsador se montó como se observa en la siguiente figura.



Figura 3. 5: Motor embolsador

Fuente: Del Autor

3.2.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA BANDA TRANSPORTADORA

Para el transporte de las botellas de plástico hasta la embolsadora se usa el sistema de transporte por banda.

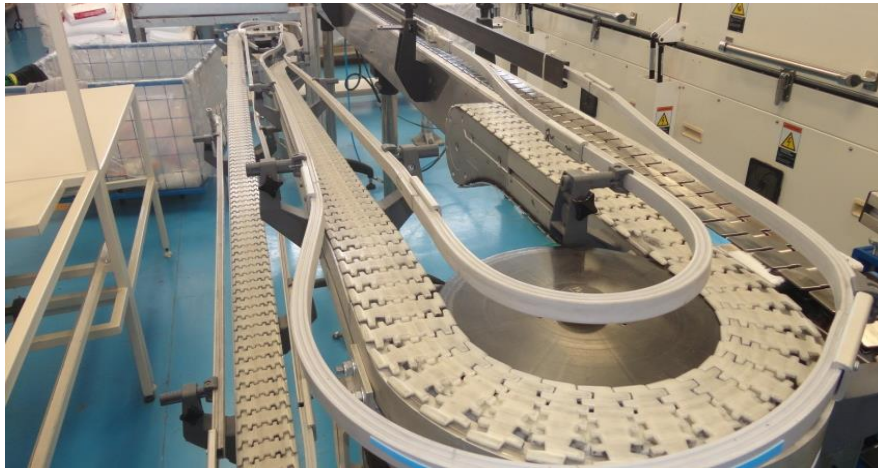


Figura 3. 6: Banda transportadora

Fuente: Del Autor

3.2.4 IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DEL MOTOR DEL SISTEMA DE EMPUJE

En la tabla 3.5 se detalla la selección del motor según su aplicación.

Tabla 3. 5 Selección del motor

Descripción	Selección	Tipo
El motor en sentido anti horario empuja los envases de plástico y en sentido horario retorna a su posición inicial.	Motor SEW, 0.23Kw con moto reductor de 17rpm de salida.	Inductivo 60Hz Trifásico 220VAC Conexión estrella.

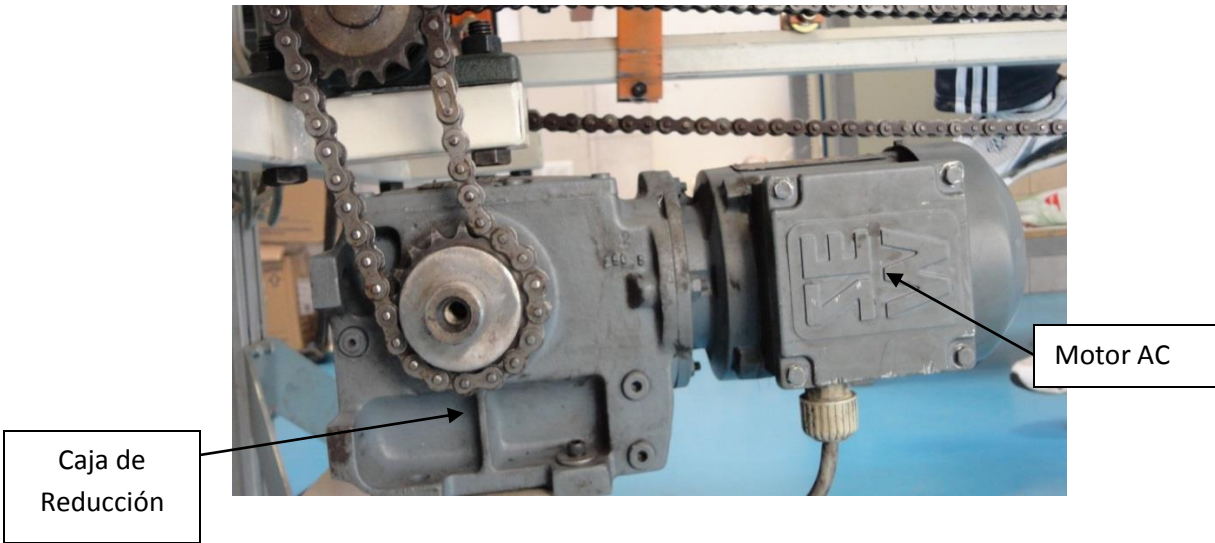


Figura 3. 7: Motor del sistema de empuje

Fuente: Del Autor

3.2.5 MONTAJE TOTAL DE LA MÁQUINA

En la figura 3.8 y 3.9 se muestra el montaje total de la maquina embolsadora.



Figura 3. 8: Vista frontal de la Embolsadora

Fuente: Del Autor



Figura 3. 9: Vista lateral de la Embolsadora

Fuente: Del Autor

3.3 MONTAJE ELÉCTRICO

3.3.1 MONTAJE DEL TABLERO DE CONTROL

En el tablero de control se encuentran los pulsadores y sus respectivas etiquetas para el funcionamiento correcto.



Figura 3. 10: Vista frontal de la caja de control

Fuente: Del Autor

3.4 MONTAJE ELECTRÓNICO

3.4.1 IMPLEMENTACIÓN Y SELECCIÓN DEL VARIADOR DE FRECUENCIA

Para el movimiento de la banda transportadora se utilizó el variador de frecuencia de la marca

En la tabla 3.6 se detalla la selección del variador según su aplicación

Tabla 3. 6 Selección del Variador de Frecuencia

Descripción	Selección
Control de la velocidad en la banda transportadora.	Variador Telemecanique Altivar 11 de ½ Hp de potencia. Anexo B-1

En la figura 3.11 se observa la implementación del variador de frecuencia



Figura 3. 11: Montaje del variador de frecuencia

Fuente: Del Autor

3.4.2 IMPLEMENTACIÓN DEL PLC

Se utilizó un PLC S7-200 CPU 214 para la automatización del proceso de embolsado de botellas.



Figura 3. 12: Montaje del PLC

Fuente: Del Autor

En los Anexos B-2, B-3 y B-4 se detallan los parámetros del PLC utilizado.

3.4.3 IMPLEMENTACIÓN Y SELECCION DE LOS SENSORES

Se utilizó sensores inductivos y sensores capacitivos para la recepción de señales hacia el PLC.

En la tabla 3.7 se detalla la selección de los sensores según su aplicación.

Tabla 3. 7 Selección de los sensores

Descripción	Selección	Tipo
Sensar el paso de las botellas de plástico.	Sensor capacitivo.	PNP
Detener el sistema de empuje.	Sensor inductivo.	NPN
Encender y apagar el motor embolsador.	Sensor inductivo.	PNP

En la figura 3.13 se observa la implementación del sensor inductivo.



Figura 3. 13: Sensor inductivo del sistema de empuje

Fuente: Del Autor

En las figuras 3.14 y 3.15 se muestran la implementación de los sensores inductivos en el motor embolsador.



Figura 3. 14: Sensor inductivo del motor embolsador

Fuente: Del Autor

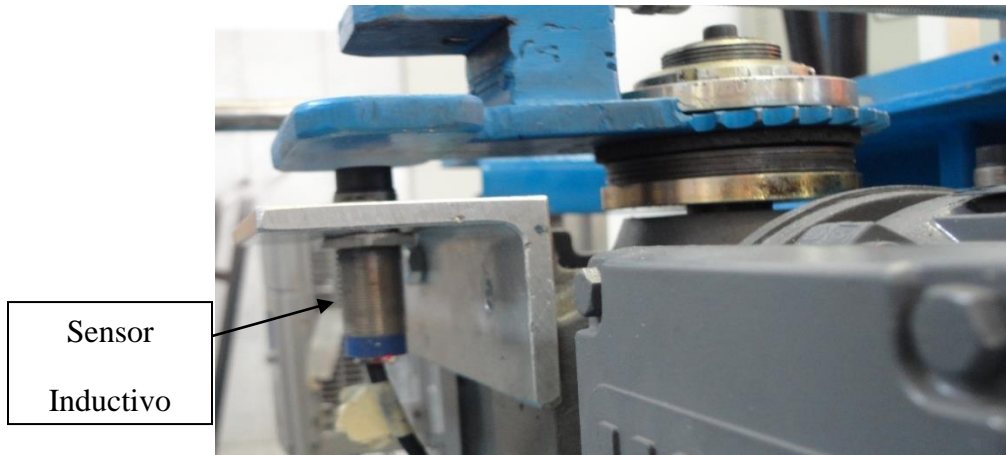


Figura 3. 15: Sensor inductivo del motor embolsador

Fuente: Del Autor

Para realizar el conteo de las botellas de plástico se utilizó el siguiente sensor capacitivo.



Figura 3. 16: Sensor capacitivo para el conteo de botellas

3.5 MONTAJE NEUMÁTICO

3.5.1 SELECCIÓN DE ELECTROVÁLVULAS

En la tabla 3.8 se detalla la selección de las electroválvulas según su aplicación.

Tabla 3. 8 Selección de las electroválvulas

Descripción	Selección	Tipo
Abrir y cerrar el paso de las botellas de plástico.	Se utilizará una electroválvula de 5/2 con retorno por muelle	Neumático
Bajar y subir la paleta para el empuje de las botellas.	Se utilizará una electroválvula de 5/2 con retorno por muelle.	Neumático

En la figura 3.17 se muestra el bloque de electroválvulas que se utilizan en el sistema neumático.

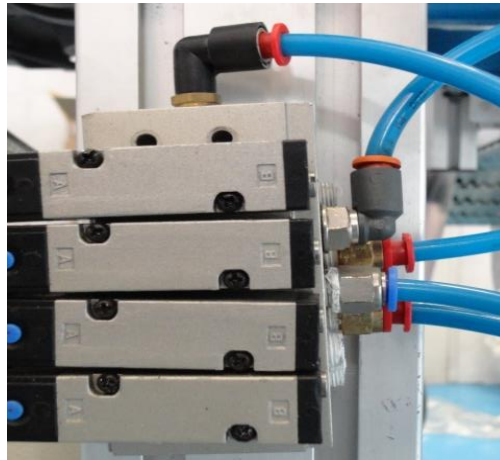


Figura 3. 17: Montaje de las Electroválvulas

Fuente: Del Autor

3.5.2 MONTAJE DEL CILINDRO PALETA

El cilindro neumático es de fabricación nacional, en el extremo de su vástago está ubicada una platina rectangular que sirve como paleta para el empuje de las botellas.



Figura 3. 18: Cilindro Paleta

Fuente: Del Autor

3.5.3 MONTAJE DEL CILINDRO CONTROLADOR

El cilindro tiene como función controlar el paso de botellas según la ejecución interna del PLC.

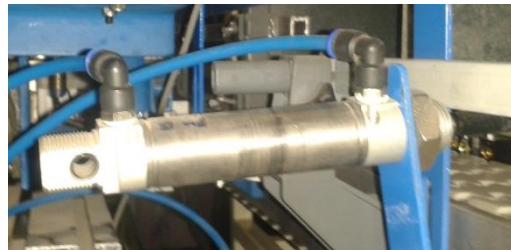


Figura 3. 19: Cilindro Controlador

Fuente: Del Autor

CAPITULO 4

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1 DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL SISTEMA

4.1.1 CONDICIONES FÍSICAS

La máquina embolsadora semiautomática de botellas de plástico tiene un espacio físico de 1.80 metros de altura ,2.65 metros de largo y 0.80 metros de ancho. El tablero de control está ubicado en la parte derecha superior de la máquina y tablero de automatización está ubicado en la parte inferior de la máquina..

4.1.2 CONDICIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS

Los elementos como motores, variador de frecuencia, relés de potencia y el PLC de la máquina, funcionan a 220 VAC. Los elementos electrónicos como sensores, relés de control y electroválvulas funcionan a 24VDC.

4.2 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.2.1 PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO

Los parámetros de funcionamiento de la maquina embolsadora se detallan en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1 Parámetros de funcionamiento de la Embolsadora

Tiempo desde la fajilladora hasta la máquina	3.40 minutos
Tiempo de embolsado	3 minutos
Tiempo de empuje	24 segundos
Tiempo de colocación de la funda	30 segundos

4.2.2 PROTOCOLO DE PRUEBAS

El proceso para realizar las pruebas es el siguiente:

- Verificar la alimentación de energía en la máquina.
- Verificar al funcionamiento correcto de cada parte de la máquina mediante el mando manual desde el tablero de control.
- Verificar el funcionamiento correcto de la banda transportadora.
- Tener preparadas las fundas para el embolsado.

4.2.3 PROCEDIMIENTO

Para realizar las pruebas se realiza el siguiente procedimiento.

1. Encender la fajilladora.
2. Encender el horno.
3. Encender la banda transportadora.
4. Encender la máquina embolsadora.
5. Colocar la funda en el molde.
6. Abrir la válvula de aire de presión.
7. Setear el variador de frecuencia a 25Hz.
8. Colocar el selector en la posición de automático
9. Medir el tiempo de embolsado.
10. Medir el tiempo de empuje.
11. Medir el tiempo de colocación de la funda.

4.2.4 ADQUISICIÓN DE DATOS

Para la adquisición de los datos se sigue con el procedimiento descrito anteriormente.

El diseño de la máquina se lo realizó considerando un tiempo máximo de tres minutos en el embolsado de las botellas de plástico.

Se realizaron cinco pruebas de tiempo en el embolsado de las botellas que se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4. 2 Medición de tiempos en el embolsado

Pruebas	Tiempos (Minutos)
Prueba 1	2.11
Prueba 2	2.23
Prueba 3	2.20
Prueba 4	2.30
Prueba 5	2.10
Promedio	2.18

La figura 4.1 muestra un diagrama de barras.

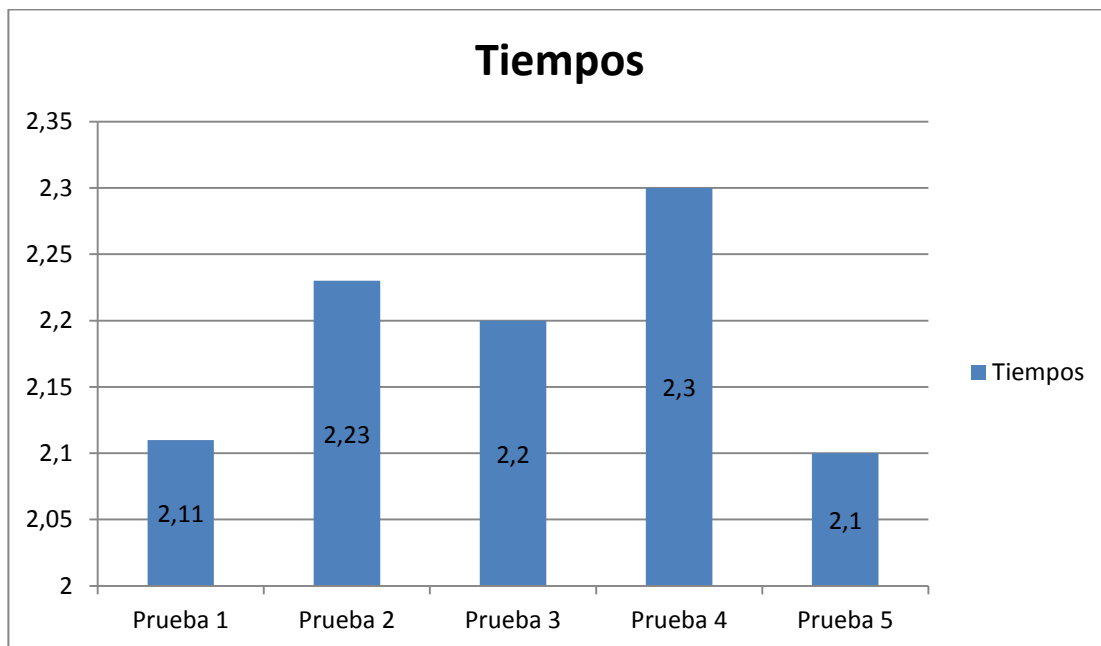


Figura 4. 1: Tiempos de embolsado

El tiempo de colocación de la funda en el molde depende de la habilidad del operario, el tiempo considerado es de 30 segundos.

El tiempo de empuje es de 24 segundos, este tiempo es fijo.

El tiempo total se lo calcula sumando los tiempos

$$T_{Total} = T_1 + T_2 + T_3 \quad \text{Ec.4.1}$$

Donde

T_1 = Tiempo de embolsado (Promedio).

T_2 = Tiempo de empuje.

T_3 = Tiempo de colocación de la funda.

$$T_{Total} = 2.18 \text{ minutos} + 0.30 \text{ segundos} + 0.24 \text{ segundos}$$

$$T_{Total} = 3.12 \text{ minutos}$$

4.2.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

El tiempo promedio de embolsado de las botellas de plástico es de 2.18 minutos, tiempo que está por debajo del tiempo de establecido para el diseño de la máquina.

El tiempo total es de 3.12 minutos, este tiempo puede variar de acuerdo al tiempo que emplee el operario en colocar la funda en el molde.

4.3 ANÁLISIS FINANCIERO

Este análisis pretende determinar el beneficio que se obtiene al construir la máquina. Es un análisis de los gastos que conlleva la construcción frente a los beneficios que se obtienen.

4.3.1 COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Determinar los costos de construcción permite cuantificar el capital de inversión de la máquina. Los costos de construcción están dados en función de tres factores: materia prima, mano de obra y costos indirectos.

a. MATERIA PRIMA

Es la adquisición que se realiza en materiales específicos para la construcción de la máquina. Se clasifico la materia prima de la siguiente manera:

- Material mecánico.
- Material eléctrico y electrónico.
- Material neumático.

a.1 MATERIAL MECÁNICO

Es el costo de inversión de los materiales que se utilizan para la construcción de estructura, la mesa y el sistema de empuje. La tabla 4.3 se muestra cada material con su respectivo costo.

Tabla 4. 3 Costo de los materiales

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
7	Tubo cuadrado de 30 x 2mm	17,52	122,64
1	Tubo cuadrado de 25 x 2mm	18,50	18,50
3m	Ángulo de 20 x 2mm	6,17	6,17
1	Plancha de acero ASTM de 2mm	81,25	81,25
4	Chumaceras de Ø 1plg	5	20
0.7m	Eje de transmisión Ø 1plg	6	6
4	Catalinas ANSI 40 de 17 dientes	5,25	21

3.2m	Cadena de transmisión	21,57	21,57
8	Pernos de Ø ½” x 2”	0,85	6,8
4	Ruedas	2,50	10
Subtotal			313,93
IVA (12%)			37,67
TOTAL			356,60

a.2 MATERIAL ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

Es el costo de inversión de los materiales eléctricos y electrónicos que se utilizan para el tablero de control. La tabla 4.4 se muestra cada equipo con su respectivo costo.

Tabla 4. 4 Costo de los equipos

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
10	Relés electromecánicos 24V de DC	6,25	62,5
7	Relés electromecánicos 220V de AC	6,25	43,75
1	Luz piloto verde	1,91	1,91
1	Luz piloto roja	1,91	1,91
9	Pulsadores NA	1,95	7,8
1	Pulsadores NC	1,95	1,95
2	Finales de carrera	6,50	13
Subtotal			132,82
IVA (12%)			15,93
TOTAL			148,75

Equipos como el PLC, el variador de frecuencia, los sensores inductivos y capacitivos, la fuente de 24VDC Siemens, las electroválvulas y motores de AC, fueron entregados por parte de la empresa para el desarrollo de la máquina.

a.3 MATERIAL NEUMÁTICO

Es el costo de inversión de los equipos neumático que se utilizan para el sistema. La tabla 4.5 se muestra cada equipo con su respectivo costo.

Tabla 4. 5 Costo de los equipos neumáticos

Cantidad	Detalle	Precio Unitario	Precio Total
10m	Manguera de Ø 6mm	1,40	14
6m	Manguera de Ø 10mm	4,08	24,48
10	Conector de Ø 6mm	2,18	21,8
1	Reducción de 10 a 6mm	1,50	1,50
1	Cilindro neumático artesanal	40	40
1	Cilindro neumático Festo	60	60
		Subtotal	161,78
		IVA (12%)	19,41
		TOTAL	181,19

El costo de inversión de materia prima corresponde a un total de 681,54 dólares americanos.

b. MANO DE OBRA

Los costos de mano de obra, son aquellos que inciden directamente en el proceso de construcción. Legalmente no existe una ley que determine cierto monto de remuneración para este tipo de trabajo, en base a experiencias de diferentes

profesionales el monto debido a la mano de obra entre el 20 y 25% de los costos de inversión de la Materia Prima.

c. COSTOS INDIRECTOS

Son los costos que no intervienen directamente en la construcción, no inciden en el presupuesto de la materia prima y la mano de obra. Estos gastos se refieren al transporte de piezas, al envío de materiales. La tabla 4.6 muestra los costos indirectos.

Tabla 4. 6 Costos Indirectos

Tipo de inversión	Total (\$)
Transporte	20
Envíos	10
Varios	30
TOTAL	60

d. COSTO TOTAL

Para determinar el costo total de construcción se suma los costos de materia prima, mano de obra y costos indirectos. La tabla 4.7 muestra el costo total invertido.

Tabla 4. 7 Inversión total

INVERSIÓN TOTAL	
Materia prima	681,54
Mano de obra	135,6
Costos indirectos	60
Total	877,14

El costo total de inversión en la construcción de la maquina embolsadora semi automática es un total de 877,14 dólares americanos.

4.3.2 GASTOS DE FUNCIONAMIENTO

Para el gasto del funcionamiento se toman en cuenta los gastos de energía eléctrica y mano de obra.

El proceso de embolsado inicia desde la fajilladora hasta la máquina implementada, para determinar el consumo de energía eléctrica se procede de la siguiente manera:

$$P_t = P_{fajilladora} + P_{horno} + P_{banda} + P_{maquina}$$

$$P_t = 0,75kw + 4kw + 0,74kw + 0,18kw$$

$$P_t = 5,67kw$$

$$E = 5,67Kw * 1h$$

$$E = 5,67kw/h$$

El kw/h tiene un costo de 0,092ctv, por lo cual el costo será de 0,52 ctvs. por hora de funcionamiento, la máquina funciona 24 horas por lo tanto el consumo eléctrico diario es :

$$Costo\ diario = \frac{0,52ctvs}{h} * 24h = \$12,48$$

La máquina trabaja dos semanas al mes obteniéndose un consumo eléctrico de:

$$Costo\ de\ 2\ semanas = \frac{\$12,48}{dia} * 10dias = \$124,8$$

El costo anual es de:

$$Costo\ anual = \frac{\$124,8}{mes} * 12mes = \$1497,6$$

Otro costo a tomarse en cuenta es el salario del operario, para el funcionamiento de la máquina se emplean a dos operarios cuyos sueldos en forma líquida están alrededor de 400 dólares individualmente.

Entonces el salario anual de los dos operarios es el siguiente:

$$\text{Salario anual} = \frac{\$800}{\text{mes}} * 12\text{meses} = \$9600$$

Para el embolsado de los envases se realiza la adquisición de rollos de fundas cuyo costo es de \$30, durante el año se compran

El valor del gasto de funcionamiento anual es:

$$\text{Gasto anual de funcionamiento} = \$1497,6 + \$9600 = \$11097,6$$

El ingreso anual se determinará de la ganancia que se obtiene de la venta del producto, el valor neto de cada botella es de 0,13ctvs. La producción mensual es de 130000 botellas.

Entonces el ingreso mensual y anual es del valor de:

$$\text{Ingreso mensual} = \frac{\$0,13}{\text{botella}} * 130000\text{botellas} = \$16900$$

$$\text{Ingreso anual} = \frac{\$16900}{\text{mes}} * 12\text{meses} = \$202800$$

El costo de producción de cada botella tiene un valor es de 0,119ctvs. Entonces el costo por producción mensual y anual es:

$$\text{Costo mensual} = \frac{\$0,119}{\text{botella}} * 130000\text{botellas} = \$15470$$

$$\text{Costo anual} = \frac{\$15470}{\text{mes}} * 12\text{meses} = \$185640$$

4.3.3 INVERSIÓN INICIAL

En la tabla 4.8 se muestra el valor de la inversión inicial de la máquina.

Tabla 4. 8 Inversión inicial

Tipo de costo	Valor (\$)
Costo total de construcción	\$877,14
Gastos de funcionamiento	\$11097,6
TOTAL	\$11974,74

4.3.4 COSTO DE PRODUCCIÓN TOTAL

En la tabla 4.9 se muestra el costo de producción total durante un año.

Tabla 4. 9 Costo de producción total

Tipo de costo	Valor (\$)
Costo anual	\$185640
Gastos de funcionamiento	\$11097,6
TOTAL	\$196737,6

4.3.5 GANANCIA NETA

Para determinar la ganancia neta se resta los ingresos menos el costo total de la producción anual.

$$\text{Ganancia neta} = \$202800 - \$196737,6 = \$6062,4$$

4.3.6 FLUJO DE CAJA

El flujo de caja se lo realizo en Excel, la tabla 4.10 indica el flujo de caja para un periodo de 5 años.

Tabla 4. 10 Flujo de caja

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO2	AÑO3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN INICIAL	\$ (11.974,74)					
GANACIA NETA		6062,40	6062,40	6062,40	6062,40	6062,40
DEPRECIACIÓN DE LA MÁQUINA		877,14	789,43	710,48	639,44	575,49
FLUJO NETOS DE FONDOS		6939,54	6851,83	6772,88	6701,84	6637,89
TASA DE DESCUENTO	14,13%					
VAN	\$ 9.900,72					
TIR	49%					

4.3.7 VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El cálculo del VAN se utiliza para saber si una inversión es rentable o no. Si el valor actual neto es positivo, el proyecto puede ser aceptado, caso contrario el proyecto no es rentable.

El VAN se calcula con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+i)^t} - I_0$$

Dónde:

Ft = Flujo de caja en cada periodo t.

I_0 = Inversión inicial.

t = Periodo en años.

i = Tasa de interés.

La tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) para este de proyecto se la determina de la siguiente manera:

- Tasa de inflación anual
- Tasa de interés pasiva
- Riesgo país

$$TMAR = \text{tasa de inflación anual} + \text{tasa de interés pasiva} + \text{riesgo país}$$

$$TMAR = 3,01\% + 4,53\% + 6,59 \%$$

$$TMAR = 14,13 \%$$

El valor del VAN obtenido en la tabla 4.10 de la hoja de cálculo de Excel es de \$ 9900,72 por lo que el proyecto es rentable.

4.3.8 TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Conocida también como tasa interna de rentabilidad, puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, es decir si la TIR es mayor, la rentabilidad será mayor y se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión.

La TIR se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$TIR = \frac{-I + \sum_{i=1}^n F_i}{\sum_{i=1}^n i * F_i}$$

El valor de la TIR obtenido en la tabla 4.10 de la hoja de cálculo de Excel es de 49%, valor superior al TMAR por lo cual es viable la realización del proyecto.

4.3.9 TIEMPO DE RECUPERACIÓN

La tabla 4.11 muestra el tiempo de recuperación de la inversión calculado en la hoja de cálculo de Excel.

Tabla 4. 11 Tempo de recuperación

PERIODO DE RECUPERACIÓN	FLUJO DE FONDOS	INV. INICIAL
0	-11974,74	
1	6939,54	-5035,20
2	6851,83	1816,63
3	6772,88	8589,51
4	6701,84	15291,34
5	6637,89	21929,24

El tiempo de recuperación de la inversión es de 1 año como se indica en la tabla 4.11.

4.3.10 COSTO-BENEFICIO

Para determinar el índice del costo-beneficio se tomaran en cuenta los siguientes parámetros.

Costos:

- Costo de producción total.

Beneficios:

- Incremento de 10800 botellas embolsadas.

En la tabla 4.12 se observa el costo-beneficio.

Tabla 4. 12 Relación costo-beneficio

Costos	\$196737,6
Beneficios	\$371280
Costo-Beneficio	1,88

El resultado significa que por cada dólar gastado retorna \$1,88.

4.4.11 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FINANCIERO

- El valor del VAN obtenido ratifica que el proyecto es rentable.
- La TIR calculada es mayor a TMAR, con lo que el proyecto es rentable y viable para su ejecución.
- El tiempo de recuperación del dinero invertido se lo recuperará en un año laboral.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El funcionamiento óptimo de la máquina depende mucho de los equipos ubicados con anterioridad, es el caso del horno y la fajilladora. Si alguno de estos equipos fallara, el funcionamiento de la máquina se vería afectado en tiempos de ejecución.
- Para la implementación del motor embolsador se consideró la frecuencia en el variador de frecuencia de la banda transportadora para determinar el tiempo de accionamiento del motor.
- Las pruebas de funcionamiento fueron determinantes para analizar el tiempo de embolsado con respecto al tiempo que se lo realizaba a mano, reduciendo la mitad del tiempo empleado antes de implementar la máquina embolsadora semi automática.
- Con la implementación de la máquina embolsadora, la empresa incremento su producción en 60 bultos de 90 botellas, produciéndose al mes un total de 108000 botellas adicionales a la producción. Este incremento permite la recuperación del dinero invertido en un plazo de 1 año.

5.2 RECOMENDACIONES

- Capacitar al personal de turno cuando se empiece a producir el producto, evitando complicaciones.
- Revisar el manual de operación y mantenimiento para tener una visión amplia del funcionamiento de la máquina embolsadora.
- Tener cuidado con los sensores capacitivos, ya que de estos depende el funcionamiento correcto de la embolsadora.
- Antes de empezar con el funcionamiento automático, cerciorarse que el carro del sistema de empuje este en su posición inicial, mediante el control de mando manual ubicado en el tablero de control principal.
- Limpiar la banda transportadora, para que la calidad del producto a entregarse sea la mejor.
- No interrumpir con el flujo continuo de los envases de plástico desde la fajilladora hasta la maquina embolsadora.
- Revisar los elementos eléctricos, neumáticos y electrónicos con frecuencia para evitar complicaciones en el funcionamiento de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA:

- Mott, R. (2006). Diseño de Elementos de Maquinas, University of Dyton. 4ta Edición.
- Budynas, G; Nisbett, K. (2007). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. 8va Edición.

Enlaces:

- Apéndice Shigley.pdf
- Catálogos de acero DIPAC.pdf
- Manual de programación de Step 7/Microwin.pdf
- Manual del sistema de automatización S7-200.pdf
- Manual de SolidWorks.pdf
- Manual de operación del variador de ATV11.pdf

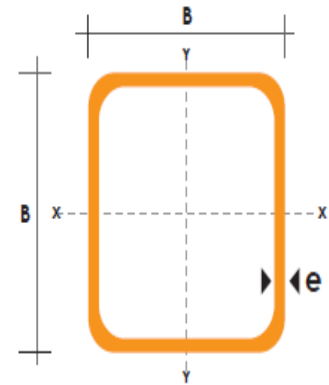
- Sistemas de transmisión. Recuperado de <http://www.slideshare.net/vfloresg/elementos-de-transmision-de-potencia-mecnica>
- Sensores Capacitivos. Recuperado de <http://mes.sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>
- Sensores inductivos. Recuperado de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENORES_INDUCTIVOS.PDF
- Transmisión de Potencia.pdf
- TSUBAKI A24 ANSI Horsepower Selection.pdf
- TSUBAKI Drive Chains.pdf
- TSUBAKI Stock Sprokets.pdf

ANEXOS

ANEXO A

**CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES
MECÁNICOS**

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
20	2,0	1,15	1,34	0,69	0,69	0,72
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
25	2,0	1,47	1,74	1,48	1,18	0,92
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,46	1,15
30	2,0	1,78	2,14	2,71	1,81	1,13
40	1,2	1,47	1,80	4,38	2,19	1,25
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
40	2,0	2,41	2,94	6,93	3,46	1,54
40	3,0	3,54	4,44	10,20	5,10	1,52
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97
50	2,0	3,03	3,74	14,13	5,65	1,94
50	3,0	4,48	5,61	21,20	8,48	1,91
60	2,0	3,66	3,74	21,26	7,09	2,39
60	3,0	5,42	6,61	35,06	11,69	2,34
75	2,0	4,52	5,74	50,47	13,46	2,97
75	3,0	6,71	8,41	71,54	19,08	2,92
75	4,0	8,59	10,95	89,98	24,00	2,87
100	2,0	6,17	7,74	122,99	24,60	3,99
100	3,0	9,17	11,41	176,95	35,39	3,94
100	4,0	12,13	14,95	226,09	45,22	3,89
100	5,0	14,40	18,36	270,57	54,11	3,84



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS					
PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS	PULGADAS	MILIMETROS
1/128	= 0.20	25/64	= 9.92	27/32	= 21.43
1/64	= 0.40	13/32	= 10.32	55/64	= 21.83
3/128	= 0.60	27/64	= 10.72	7/8	= 22.23
1/40	= 0.64	7/16	= 11.11	57/64	= 22.62
1/32	= 0.79	29/64	= 11.51	29/32	= 23.02
1/25	= 1.02	15/32	= 11.91	59/64	= 23.42
3/64	= 1.19	31/64	= 12.30	15/16	= 23.81
1/20	= 1.27	1/2	= 12.70	61/64	= 24.21
1/16	= 1.59	33/64	= 13.10	61/32	= 24.61
5/64	= 1.98	17/32	= 13.49	63/64	= 25.00
3/32	= 2.38	35/64	= 13.89	1	= 25.40
7/64	= 2.78	9/16	= 14.29	11/10	= 27.00
1/8	= 3.18	37/64	= 14.68	11/8	= 28.60
9/64	= 3.57	19/32	= 15.08	18/16	= 30.20
5/32	= 3.97	39/64	= 15.48	11/4	= 31.70
11/64	= 4.37	5/8	= 15.88	15/16	= 33.30
3/16	= 4.76	41/64	= 16.27	13/8	= 34.90
13/64	= 5.16	21/32	= 16.67	17/16	= 36.50
7/32	= 5.56	48/64	= 17.07	11/2	= 38.10
15/64	= 5.95	11/16	= 17.46	19/10	= 39.70
1/4	= 6.35	45/64	= 17.86	15/8	= 41.30
17/64	= 6.75	23/32	= 18.26	111/16	= 42.90
9/32	= 7.14	47/64	= 18.65	13/4	= 44.40
19/64	= 7.54	3/4	= 19.05	113/16	= 46.00
5/16	= 7.94	49/64	= 19.45	17/8	= 47.60
21/64	= 8.33	25/32	= 19.84	115/16	= 49.20
11/32	= 8.73	51/64	= 20.24	2	= 50.80
23/64	= 9.13	13/16	= 20.64		
3/8	= 9.53	53/64	= 21.03		

DIMENSIONES EN (mm)			PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG
1220	2440	2	46.74
1220	2440	3	70.10
1220	2440	4	93.47
1500	2440	4	114.92
1220	2440	5	116.84
1500	2440	5	143.66
1800	2440	5	172.39
1220	2440	6	140.21
1500	2440	6	172.39
1800	2440	6	206.86
1220	2440	8	186.94
1500	2440	8	229.85
1800	2440	8	275.82
1220	2440	10	233.68
1500	2440	10	287.31
1800	2440	10	344.77
1220	6000	12	689.54

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

L = Largo (mm)
 A = Ancho (mm)
 E = Espesor (mm)
 Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000.00}$$

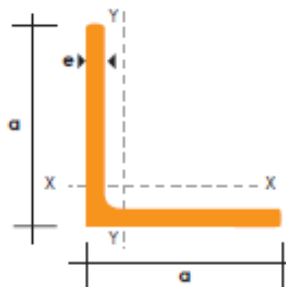
Ejemplo: $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85 \div 1,000.00 = 23.368 \text{ Kg}$

Normas Americanas ASTM
Propiedades Mecánicas

DESIGNACION ASTM	Grade	Lim. elástico (N/mm)	Resist. a Tracción (Rm)	Alargamiento (Mín)		Resiliencia (Min)	
		Min MPa.	Mpa.	%		C°	J
				8"	2"		
A36 / A 36M - 94	-	250	400 - 550	20	23	-	-
A 283 / A 283M - 93	C	205	380 - 515	22	25	-	-
A 529 / A 529M - 94	50	345	485 - 690	18	21	-	-
A 573 / A 573M - 93	70	290	485 - 620	18	21	-	-

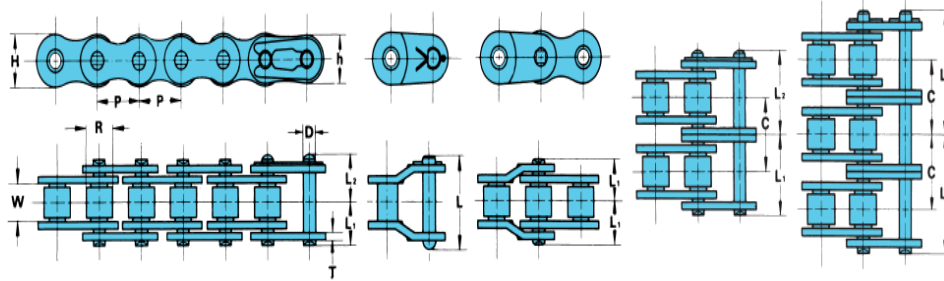
DENOMINACION	DIMENSIONES		PESO		AREA
	mm		kg/m	kg/6m	cm ²
	a	e			
AL 20X2	20	2	0.60	3.62	0.78
AL 20X3	20	3	0.87	5.27	1.11
AL 25X2	25	2	0.75	4.56	0.96
AL 25X3	25	3	1.11	6.68	1.41
AL 25X4	25	4	1.45	8.75	1.84
AL 30X3	30	3	1.36	8.13	1.71
AL 30X4	30	4	1.77	10.63	2.24
AL 40X3	40	3	1.81	11.00	2.31
AL 40X4	40	4	2.39	14.34	3.04
AL 40X6	40	6	3.49	21.34	4.44
AL 50X3	50	3	2.29	13.85	2.91
AL 50X4	50	4	3.02	18.33	3.84
AL 50X6	50	6	4.43	26.58	5.64
AL 60X6	60	6	5.37	32.54	6.84
AL 60X8	60	8	7.09	42.54	9.03
AL 65X6	65	6	5.84	35.25	7.44
AL 70X6	70	6	6.32	38.28	8.05
AL 75X6	75	6	6.78	40.65	8.64
AL 75X8	75	8	8.92	54.18	11.36
AL 80X8	80	8	9.14	56.84	11.60
AL 100X6	100	6	9.14	56.95	11.64
AL 100X8	100	8	12.06	74.05	15.36
AL 100X10	100	10	15.04	90.21	19.15
AL 100X12	100	12	18.26	109.54	22.56

También en galvanizado e inoxidable



A - DRIVE CHAINS

RS40 ^{1/2" Pitch}



U.S. TSUBAKI	ANSI No.	Pitch	Roller Diameter	Width Between Roller Link Plates	Link Plate			Pin Diameter
					T	H	h	
Chain No.		P	R	W	T	H	h	D
RS40	40	.500	.312	.312	.060	.472	.409	.156

U.S. TSUBAKI	Number of Strands	Pin				Transverse Pitch	Standard Type of Pin	Minimum Ultimate Strength ANSI Standard lbs.	Average Tensile Strength lbs.	Maximum Allowable Load lbs.	Approx. Weight lbs./ft.	Number of Links per 10 ft.
		L ₁ +L ₂	L ₁	L ₂	L							
Chain No.		L ₁ +L ₂	L ₁	L ₂	L	C						
RS40	1	.717	.325	.392	.709	.566	Riveted	3,125	4,290	810	.43	240
RS40-2	2	1.283	.608	.675	1.319		Riveted	6,250	8,580	1,370	.85	
RS40-3	3	1.843	.892	.951	1.886		Riveted	9,375	12,870	2,020	1.28	
RS40-4	4	2.409	1.177	1.232	2.453		Riveted	12,500	17,160	2,670	1.70	
RS40-5	5	2.980	1.461	1.519	3.024		Riveted	15,625	21,450	3,150	2.12	
RS40-6	6	3.547	1.744	1.803	3.591		Riveted	18,750	25,740	3,720	2.55	

<i>Tipo de carga</i>	<i>Tipo de impulsor</i>		
	<i>Impulsor hidráulico</i>	<i>Motor eléctrico o turbina</i>	<i>Motor de combustión integral con impulsor mecánico</i>
Ligera (agitadores, ventiladores, transportadores que se someten a la acción uniforme de cargas ligeras)	1.0	1.0	1.2
Choque moderado (herramientas mecánicas, grúas, transportadores pesados, mezcladoras y molidoras de alimentos)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de punzón, molinos de martillo, transportadores recíprocos, impulsor de molino giratorio)	1.4	1.5	1.7

No. de dientes en la rueda dentada pequeña	Revoluciones por minuto—rueda dentada pequeña																											
	10	25	50	100	200	300	400	500	700	900	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 100	2 400	2 700	3 000	3 500	4 000	5 000	6 000	7 000	8 000			
9	0.04	0.10	0.19	0.35	0.65	0.93	1.21	1.48	2.00	2.51	2.75	3.25	3.73	4.12	3.45	2.74	2.24	1.88	1.60	1.27	1.04	0.75	0.57	0.45	0.37			
10	0.05	0.11	0.21	0.39	0.73	1.04	1.35	1.65	2.24	2.81	3.09	3.64	4.18	4.71	4.04	3.21	2.63	2.20	1.88	1.49	1.22	0.87	0.66	0.53	0.43			
11	0.05	0.12	0.23	0.43	0.80	1.16	1.50	1.83	2.48	3.11	3.42	4.03	4.63	5.22	4.66	3.70	3.03	2.54	2.17	1.72	1.41	1.01	0.77	0.61	0.50			
12	0.06	0.14	0.25	0.47	0.88	1.27	1.65	2.01	2.73	3.42	3.76	4.43	5.09	5.74	5.31	4.22	3.45	2.89	2.47	1.96	1.60	1.15	0.87	0.69	0.57			
13	0.06	0.15	0.28	0.52	0.96	1.39	1.80	2.20	2.97	3.73	4.10	4.83	5.55	6.26	5.99	4.76	3.89	3.26	2.79	2.21	1.81	1.29	0.98	0.78	0.64			
14	0.07	0.16	0.30	0.56	1.04	1.50	1.95	2.38	3.22	4.04	4.44	5.23	6.01	6.78	6.70	5.31	4.35	3.65	3.11	2.47	2.02	1.45	1.10	0.87	0.71			
15	0.07	0.17	0.32	0.60	1.12	1.62	2.10	2.56	3.47	4.35	4.78	5.64	6.47	7.30	7.43	5.89	4.82	4.04	3.45	2.74	2.24	1.60	1.22	0.97	0.79			
16	0.08	0.19	0.35	0.65	1.20	1.74	2.25	2.75	3.72	4.66	5.13	6.04	6.94	7.83	8.18	6.49	5.31	4.45	3.80	3.02	2.47	1.77	1.34	1.07	0.87			
17	0.08	0.20	0.37	0.69	1.29	1.85	2.40	2.93	3.97	4.98	5.48	6.45	7.41	8.36	8.96	7.11	5.82	4.88	4.17	3.31	2.71	1.94	1.47	1.17	0.96			
18	0.09	0.21	0.39	0.73	1.37	1.97	2.55	3.12	4.22	5.30	5.82	6.86	7.88	8.89	9.76	7.75	6.34	5.31	4.54	3.60	2.95	2.11	1.60	1.27	0			
19	0.09	0.22	0.42	0.78	1.45	2.09	2.71	3.31	4.48	5.62	6.17	7.27	8.36	9.42	10.5	8.40	6.88	5.76	4.92	3.91	3.20	2.29	1.74	1.38	0			
20	0.10	0.24	0.44	0.82	1.53	2.21	2.86	3.50	4.73	5.94	6.53	7.69	8.83	9.96	11.1	9.07	7.43	6.22	5.31	4.22	3.45	2.47	1.88	1.49	0			
21	0.11	0.25	0.46	0.87	1.62	2.33	3.02	3.69	4.99	6.26	6.88	8.11	9.31	10.5	11.7	9.76	7.99	6.70	5.72	4.54	3.71	2.66	2.02	1.60	0			
22	0.11	0.26	0.49	0.91	1.70	2.45	3.17	3.88	5.25	6.58	7.23	8.52	9.79	11.0	12.3	10.5	8.57	7.18	6.13	4.87	3.98	2.85	2.17	1.72	0			
23	0.12	0.27	0.51	0.96	1.78	2.57	3.33	4.07	5.51	6.90	7.59	8.94	10.3	11.6	12.9	11.2	9.16	7.68	6.55	5.20	4.26	3.05	2.32	1.84	0			
24	0.13	0.29	0.54	1.00	1.87	2.69	3.48	4.26	5.76	7.23	7.95	9.36	10.8	12.1	13.5	11.9	9.76	8.18	6.99	5.54	4.54	3.25	2.47	1.96	0			
25	0.13	0.30	0.56	1.05	1.95	2.81	3.64	4.45	6.02	7.55	8.30	9.78	11.2	12.7	14.1	12.7	10.4	8.70	7.43	5.89	4.82	3.45	2.63	0				
26	0.14	0.31	0.58	1.09	2.04	2.93	3.80	4.64	6.28	7.88	8.66	10.2	11.7	13.2	14.7	13.5	11.0	9.23	7.88	6.25	5.12	3.66	2.79	0				
28	0.15	0.34	0.63	1.18	2.20	3.18	4.11	5.03	6.81	8.54	9.39	11.1	12.7	14.3	15.9	15.0	12.3	10.3	8.80	6.99	5.72	4.09	3.11	0				
30	0.16	0.37	0.68	1.27	2.38	3.42	4.43	5.42	7.33	9.20	10.1	11.9	13.7	15.4	17.2	16.7	13.6	11.4	9.76	7.75	6.34	4.54	3.45	0				
32	0.17	0.39	0.73	1.36	2.55	3.67	4.75	5.81	7.86	9.86	10.8	12.8	14.7	16.5	18.4	18.4	15.0	12.6	10.8	8.64	6.99	5.00	0					
35	0.19	0.43	0.81	1.50	2.81	4.04	5.24	6.40	8.66	10.9	11.9	14.1	16.2	18.2	20.3	21.0	17.2	14.4	12.3	9.76	7.99	5.72	0					
40	0.22	0.50	0.93	1.74	3.24	4.67	6.05	7.39	10.0	12.5	13.8	16.3	18.7	21.1	23.4	25.7	21.0	17.6	15.0	11.9	9.76	6.99	0					
45	0.25	0.57	1.06	1.97	3.68	5.30	6.87	8.40	11.4	14.2	15.7	18.5	21.2	23.9	26.6	30.5	25.1	21.0	17.9	14.2	11.7	0						

TIPO I

TIPO II

TIPO III

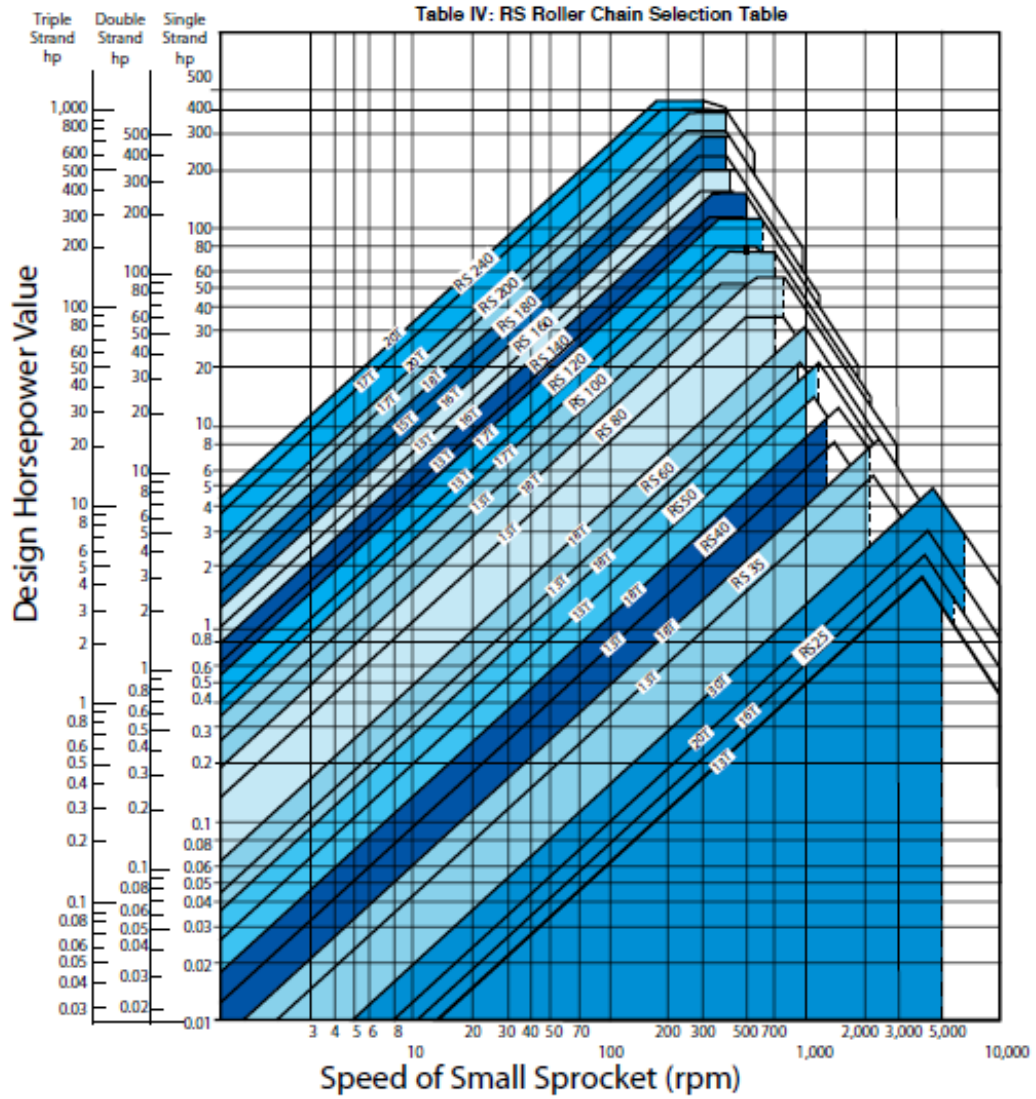
Fuente: se reimprime de *Chains for Power Transmission and Material Handling*, p. 147, por cortesía de Marcel Dekker, Inc.

TIPO I: Lubricación manual o por goteo

El límite de rpm para cada tipo de lubricación se lee a partir de la columna hacia la izquierda de la línea límite que se ilustra.

TIPO II: Lubricación por disco o baño

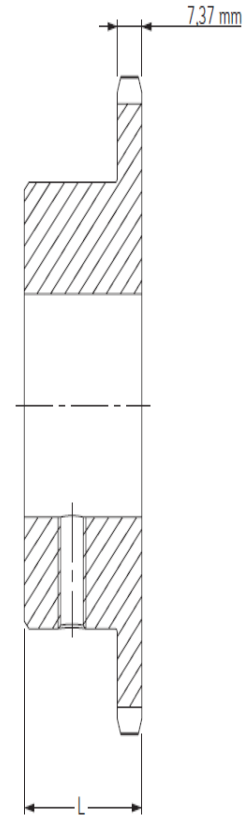
TIPO III: lubricación por flujo de aceite



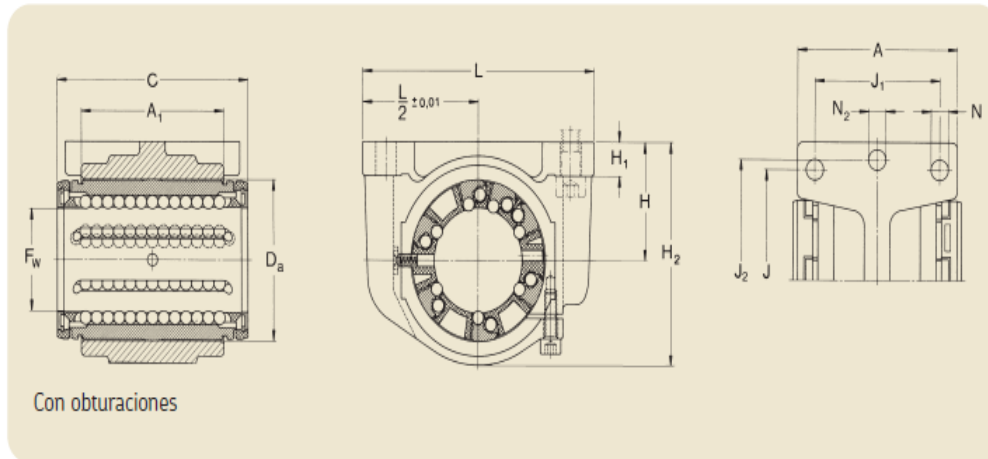
ISO 08B-1 Paso de 12,70 mm

Agujero personalizado, Tipo BS

Nº de dientes	Diámetro primitivo (PD)	L	Peso	Designación	Agujeros terminados (mm) incluye chaveta y tornillos
	mm				
10	41,10	25	0,11	PHS 08B-1BS10X...	12* 14 16 - - - - - - - - - -
11	45,07	25	0,13	PHS 08B-1BS11X...	12* 14 16 18 19 - - - - - - - - -
12	49,07	28	0,15	PHS 08B-1BS12X...	12* 14 16 18 19 20 22 24 25 - - - - -
13	53,06	28	0,20	PHS 08B-1BS13X...	12* 14 16 18 19 20 22 24 25 28 - - - - -
14	57,07	28	0,23	PHS 08B-1BS14X...	12* 14 16 18 19 20 22 24 25 28 - - - - -
15	61,09	28	0,24	PHS 08B-1BS15X...	12* 14 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 - - -
16	65,10	28	0,30	PHS 08B-1BS16X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 - - -
17	69,11	28	0,40	PHS 08B-1BS17X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 - - -
18	73,14	28	0,47	PHS 08B-1BS18X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
19	77,16	28	0,53	PHS 08B-1BS19X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
20	81,19	28	0,60	PHS 08B-1BS20X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
21	85,22	28	0,69	PHS 08B-1BS21X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
22	89,24	28	0,75	PHS 08B-1BS22X...	- - 16 18 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
23	93,27	28	0,87	PHS 08B-1BS23X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
24	97,29	28	0,95	PHS 08B-1BS24X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
25	101,33	28	1,01	PHS 08B-1BS25X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
26	105,36	30	1,09	PHS 08B-1BS26X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
27	109,40	30	1,13	PHS 08B-1BS27X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
28	113,42	30	1,17	PHS 08B-1BS28X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
29	117,46	30	1,41	PHS 08B-1BS29X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38
30	121,50	30	1,46	PHS 08B-1BS30X...	- - - - 19 20 22 24 25 28 30 32 35 38



ANSI Chain Number	Pitch, in (mm)	Width, in (mm)	Minimum Tensile Strength, lbf (N)	Average Weight, lbf/ft (N/m)	Roller Diameter, in (mm)	Multiple-Strand Spacing, in (mm)
25	0.250 (6.35)	0.125 (3.18)	780 (3 470)	0.09 (1.31)	0.130 (3.30)	0.252 (6.40)
35	0.375 (9.52)	0.188 (4.76)	1 760 (7 830)	0.21 (3.06)	0.200 (5.08)	0.399 (10.13)
41	0.500 (12.70)	0.25 (6.35)	1 500 (6 670)	0.25 (3.65)	0.306 (7.77)	— —
40	0.500 (12.70)	0.312 (7.94)	3 130 (13 920)	0.42 (6.13)	0.312 (7.92)	0.566 (14.38)
50	0.625 (15.88)	0.375 (9.52)	4 880 (21 700)	0.69 (10.1)	0.400 (10.16)	0.713 (18.11)
60	0.750 (19.05)	0.500 (12.7)	7 030 (31 300)	1.00 (14.6)	0.469 (11.91)	0.897 (22.78)
80	1.000 (25.40)	0.625 (15.88)	12 500 (55 600)	1.71 (25.0)	0.625 (15.87)	1.153 (29.29)
100	1.250 (31.75)	0.750 (19.05)	19 500 (86 700)	2.58 (37.7)	0.750 (19.05)	1.409 (35.76)
120	1.500 (38.10)	1.000 (25.40)	28 000 (124 500)	3.87 (56.5)	0.875 (22.22)	1.789 (45.44)
140	1.750 (44.45)	1.000 (25.40)	38 000 (169 000)	4.95 (72.2)	1.000 (25.40)	1.924 (48.87)
160	2.000 (50.80)	1.250 (31.75)	50 000 (222 000)	6.61 (96.5)	1.125 (28.57)	2.305 (58.55)
180	2.250 (57.15)	1.406 (35.71)	63 000 (280 000)	9.06 (132.2)	1.406 (35.71)	2.592 (65.84)
200	2.500 (63.50)	1.500 (38.10)	78 000 (347 000)	10.96 (159.9)	1.562 (39.67)	2.817 (71.55)
240	3.00 (76.70)	1.875 (47.63)	112 000 (498 000)	16.4 (239)	1.875 (47.62)	3.458 (87.83)



Dimensiones														Cargas básicas nominales		Masa	Designaciones	
F_w	A	A_1	C	D_a	H	H_1	H_2	J	J_1	J_2	L	$N^{(1)}$	$N_2^{(2)}$	din.	est.	kg	Unidad lineal con 2 obturaciones	2 retenes de doble labio
mm														N		kg	—	
8	27	14	25	16	15	5,5	28	25	20	35	45	3,2	5,3	490	355	0,028	LUCS 8 ¹⁾	LUCS 8-2LS ¹⁾
12	31	20	32	22	18	6	34,5	32	23	42	52	4,3	5,3	1 080	815	0,053	LUCE 12	LUCE 12-2LS
16	34,5	22	36	26	22	7	40,5	40	26	46	56	4,3	5,3	1 320	865	0,069	LUCE 16	LUCE 16-2LS
20	41	28	45	32	25	8	48	45	32	58	70	4,3	6,4	2 000	1 370	0,144	LUCE 20	LUCE 20-2LS
25	52	40	58	40	30	10	58	60	40	68	80	5,3	6,4	2 900	2 040	0,285	LUCE 25	LUCE 25-2LS
30	59	48	68	47	35	10	67	68	45	76	88	6,4	6,4	4 650	3 250	0,4	LUCE 30	LUCE 30-2LS
40	74	56	80	62	45	12	85	86	58	94	108	8,4	8,4	7 800	5 200	0,72	LUCE 40	LUCE 40-2LS
50	66	72	100	75	50	14	99	108	50	116	135	8,4	10,5	11 200	6 950	1,19	LUCE 50	LUCE 50-2LS
60	84	95	125	90	60	18	118	132	65	138	160	10,5	13	20 400	18 000	2,17	LUCS 60	LUCS 60-2LS
80	113	125	165	120	80	22	158	170	90	180	205	13	13	37 500	32 000	5,15	LUCS 80	LUCS 80-2LS

ANEXO B

**COMPONENTES NEUMÁTICOS,
ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS**



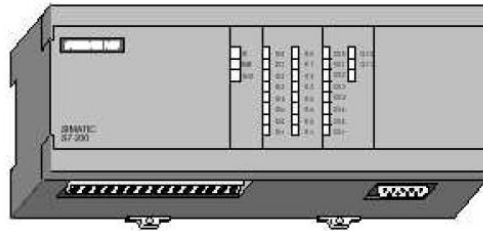
ATV 11HU18M2A



ATV 11PU18M2A

Variadores con radiador (rango de frecuencias de 0 a 200 Hz)

Motor Potencia indicada en la placa	Linea de alimentación Corriente de línea máx. (1)	Altivar 11		Potencia disipada en carga nominal W	Referencia (4)	Peso (kg)
		Corriente de salida continua (2)	Corriente transitoria máx. (3)			
Tensión de alimentación monofásica: 100...120 V 50/60 Hz						
0,18	6	1,4 (6)	2,1	14	ATV 11HU05F1A	0,900
0,37	9	2,4 (6)	3,6	25	ATV 11HU09F1A	1,000
0,75	18	4 (6)	6	40	ATV 11HU18F1A (5)	1,800
Tensión de alimentación monofásica: 200...240 V 50/60 Hz						
0,18	3,3	1,4	2,1	14	ATV 11HU05M2A	0,900
0,37	6	2,4	3,6	25	ATV 11HU09M2A	1,000
0,75	9,9	4	6	40	ATV 11HU18M2A	1,100
1,5	17,1	7,5	11,2	78	ATV 11HU29M2A (5)	1,800
2,2	24,1	10	15	97	ATV 11HU41M2A (5)	1,800
Tensión de alimentación trifásica: 200...230 V 50/60 Hz						
0,18	1,8	1,4	2,1	13,5	ATV 11HU05M3A	0,900
0,37	3,6	2,4	3,6	24	ATV 11HU09M3A	1,000
0,75	6,3	4	6	38	ATV 11HU18M3A	1,100
1,5	11	7,5	11,2	75	ATV 11HU29M3A (5)	1,800

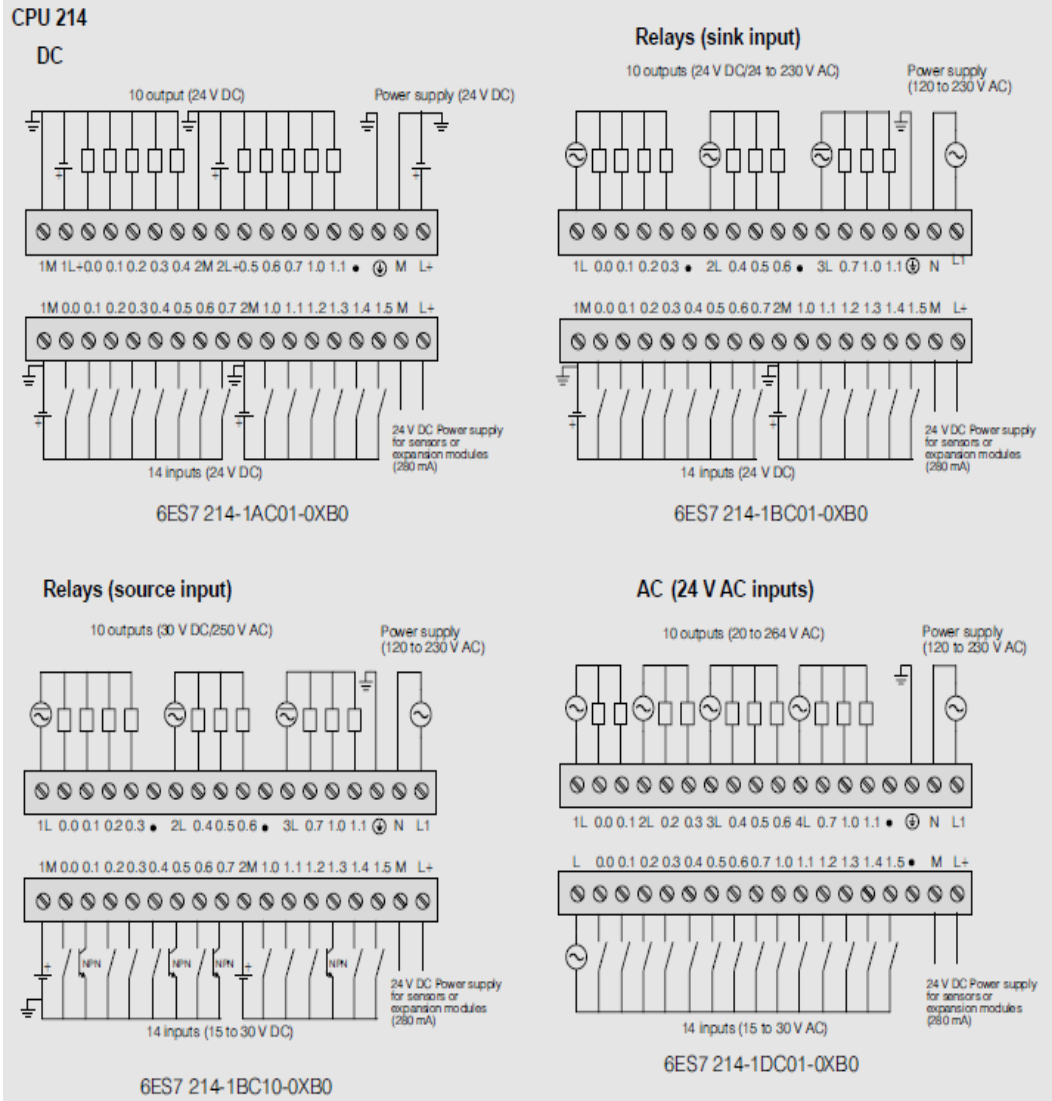


Technical specifications CPU 214

Program memory	4 kbyte /typ. 2 K statements on built-in EEPROM (non-volatile)	Integrated high-speed functions	
Data memory	2048 words	• Alarm inputs	4 (on positive and/or negative input signal edge, programmable interrupt response)
Memory submodule (optional)	1 plug-in memory submodule (EEPROM); contents identical with integral EEPROM	• Counters	1 up or down counter (see CPU 212) 2 high-speed counters (7 kHz each), 32 bits (incl. sign), which can be used as an up or down counter or for connecting incremental encoders with 2 90°-offset pulse trains; with parameterizable enable and reset inputs; interrupt capability (incl. calling a subroutine with random contents) on reaching a setpoint; reversal of direction of counting etc.
Data backup	Maintenance-free (without optional battery) <ul style="list-style-type: none"> • 1024 bytes (DB1), stored on built-in EEPROM • data, retentive memory bits, etc. backed up by heavy-duty capacitor; optional battery for long-term backup 	• Pulse outputs	2 high-speed outputs with interrupt capability (up to 4 kHz); pulse length and frequency modulation
Backup time	typ. 190 h (min. 120 h at 40 °C) 200 days with optional battery module	Interfaces	One RS 485 communication interface; either: <ul style="list-style-type: none"> • PPI mode for programming and connecting programming devices, PCs (via PC/PPI cable), TD 200, or operator panels (9.6 and 19.2 kbit/s) • MPI mode for programming and connecting programming devices, PCs, operator panels and S7-300s and S7-400s. Baud rate: 19.2 kbit/s • user-programmable interface mode with interrupt capability for serial data exchange with devices of other vendors (0.3 to 38.4 kbit/s), e.g. with ASCII
Charging time for heavy-duty capacitor	typ. 7 h (to 60% capacity)		
Programming language	STL and LAD		
Program organization	One organization block (subroutines supported)		
Program scanning	<ul style="list-style-type: none"> • free-cycle (OB 1) • interrupt-controlled • time-controlled (5 to 255 ms) 		
Subroutine levels	8		
User program protection	3-level password protection		
Instruction set			
• Basic operations	Binary logic operations, result assignments, save, count, load, transfer, compare, shift, rotate, form complement, call subroutines, integrated communications commands (for example, NETR, NETW, RECEIVE-Freeport)		
• User-friendly functions	bits continuous (for example, NETR, NETW, RECEIVE-Freeport) Pulse duration modulation, pulse train instructions, jump instructions, loop instructions, code conversions, arithmetic functions, (addition, subtraction, multiplication, division, square root), fixed-point arithmetic, floating-point arithmetic, PID control	Connectable programming units/PC	exchange with devices of other vendors (0.3 to 38.4 kbit/s), e.g. with ASCII protocol; PC/PPI cable can be used as an RS 232/RS 485 converter (from 0.6 kbit/s)
Execution times for bit operations	0.8 µs	Integrated inputs/outputs	Backplane bus: <ul style="list-style-type: none"> • connection of expansion modules (EM)¹⁾ PG 720P, PG 740, PG 760, PC(AT)
Scan time monitoring	300 ms (retriggerable)	• Pluggable I/O terminals	No
Flags	256	• Digital inputs	14; incl. 4 channels as process interrupt and 8 channels for high-speed functions
• of which remanent	0 to 255, selectable	• Digital outputs	10; incl. 2 channels for on-board functions
Counters	128	• Analog potentiometer	2 analog potentiometers; resolution 1/200
• of which remanent	0 to 127, selectable	Connectable I/O	
• Counting range	0 to 32 767	• digital inputs/outputs	max. 62 inputs and 58 outputs (incl. on-board inputs/outputs)
Timers	128	• analog inputs/outputs	12 inputs and/or 14 outputs; max. total of 22
• of which remanent	64 selectable		
• Timing range	4 timers, 1 ms to 30 s 16 timers, 10 ms to 5 min 108 timers, 100 ms to 54 min	• AS interface inputs/outputs	max. 496
		Expansion	max. 7 expansion modules (digital and analog). ¹⁾ IP 20 to IEC 529
		Degree of protection	
		Ambient temperature	
		• with horizontal installation	0 to 55 °C
		• with vertical installation	0 to 45 °C
		Relative humidity	5 to 95% (RH severity level 2 to IEC 1131-2)
		Air pressure	860 to 1080 hPa
		Other environmental conditions	See "S7-200 Programmable Controller, System Manual"

Technical specifications CPU 214 (cont.)

Supply:	24 V DC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC
Inputs:	24 V DC	24 V DC (sink I)	24 V DC (source I)	24 V AC	120 V AC	120 V AC
Outputs:	24 V DC	relay	relay	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	relay
Supply voltage L+/L1						
• nominal value	24 V DC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC	120 to 230 V AC
• permissible range	20.4 to 28.8 V	85 to 264 V AC (47 to 63 Hz)	85 to 264 V AC (47 to 63 Hz)	85 to 264 V AC (47 to 63 Hz)	85 to 264 V AC (47 to 63 Hz)	85 to 264 V AC (47 to 63 Hz)
Input current	typ. 85 mA	4 VA	4 VA	4 VA	4 VA	4 VA
Starting current inrush	typ. 10 A	20 A	20 A	20 A	20 A	20 A
Current consumption	typ. 8 W	9 W	9 W	11 W	11 W	11 W
Output voltage for sensors and transmitters						
• nominal value	L+ (24 V DC)	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC
• permissible range	L+ - max 4 V	20.4 V to 28.8 V	20.4 V to 28.8 V	20.4 V to 28.8 V	20.4 V to 28.8 V	20.4 V to 28.8 V
Output current for sensors (24 V DC)						
• nominal value	280 mA	280 mA	280 mA	280 mA	280 mA	280 mA
• short-circuit protection	elektronik, non-latching	elektronik, non-latching	elektronik, non-latching	elektronik, non-latching	elektronik, non-latching	elektronik, non-latching
Output current for expansion modules	660 mA	660 mA	660 mA	560 mA	560 mA	560 mA
Integrated Outputs 14						
Input voltage						
• nominal value	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V AC	120 V AC	120 V AC
• with signal "1"	15 to 35 V	15 to 35 V	-15 to -35 V	15 to 35 V	79 to 135 V	79 to 135 V
• with signal "0"	0 to 5 V	0 to 5 V	0 to -5 V	0 to 5 V	0 to 5 V	0 to 5 V
Isolation						
• in groups of	Optocoupler 8 and 6	Optocoupler 8 and 6	Optocoupler 8 and 6	Optocoupler 14	Optocoupler 14	Optocoupler 14
Input current						
• with signal "1"	7 mA	7 mA	7 mA	7 mA	7 mA	7 mA
Input delay (at nominal input voltage)						
• for standard inputs	(10.4 to 11.5) max. 0.2 ms	(10.4 to 11.5) 0.2 ms	(10.4 to 11.5) 0.2 ms	(10.4 to 11.5) 15 ms	(10.4 to 11.5) 15 ms	(10.4 to 11.5) 15 ms
• for alarm inputs	(10.0 to 10.3) max. 0.16/0.2 ms	(10.0 to 10.3) 0.16/0.2 ms	(10.0 to 10.3) 0.16/0.2 ms	(10.0 to 10.3) 15 ms	(10.0 to 10.3) 15 ms	(10.0 to 10.3) 15 ms
• for high-speed counter 0	(10.0) typ./max. 0.16/0.2 ms	(10.0) 0.16/0.2 ms	(10.0) 0.16/0.2 ms	(10.0) 15 ms	(10.0) 15 ms	(10.0) 15 ms
• for high-speed counters 1, 2	(10.4 to 11.5) 30/70 µs (if programmed)	(10.4 to 11.5) 30/70 µs (if programmed)	(10.4 to 11.5) 30/70 µs (if programmed)	(10.4 to 11.5) 10/15 ms	(10.4 to 11.5) 10/15 ms	(10.4 to 11.5) 10/15 ms
Connection of 2-wire BERO						
• permissible closed-circuit current	max. 1 mA	1 mA	1 mA	—	—	—
Cable lengths						
• Unscreened (not for high-speed signals)	300 m	300 m	300 m	300 m	300 m	300 m
• screened						
standard input	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m	500 m
(alarm inputs, high-speed counters)	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m	50 m



Sensores de proximidad SIE..., inductivos

Cuadro general de productos

FESTO



- Ejecuciones para corriente continua y alterna
- Salida PNP, NPN o salida analógica
- \varnothing 3 mm ... M30 y ejecuciones especiales
- Ejecuciones resistentes a la corrosión y a interferencias por campos magnéticos de sistemas de soldadura
- Ejecuciones con distancia extendida de detección
- No contiene cobre ni PTFE

Informaciones detalladas sobre los productos

→ www.festo.com/catalogue/sie

Cuadro general de productos						
Ejecución	Tipo	Tensión de funcionamiento	Salida digital / Salida analógica	Tipo de montaje	Tamaño	→ Página
Factor de reducción en función del material						
Distancia normalizada de conmutación	SIEH	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	\varnothing 4 mm, M5, \varnothing 6,5 mm,	115
	Tipo básico	15 ... 34 V DC	NPN	Saliente	M8, M12, M18, M30	
	SIED	20 ... 320 V DC	Bifilar, sin contacto	Enrasado	M12, M18, M30	118
	Tipo básico	20 ... 265 V AC		Saliente		
	SIES	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	5x5x25 mm ...	119
	Ejecución especial		NPN		40x40x120 mm	
Mayor distancia de conmutación	SIEH...-PA	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	M12, M18, M30	120
	Cuerpo de poliamida		NPN	Saliente		
	SIED...-PA	10 ... 300 V DC	Bifilar, sin contacto	Enrasado	M12, M18, M30	121
	Cuerpo de poliamida	20 ... 250 V AC		Saliente		
Salida analógica	SIEH	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	\varnothing 3 mm, M12, M18	124
	Tipo básico	15 ... 34 V DC	NPN			
	SIEH...-CR	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	M12, M18	124
	Cuerpo de acero inoxidable		NPN			
Factor de reducción 1 para todos los metales, resistente a campos magnéticos en zonas de soldadura						
Mayor distancia de conmutación	SIEF	10 ... 30 V DC	PNP	Saliente	M8, M12, M18, M30	122
	Tipo básico		NPN	Enrasado parcial		
	SIEF...-WA	10 ... 30 V DC	PNP	Enrasado	M12, M18, M30,	122
	Resistente a salpicadura de soldadura		NPN	Enrasado parcial	40x40 mm	



Detailed technical data

Features

Sensor principle	Photoelectric proximity sensor
Detection principle	Background blanking
Housing design (light emission)	Cylindrical, angled Cylindrical, straight (depending on type)
Housing length	62.5 mm ... 83.8 mm (depending on type)
Thread diameter (housing)	M18 x 1
Sensing range max. ⁴⁾	Radial 1 mm ... 130 mm Axial 1 mm ... 140 mm
Sensing range ⁴⁾	1 mm ... 100 mm
Type of light	Visible red light
Light source ²⁾	LED
Light spot size (distance)	Ø 8 mm (100 mm)
Wave length	645 nm
Adjustment	Potentiometer, 270 °

⁴⁾ Object with 90 % reflectance (referred to standard white DIN 5033)

²⁾ Average service life of 100,000 h at $T_A = +25 \text{ °C}$.

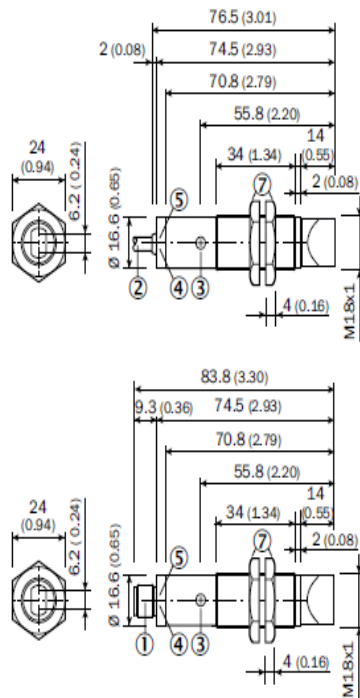
Mechanics/electronics

Supply voltage ⁴⁾	10 V DC ... 30 V DC
Residual ripple ²⁾	± 10 %
Power consumption ³⁾	≤ 30 mA
Output type	PNP, open collector ⁴⁾ NPN, open collector ⁵⁾ (depending on type)
Switching mode	Light switching Light/dark-switching, selectable via L/D control wire
Signal voltage PNP HIGH / LOW	Approx. $V_c - 1.8 \text{ V} / 0 \text{ V}$
Signal voltage NPN HIGH / LOW	Approx. $V_c / < 1.8 \text{ V}$
Output current I_{max}	≤ 100 mA
Response time ⁶⁾	≤ 0.5 ms
Switching frequency ⁷⁾	1,000 Hz
Connection type	Cable, 2 m ⁸⁾ Connector, M12 (depending on type)
Circuit protection	A ⁹⁾ , B ¹⁰⁾ , D ¹¹⁾
Protection class	III
Weight	Cable, 4-wire 95 g / 62 g (depending on type) Connector M12 47 g / 18 g (depending on type)
Housing material	Plastic PBT/PC Metal Nickel-plated brass and PC
Optics material	PMMA

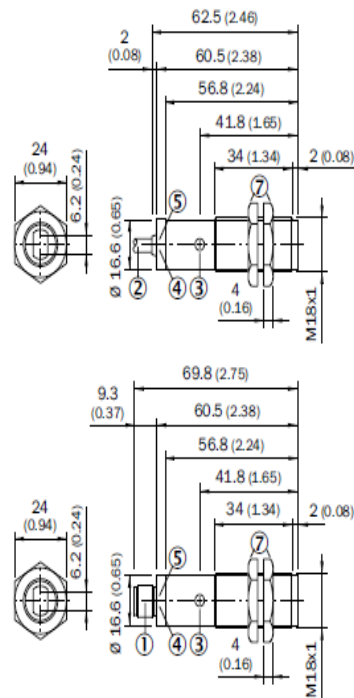
Dimensional drawings

dimensions in mm (inch)

VTF180-2, metal, radial



VTF180-2, metal, axial



- ① Connector M12, 3-pin / Connector M12, 3-pin
- ② Connection cable 2 m
- ③ Sensitivity control: Potentiometer 270°
- ④ LED indicator orange: switching output active
- ⑤ LED indicator green, stability indicator: LED lights continuously = light reception < 0.9/> 1.1; LED off = light reception > 0.9 / < 1.1
- ⑦ Metal housing, fastening nuts (2 x); width across 24

- ① Connector M12, 4-pin
- ② Connection cable 2 m
- ③ Sensitivity adjustment 270°
- ④ LED indicator orange: switching output active
- ⑤ LED indicator green: strength indicator
- ⑦ Fastening nuts (2 x); 24 mm hex, metal



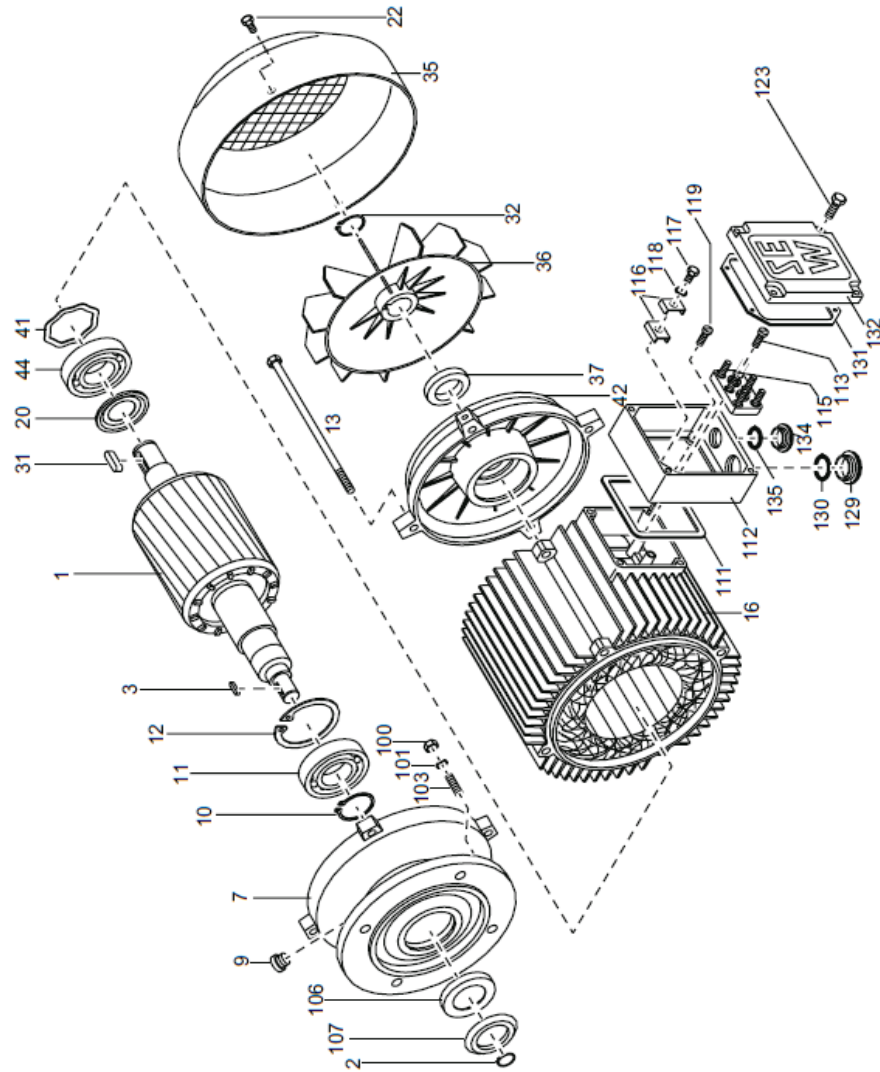
Características técnicas: Mientras no se indique lo contrario, todos los datos son válidos para una tensión de entrada 230 V AC y una temperatura ambiente de +25 °C. Sujeto a cambios técnicos sin previo aviso.

Tipo:	5V/3A	12V/1,9A	15V/1,9A	24V/1,3A
Número de pieza:	6EP1311-1SH02	6EP1321-1SH02	6EP1351-1SH02	6EP1331-1SH02
Données techniques:				
Tensión nominal de entrada U_e :	AC 100-240 V	AC 100-240 V	AC 100-240 V	AC 100-240 V
Rango de tensión de entrada:	AC 85...264 V	AC 85...264 V	AC 85...264 V	AC 85...264 V
Rango de frecuencia:	47...63 Hz	47...63 Hz	47...63 Hz	47...63 Hz
Superación de cortes de red:	> 40 ms	> 40 ms	> 40 ms	> 40 ms
Corriente nominal de entrada I_e :	0,36-0,22 A	0,53-0,3 A	0,63 - 0,33A	0,7 - 0,35 A
Seguridad en la acometida de red:	recomendado: Interruptor automatico (CEI 898) a partir de 16A curva B, 10A curva C			
Magnitudes de salida:				
Tensión nominal de salida U_a :	DC 5 V	DC 12 V	DC 15 V	DC 24 V
Ondulación residual / Picos de conexión:	< 100/100 mV _{ss}	< 200/300 mV _{ss}	< 200/300 mV _{ss}	< 200/300 mV _{ss}
Zona de ajuste:	DC 4,6...5,4 V	DC 10,5...16,1 V	DC 10,5...16,1 V	DC 22,2...26,4 V
Corriente nominal de salida I_a :	3 A	1,9 A	1,9 A	1,3 A
Limitación estática de corriente:	tip. 3,8 A	tip. 2,5 A	tip. 2,7 A	tip. 2 A
Rendimiento a plena carga:	tip. 76 %	tip. 80 %	tip. 80 %	tip. 82 %
Condiciones ambientales:				
Temp. para almacenamiento y transporte:	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C	-40 °C...+70 °C
Temperatura para funcionamiento:	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C	-20 °C...+55 °C
Grado de protección según:	IP 20	IP 20	IP 20	IP 20
Grado De la Contaminación:	2	2	2	2
Clase de la humedad:	según clase de clima 3K3 según EN 60721, sin condensaciones, Humedad relativa del aire 5...95 %			
Emisión de interferencias:	EN 50081-1, Clase B según EN 55022			
Resist. a interferencias:	EN 61000-6-2, EN 61000-4-2/-3/-4/-5/-6/-11			
Seguridad:				
Clase de protección según:	UL60950, Clase de protección según II (asegure la separación eléctrica, sin PE)			
Corte de potencial primario/secundario:	tensiones de salida SELV según EN 60950 y EN 50178			

Homologaciones:

CE	De acuerdo con conformidad del CE (98/336 EWG y 73/23 EWG)
UL	UL 508 (Listed, File E197259), UL60950 (Recognized, File E151273), por 24 V-tipo suplementario class II
FM	Class I, Division 2, Groups A,B,C,D, T4
GL	Homologaciones para barcos según Germanischer Lloyd

3.1 Estructura general del motor de CA

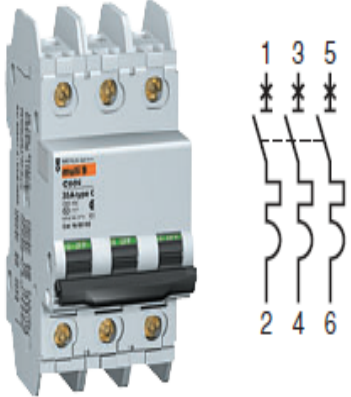


[1] Rotor	[31] Chaveta	[107] Deflector de aceite	[131] Retén de estanqueidad
[2] Circlip	[32] Circlip	[111] Junta	[132] Tapa de la caja de bombas
[3] Chaveta	[35] Caperuza del ventilador	[112] Parte inferior de la caja de bombas	[134] Tapón roscado
[7] Brida de acople	[36] Ventilador	[113] Tornillo de cabeza cilíndrica	[135] Retén de estanqueidad
[9] Tapón roscado	[37] Junta V	[115] Caja de bombas	
[10] Circlip	[41] Arandela de ajuste	[116] Estribo de sujeción	
[11] Rodamiento radial rígido	[42] Brida lado B	[117] Tornillo de cabeza hexagonal	
[12] Circlip	[44] Rodamiento radial rígido	[118] Arandela elástica	
[13] Tornillo de cabeza hexagonal (tirante)	[100] Tuerca hexagonal	[119] Tornillo de cabeza cilíndrica	
[16] Estator	[101] Arandela elástica	[123] Tornillo de cabeza hexagonal	
[20] Anillo Nilos	[103] Espárrago	[129] Tapón roscado	
[22] Tornillo de cabeza hexagonal	[106] Retén	[130] Retén de estanqueidad	

Disjoncteurs pour la protection des départs/distributions

C60N UL 489

CSA 22.2 N° 5.1

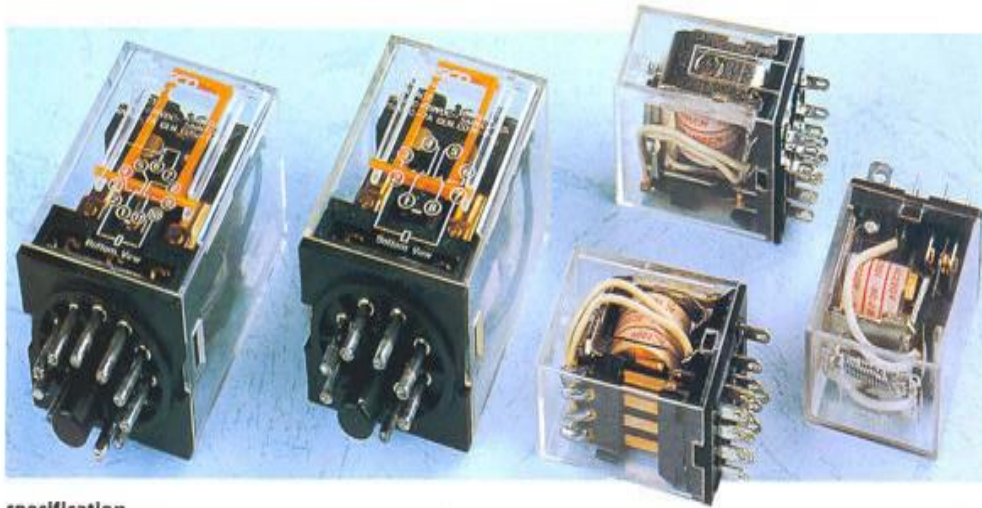
	3P	3	1	60168	60184	60268	60284	60368	60384
	1,5	60169	60185	60269	60285	60369	60385		
	2	60170	60186	60270	60286	60370	60386		
	3	60171	60187	60271	60287	60371	60387		
	4	60172	60188	60272	60288	60372	60388		
	5	60173	60189	60273	60289	60373	60389		
	6	60174	60190	60274	60290	60374	60390		
	7	60175	60191	60275	60291	60375	60391		
	8	60176	60192	60276	60292	60376	60392		
	10	60177	60193	60277	60293	60377	60393		
	13	60178	60194	60278	60294	60378	60394		
	15	60179	60195	60279	60295	60379	60395		
	20	60180	60196	60280	60296	60380	60396		
	25	60181	60197	60281	60297	60381	60397		
	30	60182	60198	60282	60298	60382	60398		
	35	60183	60199	60283	60299	60383	60399		

(1) Raccordement borne à cage amont / aval

(2) Raccordement cosse à œil amont / aval

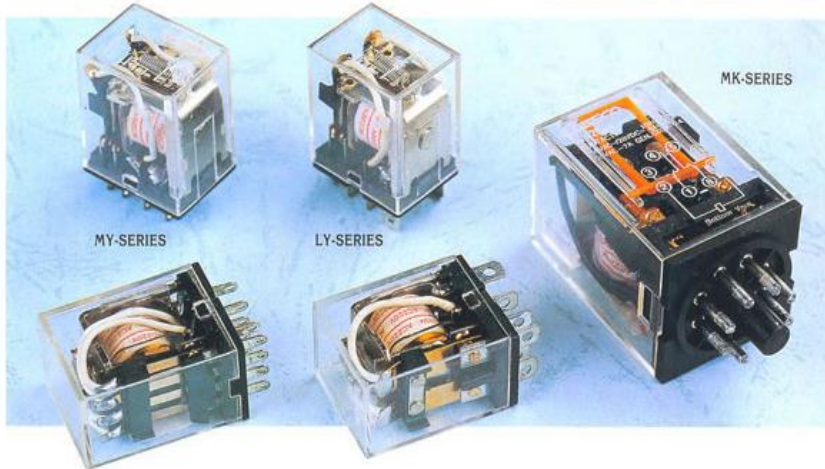
(3) Raccordement borne à cage amont / cosse à œil aval

RELAY

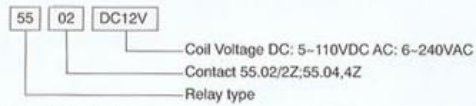


specification

MODEL		MY SERIES			LY SERIES			MK SERIES	
		MY-2	MY-3	MY-4	LY-2	LY-3	LY-4	MK2P1	MK3P1
EXTERNAL DIMENSION (mm)	L	27,6			27,6	27,6	27,6	34,7	
	W	41,5			21,5	31,5	41,5	34,7	
	H	34			36	36	36	52	
CONTACT FORM		2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B	4A4B	2A2B	3A3B
CONTACT CAPACITY		28V DC 220V AC			28V DC 220V AC			28V DC 220V AC	
		5A		3A	15A/10A	10A		10A 5A	
COIL	DC	6,12,24,36,110 V			6,12,24,36,48,110V			6,12,24,48,60,110,220V	
VOLTAGE	AC	6,12,24,36,110,220V			6,12,24,36,48,110,220V			6,12,24,36,48,110,127,220,380V	
CONTACT RESISTANCE		$\leq 50m\Omega$			$\leq 50m\Omega$			$\leq 50m\Omega$	
INSULATION RESISTANCE		$\geq 1000M\Omega$			$\geq 1000M\Omega$			$\geq 500M\Omega$	
DIELECTRIC STRENGTH		1000V AC 50/60Hz			1500 AC 50/60 Hz			1500V AC 50/60Hz	
SERVICE LIFE	MECHANICAL	10,000,000			10,000,000			10,000,000	
	ELECTRICAL	100,000			100,000			100,000	
TERMINAL		OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET AND PRINTED-CIRCUIT BOARD			OUTLET SOLDER	



55.04 General-Purpose Relay



Contact Ratings

Contact Ratings	2Z	4Z
Contact Resistance	50mΩ(1A 6VDC)	
Contact capacity	10A/220VAC	5A/220VAC
	30VDC	30VDC125VAC

Specification

Insulation Resistance	500MΩ, 500VDC		
Dielectric Strength	BCC	1500VAC	1minute
	BOC	1000VAC	1minute
	CCC	1500VAC	1minute
Operate Time	25ms /25ms		
Terminal Type	PCB and Socket		

Coil Ratings

Nominal Coil Power	0.9W/1.2VA
--------------------	------------

Coil Versions

Nominal Voltage VDC	Pull-in Voltage VDC	Release Voltage VDC	Coil Resistance Ω±10%	Nominal Voltage VAC	Pull-in Voltage VAC	Release Voltage VAC	Coil Resistance Ω±10%
5	4.0	0.50	30	6	4.80	1.80	12
6	4.8	0.60	40	12	9.60	3.60	42
12	9.6	1.20	160	24	19.2	7.20	168
24	19.2	2.40	640	48	38.4	14.4	675
48	38.4	4.80	2560	120	96.0	36.0	3500
110	88.0	11.0	12100	220/240	176.0	66.0	14000/16500



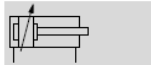
55.04

Cilindros normalizados DSN, ISO 6432

Hoja de datos

FESTO

Funcionamiento



⊘ - Diámetro
8 ... 25 mm

— | - Carrera
1 ... 500 mm




Datos técnicos generales						
Diámetro del émbolo [mm]	8	10	12	16	20	25
Conexión neumática	M5	M5	M5	M5	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$
Rosca del vástago	M4	M4	M6	M6	M8	M10x1,25
Construcción	Émbolo Vástago Camisa del cilindro					
Amortiguación	Anillos y discos elásticos en ambos lados					
Carrera de amortiguación (PPV) [mm]	-			Amortiguación neumática regulable en ambos lados 14 17		
Tipo de fijación	Con accesorios					
Posición de montaje	Indistinta					

Condiciones de funcionamiento						
Diámetro del émbolo	8	10	12	16	20	25
Fluido de trabajo	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7:4:4]					
Nota sobre el fluido de trabajo/mando	Es posible el funcionamiento con aire comprimido lubricado (lo cual requiere seguir utilizando aire lubricado)					
Presión de funcionamiento [bar]	1,5 ... 10			1 ... 10		


Condiciones del entorno	
Cilindros normalizados	
Temperatura ambiente [°C]	-20 ... +80
Clase de resistencia a la corrosión ¹⁾	2

1) Clase de resistencia a la corrosión 2 según norma de Festo 940 070

Válida para piezas expuestas a moderado peligro de corrosión. Piezas exteriores en contacto directo con sustancias usuales en entornos industriales, tales como disolventes, detergentes o lubricantes, con superficies principalmente decorativas.




GENERAL-PURPOSE MICRO SWITCH



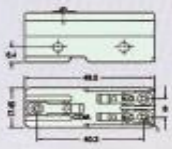
SPECIFICATIONS:

- Terminal: Screw terminal
- Contact resistance: 15 \pm Ω maximum. (Initial)
- Insulation resistance: 100M Ω minimum. (At 500VDC)
- Dielectric strength: 1,000VAC 50/60Hz for 1 minute.

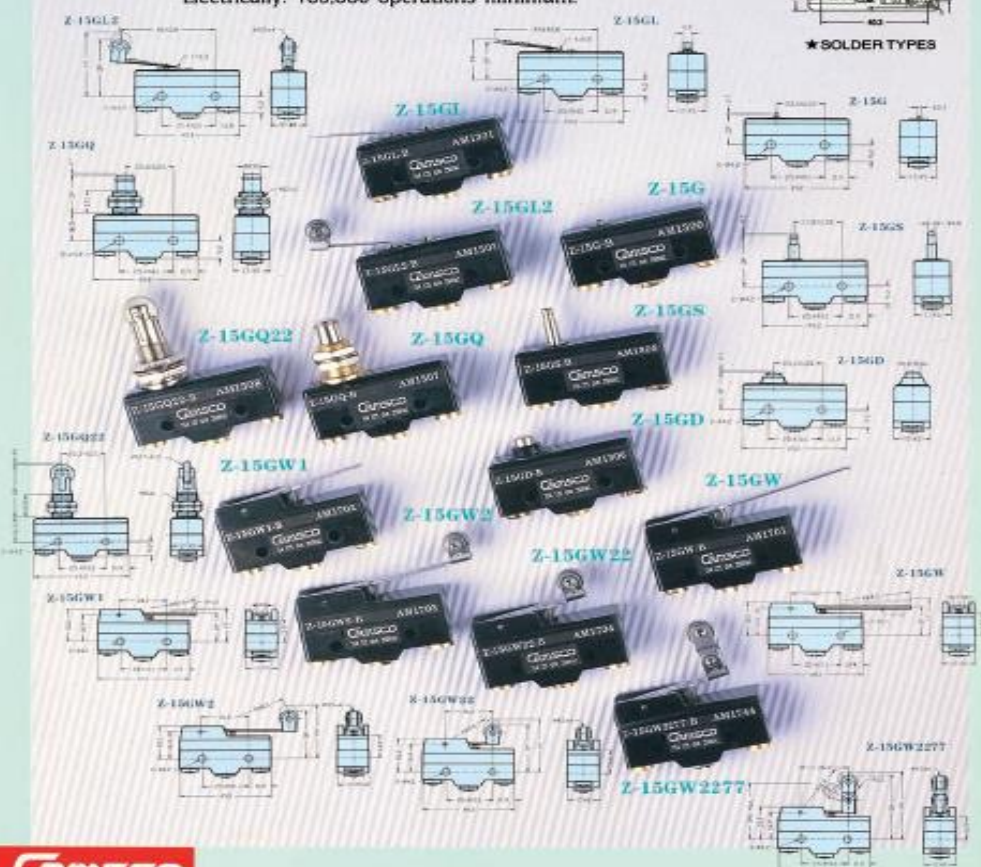
• Contact configuration:  15A 125VAC Or 250VAC
1/2A 125VDC, 1/4A 250VDC
1/8HP 125VAC 1/4HP 250VAC


• Service life: Mechanically: 1,000,000 operations minimum.
Electrically: 100,000 operations minimum.

Z-15 Series

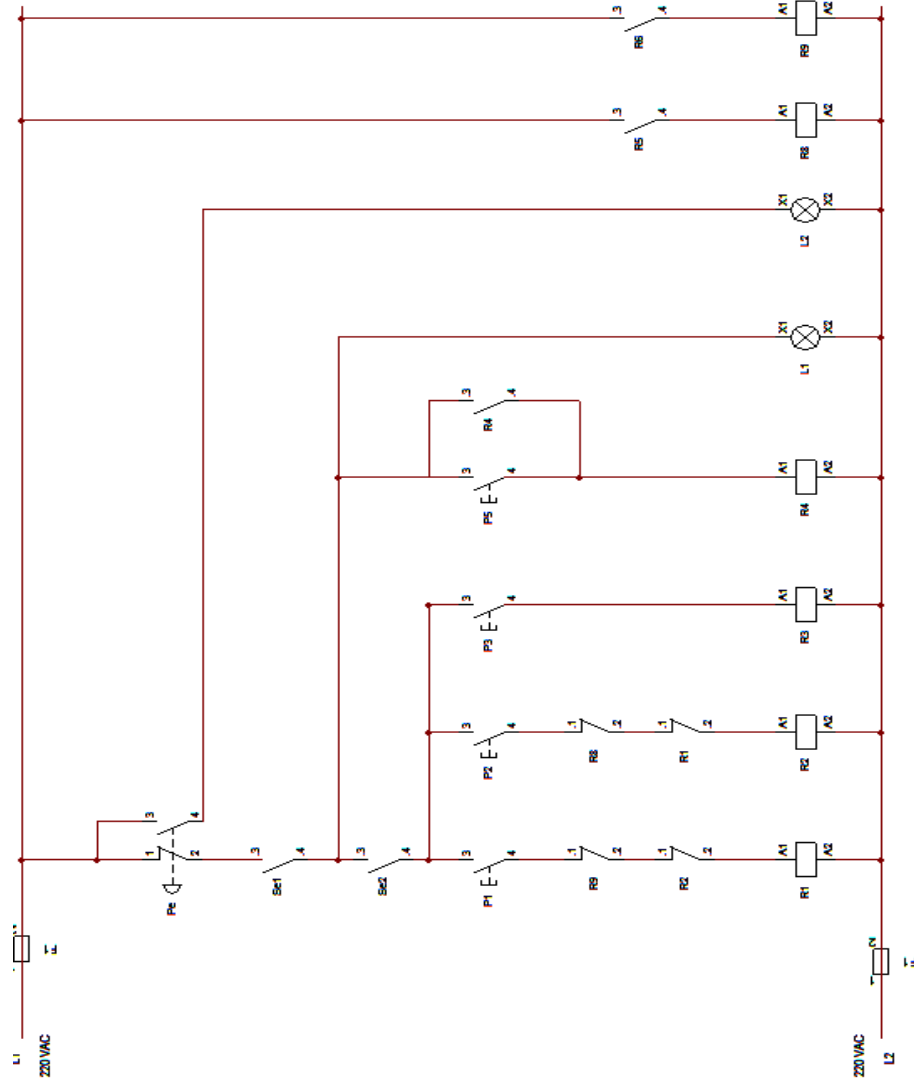


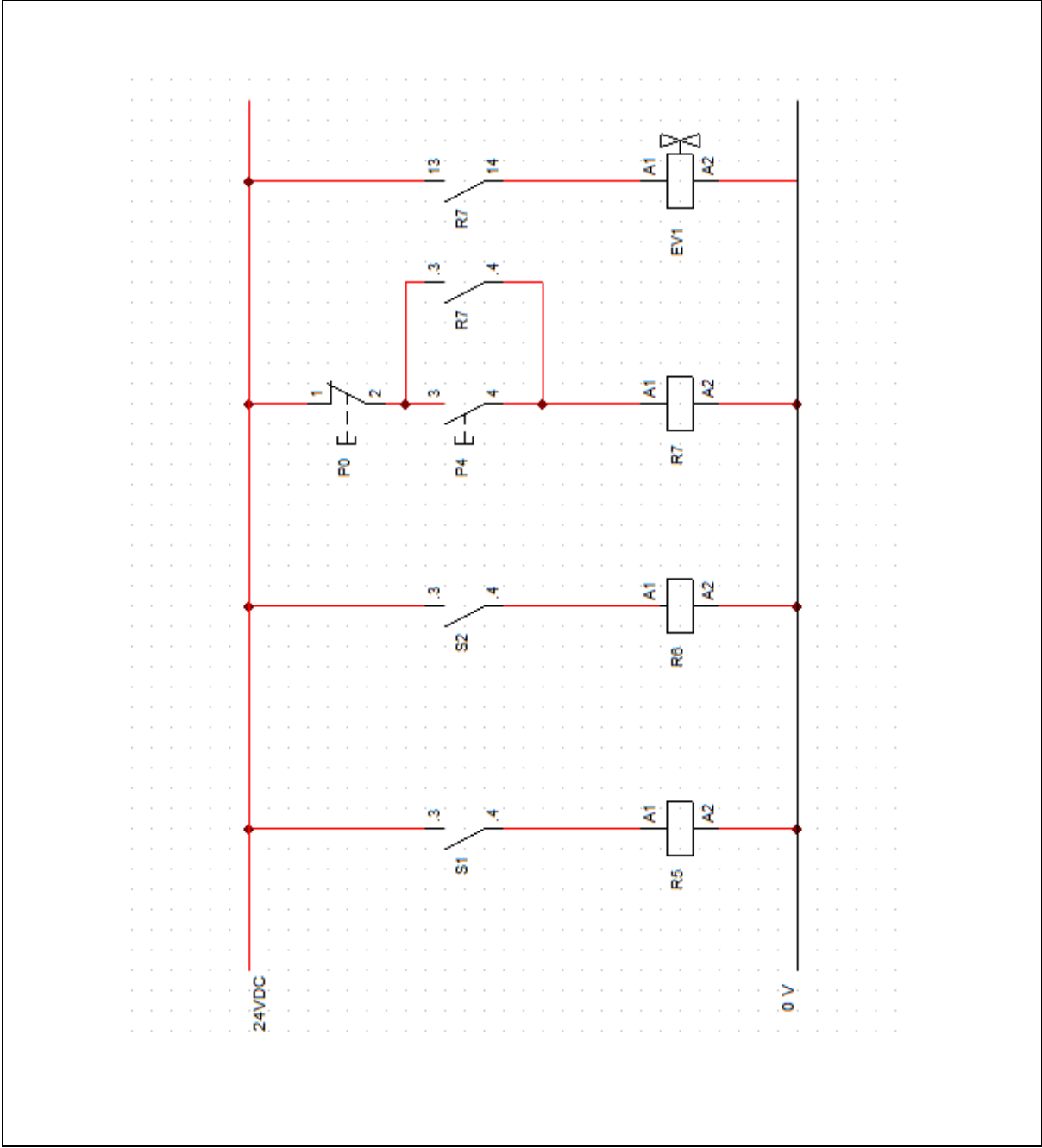
★ SOLDER TYPES

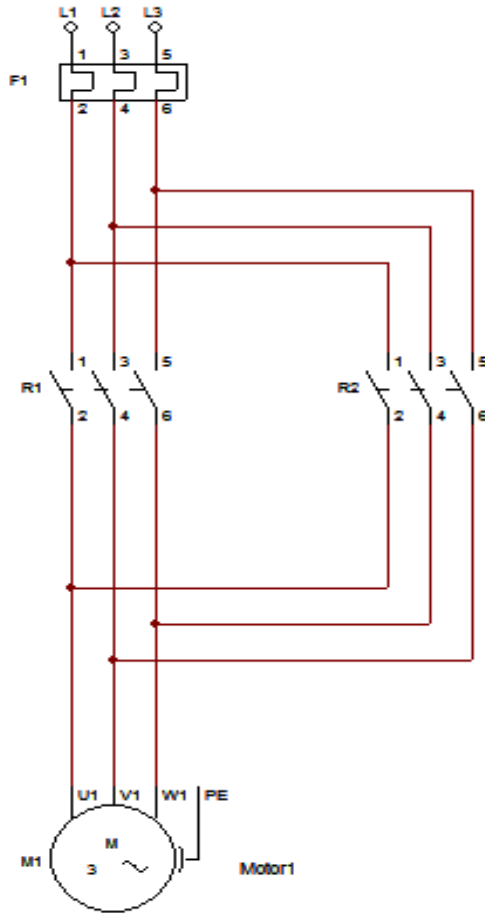


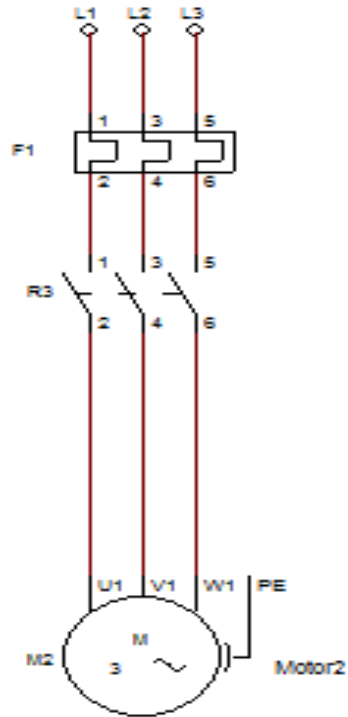


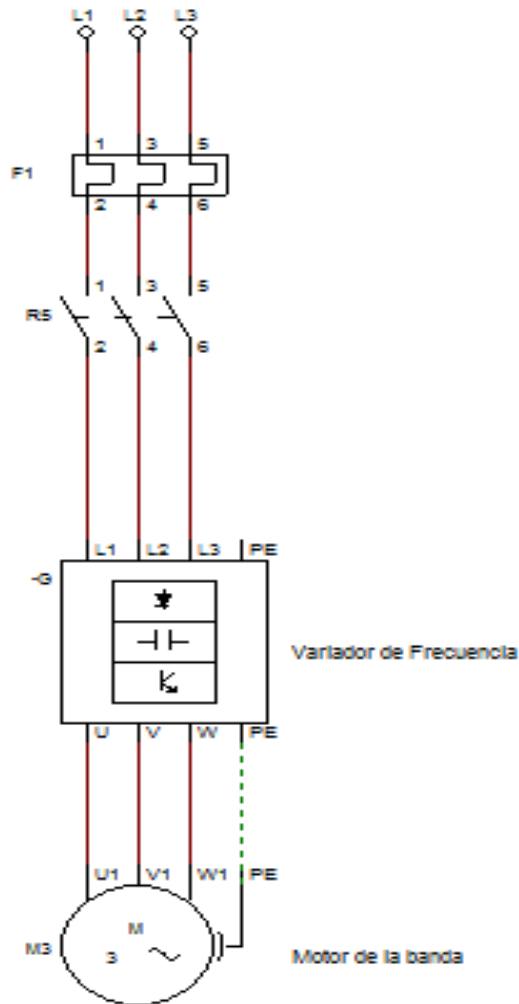
ANEXO C
PLANOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS



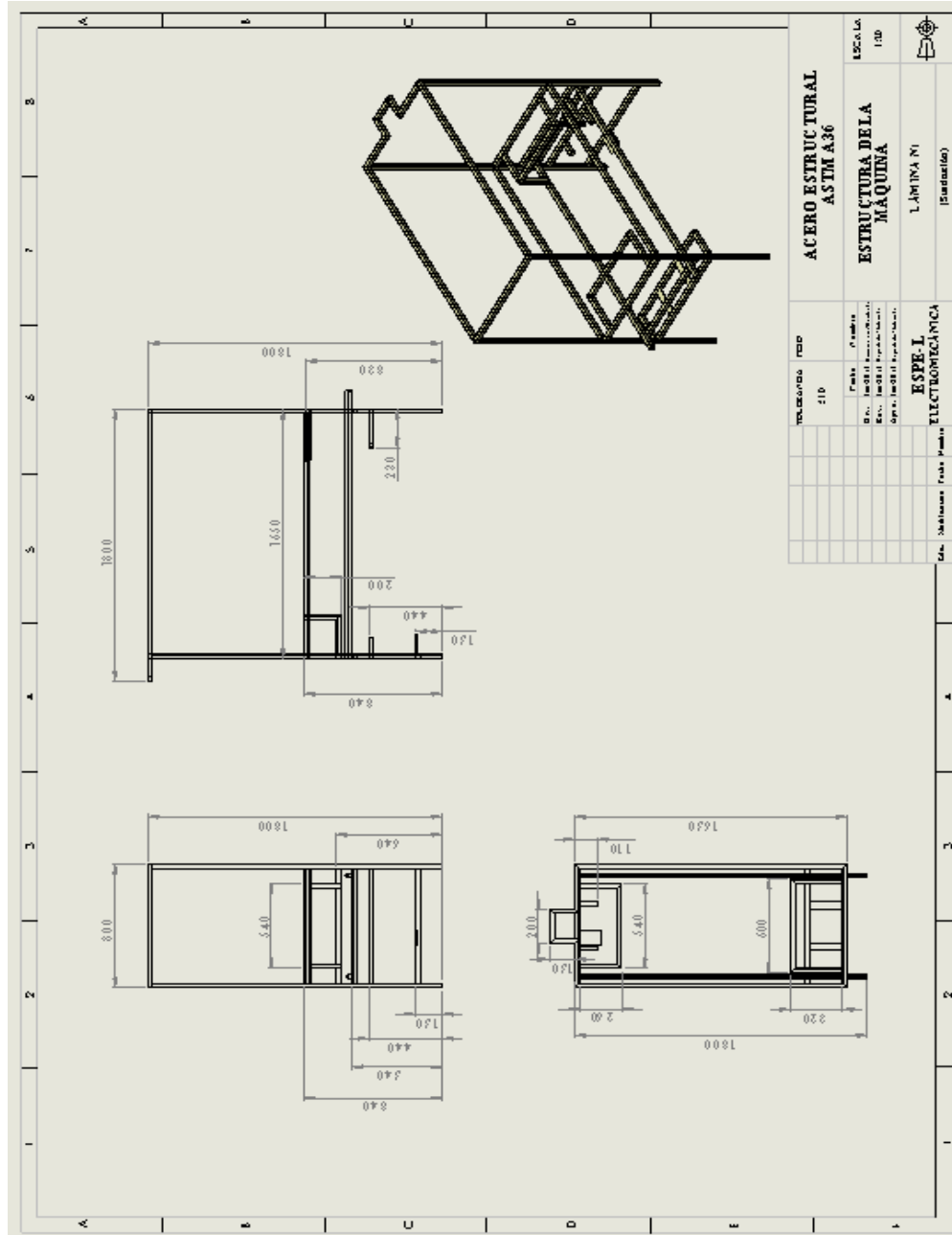


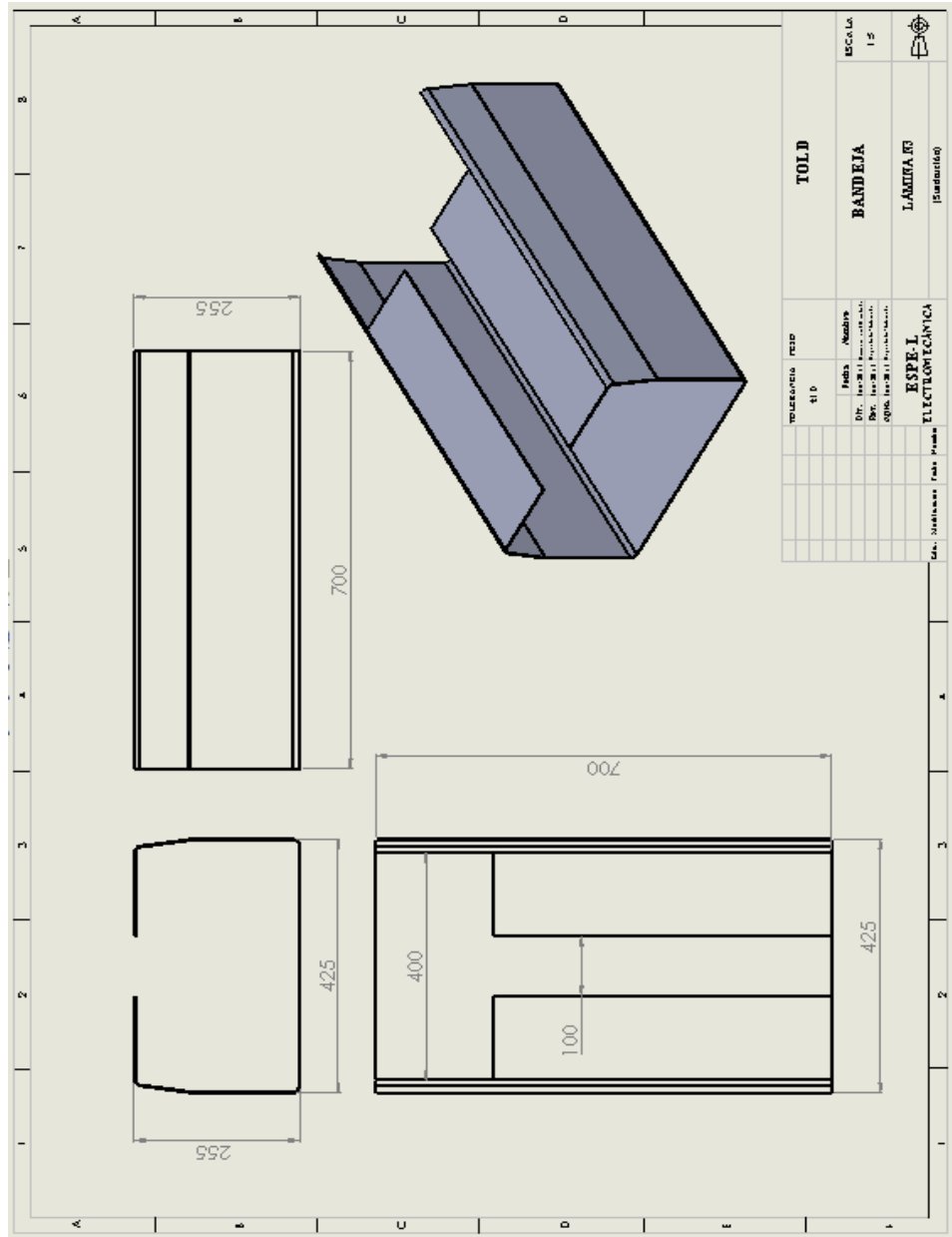


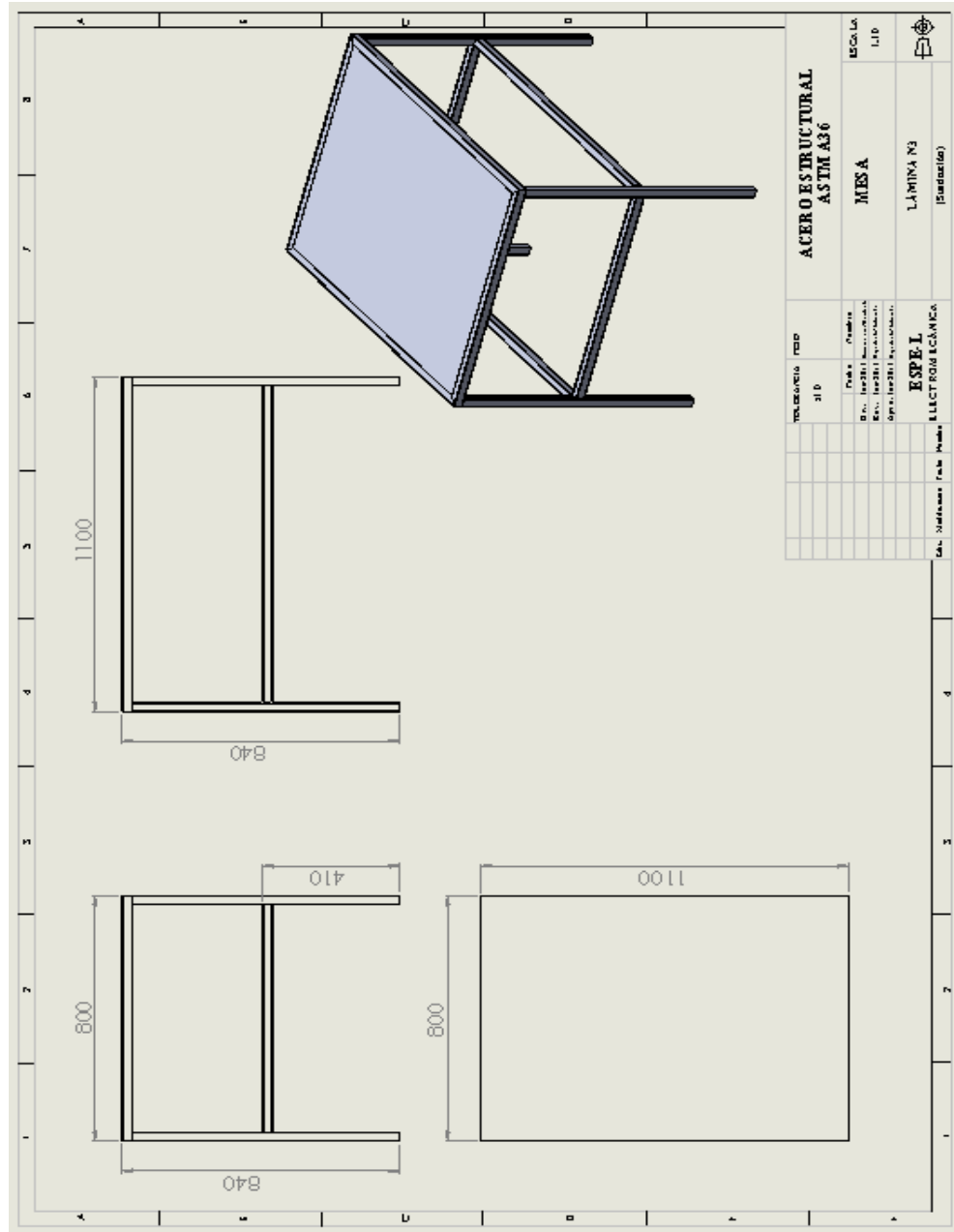




ANEXO D
PLANOS MECÁNICOS







ANEXO E
MANUAL DE OPERACIÓN Y
MANTENIMIENTO

A continuación se presenta todos los parametros que se deben de tomar en cuenta antes y durante el funcionamiento de la maquina embolsadora.

A. OPERACIÓN DEL MOTOR EMBOLSADOR

El funcionamiento del motor embolsador se lo explica en los siguientes pasos:

1. Encender el tablero de control y ubicar el selector de posición en la funcion automático.
2. Energizar el variador de frecuencia.
3. Energizar la banda transportadora.
4. Ubicar las botellas en la banda.
5. Abrir la valvula de aire principal.
6. Vereficar las conexiones de las electrovalvulas.
7. Resetear los valores de conteo a cero.

El sensor S3 realiza la función de contar cinco envases de plastico, y el cilindro neumatico cierra el paso de las boellas. El S4, verifica el paso de las cinco botellas hacia el motor embolsador. El cual empuja las botellas al interior de la bandeja. El encendido y apagado del motor lo realizan los sensores S5 y S6.

B. OPERACIÓN DEL SISTEMA DE EMPUJE

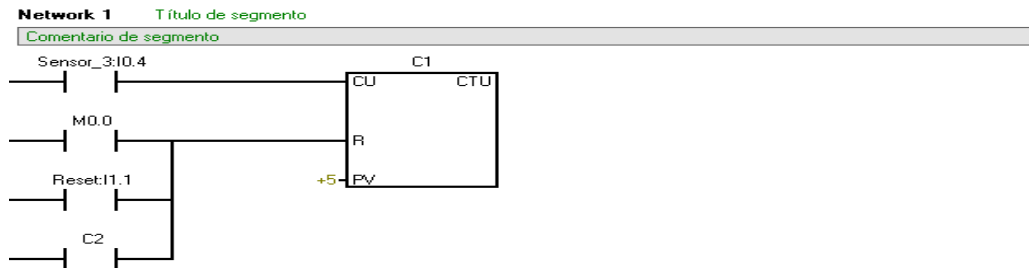
1. Encender el tablero de control.
2. Ubicar el carro en la posición inicial mediante el mado manual, en el tablero de control.
3. Colocar la funda de embolsado en la bandeja.

Despues que el sensor S5 cuente las 18 filas, el cilindro paleta desciende y el carro empieza a empujar las botellas hasta llegar al final de carrera S1, el cual desactiva el motor del carro de empuje.

C. OPERACIÓN DEL PLC

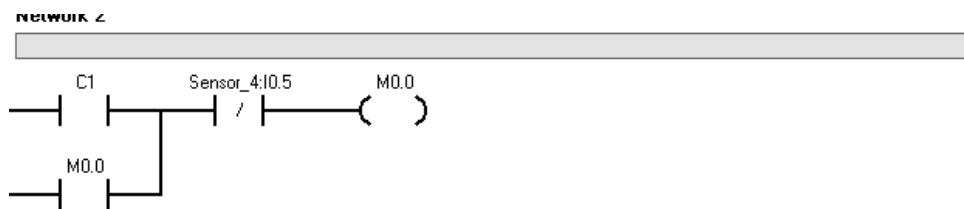
El PLC que se utiliza para el funcionamiento automático de la máquina es el Siemens CPU 214.

El PLC está programado para controlar el número de botellas a ser embolsadas y los tiempos necesarios para el correcto funcionamiento. A continuación se muestra la programación interna del PLC realizada en el software de programación StepMicroWin 4.0.



Symbol	Address	Comment
Reset	I1.1	Resetea a cero los valores en los contadores
Sensor_3	I0.4	Cuenta cinco botellas

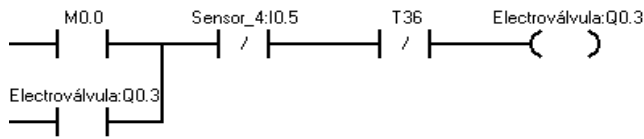
El sensor 3 cuenta las cinco botellas y se almacena en el contador C1, el cual tiene un Point Valúe de 5.



Symbol	Address	Comment
Sensor_4	I0.5	Cuenta 18 filas de envases

El contacto C1 se cierra al cumplirse el conteo de las cinco botellas, energizando la memoria M0.0.

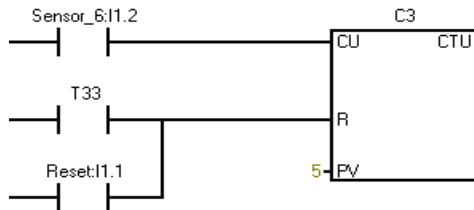
Network 3



Symbol	Address	Comment
Electroválvula	Q0.3	Cilindro neumatico de cierre de paso de las botellas
Sensor_4	I0.5	Cuenta 18 filas de envases

El contacto de la memoria energiza la bobina Q0.3, cerrando el paso de botellas mediante el cilindro neumático. El sensor S4 desactiva a la bobina.

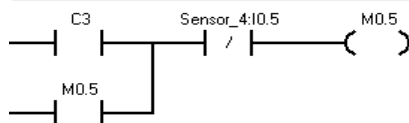
Network 5



Symbol	Address	Comment
Reset	I1.1	Resetea a cero los valores en los contadores
Sensor_6	I1.2	Verifica el paso de las cinco botellas

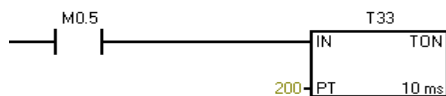
El sensor S6 verifica el paso de las cinco botellas de plástico, este dato se almacena en contador C3, cuyo Point value es de 5 envases.

Network 6

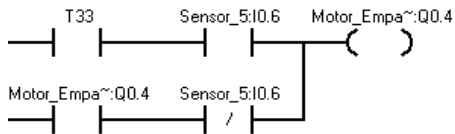


Symbol	Address	Comment
Sensor_4	I0.5	Cuenta 18 filas de envases

Network 7

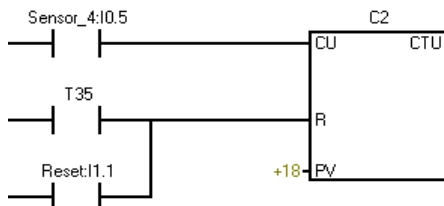


El contacto C3 energiza a la memoria M0.5 y este a su vez al timer T33. El sensor S4 desenergiza a la memoria.

Network 8

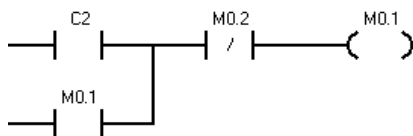
Symbol	Address	Comment
Motor_Empacador	Q0.4	Motor empacador ON
Sensor_5	I0.6	Motor empacador OFF

El T33 energiza a la bobina el motor empacador, y este realiza su trabajo de empujar los envases al interior de la bandeja. El sensor S5 cumple la función de que el motor realice una vuelta.

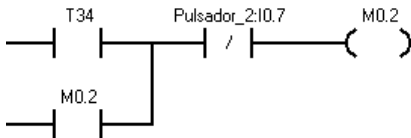
Network 9

Symbol	Address	Comment
Reset	I1.1	Resetea a cero los valores en los contadores
Sensor_4	I0.5	Cuenta 18 filas de envases

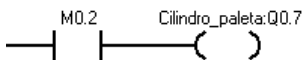
El sensor S4 envía la señal al contador C2, el cual tiene un Point valúe de 18, que es el número de filas a empacarse.

Network 10**Network 11**

El contacto C2 energiza la memoria M0.1, y esta a su vez energiza al timer T34.

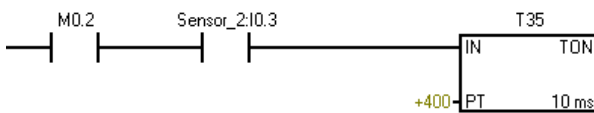
Network 12

Symbol	Address	Comment
Pulsador_2	I0.7	Retorna el cilindro paleta

Network 13

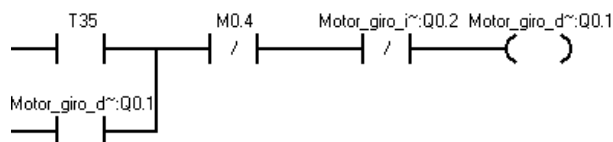
Symbol	Address	Comment
Cilindro_paleta	Q0.7	Cilindro paleta ON

El T34 energiza la memoria M0.2 y esta a su vez energiza al cilindro paleta (desciende), el Pulsador 2 desenergiza al cilindro paleta (asciende).

Network 14

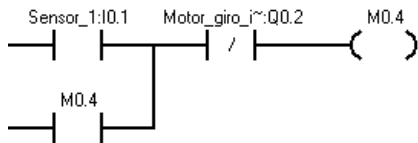
Symbol	Address	Comment
Sensor_2	I0.3	Desactiva motor izquierda ON

La memoria M0.2 activa al timer T35.

Network 17

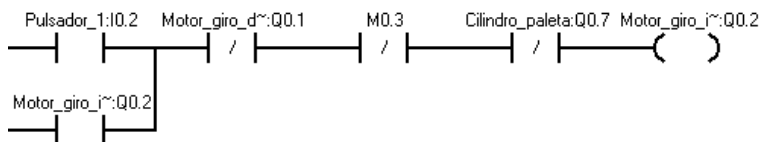
Symbol	Address	Comment
Motor_giro_derecha	Q0.1	Motor Derecha ON
Motor_giro_izquierda	Q0.2	Motor Izquierda ON

El T35 energiza al motor del sistema de empuje.

Network 18

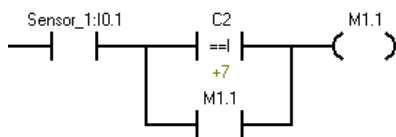
Symbol	Address	Comment
Motor_giro_izquierda	Q0.2	Motor Izquierda ON
Sensor_1	I0.1	Desactiva motor derecha ON

El sensor S1 energiza la memoria M0.4, está a su vez des energiza al motor del sistema de empuje.

Network 15

Symbol	Address	Comment
Cilindro_paleta	Q0.7	Cilindro paleta ON
Motor_giro_derecha	Q0.1	Motor Derecha ON
Motor_giro_izquierda	Q0.2	Motor Izquierda ON
Pulsador_1	I0.2	Activa motor izuierda on

El pulsador 1 energiza al motor del sistema de empuje, en este caso el carro retorna a su posición de inicio.

Network 21

Symbol	Address	Comment
Sensor_1	I0.1	Desactiva motor derecha ON

En esta línea de programación, al cumplirse la condición en el contador C2, se energiza la memoria M1.1, la memoria se energiza siempre y cuando el carro se encuentra sobre el final de carrera S1.

ANEXO E-7	MANUAL DE MANTENIMIENTO	Pág. 7 de 11
<p>El mantenimiento de algún equipo o máquina, consiste en la limpieza, lubricación, reparación y ajustes necesarios que se realizan con el fin de evitar complicaciones a futuro.</p> <p>El mantenimiento se relaciona con la estrecha y constante vigilancia del funcionamiento de la máquina.</p> <p>A continuación se explicara el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquina embolsadora.</p> <p>A. MANTENIMIENTO PREVENTIVO</p> <p>El mantenimiento preventivo consiste en evitar una desgracia o problema a futuro. Tiene que ser realizado por los operadores de la máquina, el cual consiste en :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza • Lubricación de la cadena y cajas reductoras. • Revisión de componentes mecánicos y eléctricos. • Revisión de componentes electrónicos y neumáticos. <p>En el caso de existir alguna anomalía, el operario de turno debe comunicar al técnico de planta.</p> <p>En la tabla 1 se muestra las acciones y el tiempo que se debe llevar para realizar el mantenimiento preventivo.</p>		

Tabla 1. Mantenimiento Preventivo

ELEMENTO	ACCIONES	TIEMPO
Motor embolsador	Verificar el lubricante de la caja de reducción de velocidad.	Cada dos semanas
	Verificar el funcionamiento de los sensores inductivos.	
	Limpiar las partes que están en contacto con los envases de plástico.	
Sistema de empuje	Lubricar la cadena.	Cada dos semanas
	Lubricar las chumaceras.	
	Verificar el lubricante de la caja de reducción de velocidad.	
	Verificar las conexiones neumáticas en el cilindro paleta.	
	Revisar el estado de la electroválvulas.	
	Limpiar las partes que están en contacto con los envases.	
	Revisar el funcionamiento de los sensores S1 y S2.	
	Verificar la alimentación de aire.	

Tabla 1. Mantenimiento Preventivo

ELEMENTO	ACCIONES	TIEMPO
Banda transportadora	Limpiar.	Diariamente
	Verificar que no exista elementos externos a la banda.	
Motores	Verificar que el ventilador este funcionando.	Diariamente
	Verificar que la temperatura no sea excesiva mientras se trabaja.	
	Verificar que no se produzcan ruidos o vibraciones.	
Electroválvulas	Revisar las conexiones eléctricas.	Diariamente
Cilindros neumáticos	Revisar las conexiones de aire.	Diariamente
	Revisar el flujo continuo de aire.	
Sensores	Revisar las conexiones electricas.	Semanalmente
	Verificar el funcionamiento de sensado tanto inductivo como capacitivo.	
Variador de frecuencia	Revisar las conexiones electricas.	Diariamente
PLC	Revisar las conexiones electricas.	Seamanalmente

B. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo consiste en corregir la falla cuando ya se produce. Puede ser de forma planificada o de forma imprevista y debe de ser ejecutado por un técnico de la planta que esté capacitado para realizar esta acción.

A continuación se muestra en la tabla 2 una matriz de mantenimiento correctivo donde se indican las causas y las acciones que se deben ejecutar.

Tabla 2. Mantenimiento Correctivo

ELEMENTO	CAUSA	ACCION
Motor embolsador	El motor no enciende.	Verificar las conexiones electricas.
		Revisar el sensor de conteo de botellas.
	El motor no se apaga al realizar una vuelta.	Verificar que el sensor este ubicado correctamente para que sense.
		Revisar las conexiones del sensor.
Sistema de empuje	El motor no enciende.	Verificar las conexiones electricas.
	El carro no se detiene.	Revisar el final de carrera S1.
		Revisar la caja de control.
	La paleta del cilindro neumático no desciende o desciende en forma lenta.	Revisar la fuente de aire.
		Revisar las electroválvulas.
		Revisar las conexiones de aire.
	El carro se descarrila de los rieles.	Pulsar el paro de emergencia.
		Alinear las ruedas con los rieles.

ANEXO E-11	MANUAL DE MANTENIMIENTO		Pág. 11 de 11
Tabla 2. Mantenimiento Correctivo			
ELEMENTO	CAUSA	ACCION	
Motores	Recalentamiento	Cambiar de lubricante en la caja de reduccion de velocidad.	
Sensores	No sensa	Cambiar de sensor	
	Envia señales erroneas		
PLC	Mal funcionamiento	Revisar el software de programación.	
		Cambiar de PLC	
Variador de frecuencia	Mal funcionamiento	Cambiar de variador	
Banda transportadora	Ruido excesivo	Cambiar de eslabones.	

Latacunga, Julio 2013.

El presente trabajo fue desarrollado en su totalidad por:

ALEX PAÚL BARRIONUEVO SIMBAÑA

EDWIN FABIÁN MORALES URBANO

APROBADO POR:

ING. WILSON SÁNCHEZ O.

DIRECTOR DE CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICADO POR:

DR. RODRIGO VACA

SECRETARIO ACADÉMICO.