



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y
SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC
UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL
PERÍODO 2014-2015.”**

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

Autores:

Albán Palma Luis Edmundo

Toapanta Tayupanta William Oswaldo

Director:

Ing. Franklin Medina

Asesor:

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

LATACUNGA - ECUADOR

DICIEMBRE - 2015



FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- **ALBAN PALMA LUIS EDMUNDO**
- **TOAPANTA TAYUPANTA WILLIAM OSWALDO**

Con la tesis, cuyo título es:

“Automatización De Una Máquina Cortadora Y Selladora De Fundas Para La Empresa EDUPLASTIC Ubicada En La Ciudad De Latacunga Durante El Período 2014-2015”, Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

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

Latacunga, 2 de Diciembre 2015

Para constancia firman:

Ing. Msc. Edwin Moreano

PRESIDENTE

Ing. Carlos Espinel

OPOSITOR

Dr. Raúl Montaluisa

MIEMBRO

Ing. Msc Franklin Medina

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

PÁGINA DE AUTORÍA

Yo Albán Palma Luis Edmundo Y Toapanta Tayupanta William Oswaldo egresados de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, certificamos que el presente trabajo de investigación es de nuestra completa autoría y a la vez confiero derechos de tutoría a la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Albán Palma Luis Edmundo

C.I. 050309104-3

Toapanta Tayupanta William Oswaldo

C.I. 172317103-7



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

AVAL DEL DIRECTOR DE LA TESIS

Yo Ing. Franklin Medina con C.C 0501259618, en calidad docente de la Unidad Académica De Ciencias de La Ingeniería Y Aplicadas, carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica De Cotopaxi, tengo a bien **CERTIFICAR:** que los egresados ALBÁN PALMA LUIS EDMUNDO con C.I. 050309104-3 y TOAPANTA TAYUPANTA WILLIAM OSWALDO con C.I. 172317103-7 han realizado la tesis de grado con el tema: **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.”**, considero que dicho proyecto de grado cumple con los requisitos y aportes científicos suficientes para presentar al acto de defensa de tesis ante el tribunal que la comisión de investigación de la unidad de ciencias de la ingeniería y aplicadas de la universidad técnica de Cotopaxi asigne para su correspondiente estudio y calificación.

Por tal motivo faculto a los peticionarios hacer uso del presente certificado como a bien consideren.

Latacunga, 2 de Diciembre 2015

.....
Ing. Franklin Medina

C.C 0501259618

Director De Tesis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

AVAL DEL ASESOR DE LA TESIS

Yo Dr. Galo Terán con C.C 050067610-1, en calidad docente de la Unidad Académica De Ciencias de La Ingeniería Y Aplicadas, carrera Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica De Cotopaxi, tengo a bien **CERTIFICAR:** que los egresados ALBÁN PALMA LUIS EDMUNDO con C.I. 050309104-3 y TOAPANTA TAYUPANTA WILLIAM OSWALDO con C.I. 172317103-7 han realizado la tesis de grado con el tema: **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.”**, considero que dicho proyecto de grado cumple con los requisitos y aportes científicos suficientes para presentar al acto de defensa de tesis ante el tribunal que la comisión de investigación de la unidad de ciencias de la ingeniería y aplicadas de la universidad técnica de Cotopaxi asigne para su correspondiente estudio y calificación.

Por tal motivo faculto a los peticionarios hacer uso del presente certificado como a bien consideren.

Latacunga, 2 de Diciembre 2015

Dr. Galo Terán

C.C. 050067610-1

Asesor Metodológico

CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN

Latacunga, 2 de Diciembre 2015

Señor:

Ing. Msc. Hernán Yáñez

DIRECTOR DE LA UNIDAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

Presente:

De mi consideración:

Yo John Alberto Maldonado Lozada con CC. 0602209686, en calidad de Gerente General de la empresa EDUPLASTIC certifico que los señores **ALBÁN PALMA LUIS EDMUNDO** con C.I. 050309104-3 y **TOAPANTA TAYUPANTA WILLIAM OSWALDO** con C.I. 172317103-7 se encuentran desarrollando su proyecto de tesis grado con el tema: **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.”**,

Es todo lo que puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente.

John Alberto Maldonado Lozada

CC. 0602209686

AGRADECIMIENTO

Primeramente agradezco a Dios por estar siempre a mi lado, bendiciéndome dándome fortalezas para seguir adelante, a mis padres, hermanos y toda mi familia ya que ellos han sido los que me han apoyado para seguir escalando hacia la cima.

A la Universidad Técnica del Cotopaxi, por haber sido mi morada de estudio, donde e plasmado y compartido todos mis conocimientos con amigos, maestros etc.

A todos mis maestros de la Universidad técnica de Cotopaxi quien con sus conocimientos y enseñanzas me han permitido realizar grandes cosas para la vida cotidiana.

Al ingeniero Vinicio Albán por su apoyo constante a lo largo de toda mi carrera, sus consejos e instrucciones que me han llevado a estar en donde estoy.

Gracias a todos por su gran ayuda.

Luis Albán

AGRADECIMIENTO

En este presente trabajo quiero agradecer de manera especial a Dios por darme la las fuerzas, la sabiduría y sobre todo unos padres maravillosos que me apoyaron hasta estos momentos.

Agradezco a mi tutor de tesis Ing. Franklin Medina y al Dr. Gato Terán ya que éste proyecto lo hicimos en conjunto como un grupo de trabajo para terminarlo de la mejor manera.

Agradezco también a la universidad Técnica de Cotopaxi donde cada periodo académico me fue instruyendo para forjarme como un profesional, en definitiva desearia que cada una de las personas que me ayudaron con sus concejos, aportes investigativos y apoyo emocional en mis momentos buenos y malos durante todo éste recorrido estén incluidos pero para no ser extensivo terminare expresándoles un efusivo y fraterno agradecimiento a los que de una u otra manera aportaron con su granito de arena para poder cumplir éste mi sueño tan anhelado.

William Oswaldo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis primeramente a Dios por estar conmigo en cada momento, bendiciéndome en cada paso que doy, dándome fortaleza para seguir adelante, a mis padres ya que han sido quienes me han apoyado en todo, siendo una guía de luz en mi camino, a mis hermanos y a toda mi familia quienes han puesto toda la confianza, sin dudar en ningún instante de mi capacidad y conocimiento, gracias a todos ellos.

Luis Albán

DEDICATORIA

Dedico éste trabajo principalmente a Dios por darme la vida para cumplir mi meta trazada desde hace muchos años atrás, se los dedico a mis padres Luis y Edyth que son mi inspiración y mis más grandes motivaciones, a pesar de los problemas, han sido mi columna vertebral. Sin importar los días difíciles supieron apoyarme, darme consejos, me guiaron por el sendero correcto y también por inculcarme valores de respeto y moral que durante toda mi vida los llevaré presentes.

También va dedicado a mis hermanos que gracias a sus consejos y también al aportar con su granito de arena nunca dudaron en que llegaría a éstas instancias. A mi cuñado que se convirtió en mi hermano y me apoyo incondicionalmente en todo momento

A mis amigos que fueron y seguirán siendo como mi segunda familia, que me ayudaron y que en parte fueron interventores dentro de las decisiones.

Para ellos para los que en éste tiempo logre formar hermosos vínculos para todos y cada uno de las personas que tanto aprecio éste trabajo es por y para ustedes.

William Oswaldo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRELIMINARES

<i>FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</i>	<i>ii</i>
<i>PÁGINA DE AUTORÍA</i>	<i>iii</i>
<i>AVAL DEL DIRECTOR DE LA TESIS</i>	<i>iv</i>
<i>AVAL DEL ASESOR DE LA TESIS</i>	<i>v</i>
<i>CERTIFICACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN</i>	<i>vi</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>vii</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i>	<i>viii</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>ix</i>
<i>DEDICATORIA</i>	<i>x</i>
RESUMEN	xxiii
ABSTRACT	xxiv
<i>AVAL DE TRADUCCIÓN</i>	<i>xxv</i>
<i>INTRUDUCCION</i>	<i>xxvi</i>

CAPÍTULO I

<i>MARCO TEÓRICO</i>	<i>1</i>
<i>1.1 Antecedentes investigativos</i>	<i>1</i>
<i>1.2 Plásticos</i>	<i>2</i>
<i>1.2.1 Tipos de plásticos</i>	<i>2</i>
1.2.1.1 Termoestables	<i>3</i>
1.2.1.2 Termoplásticos.....	<i>3</i>
<i>1.3 Elaboración del plástico</i>	<i>4</i>

1.3.1 Elaboración de las fundas plásticas.....	4
1.3.1.1 Proceso de extrusión	5
1.3.1.2 Proceso de impresión	6
1.3.1.3 Proceso de corte y sellado.....	7
1.3.1.3.1 Técnicas de sellado	8
□ Sellado térmico	8
□ Sellado ultrasónico.....	9
□ Sellado adhesivo	9
1.4 Máquinas selladoras de fundas plásticas	9
1.4.1 Tipos de máquinas selladoras	10
1.4.1.1 Máquina selladora automática	10
1.4.1.2 Máquina selladora semiautomática.....	11
1.4.2 Tipos de sellado.....	11
1.4.2.1 Sellado vertical	11
1.4.2.2 Sellado horizontal	12
1.4.3 Partes de una máquina de sellado de fundas	12
1.4.3.1 Sistema de arrastre	12
1.4.3.2 Sistema de sellado y corte.....	13
1.4.3.2.1 Cálculos para reductor de velocidad	13
1.4.3.2.2 Cálculo de potencia de diseño.....	14
1.4.3.2.3 Velocidad de la banda	14
1.4.3.2.4 Cálculo de los esfuerzos de la cuchilla	15
1.4.3.2.5 Cálculos de Flexión simple de la cuchilla.....	15
1.4.3.3 Transporte de la funda plástica	16
1.5 Automatización de Procesos	17
1.5.1 Automatización.....	17
1.5.1.1 Sistema automatizado	17
1.5.1.2 Ventajas de la automatización	17
1.5.1.3 Partes de un sistema automático	17
1.6 Dispositivos de control eléctricos	18

1.6.1 Sistema PLC	18
1.6.1.1 Lenguaje de programación.....	19
1.6.2 Sensor fotométrico.....	19
1.6.3 Relé de activación	20
1.6.4 Relé térmico.....	21
1.6.5 Relé control de fase	21
1.6.6 Relé de estado solido.....	22
1.6.7 Variadores	22
1.6.8 Contactores	23
1.7 Sistema neumático.....	24
1.7.1 Principio de la neumática	24
1.7.2 Partes de un sistema neumático	24
1.7.2.1 Compresor.....	24
1.7.2.2 Válvulas	25
1.7.2.3 Cilindro	25
1.7.2.4 Presión	25
1.8 Transición de potencia mecánica.....	26
1.8.1 Elementos motrices.....	26
1.8.1.1 Motores eléctricos.....	26
1.8.1.2 Servomotores	27
1.8.1.2.1 Servomotores eléctricos de baja potencia	27
1.8.1.2.2 Servomotores eléctricos de alta potencia.....	28
1.8.2 Sistema de transmisión por engranajes.....	28
1.8.2.1 Cálculos de la velocidad entre engranaje.....	29
1.8.3 Sistema de transmisión de bandas síncronas	29
1.8.3.1 Cálculo de longitud de las bandas síncronas	30
1.8.4 Sistema de transmisión por poleas	31
1.8.5 Sistema de transmisión por cadena.....	31

1.8.5.1 Cálculos para transmisión por cadena	32
1.8.5.1.1 Velocidad de la cadena	32
1.8.5.1.2 Longitud en pasos de la cadena.....	33
1.8.5.1.3 Distancia teórica entre centros	33
1.8.5.1.4 Ángulos de contactos de la cadena.....	34
1.9 Ji- Cuadrado	35
1.9.1 Fórmula utilizada para el cálculo de Ji- Cuadrado.....	35

CAPÍTULO II

2.1 <i>Análisis e interpretación de resultados</i>	37
2.2 <i>Reseña histórica de la empresa</i>	37
2.2.1 <i>Filosofía empresarial</i>	37
2.2.1.1 Misión	37
2.2.1.2 Visión.....	38
2.2.1.3 Dedicación	38
2.2.1.4 Ubicación	38
2.2.2 <i>Organigrama Empresarial De Eduplastic</i>	38
2.3 <i>Diseño de la investigación</i>	39
2.3.1 <i>Métodos de la investigación</i>	39
2.3.1.1 Método exploratorio	39
2.3.1.2 Método inductivo	39
2.3.1.3 Método deductivo	39
2.3.1.4 Método descriptivo	40
2.3.2 <i>Tipos de investigación</i>	40
2.3.2.1 Investigación De Campo.....	40
2.3.2.2 Investigación experimental	40

2.3.3 Técnicas de investigación.....	40
2.3.3.1 Observación	40
2.3.3.2 Entrevista	41
2.3.3.3 Encuesta	41
2.4 Entrevista realizada al Gerente General de la empresa Eduplastic	42
2.4.1 Análisis de la entrevista realizada al Gerente General de la empresa Eduplastic.	43
2.5 Análisis e interpretación de resultados de la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa Eduplastic	44
2.6 Verificación de la hipótesis.....	50
2.6.1 Hipótesis planteada	50
2.6.2 Hipótesis nula (H_0)	51
2.6.3 Comprobación de la hipótesis	51
2.6.3.1 Verificación de la hipótesis.....	51

CAPÍTULO III

<i>PROPUESTA</i>	55
3.1 Desarrollo de la propuesta	55
3.1.1 Tema	55
3.1.2 Justificación de la propuesta.....	55
3.1.3 Objetivos.....	56
3.1.3.1 Objetivo general.....	56
3.1.3.2 Objetivos específicos	56
3.1.4 Factibilidad	56
3.2 Automatización del sistema.....	57
3.2.1 Sistema de arrastre de fundas	57

3.2.1.1 Rodillos.....	57
3.2.1.2 Sistema reductor	59
3.2.1.3 Pistones neumáticos.....	59
3.2.1.4 Servomotor.....	60
3.2.2 <i>Sistema de sellado y corte</i>	62
3.2.2.1 Reductor de velocidad	63
3.2.2.2 Bandas síncronas.....	66
3.2.2.3 Motor	68
3.2.2.4 Cuchilla.....	69
3.2.3 <i>Sistema de transporte (cama)</i>	70
3.2.3.1 Bandas transportadoras de algodón	71
3.2.3.2 Rodillos tensores.....	73
3.2.3.3 Engranajes inversores	74
3.2.3.4 Engranajes con cadena.....	75
3.3 <i>Elementos para la Automatización</i>	79
3.3.1 Control PLC	80
3.3.1.1 Panel operador (OP).....	81
3.3.2 <i>Variadores</i>	82
3.4 <i>Implementación de la automatización de la máquina cortadora y selladora de fundas</i>	83
3.4.1 <i>Implementación general de las diferentes partes del sistema</i>	83
3.4.1.1 Removida de pintura.....	83
3.4.1.2 Instalación de los sistemas mecánicos	84
3.4.1.3 Ubicación e instalación del servomotor.....	84
3.4.1.4 Ensamblaje del tren de engranajes del motor cabezal	85
3.4.1.5 Instalación del sistema de engranajes de la cama.....	86
3.4.1.6 Instalación del sistema de cabezal	88
3.4.1.7 Rodillo de goma (silicón)	88
3.4.1.8 Incorporación del sistema de enfriamiento	89
3.4.1.9 Sistema biela- manivela.....	89

3.4.1.10 Instalación del tablero eléctrico	90
3.4.1.10.1 Armario eléctrico	91
3.4.1.11 Instalación de los rodillos del bobinado	92
3.4.1.12 Instalación del sensor fotoeléctrico (fotométrico)	93
<i>3.5 Montaje final de la maquina selladora y cortadora de fundas</i>	94
<i>3.5.1 Calibración</i>	94
3.5.1.1 Alineación del cabezal	95
3.5.1.2 Alineación de los tensores	95
<i>3.6 Análisis de factibilidad del sistema</i>	96
<i>CONCLUSIONES</i>	100
<i>RECOMENDACIONES</i>	101
<i>DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS</i>	102
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	105
<i>Citadas</i>	105
<i>Consultadas</i>	107
<i>Paginas Virtuales</i>	108

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. 1 Plásticos (termoestables).....	3
FIGURA 1. 2 Plásticos (termoplásticos).....	3
FIGURA 1. 3 Proceso de extrusado.....	5
FIGURA 1. 4 Sistema de bobinado de las fundas.....	6
FIGURA 1. 5 Máquina para imprimir.....	7
FIGURA 1. 6 Proceso de sellado.....	8
FIGURA 1. 7 Cabezales de sellado térmico ranurado.....	8
FIGURA 1. 8 Máquina de llenado y sellado por ultrasonido.....	9
FIGURA 1. 9 Máquina selladora de fundas tradicional.....	10
FIGURA 1. 10 Máquina selladora automática.....	10
FIGURA 1. 11 Máquina selladora semiautomática.....	11
FIGURA 1. 12 Sistema de sellado vertical.....	11
FIGURA 1. 13 Sistema de sellado horizontal.....	12
FIGURA 1. 14 Sistema de rodillos de arrastre.....	13
FIGURA 1. 15 Reductor de velocidad.....	13
FIGURA 1. 16 PLC.....	18
FIGURA 1. 17 Lenguaje de contactos.....	19
FIGURA 1. 18 Sensor fotométrico.....	20
FIGURA 1. 19 Relé de activación.....	20
FIGURA 1. 20 Relé térmico.....	21
FIGURA 1. 21 Relé falta de fase.....	22
FIGURA 1. 22 Relé de estado solido.....	22
FIGURA 1. 23 Variador de frecuencia.....	23
FIGURA 1. 24 Contactores.....	23
FIGURA 1. 25 Compresor.....	24
FIGURA 1. 26 Válvulas neumáticas.....	25
FIGURA 1. 27 Cilindros neumáticos.....	25
FIGURA 1. 28 Motor eléctrico partes principales.....	27
FIGURA 1. 29 Servomotor eléctrico de baja potencia.....	27
FIGURA 1. 30 Servomotor eléctrico de alta potencia.....	28
FIGURA 1. 31 Engranajes.....	28

FIGURA 1. 32 Ruedas dentadas.	29
FIGURA 1. 33 Poleas trapeciales	31
FIGURA 1. 34 Transmisión por cadena	32
FIGURA 3. 1 Rodillos	57
FIGURA 3. 2 sistema reductor.....	59
FIGURA 3. 3 Pistones neumáticos	60
FIGURA 3. 4 Servomotor	61
FIGURA 3. 5 Sistema de ruedas dentadas	64
FIGURA 3. 6 Banda síncrona	66
FIGURA 3. 7 Motor eléctrico	68
FIGURA 3. 8 Bandas de transportación	71
FIGURA 3. 9 Rodillos tensores superior	73
FIGURA 3. 10 Rodillos tensores	74
FIGURA 3. 11 Reductor de engranajes	75
FIGURA 3. 12 Transmisión por cadena	76
FIGURA 3. 13 Panel operador	82
FIGURA 3. 14 Variador Schneider.....	82
FIGURA 3. 15 Remoción de la pintura	83
FIGURA 3. 16 Elementos pintados	84
FIGURA 3. 17 Banda del sistema de la cama.....	85
FIGURA 3. 18 Conjunto de engranajes de la cama	86
FIGURA 3. 19 Banda del sistema de la cama.....	87
FIGURA 3. 20 Acople de los engranajes de cambio de giro	87
FIGURA 3. 21 Cuchilla del cabezal	88
FIGURA 3. 22 Rodillo de goma (silicón).....	88
FIGURA 3. 23 Sistema de enfriamiento	89
FIGURA 3. 24 Sistema biela - manivela	90
FIGURA 3. 25 Pistón de doble efecto	90
FIGURA 3. 26 Montaje de los elementos electrónicos	91
FIGURA 3. 27 Armario eléctrico.....	92
FIGURA 3. 28 Armario eléctrico con los elementos	92

FIGURA 3. 29 Rodillos del bobinado.....	93
FIGURA 3. 30 Sensor fotoeléctrico.....	94
FIGURA 3. 31 Selladora de fundas terminada	94
FIGURA 3. 32 Alineación de la cuchilla.....	95
FIGURA 3. 33 Tensores	96

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. 1 Tipos de correas dentadas y pasos correspondientes.....	30
TABLA 2. 1 Población	41
TABLA 2. 2 Eficiencia de automatización.....	44
TABLA 2. 3 Automatización de procesos.....	45
TABLA 2. 4 Beneficios.....	46
TABLA 2. 5 Automatización de maquinaria	47
TABLA 2. 6 Ambiente de trabajo.....	48
TABLA 2. 7 Optimizar procesos	49
TABLA 2. 8 Tabla general de la encuesta	50
TABLA 3. 1 Tabla selección del rodamiento del rodillo.....	58
TABLA 3. 2 Tabla especificaciones de los pistones.....	60
TABLA 3. 3 Características del servomotor.....	61
TABLA 3. 4 Selección de los servomotores.....	62
TABLA 3. 5 Selección del PLC.....	80
TABLA 3. 6 Características del PLC XINJE.....	81
TABLA 3. 7 Parámetros de selección de la OP.....	81
TABLA 3. 8 Engranajes del cabezal.....	85
TABLA 3. 9 Características de los engranajes	86
TABLA 3. 10 Dimensiones de los engranajes	87
TABLA 3. 11 Dimensiones del gabinete eléctrico	91
TABLA 3. 12 Cotización	96
TABLA 3. 13 Análisis del tiempo utilizado en el proceso	98

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. 1 Vigas cargadas con cargas repartidas constantes	15
GRÁFICO 2. 1 Organigrama	38
GRÁFICO 2. 2 Eficiencia de automatización	44
GRÁFICO 2. 3 Automatización de procesos	45
GRÁFICO 2. 4 Beneficios	46
GRÁFICO 2. 5 Automatización de maquinaria	47
GRÁFICO 2. 6 Ambiente de trabajo	48
GRÁFICO 2. 7 Optimizar procesos	49
GRÁFICO 2. 8 Representación de Gauss	53
GRÁFICO 3. 1 Reductor de velocidad	63
GRÁFICO 3. 2 Reductor de velocidad	65
GRÁFICO 3. 3 Tren reductor	67
GRÁFICO 3. 4 Cargas distribuidas	69
GRÁFICO 3. 5 Carga equivalente	69
GRÁFICO 3. 6 Distancia de la correa del servo	71
GRÁFICO 3. 7 Distancia de la correa de la cama	72
GRÁFICO 3. 8 Distancia de la correa del rodillo	73
GRÁFICO 3. 9 Relación entre engranajes	74
GRÁFICO 3. 10 Trasmisión con cadena	78

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A** Técnicas de la investigación
 - ANEXO 1** Entrevista al propietario
 - ANEXO 2** Encuesta aplicada a los trabajadores
 - ANEXO 3** Comprobación del Ji-cuadrado
- ANEXO B** Parámetros de los elementos eléctricos
 - ANEXO 4** Parámetros del servo-motor
 - ANEXO 5** Dimensiones del servo-motor
 - ANEXO 6** Conexión del driver del servo-motor
 - ANEXO 7** Diagrama del Driver
 - ANEXO 8** Conexión del variador de frecuencia
 - ANEXO 9** Diagrama del PIN del cable del driver
- ANEXO C** Calculo de piezas mecánicas
 - ANEXO 10** Tabla para el cálculo del tren de engranaje
 - ANEXO 11** Paso para la cadena simple
- ANEXO D** Presupuesto de la implementación
 - ANEXO 12** Elementos del tablero eléctrico
- ANEXO E** Programación realizada
 - ANEXO 13** Programación del PLC Xinje
 - ANEXO 14** Programación de la OP
- ANEXO F** Manual del usuario
 - ANEXO 15** Manual del usuario
- ANEXO G** Collage fotográfico
 - ANEXO 16** Desarrollo de la propuesta
- ANEXO H** Planos mecánicos
- ANEXO I** Planos eléctricos



TEMA: “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.”

Autores: Albán Palma Luis Edmundo
Toapanta Tayupanta William Oswaldo

RESUMEN

La presente investigación se la realizó en la planta industrial EDUPLASTIC. (Latacunga), quienes fabrican fundas plásticas de polipropileno y polietileno con diseños conforme a los requerimientos del cliente. Actualmente el proceso de fabricación de fundas se lo realiza mediante control permanente del operador por lo cual la automatización de la máquina selladora tendrá como objetivos aumentar la producción en un 35% de su desarrollo actual y sin que el operador intervenga directamente en el proceso. La implementación de sistemas automatizados en las industrias se obtiene algunos beneficios tales como son mejoramiento de calidad, disminución de tiempo, costos y espacios. El presente proyecto tiene la finalidad de producir secuencialmente fundas de diferentes tamaños así como también regular la velocidad de elaboración que son controladas por el operador de manera fácil y rápida. Para el control de la máquina selladora se implementó un controlador lógico programable (PLC) XINJE 324XC3-24RT y conjuntamente con una OP (PANTALLA OPERADORA) permitiendo de ésta manera realizar una HMI “interface hombre-máquina” cumpliendo de ésta manera los objetivos planteados al inicio de la investigación y a su vez proporcionándole a la empresa una mejor calidad del producto para ser más competitiva dentro del mercado.

Descriptor: Automatización, PLC XINJE, HMI, Producción, Control, Implementación.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

TOPIC: “MACHINE AUTOMATION CUTTING AND SEALING THE COMPANY COVERS EDUPLASTIC LOCATED IN THE CITY OF LATACUNGA DURING 2014-2015”

AUTHORS: Albán Palma Luis Edmundo

Toapanta Tayupanta William Oswaldo

ABSTRACT

This research was conducted in the EDUPLASTIC the plant. (Latacunga), who manufactured plastic polypropylene and polyethylene designs according to customer requirements covers. Currently the manufacturing process of cases it carries out permanent control by the operator for which the automation of the sealing machine will aim to increase production by 35% from its current development without operator intervention directly in the process. The implementation of automated systems in industries some benefits such as improved quality, reduced time, costs and space is obtained. This project aims to produce sequentially cases of different sizes as well as regulate their processing speeds which are controlled by the operator quickly and easily. To control the sealing machine covers a programmable logic controller (PLC) and Xinje 324XC3-24RT implemented jointly with OP (DISPLAY OPERATOR) thus allowing to perform a HMI "man-machine interface" raised fulfilling this objective the initiation of the investigation and in turn giving the company a better quality product to be more competitive in the market.

Descriptor: Automation, Xinje PLC, HMI, Production, Control, Implementation



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
Unidad académica de ciencias de la ingeniería y aplicadas
Ingeniería electromecánica

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por el señores Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Unidad Académica de Ciencias Ingeniería y Aplicadas: **ALBAN PALMA LUIS EDMUNDO y TOPANTA TAYUPANTA WILLIAM OSWALDO**, cuyo título versa **“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 2 de Diciembre 2015

Atentamente,

.....

Lic. Marcelo Pacheco

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

C.C. 050261735-0

INTRUDUCCION

Desde la antigüedad, el hombre trató de cambiar lo que le rodea, buscando factores que hicieran fácil y cómoda su vida; ya que ésta es la condición necesaria para impulsar la civilización y todas las manifestaciones de progreso. La Revolución industrial surgió como máxima expresión de éste fenómeno y transformó radicalmente la vida política, económica y social.

En el desarrollo de la monografía se podrá observar como el hombre, en su afán progresista, convirtió el campo en grandes centros industriales, plagados de nuevas comodidades que proporcionaron una clara mejora en la calidad de vida. Sin embargo existe un desfase en el equilibrio de nuevas tecnologías aplicadas a las industrias, manifestándose como principal subdesarrollo en los países latinoamericanos.

En su afán por incentivar el fortalecimiento productivo dentro del desarrollo sustentable de los países latinoamericanos, sus presidentes inyectaron capital a la investigación tecnológica productiva para las empresas, con la finalidad de mejorar la confianza y el aspecto económico de la comunidad local, lo cual se ve reflejado en los grandes avances y por ende en el progresivo poderío económico y tecnológico.

El desarrollo en el Ecuador ha sido fuertemente frenado por la estrechez de mercado, la mala distribución de los ingresos y la escasez de capitales han determinado la falta de créditos para el mantenimiento de la industria.

Actualmente en el país la industria es la base fundamental de la economía y para que dichas empresas puedan sustentarse necesitan atraer al consumidor, para ello deben mejorar sus procesos de producción y por consiguiente automatizarlos, de ésta manera el resultado final será ofertar al cliente un producto de calidad y con menor tiempo fabricación.

En la ciudad de Latacunga existen varias empresas que se dedican a la fabricación de fundas personalizadas, EDUPLASTIC., con solo seis años en el mercado ha alcanzado reconocimiento local y nacional llegando a ubicarse como sinónimo de excelencia en la elaboración de rollos, láminas y fundas de polietileno con y sin impresión.

Para que la empresa siga creciendo dentro del mercado ha empezado a realizar una serie de cambios especialmente dentro de la automatización para seguir prestando un servicio con calidad y garantía.

El desgaste de los elementos mecánicos así como de medición y control conllevan a una des calibración y pérdida de tiempo en los procesos, lo que no sucede en los sistemas hidráulicos, neumáticos y automatizados reduciendo los tiempos de mantenimiento para que la máquina continúe lo más pronto posible a trabajar.

Los sistemas automatizados han sido promotores del crecimiento institucional, en ésta oportunidad lo que se pretenderá es automatizar una máquina por medio de dispositivos electrónicos para mejorar el rendimiento y obtener ganancias. Para ello se cuenta con la el respaldo de la institución, los tesisistas y asesores de tesis garantizando que el proyecto sea una solución para la planta industrial EDUPLASTIC.

Dentro de los capítulos que a continuación se presentan se expuso de forma ordenada y entendible el desarrollo del trabajo de investigación.

En el CAPITULO I.- Abarca los procesos para la elaboración de las fundas plásticas, así como también los dispositivos y elementos utilizados y que posteriormente utilizaremos para la automatización de la máquina.

En el CAPITULO II.- Contiene los resultados obtenidos basados en las encuestas que se las hizo al personal de producción que trabajan explícitamente en las

máquinas y al propietario que es beneficiario directo, para con ello poder establecer la viabilidad del proyecto en la empresa EDUPLASTIC.

En el CAPITULO III.- En éste capítulo se describe detalladamente la elaboración del proyecto, los elementos que utilizamos para automatizar tales como dispositivos eléctricos, neumáticos mecánicos y de control.

Contiene también los valores económicos del proyecto y los beneficios obtenidos en un margen de recuperación del dinero invertido y calculado a mediano plazo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Una vez realizado el análisis de la información recolectada se pudieron encontrar varios trabajos recientemente publicados, los cuales se vinculan con la temática de esta investigación, entre ellos se pueden mencionar los siguientes.

A continuación se resumen algunos de los elementos de importancia del “Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas TEPACK” según Carlos Iván Verdugo Rivadeneira, (2010), Dicho estudio tuvo como conclusión fundamental.

Que a partir del mejoramiento y adaptación de nuevas piezas, la máquina aumentó un 25% la producción que inicialmente desarrollaba, contribuyendo a que la empresa auspiciante elevará los niveles de producción de fundas minimizando los errores dentro del proceso de la misma.

Es importante resaltar que en dicha investigación, incorpora nuevas tecnologías que brinden la facilidad y oportunidad de fabricar productos con una alta calidad que permita competir en el mercado internacional. (pág. 1)

De la misma manera la tesis titulada “Automatización de una selladora de fundas plásticas tipo L para la empresa EDUPLASTIC” fue desarrollador por el señor Víctor Hugo Yanchaguano Cando, (2013) dicho resumen manifiesta.

La automatización de la una máquina selladora de fundas; la cual incremento la velocidad de producción de la misma. Recuperar la inversión en solo siete meses incrementándose así, la cantidad de fundas por minuto selladas a partir de la optimización de la velocidad de producción acorde a las necesidades de la empresa siendo muy satisfactoria.

Con los resultados de este trabajo, se concluye que a través de una inversión moderada en una adecuada automatización y el incremento de la velocidad de producción de fundas, se obtuvo una máquina que cumple con los requerimientos exigidos por la empresa auspiciadora. (pág. 2)

1.2 Plásticos

JURADO, Xavier (2012) en su obra define “El origen del plástico data del año 1920 en el que el profesor Staudinger definió la macromolécula. En los años 40 y 50 proliferó la investigación en polímeros”. (Pág. 23).

RIVADENEIRA, Carlos Ivan (2010) “Los plásticos se caracterizan por una alta relación de resistencia y densidad, propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes”. (Pág. 33).

En realidad los plásticos son materiales sintéticos que pueden obtener cuando el material o materia prima se somete al calentamiento. La materia compuesta principalmente por polímeros sintéticos que pueden ser moldeables, flexibles, resistentes y elásticos. Actualmente es uno de los principales productos industriales más productivos por su gran variedad y modelos.

1.2.1 Tipos de plásticos

Los plásticos pueden dividirse en diferentes categorías fundamentales en la actualidad dentro de las industrias productoras se destacan las siguientes:

1.2.1.1 Termoestables

Se pueden calentar y moldear solo una vez. Si se vuelven a calentar se queman, pueden soportar temperaturas altas, se pueden usar para la fabricación de asas de ollas, asientos y partes de aviones. **Ver Figura (1.1)**

FIGURA 1. 1 Plásticos (termoestables)



Fuente: KACHUR (2014).
Elaborado por: Grupo investigador

1.2.1.2 Termoplásticos

Se pueden volver a calentar y moldear. Esto los hace relativamente fáciles de reciclar además, pueden mezclarse con pigmentos y brillo como pintura para fabricar productos duraderos. La mayor parte de plásticos son termoplásticos. **Ver Figura (1.2)**

FIGURA 1. 2 Plásticos (termoplásticos)



Fuente: KACHUR (2014).
Elaborado por: Grupo investigador

1.3 Elaboración del plástico

La elaboración del plástico se inicia por lo general con la adquisición del polietileno que se obtiene refinando el petróleo en un gas llamado etileno sometándolo después al proceso de polimerizado para más tarde solidificarlo. Definitivamente se le granula hasta convertirlo en un diminuto grano parecido al de arroz, llamado granza.

GUTIERREZ, Carlos (2012) define “la mayoría de los plásticos se elaboraban a partir de resinas de origen vegetal como la celulosa, aceites de semilla y derivados del almidón o del carbón aunque actualmente en su gran mayoría, se obtienen de los derivados del petróleo”. (Pág. 15).

Casi siempre se manipulan aditivos químicos para conseguir una propiedad determinada, los antioxidantes protegen al polímero de degradaciones químicas causadas por el Oxígeno en el Ozono mientras que los estabilizadores los protegen de la intemperie.

La espuma plástica, compuesta de plástico y gas, aporta una masa de gran tamaño pero muy ligera. Las técnicas usadas para conseguir la forma final y el acabado dependen de tres factores:

- Tiempo.
- Temperatura.
- Deformación.

1.3.1 Elaboración de las fundas plásticas

La mezcla es ingresada a una tolva donde es sometida a temperaturas de entre 260 °C a 300°C. El resultado es una película plástica en forma de globo que a medida que va subiendo se vuelve a enfriar hasta llegar a la temperatura ambiente.

Si bien también hay métodos para reciclar plásticos biodegradables, comúnmente conocido como bioplásticos que son aquellos que esencialmente se derivan de recursos renovables, como el almidón y la celulosa de las plantas, por ejemplo.

Se dice que un material es biodegradable cuando puede ser degradado convirtiéndose en moléculas asimilables por el ambiente, considerando que actualmente se derivan del petróleo.

La composición de este tipo de plástico biodegradable está fabricada con materia prima a base de plantas y vegetales que contienen grandes cantidades de ácido láctico, poli láctico y colágeno. Los cuales al final de su vida útil se descomponen en un corto período de tiempo, en presencia de microorganismos; convirtiéndose en abono orgánico.

A continuación se explican de forma concreta cada uno de los procesos que conlleva la elaboración de las fundas plásticas.

1.3.1.1 Proceso de extrusión

Este proceso se encarga de transformar la materia prima (chips de polietileno) en una película plástica parecida a un globo continuo, para alcanzar el propósito de la extrusora, se deben tener en cuenta las disposiciones con las que se espere fabricar las fundas dentro de la cuales son las siguientes:

- Calidad.
- Densidad.
- Durabilidad.
- Color.

Dichos requerimientos son elegidos por los clientes con anticipación, permitiendo efectuar un adecuado procedimiento. **Ver Figura (1.3)**

FIGURA 1. 3 Proceso de extrusión



Fuente: EDUPLASTIC (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

Se puede observar en la parte superior de la máquina unas calandras los cuales cumplen la función de allanar la película para cuando baje poderlos bobinar. En esta parte del proceso de extrusión es donde se fija el grosor del material y el tamaño del rollo que varía dependiendo del tipo de funda que se va a producir. **Ver Figura (1.4)**

FIGURA 1. 4 Sistema de bobinado de las fundas



Fuente: EDUPLASTIC (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.3.1.2 Proceso de impresión

Para efectuar este proceso se diseña un gráfico el cual será impreso en las fundas, luego de que se tenga la autorización previa del cliente entonces, se envía este diseño a la máquina impresora para formar cyreles, que a su vez será entregada al operador para el diseño de la funda. **Ver Figura (1.5).**

Posteriormente el operador monta los cyreles con su respectivo diseño sobre unos rodillos, los ajusta al tamaño de la funda de forma precisa ya que el más mínimo error podría sacarla de la medida correcta. El paso siguiente será la selección de las tintas para darle los colores perfilados, durante este proceso, se puede consultar un catálogo y seleccionar las combinaciones necesarias hasta alcanzar el color deseado. Este proceso resulta complejo ya que hay que tener en cuenta considerables aspectos:

- Tiempo de secado.
- Equilibrios de las diferentes tintas o colores.
- Velocidad de impresión.

FIGURA 1. 5 Máquina para imprimir



Fuente: EDUPLASTIC (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.3.1.3 Proceso de corte y sellado

RIVADENEIRA, Carlos (2010) explica que “Es un proceso que permite transformar el plástico en fundas de diferente longitud y ancho, que están destinadas a almacenar o al empaque de diferentes productos.” (pág. 34).

Normalmente el corte de las fundas plásticas se concibe con cuchillas tipo tijera o guillotina para asegurar una adecuada forma en la funda. Para este paso no es posible aplicar un sistema de parada y arrastre pues la funda puede que no se fraccione adecuadamente.

El tipo de sellado se vincula directamente con el pegamento manejado ya que en dependencia del mismo, podrá resultar perjudicial para la salud por lo que se fijará si la funda podrá ser usada para envasar productos para el consumo humano o animal.

El corte y sellado es el proceso más importante dentro de la elaboración de las fundas plásticas puesto que en él, se determina el tamaño y la calidad del sellado dando como resultante tener o no un producto que satisfaga las necesidades y conformidad del cliente.

En la empresa objeto de estudio de este trabajo, se utiliza el sellado térmico considerado como el más útil, eficiente y adecuado para la rama industrial además de ser el menos costoso de todos. **Ver Figura (1.6)**

FIGURA 1. 6 Proceso de sellado.



Fuente: EDUPLASTIC (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.3.1.3.1 Técnicas de sellado

En la actualidad coexisten diferentes maneras de sellar los materiales plásticos que se utilizan en la industria y en la sociedad en general dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar, del producto que se va a envasar y el valor económico y financiero que signifique en cada caso.

- ***Sellado térmico***

Consiste en sellar dos porciones superpuestas de un material mediante el uso de calor generado por niquelinas sobre barras calientes que unen las porciones del material. Esta técnica requiere el uso permanente de alta cantidad de energía para mantener calientes las barras de sellado mediante las niquelinas. **Ver Figura (1.7)**

FIGURA 1. 7 Cabezales de sellado térmico ranurado

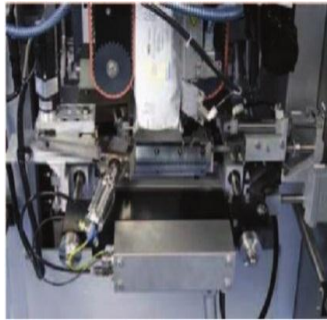


Fuente: onic-welding (2010).
Elaborado por: Grupo investigador

- ***Sellado ultrasónico***

Es una técnica innovadora que utiliza la frecuencia de ultrasonido para unir molecularmente dos porciones de un material entre sí. Este método es ambientalmente amigable ya que tiene un uso muy eficiente de la energía para el proceso de sellado. **Ver Figura (1.8)**

FIGURA 1. 8 Máquina de llenado y sellado por ultrasonido



Fuente: onic-welding (2010).
Elaborado por: Grupo investigador

- ***Sellado adhesivo***

Dicha técnica utiliza sustancias adhesivas para la unión de las partes plásticas en la formación de fundas. Las sustancias adhesivas que se usan en la fabricación de envases de almacenamiento son de alto riesgo para la salud humana, por lo tanto, no se utilizan en envases que contengan productos comestibles o de uso humano o animal.

1.4 Máquinas selladoras de fundas plásticas

Para el proceso de sellado y cortado de fundas plásticas capaces de envasar cualquier tipo de producto, los que pueden ser líquidos, semisólidos o sólidos. Pueden ser de diversos materiales tales como polietileno, polipropileno, plásticos con películas de aluminio y similares y se fabrican mayoritariamente de acero inoxidable.

Estas máquinas funcionan por impulso eléctrico y posee control de temperatura de acuerdo con el espesor del material. **Ver Figura (1.9)**

FIGURA 1. 9 Máquina selladora de fundas tradicional



Fuente: MORALES (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.4.1 Tipos de máquinas selladoras

En las industrias productoras de fundas existen distintos tipos de máquinas selladoras, dentro de las cuales se pueden mencionar las semiautomáticas y las automáticas.

1.4.1.1 Máquina selladora automática

Las máquinas selladoras automáticas regularmente poseen un sistema complejo de dispositivos tecnológicos dirigidos a efectuar acciones de manera rápida, eficiente y continua de forma programable y con sistemas automatizados. **Ver Figura (1.10)**

FIGURA 1. 10 Máquina selladora automática

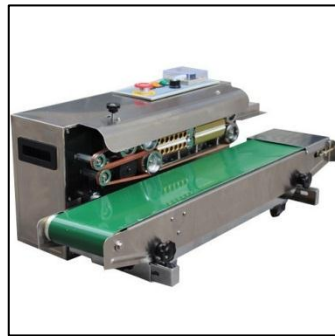


Fuente: ACOSTA (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.4.1.2 Máquina selladora semiautomática

Las máquinas selladoras semiautomáticas trabajan con principios tecnológicos claros y precisos y aunque son relativamente rápidas, mantienen durante todo el proceso de trabajo una baja eficiencia que incluye la alineación de la película plástica y su velocidad de corte. **Ver Figura (1.11)**

FIGURA 1. 11 Máquina selladora semiautomática



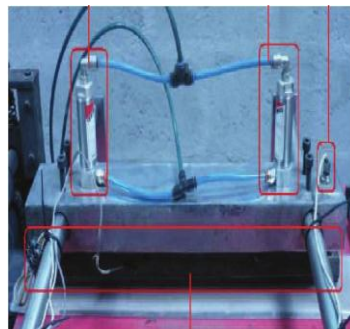
Fuente: ACOSTA (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

1.4.2 Tipos de sellado

1.4.2.1 Sellado vertical

Comprende la primera unión de la lámina plástica en la sección superpuesta de las dos después de la etapa de doblado, este paso comprende el sellado a lo largo de todas las fundas. **Ver Figura (1.12)**

FIGURA 1. 12 Sistema de sellado vertical



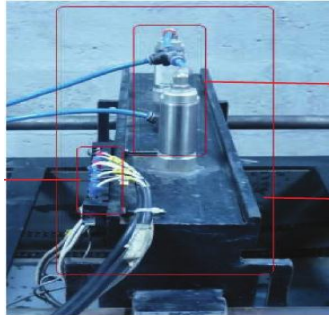
Fuente: http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termocuplas.htm
Elaborado por: Grupo investigador

1.4.1.2 Sellado horizontal

Corresponde al sello inferior de las fundas hecho sobre el doblado inicial de la lámina de plástico, y es el penúltimo paso del proceso antes del corte de la funda.

Ver Figura (1.13)

FIGURA 1. 13 Sistema de sellado horizontal



Fuente: http://www.sapiensman.com/medicion_de_temperatura/termocuplas.htm

Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3 Partes de una máquina de sellado de fundas

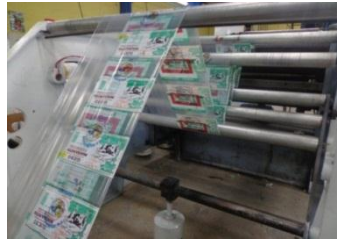
Las partes que conforman un sistema automático del sellado de fundas que son mecanismos mecánicos, eléctricos y neumáticos; a continuación se describe los procesos que sigue el plástico desde que ingresa en la máquina, hasta que sale el producto final.

1.4.3.1 Sistema de arrastre

Esta parte consiste en sistema de rodillos mediante el cual desliza láminas plásticas, los cuales se encuentran acoplados a la máquina, para girar y arrastrar el plástico a lo largo de todo el sistema.

La fuerza suministrada al sistema es mediante el servomotor acoplado a la máquina, dicho dispositivo es controlado por un PLC “controlador lógico programable”, la cual controla su la velocidad y posición de la película plástica durante este proceso. **Ver Figura (1.14)**

FIGURA 1. 14 Sistema de rodillos de arrastre



Fuente: EDUPLASTIC (2015).
Elaborado por: Grupo investigador

1.4.3.2 Sistema de sellado y corte

Esta parte tiene el objetivo de sellar y cortar la película continua de plástico que es enviada por el sistema de arrastre, Esto permite unir, cubrir, taponar, cerrar una cosa de modo que no se abra empleando para esta función se utiliza una determinada temperatura proporcionada por una resistencia eléctrica.

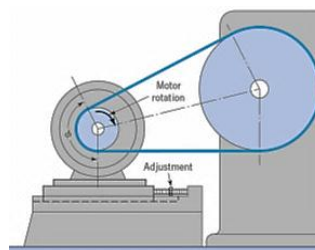
La cual mediante el tope de la cuchilla o “guillotina” entre un rodillo de silicón se sella y se corta la funda dependiendo de sus dimensiones.

Dicho sistema está conformado por un reductor de velocidad mediante un tren de bandas síncronas para reducir la velocidad suministrada por el motor hacia el eje del cabezal o cuchilla.

1.4.3.2.1 Cálculos para reductor de velocidad

Es un mecanismo que utiliza piezas mecánicas para reducir la velocidad hasta una deseada, sin utilización de un variador eléctrico u otro elemento. **Ver figura (1.15)**

FIGURA 1. 15 Reductor de velocidad



Fuente: OCAMPO (1993)
Elaborado por: Grupo investigador

Para el diseño de un reductor de velocidad se utilizara los siguientes cálculos y sus parámetros necesarios.

1.4.3.2.2 Cálculo de potencia de diseño

Es la potencia con la cual se realizará el diseño del reductor de velocidad y obtiene mediante la el factor de servicio. (**Ver ANEXO 10**), y se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$P_d = f_s \times P_m \quad \text{Ecu. 1.1}$$

Dónde:

P_d = Potencia de diseño (Hp)

f_s = Factor de servicio (Ver ANEXO 10)

P_m = Potencia del motor (HP)

1.4.3.2.3 Velocidad de la banda

El cálculo de la velocidad en un reductor mediante bandas o poleas dentadas se obtienen por medio de las siguientes expresiones:

Relación entre velocidades.

$$R = \frac{W_1}{W_2} \quad \text{Ecu. 1.2}$$

Dónde:

R= Relación de velocidad

W1= velocidad angular inicial (rpm)

W2= velocidad angular final (rpm)

Velocidad de lineal de la banda en función de los diámetros y la velocidad angular

$$V_B = \frac{\pi D_1 W_1}{12} = \frac{\pi D_2 W_2}{12} \quad \text{Ecu. 1.3}$$

Dónde:

V= Velocidad de la banda (Pulg/mim)

W1= velocidad angular inicial (rpm)

W2= velocidad angular final (rpm)

D1= Diámetro inicial (Pulg)

D2= Diámetro final (Pulg)

1.4.3.2.4 Cálculo de los esfuerzos de la cuchilla

Se presenta cuando sobre un elemento actúan dos fuerzas iguales pero de sentido contrario a esas fuerzas se las conoce como reacciones. Las tensiones se estudian en el sentido del corte. Suponemos que las tensiones son uniformes, el esfuerzo serán iguales en todos los puntos de la sección: y su fuerza resultante se ubicara en su centroide. Para obtener se utiliza la siguiente formula:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{Ecu. 1.4}$$

Dónde:

σ = Potencia de diseño (Kg/m^2)

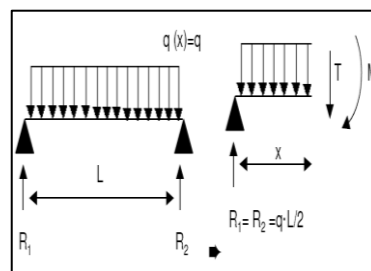
P= Peso de la cuchilla (Kg)

A= Área sección transversal de la cuchilla (m^2)

1.4.3.2.5 Cálculos de Flexión simple de la cuchilla

Son diagramas para comprender la combinación de los momentos flectores y un esfuerzo cortante contenido en cualquier elemento para el análisis de su comportamiento al estar sometido por su propio peso u otra fuerza. **Ver Gráfico (1.1).**

GRÁFICO 1. 1 Vigas cargadas con cargas repartidas constantes



Fuente: http://www.academia.edu/8827180/VIGAS_Y_COLUMNAS

Elaborado por: Grupo investigador

Los esfuerzos cortantes o esfuerzos de cortadura se caracterizan porque:

- No provocan cambio de volumen, sólo producen una deformación angular.
- Son iguales dos a dos y confluyen en un mismo punto.

En referencia con el anterior gráfico (2.1), para el cálculo de las reacciones que actúan en un elemento horizontal se utilizara una sumatoria de fuerzas y de ser necesario diagramas de momentos flectores y cortantes, aplicando las siguientes expresiones:

$$Q = \frac{q}{l} \quad \text{Ecu. 1.5}$$

Dónde:

Q= Carga equivalente (Kg/m)

q= Carga distribuida (Kg)

l= Distancia de la estructura (m)

Después se procederá a realizar un análisis de fuerzas que actúan sobre la estructura, para conocer las reacciones de cada punto. Como se lo muestra a continuación.

$$Ra = Rb = q \cdot \frac{l}{2} \quad \text{Ecu. 1.6}$$

Dónde:

Ra= Reacción en el punto A (Kg/m)

Rb= Reacción el punto B (Kg/m)

q= Carga distribuida (Kg)

1.4.3.3 Transporte de la funda plástica

Es un proceso, el cual las fundas son transportadas por medio de un sistema de bandas, que se son accionadas por un dispositivo (motor), por medio de poleas, y llega hasta el operador, para que posteriormente sea empacado.

1.5 Automatización de Procesos

1.5.1 Automatización

Es la técnica de adaptar, diseñar y controlar un proceso mediante el acoplamiento de dispositivos tecnológicos en una máquina, a su vez optimizándola para aprovechar al máximo su capacidad de producción y obtener mayores y mejores ganancias.

1.5.1.1 Sistema automatizado

CANTO, Carlos (2008) califica que “Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.” (pág. 18).

Para el grupo de investigación un sistema automatizado es un conjunto de actividades o procesos que en un principio las realizaban los trabajadores manualmente empleando demasiado tiempo a realizarlo, mientras que con la implementación de nuevas tecnologías complejas se puede realizar las mismas operaciones con mayor velocidad y bajo costo de mantenimiento.

1.5.1.2 Ventajas de la automatización

Mediante la implementación de sistemas automatizados dentro de los procesos se pueden obtener los siguientes beneficios los cuales son:

- Incrementar la productividad.
- Seguridad.
- Mejorar la calidad del producto.
- Reducir el tiempo de manufactura.

1.5.1.3 Partes de un sistema automático

El sistema automatizado consta de las siguientes partes principales:

a) Parte Operativa.

- Sensores.
- Actuadores.
- Interface Hombre-Máquina.

b) Parte de Control o mando.

- Tecnología Programada: PLC y cableado de señales de control.

c) Potencia.

- Tecnología Cableada: Contactores, relés electromecánicos y de estado sólido y motores.

1.6 Dispositivos de control eléctricos

1.6.1 Sistema PLC

CRISTOFHER, Harold (2008), “Es una máquina electrónica programable por personal no informático, destinada a cumplir en un ambiente industrial y en tiempo real funciones de automatismos lógicos, combinatorios y secuenciales.” (pág. 28).

Es un equipo electrónico que puede ser programado en lenguaje no informático, está diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente tipo industrial, procesos secuenciales.

Para los postulantes, el PLC es un dispositivo o máquina que realiza funciones automáticas que son programadas por un operador, generalmente se les utiliza en un ambiente industrial. **Ver Figura (1.16)**

FIGURA 1. 16 PLC.


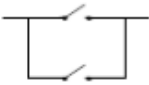



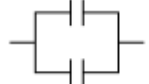




Fuente: Cristopher (2008).
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.1.1 Lenguaje de programación

Es el conjunto de símbolos y textos legibles por la unidad de programación, que le sirven al usuario para codificar, sobre un controlador en particular, las leyes de control deseadas. Los lenguajes de programación entre los más comunes son “LADDER y COMPUERTAS LOGICAS” para los controladores intentan ser lo más parecido posibles a los modelos de representación usuales a fin de facilitar la transcripción entre ambos. **Ver Figura (1.17)**

FIGURA 1. 17 Lenguaje de contactos

FUNCIÓN LÓGICA LENGUAJES	OPERACIÓN PRODUCTO LÓGICO	OPERACIÓN SUMA LÓGICA	OPERACIÓN NEGACIÓN	ASIGNACIÓN DE VALOR
INSTRUCCIONES BOOLEANAS	AND	OR	NOT	OUT
ESQUEMAS DE RELÉS (DIN 40713-16)				
DIAGRAMAS DE CONTACTOS (NEMA/DIN 19239)				

Fuente: FERNÁNDEZ (2014).
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.2 Sensor fotoeléctrico

Son un tipo muy especializado de sensores electrónicos de proximidad por reflexión difusa que tienen capacidad para detectar ligeros contrastes superficiales. **Ver Figura (1.18)**

FERNÁNDEZ, Roger (2014) los sensores fotoeléctricos “Se utiliza mucho en operaciones de embalaje y etiquetado para identificar distintos colores de marcas de índice o la presencia de etiquetas en superficies brillantes”. (Pág. 76).

Sus aplicaciones son muy enumeradas entre las cuales se pueden indicar las siguientes:

- Detección de marcas sobre material de embalaje.
- Sincronización de procesos de corte y separación.
- Inspección de pegamento, tinta y colores.
- Control de posición de plantillas de impresión.

FIGURA 1. 18 Sensor fotoeléctrico

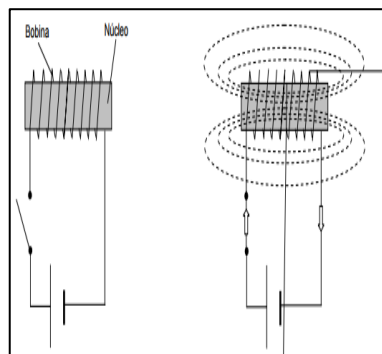


Fuente: FERNÁNDEZ (2014)
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.3 Relé de activación

El funcionamiento de un relé de activación se basa principalmente en la teoría del magnetismo los cuales se manifiesta en un interruptor y un electroimán que al abrir o cerrar contactos cuando circula intensidad eléctrica a través de ellos. **Ver Figura (1.19)**

FIGURA 1. 19 Relé de activación



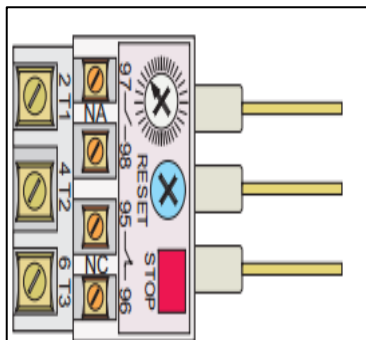
Fuente: <http://platea.pntic.mec.es/~pcastela/tecno/documentos/apuntes/rele.pdf>
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.4 Relé térmico

Es un dispositivo diseñado exclusivamente para la protección de los motores contra sobrecargas o a su vez si falla alguna de sus fases.

Los relés térmicos poseen valores predeterminados por ejemplo 660 en corriente alterna y dependiendo del país 50/60 Hz. También dispone de tres mandos; el primero es un selector de intensidad de protección, también de un mando de RESET y otro de STOP. **Ver Figura (1.20)**

FIGURA 1. 20 Relé térmico



Fuente: <http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.rele.termico.pdf>

Elaborado por: Grupo investigador

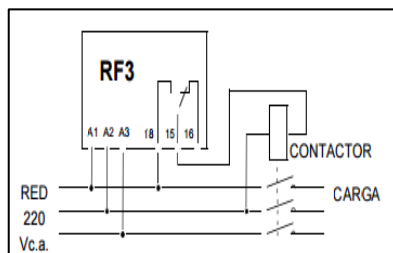
1.6.5 Relé control de fase

El relé control de fase está diseñado como una protección para los siguientes riesgos;

- Protege a los equipos ante la inversión de fases
- Falta de una fase
- Baja tensión

El funcionamiento del relé solo se cumplirá si están dispuestas las tres fases y no está inmerso alguna d las fallas manifestadas anteriormente. **Ver Figura (1.21)**

FIGURA 1. 21 Relé falta de fase

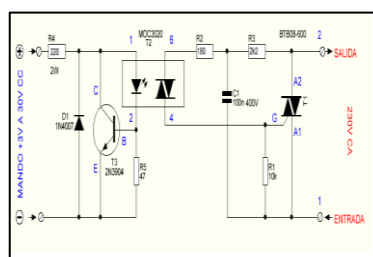


Fuente: <http://www.controles.com/divascensores/esp/Varios/rf3.pdf>
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.6 Relé de estado solido

Estos relés contienen transistores y tiristores para que puedas controlar elevadas cargas de voltaje y corriente. Este dispositivo evita el desgaste mecánico, además permite conmutar altos amperajes. **Ver Figura (1.22)**

FIGURA 1. 22 Relé de estado solido



Fuente: http://www.soloelectronica.net/rele_solido.htm
Elaborado por: Grupo investigador

1.6.7 Variadores

Los variadores son elementos electromecánicos que cumplen la función de control de los motores de inducción.

Existen variadores de c.c. (variación de tensión) Y de c.a. (variación de frecuencia).

El funcionamiento de los variadores está ligado a la frecuencia que suministra el motor en base a la velocidad sincrónica del mismo y el número de polos del estator. **Ver Figura (1.23)**

Según la siguiente relación tenemos que:

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

Ecu. 1.7

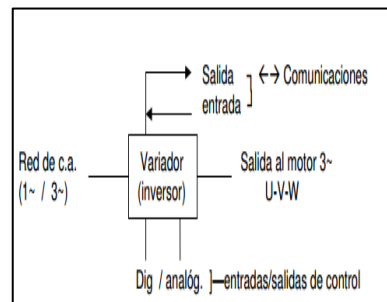
Dónde:

RPM: Revoluciones por minuto (rpm)

f = Frecuencia de suministro (Hz)

p = Número de polos

FIGURA 1. 23 Variador de frecuencia



Fuente: http://ingenieros.es/files/proyectos/Variadores_de_frecuencia.pdf

Elaborado por: Grupo investigador

1.6.8 Contactores

VILCHES, Enrique (2010) manifiesta que “Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos” (Pág. 34).

La finalidad de los contactores es interrumpir o establecer el paso de corriente por medio de un electroimán. **Ver Figura (1.24)**

FIGURA 1. 24 Contactores



Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Contactor#/media/File:Contactor.jpg>

Elaborado por: Grupo investigador

1.7 Sistema neumático

1.7.1 Principio de la neumática

PRIETO (2008), se define la neumática como “Una tecnología capaz de hacer uso del aire comprimido para automatizar procesos. Por regla general, dichos procesos suelen ser industriales” (pág. 8).

Como opinión de los postulantes, la neumática es el control del aire a través de la compresión para darle uso a conveniencia personal, se los utiliza por lo general para realizar funciones de proceso industrial.

La energía neumática utiliza aire comprimido como fuente de potencia para el funcionamiento. Los elementos neumáticos pueden alcanzar velocidades de trabajo elevadas para la cual hay que tener en cuenta los siguientes parámetros para su aplicación a la industria.

1.7.2 Partes de un sistema neumático

1.7.2.1 Compresor

Es el encargado de absorber el aire de la atmósfera para desplazar los fluidos compresibles hacia los dispositivos neumáticos aumentando la presión deseada y reduciendo el volumen **Ver Figura (1.25)**

FIGURA 1. 25 Compresor

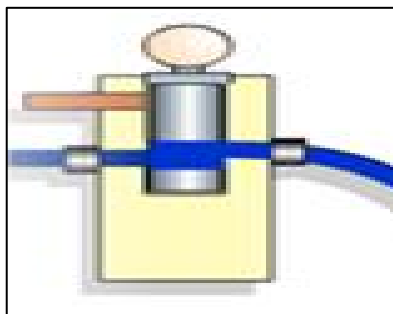


Fuente: <http://es.slideshare.net/coaat97/unidad-neumatica-4-v1-c>
Elaborado por: Grupo investigador

1.7.2.2 Válvulas

Son las encargadas de direccionar el aire y la puesta en marcha para el movimiento de mecanismos así como la presión que se encuentra almacenado en el depósito. **Ver Figura (1.25)**

FIGURA 1. 26 Válvulas neumáticas



Fuente: <http://seritiumneumatica.wikispaces.com/Circuitos+neum%C3%A1ticos>.
Elaborado por: Grupo investigador

1.7.2.3 Cilindro

Es un dispositivo que produce fuerza del aire comprimido, en la cual dicho gas que es ingresado dentro del cilindro provoca un movimiento lineal con una carrera de avance y retroceso. **Ver Figura (1.27)**

FIGURA 1. 27 Cilindros neumáticos



Fuente: <http://satuross13.blogspot.es/>
Elaborado por: Grupo investigador

1.7.2.4 Presión

La presión ejercida por un fluido sobre una superficie y viceversa es el cociente entre la fuerza y la superficie que recibe su acción. Es decir:

$$P = \frac{F}{S} \quad \text{Ecu. 1.8}$$

Dónde:

P = Presión de trabajo (Bares)

F = Fuerza empleada por el cilindro (N)

S = Área del cilindro (m^2)

1.8 Transición de potencia mecánica

1.8.1 Elementos motrices

KANE, Joseph (2007), dice, “La energía necesaria para que se produzca el movimiento. En la máquina se tiene presente que posee elementos de conducción y generación de movimiento” (pág. 43).

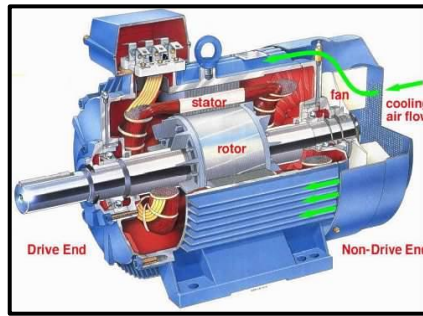
Un sistema de movimiento utiliza como parte vital un motor los cuales son elementos electromecánicos que transforman la energía eléctrica en trabajo o movimiento angular. Este sistema no necesita sensores de retroalimentación porque la posición de la carga y la velocidad son controladas por el número predeterminado y dirección de los pulsos digitales de entrada enviados al control del motor desde el controlador.

1.8.1.1 Motores eléctricos

TOAPANTA, Jose (2012) define a “Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforman energía eléctrica en energía mecánica por medio de campos magnéticos variables, los motores eléctricos se componen en dos partes una fija llamada estator y una móvil llamada rotor.” (pág. 17).

El funcionamiento se basa en la utilización del magnetismo, y es se clasifican, de acuerdo con su corriente de alimentación y según el número de fases; entre las cuales están: Monofásicos, Bifásicos y Trifásicos. **Ver Figura (1.28)**

FIGURA 1. 28 Motor eléctrico partes principales.



Fuente: <http://www.motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtm>

Elaborado por: Grupo investigador

Se puede definir que un motor eléctrico como un dispositivo para transformar la energía eléctrica entrante y obtener una energía mecánica saliente. Está compuesto por una parte móvil llamada rotor y otra fija llamada estator

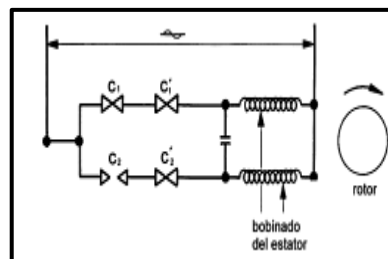
1.8.1.2 Servomotores

FERNÁNDEZ, Jorge (2010), “Son los elementos que reciben del regulador la orden de posicionar los elementos de reglaje, como por ejemplo las válvulas de regulación. Pueden ser eléctricos neumáticos o hidráulicos.” (pág. 18).

1.8.1.2.1 Servomotores eléctricos de baja potencia

Este tipo de servomotores son de la familia de alimentación monofásica con dos sentidos de marcha y obedecen al esquema general de principio que se muestra en la figura. **Ver Figura (1.29)**

FIGURA 1. 29 Servomotor eléctrico de baja potencia



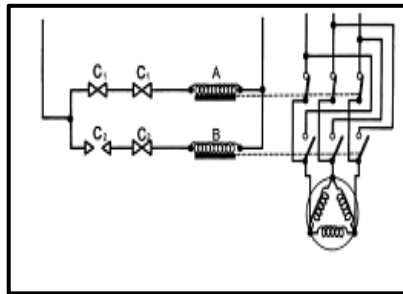
Fuente: FERNÁNDEZ, Jorge (2010).

Elaborado por: Grupo investigador

1.8.1.2.2 Servomotores eléctricos de alta potencia

Este tipo de servomotor tiene arrollamientos del estator están sustituidos por bobinas de contactores que son los que abren o cierran los contactos para que el servomotor gire en uno u otro sentido. Ver Figura (1.30)

FIGURA 1. 30 Servomotor eléctrico de alta potencia



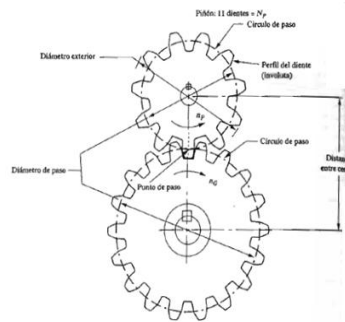
Fuente: FERNÁNDEZ, Jorge (2010).
Elaborado por: Grupo investigador

1.8.2 Sistema de transmisión por engranajes

MOTT, Robert (2006) define “Los engranajes son ruedas cilíndricas que se usan para transmitir movimiento desde un eje giratorio a otro. Los dientes de un engrane conductor encajan con presión en los espacios entre los dientes del engrane conducido” (pág. 158).

En opinión para los investigadores los engranajes son piezas mecánicas utilizadas para conducir movimiento de un elemento motriz a otro; manteniendo el torque del elemento conductor sin pérdidas de potencia mecánica. Ver Figura (1.31)

FIGURA 1. 31 Engranajes



Fuente: MOTT, Robert (2006)
Elaborado por: Grupo investigador

1.8.2.1 Cálculos de la velocidad entre engranaje

Para el cálculo de las velocidades que existe en cada uno de los engranajes se debe emplear la siguiente expresión:

$$(\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2) = v \quad \text{Ecu. 1.9}$$

Dónde:

v = Velocidad de los engranajes (rpm)

ω_1 = Velocidad del engranaje motriz (rpm)

r_1 = Radio del engranaje motriz (mm)

ω_2 = Velocidad del engranaje conducido (rpm)

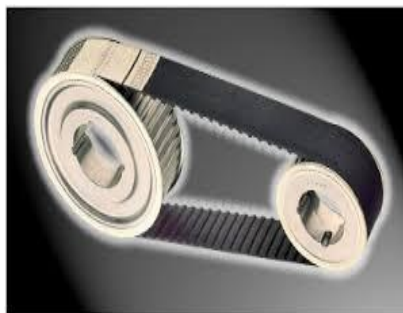
r_2 = Radio del engranaje motriz (mm)

1.8.3 Sistema de transmisión de bandas síncronas

MOTT, Robert (2006) explica que “Las bandas síncronas se fabrican con costillas o dientes transversales. Los dientes engranan en las ranuras correspondientes a la polea conductora y conducida” (pág. 148).

YÁNEZ, Andres (2012) describe a las ruedas dentadas como “Mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina [corona] y la menor [piñón]” (pág. 34). **Ver Figura (1.32)**

FIGURA 1. 32 Ruedas dentadas.



Fuente: <http://www.beatransmision.com/es/catalogo-industrial/categoria>
Elaborado por: Grupo investigdor

Para el investigación se puede consideraran a las ruedas dentadas como engranajes porque poseen el mismo objetivo, receptor y transmitir la fuerza motriz para mover uno o varios componentes de la máquina. Si el sistema está compuesto de más de un par de ruedas dentadas, se denomina “tren”. Ver **Tabla (1.1)**

TABLA 1. 1 Tipos de correas dentadas y pasos correspondientes.

Tipo	PASO
XL	5'080 mm (1/5")
L	9'525 mm (3/8")
H	12'700 mm (1/2")
XH	22'225 mm (7/8")
XXH	31'750 mm (1 1/4")

Fuente: Grupo investigador

Elaborado por: Grupo investigador

1.8.3.1 Cálculo de longitud de las bandas síncronas

Para selecciona las distancias adecuadas de las bandas se obtiene en función de los centros y diámetros de la polea. Que vienen expresadas entre las ecuaciones siguientes:

$$Lp = (D1 - D2)$$

Sustituyendo las ecuaciones de los diámetros obtenemos que la fórmula quede de la siguiente forma:

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4E} \quad \text{Ecu. 1.10}$$

Dónde:

Lp = Longitud total de banda (mm)

E = Distancia entre centros (mm)

D = Diámetro de la polea conductora (mm)

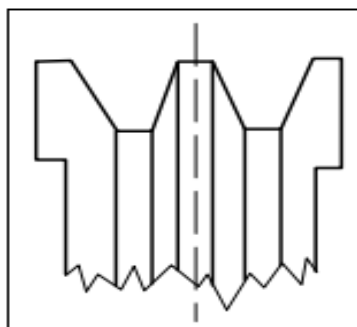
d = Diámetro de la polea conducida (mm)

1.8.4 Sistema de transmisión por poleas

KANE, Joseph (2007) define que “Las poleas sirven para cambiar el sentido de una fuerza, mientras que la combinación de varias poleas, pueden utilizarse para reducir la fuerza que se necesita para levantar o mover una carga, es a esto que se denomina sistemas de poleas.” (pág. 27).

A criterio de los investigadores, un sistema de poleas sirven para reducir la fuerza que se genera a partir de una fuerza motriz para adecuarla a conveniencia y poderla utilizar para realizar un trabajo. **Ver Figura (1.33)**

FIGURA 1. 33 Poleas trapeciales



Fuente: tranmisionesuniversales.3452yy12.
Elaborado por: Grupo investigador

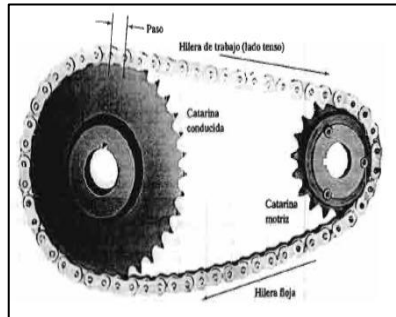
1.8.5 Sistema de transmisión por cadena

MOTT, Robert (2006). “Una cadena es un elemento de transmisión de potencia formado por una serie de eslabones unidos con pernos. Este diseño permite tener flexibilidad, y permite que la cadena transmita grandes fuerzas de tensión” (Pág. 283).

En opinión de los investigadores las cadenas son componentes fundamentales que sirve para la transmisión y transporte de movimiento y energía por medio de dos

ruedas dentadas utilizando fuerzas extensivas para los sistemas mecánicos. Ver **Figura (1.34)**

FIGURA 1. 34 Transmisión por cadena



Fuente: MOTT, Robert (2006).
Elaborado por: Grupo investigador

1.8.5.1 Cálculos para transmisión por cadena

1.8.5.1.1 Velocidad de la cadena

El cálculo de la velocidad que tendrá un sistema de transmisión por cadena viene expresado por la diferencia del número de dientes que posea tanto la motriz como la conducida. Y se obtiene por medio de la siguiente ecuación:

$$n_2 = n_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \quad \text{Ecu. 1.11}$$

Dónde:

n_2 = Velocidad de catalina conductora (rpm)

n_1 = Velocidad de catalina conducida (rpm)

N_1 = Numero de dientes catalina conductora

N_2 = Numero de dientes catalina conducida

1.8.5.1.2 Longitud en pasos de la cadena

Para la longitud de un sistema por cadena se calcula por medio de los pasos en función del número de dientes y la distancia entre centros, y se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$L = 2C + \frac{N_2 + N_1}{2} + \frac{(N_2 - N_1)^2}{4\pi C} \quad \text{Ecu. 1.12}$$

Dónde:

L = Longitud de paso de cadena (Pasos)

C = Distancia entre centros (Pulg)

N_1 = Numero de dientes catalina conductora

N_2 = Numero de dientes catalina conducida

1.8.5.1.3 Distancia teórica entre centros

Al igual que la expresión anterior la distancia entre centros se calcula en función del número de dientes y su longitud en pasos de la cadena, con la siguiente expresión:

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right] \quad \text{Ecu. 1.13}$$

Dónde:

L = Longitud de paso de cadena (Pasos)

C = Distancia entre centros (Pulg)

N_1 = Numero de dientes catalina conductora

N_2 = Numero de dientes catalina conducida

1.8.5.1.4 Ángulos de contactos de la cadena

El cálculo de los ángulos de contacto, se debe determinar otros parámetros como son: diámetros del paso de las catalinas o cadenas mediante la siguiente expresión:

Diámetro de la catalina motriz.

$$D_1 = \frac{p}{\sin(180^\circ/N_1)} \quad \text{Ecu. 1.14}$$

Diámetro de la catalina conducida.

$$D_2 = \frac{p}{\sin(180^\circ/N_2)} \quad \text{Ecu. 1.15}$$

Dónde:

D_1/D_2 = Diámetros de paso de las catalinas (Pulg)

p = Paso de la cadena (Pulg)

N_1 = Numero de dientes catalina conductora

N_2 = Numero de dientes catalina conducida

A continuación se procederá a obtener los ángulos de contacto con las expresiones siguientes:

Ángulo de contacto de la cadena motriz.

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2C} \right] \quad \text{Ecu. 1.16}$$

Ángulo de contacto de la cadena conducida.

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2C} \right] \quad \text{Ecu. 1.17}$$

Dónde:

θ_1/θ_2 = Ángulos de contactos

C = Distancia entre centros (Pulg)

D_1/D_2 = Diámetros de paso de las catalinas (Pulg)

1.9 Ji- Cuadrado

MANHEIM, Jaral (2006) “Es una prueba estadística clasificada como no paramétrica, utilizada en la evaluación de hipótesis y que sirve como test o prueba de significancia.” (Pág. 314).

Se puede entonces manifestar que la prueba del Ji-CUADRADO se utiliza para medir la discrepancia que hay entre las frecuencias observadas (**F_o**) y las frecuencias esperadas (**F_e**) sobre la suposición que la hipótesis sea nula

Éste método es utilizado cuando existe dos o más categorías nominales y una vez calculadas las frecuencias absolutas de cada valor o intervalo de valores, obtendremos el número total de observaciones de la muestra (T) sumando las frecuencias observadas

1.9.1 Fórmula utilizada para el cálculo de Ji- Cuadrado

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \quad \text{Ecu. 1.16}$$

Dónde:

$x^2 =$ Chi – cuadrado

$\sum =$ Suma

$O_i =$ frecuencia observada

$E_i =$ frecuencia esperada

Si la hipótesis nula fuera falsa las E_i esperadas no serían los valores que esperamos y por consiguiente las frecuencias esperadas serían valores desconocidos. Como resultado tenemos que las diferencias de los numeradores de la ecuación antes mencionada tienden a incrementarse y, por estar elevadas al cuadrado, la suma de cocientes será positiva y mayor que lo que se esperaría para los valores de una Ji-cuadrado.

Para calcular el margen de error y su grado de libertad la expresión es la siguiente:

$$gl = (F - 1)(C - 1) \quad \text{Ecu. 1.17}$$

Dónde:

gl= grados de libertad

F= renglones o filas

C= columnas

CAPITULO II

2.1 Análisis e interpretación de resultados

A continuación se muestra el análisis y su respectiva tabulación de resultados de la investigación para la automatización de una máquina selladora y cortadora de fundas mediante la recolección de información empleando métodos e instrumentos investigativos.

2.2 Reseña histórica de la empresa

EDUPLASTIC, con solo seis años en el mercado ha alcanzado reconocimiento local y nacional llegando a ubicarse como sinónimo de excelencia en la elaboración de rollos, láminas y fundas de polietileno con y sin impresión.

Una organización dedicada y comprometida al mejoramiento continuo de la elaboración de rollos y fundas de polietileno. Teniendo como principal compromiso el brindar a nuestros clientes la mejor calidad, acompañada de un servicio calificado demostrando eficiencia empresarial.

2.2.1 Filosofía empresarial

2.2.1.1 Misión

Eduplastic es una empresa dedicada a la elaboración de fundas plásticas con o sin impresión de la mejor calidad, teniendo como principal compromiso ofrecer a sus clientes un producto que satisfaga sus necesidades basados en la utilización de los mejores materiales con un personal altamente calificado, y capacitado.

2.2.1.2 Visión

Buscamos posicionarnos como empresa líder en la industria de la elaboración de fundas, en la zona centro del país, mediante la utilización de materia prima de excelente calidad, el compromiso ético y la eficiencia del talento humano cumpliendo así con la exigencia de nuestra base primordial nuestro cliente.

2.2.1.3 Dedicación

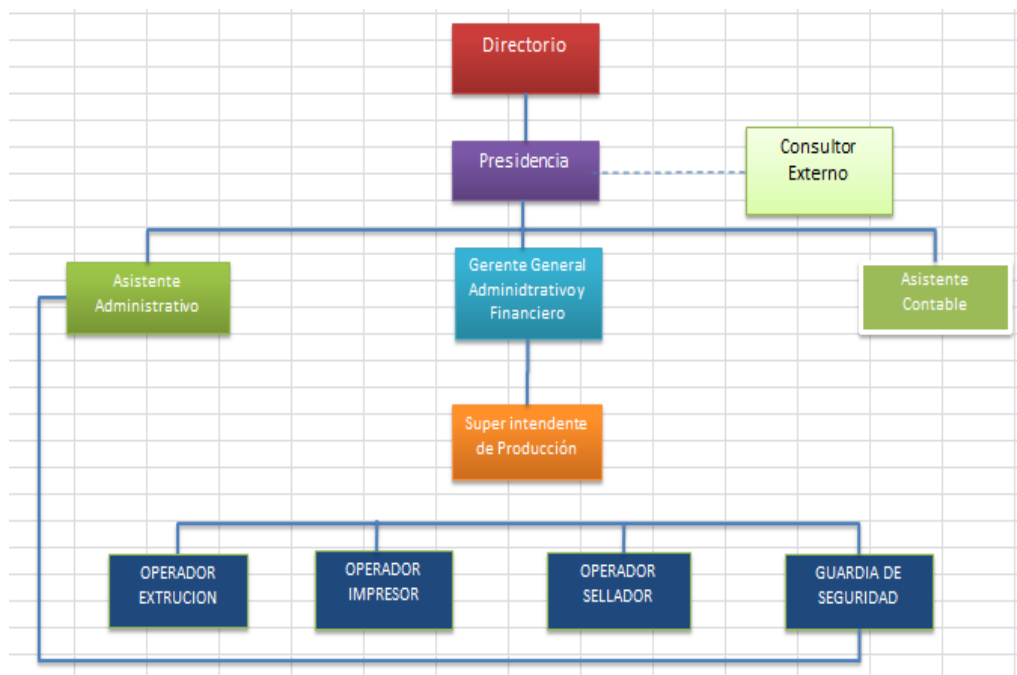
Dedicada a la elaboración de rollos y fundas plásticas de alta y baja densidad con o sin impresión de la mejor calidad.

2.2.1.4 Ubicación

Eduplastic se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi cantón Latacunga en la panamericana norte kilómetro 5.

2.2.2 Organigrama Empresarial De Eduplastic

GRÁFICO 2. 1 Organigrama



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

2.3 Diseño de la investigación

Esta investigación trata de “AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.” Corresponde a la factibilidad del proyecto, mejorando el rendimiento de los procesos que conforma la máquina, reduciendo desperdicios por ende obteniendo un producto bueno de calidad y así teniendo un crecimiento en la producción de tal manera que se ha empleado los siguientes métodos.

2.3.1 Métodos de la investigación

2.3.1.1 Método exploratorio

Es un método en el cual nos permitió plantar y explorar los inconvenientes suscitados en el proyecto para ser examinado tomando en cuenta las posibles variables y las investigaciones realizadas.

2.3.1.2 Método inductivo

Este método de investigación científica que se obtiene a través de pruebas y los argumentos empleados en la investigación en la cual nos ayudó a seleccionar el sistema automática adecuado y así observar la probabilidad inductiva y la demostración de la hipótesis.

2.3.1.3 Método deductivo

Este método es uno de los más usados la cual nos permitió obtener conclusiones de diversas discusiones logradas y deducir las variables tratadas con razonamiento lógico para la ejecución e implementación del sistema automático.

2.3.1.4 Método descriptivo

Este método nos permitió describir la forma de implementar el sistema automatizado, con el objetivo de obtener un rendimiento excelente e incrementar el desarrollo de la producción.

2.3.2 Tipos de investigación

2.3.2.1 Investigación De Campo

Es una investigación utilizada para estudiar una situación a diagnosticar necesidades y problemas a efectos de aplicar los conocimientos con fines prácticos.

Con ésta exploración que realizamos en el propio sitio donde se encuentra el objeto de estudio, en éste caso se lo hizo en la empresa EDUPLASTIC.

2.3.2.2 Investigación experimental

Utilizaremos éste método porque se va buscar información a partir de una hipótesis para poder dar una posible solución al problema de la empresa EDUPLASTIC

2.3.3 Técnicas de investigación

2.3.3.1 Observación

La observación es un método muy preciso para la búsqueda objetiva del problema, puesto que vamos a interrelacionar directamente entre la sociedad y el problema. Una vez estado y visualizado el problema podremos deducir y dar una solución concreta basándonos en el estado de la situación que se presenta en el entorno del problema que se presentan dentro de las instalaciones de EDUPLASTIC.

2.3.3.2 Entrevista

Dentro de la entrevista vamos a utilizar los dos métodos como son el de tipo estructurado y no estructurado porque en primera instancia contaremos con una guía de preguntas para plantearse las al entrevistado y también será recolectada toda la información recibida mediante instrumentos o equipos tecnológicos

2.3.3.3 Encuesta

Este instrumento fue aplicado a base de preguntas realizadas a los trabajadores de la empresa Eduplastic, que sirvió para recolección de información necesaria y así conocer si la puesta en marcha de nuestra implementación del sistema automatizado es viable y productiva para la industria.

2.3.3.4 Población

A continuación se presentará la población que está directamente inmersa al problema y por consecuencia en el proyecto por la cual se tomara a su totalidad de porcentaje para su respectivo resultado.

TABLA 2. 1 Población

INVOLUCRADOS	CANTIDAD
Operadores de producción	6
Jefe de producción	1
Jefe de mantenimiento	1
Personal administrativo	2
TOTAL	10

Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

2.4 Entrevista realizada al Gerente General de la empresa Eduplastic

En esta presente entrevista se detalla los resultados realizados al gerente general de la empresa Eduplastic, ya que la misma ayuda al desarrollo del trabajo.

- 1. Considera usted que las máquinas de producción que utiliza EDUPLASTIC es acorde a la necesidad actual que tiene la industria? ¿Por qué?**

No, porque es un sistema muy antiguo en la sección extrusión debido al alto consumo de energía eléctrica, puesto que los dispositivos eléctricos son de alta potencia.

- 2. ¿Considera usted que el tipo de automatización que se va a utilizar en la máquina a innovar será eficiente ¿Por qué?**

Sí, porque la máquina posee dispositivos tecnológicos, las cuales ayudan a que el proceso sea más rápido y eficiente.

- 3. ¿Considera usted que el tipo de sellado y cortado de fundas que se va a utilizar en la máquina a innovar será eficiente? ¿Por qué?**

Sí, porque además consta de un sistema neumático y de enfriamiento la cual ayuda a que el cabezal (conformado por una cuchilla) no tenga a pegarse con el rodillo, por ende un buen corte y sello de la funda.

- 4. ¿De los tipos de máquinas de sellado que existen actualmente en la industria ¿Considera usted que el que se va a utilizar en EDUPLASTIC es eficiente? ¿Por qué?**

Sí, porque además se tiene pedidos de diferente material como (polipropileno) y en la mayor parte de la producción es de sello vertical.

5. ¿Considera usted que en un ambiente confortable de trabajo el operario puede ejecutar sus labores con una mayor eficiencia? ¿Por qué?

Sí, ya que en un buen ambiente laboral el operario puede desenvolverse de mejor manera presentando mayor productividad.

6. ¿Considera usted que EDUPLASTIC necesita invertir capital en nuevos sistemas tecnológicos para optimizar el proceso de producción? ¿Por qué?

Sí, porque al adquirir sistemas más avanzados para las maquinas, la producción se elevaría y por ende, habría más ganancias para la empresa.

2.4.1 Análisis de la entrevista realizada al Gerente General de la empresa Eduplastic.

De acuerdo con los criterios obtenidos por medio de la entrevista realizada al Sr. John Maldonado, en calidad de propietario de la planta industrial EDUPLASTIC se llegó a la conclusión. Que la automatización de una maquina selladora y cortadora de fundas plásticas es muy vital para la empresa.

A través de la implementación y aplicación de nuevas tecnologías en la automatización de diferentes tipos de procesos, permitirá reducir las paras por mantenimiento y a su vez el aumento de la producción, con un producto de calidad en un menor tiempo.

Por esa razón el propietario está de acuerdo con el desarrollo y la aplicación de la **automatización de una maquina selladora y cortadora de fundas.** Satisfaciendo así las necesidades de la fábrica y brindando una vinculación de la universidad con el pueblo.

2.5 Análisis e interpretación de resultados de la encuesta realizada a los trabajadores de la empresa Eduplastic

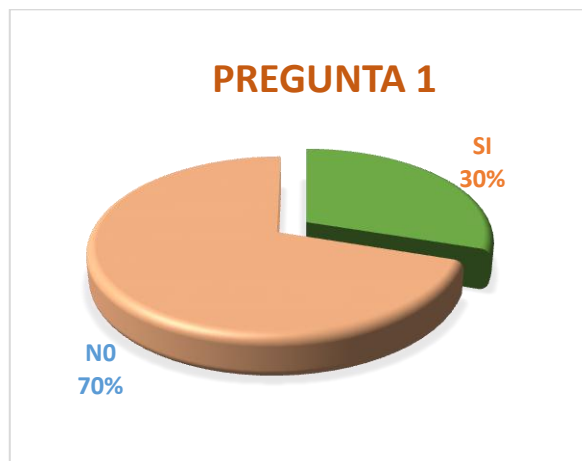
1. Cree usted que EDUPLASTIC posee maquinaria automatizada.

TABLA 2. 2 Eficiencia de automatización.

PREGUNTA 1		
Fila	encuestados	Porcentaje
SI	3	30%
NO	7	70%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 2 Eficiencia de automatización



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

El 70% de los encuestados manifiestan que no conocen sobre el tipo de maquinaria que posee la empresa, en tanto que el 30% afirma que si conoce EDUPLASTIC.

En base al porcentaje obtenido de los encuestados se puede decir que hay ineficiencia en las máquinas que se tiene actualmente en la planta industrial mencionada.

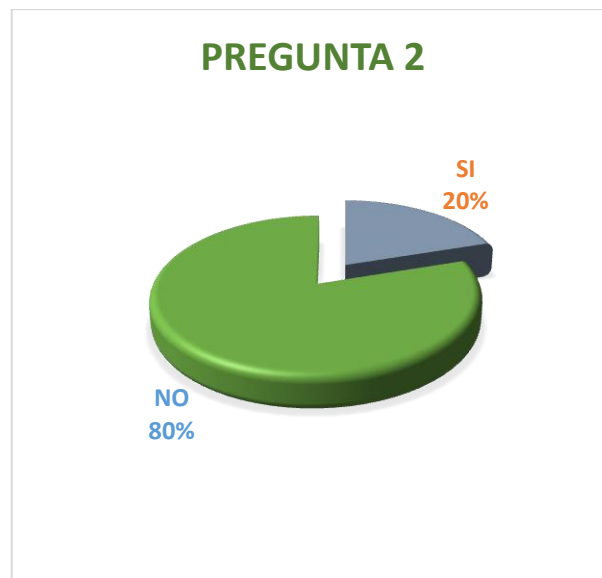
2. Alguna vez escuchado para qué sirve la automatización industrial de procesos.

TABLA 2. 3 Automatización de procesos.

PREGUNTA 2		
Fila	encuestados	Porcentaje
SI	2	20%
NO	8	80%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 3 Automatización de procesos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Los resultados que arroja ésta pregunta mencionan que el 80% de los encuestados que representan la mayoría no conocen, mientras que el 20% manifiestan que si conocen la utilización de los sistemas automáticos.

La mayoría de trabajadores encuestados expresan que no posee conocimiento sobre la automatización de este tipo de procesos.

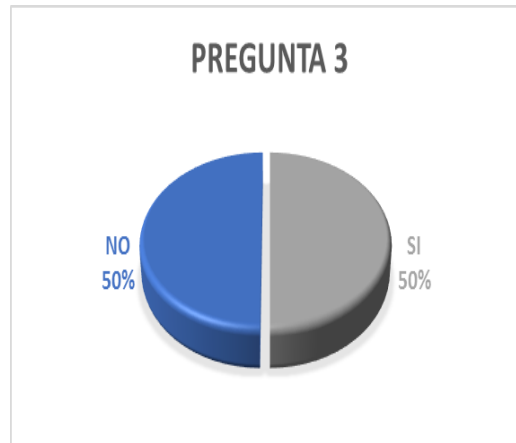
3. Conoce usted sobre los beneficios que obtienen la empresa EDUPLASTIC con la automatización de su maquinaria.

TABLA 2. 4 Beneficios.

PREGUNTA 3		
Fila	encuestados	porcentaje
SI	5	50%
NO	5	50%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 4 Beneficios



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Los resultados expresan que el 50% está conoce sobre los beneficios de las máquinas mientras que el otro 50% mencionan que lo desconocen.

De la población encuestada podemos resaltar que existe igualdad de opiniones entre personas, sobre los beneficios que obtendrá EDUPLASTIC, así como también la otra mitad que discrepan argumentando que se encuentran obsoletas y no están acorde con la tecnología actual.

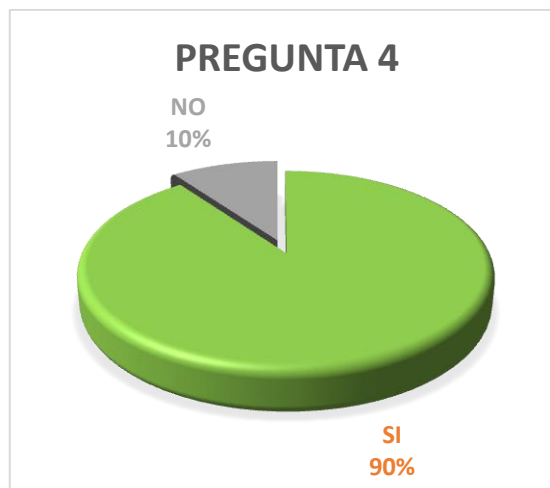
4. Está usted de acuerdo de que EDUPLASTIC realice automatización de maquinaria.

TABLA 2. 5 Automatización de maquinaria

PREGUNTA 4		
Fila	encuestados	Porcentaje
SI	9	90%
NO	1	10%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 5 Automatización de maquinaria



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Del total de encuestados, el 90% opinan están de acuerdo en que se realice la automatización de las máquinas de la empresa ya que se podrá tener un ambiente confortable de trabajo, frente a un minoritario 10% que opinan lo contrario.

Se puede concluir que la mayoría de encuestados expresan su aceptación por la implementación de nuevos sistemas tecnológicos para tener un mejor ambiente de trabajo

5. Cree usted que al implementar sistemas automáticos en las maquinas se puede tener un ambiente confortable de trabajo.

TABLA 2. 6 Ambiente de trabajo.

PREGUNTA 5		
Fila	encuestados	porcentaje
SI	9	90%
NO	1	10%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 6 Ambiente de trabajo



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

De acuerdo a la tabla 2.6 y su correspondiente grafico el 90% opinan que al implementar sistemas tecnológicos en las máquinas se puede tener un ambiente confortable de trabajo, frente a una minoría del 10% que opinan lo contrario.

Se puede concluir que la mayoría de encuestados expresan su aceptación por la implementación de nuevos sistemas tecnológicos para tener un ambiente confortable de trabajo.

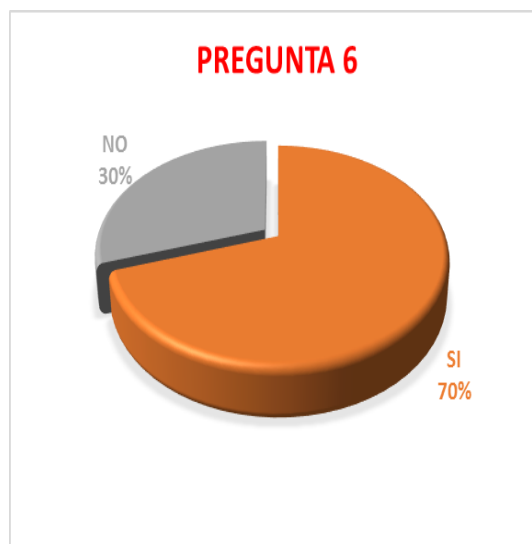
6. Considera usted que EDUPLASTIC debe implementar sistemas automatizados para optimizar el proceso de producción.

TABLA 2. 7 Optimizar procesos

PREGUNTA 6		
Fila	encuestados	porcentaje
SI	7	70%
NO	3	30%
TOTAL	10	100%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

GRÁFICO 2. 7 Optimizar procesos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

De los sujetos encuestados el 70% de trabajadores opinan que se debe implementar sistemas automatizados para optimizar el proceso de producción en EDUPLASTIC. Por otra parte el 30% de los encuestados difieren con la implementación de sistemas automatizados aludiendo que depende del operador para que se optimice el proceso.

Lo que podemos observar mediante la gráfica superior es que existe una mayoría de encuestados que apoyan a la optimización sistemas automáticos y con ello mejorar los procesos de producción.

TABLA 2. 8 Tabla general de la encuesta

Preguntas	Respuesta	Encuestados	%
PREGUNTA 1	SI	3	30%
	NO	7	70%
PREGUNTA 2	SI	2	20%
	NO	8	80%
PREGUNTA 3	SI	5	50%
	NO	5	50%
PREGUNTA 4	SI	9	90%
	NO	1	10%
PREGUNTA 5	SI	9	90%
	NO	1	10%
PREGUNTA 6	SI	7	70%
	NO	3	30%

Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Con el análisis de los resultados obtenidos mediante la encuesta a los trabajadores se llegó a la conclusión que existe un gran apoyo para realizar el proyecto propuesto ya que se mejorará en gran medida los sistemas de automatización y producción de fundas en general.

2.6 Verificación de la hipótesis

2.6.1 Hipótesis alterna (Ha)

La automatización de la máquina que actualmente se encuentra inhabilitada optimizará el proceso de producción de fundas en la empresa EDUPLASTIC.

2.6.2 Hipótesis nula (H_0)

La automatización de la máquina que actualmente se encuentra inhabilitada NO optimizará el proceso de producción de fundas en la empresa EDUPLASTIC.

2.6.3 Comprobación de la hipótesis

A continuación se realizará la comprobación de la Hipótesis mediante un cálculo estadístico denominado Ji-cuadrado el cual nos sirve para poner a prueba la hipótesis planteada y esperar que estadísticamente sea aceptable.

La hipótesis puede ser comprobada considerando el χ^2 de la tabla con respecto χ^2 calculado. Para que se acepte la hipótesis de cumplir con la siguiente condición:
 χ^2 Calculado debe ser mayor que χ^2 Tabla

2.6.3.1 Verificación de la hipótesis

Primeramente se procederá a calcular los de grados de libertad en función de las filas con las columnas, con la ayuda de la **Ecu. (1.1)**

$$gl = (F - 1)(C - 1)$$

$$gl = (6 - 1)(2 - 1)$$

$$gl = (5)(1)$$

$$gl = 5$$

Rspt. (2.1)

Para la comprobación se utilizará un error nominal 1%, que vendría a ser 0.01 del nivel de significancia con 5 grados de libertad. Con estos valores revisaremos la tabla de distribución de ji-cuadrado (**Ver ANEXO 3**). Dicho valor es el siguiente:

$$\chi^2_T = 15.05$$

TABLA 2. 9 Ji-cuadrado

Preguntas	1	2	3	4	5	6	Total
Fo (si)	3	2	5	9	9	7	35
Fe (no)	4	4	4	4	4	4	24
Total	7	6	9	13	13	11	59

Elaborado por: Grupo investigador

A continuación empleando la **TABLA (2.9)**, calculamos el ji-cuadrado aplicando el método estadístico de la siguiente manera con la **Ecu. 1.16**.

$$X^2 = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe}$$

Dónde:

Fo= frecuencia observadas

Fe= frecuencia esperada

Luego para el cálculo se procederá a remplazar los valores de las frecuencias en la ecuación antes mencionada. Para realizar una sumatoria algebraica de las mismas.

$$X^2_c = \sum \frac{(3 - 4)^2}{4} + \frac{(2 - 4)^2}{4} + \frac{(5 - 4)^2}{4} + \frac{(9 - 4)^2}{4} + \frac{(9 - 4)^2}{4} + \frac{(7 - 4)^2}{4}$$

Una vez remplazado los valores de las frecuencias se procede a efectuar la operación dentro del paréntesis y obtiene lo siguiente.

$$X^2_c = \sum \frac{(-1)^2}{4} + \frac{(-2)^2}{4} + \frac{(1)^2}{4} + \frac{(5)^2}{4} + \frac{(5)^2}{4} + \frac{(3)^2}{4}$$

A continuación los resultados del paso anterior elevamos al cuadrado obteniendo como resultado.

$$X^2_c = \sum \frac{1}{4} + \frac{4}{4} + \frac{1}{4} + \frac{25}{4} + \frac{25}{4} + \frac{9}{4}$$

El valor obtenido de la operación anterior dividimos para la frecuencia esperada

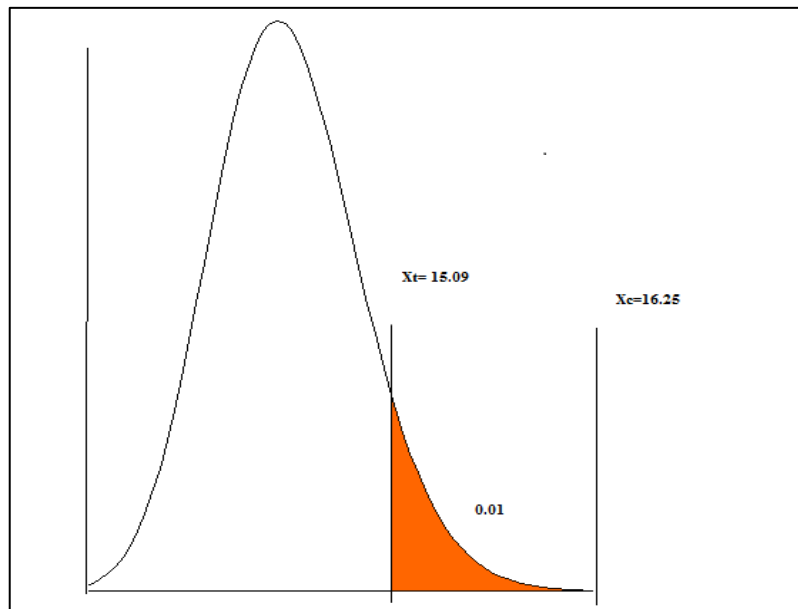
$$X^2_c = \sum 0.25 + 1 + 0.25 + 6.25 + 6.25 + 2.25$$

Como paso final realizamos la suma algebraica dando como resultado.

$$X^2_c = 16.25$$

Con los resultados se procede a realizar el diagrama de Gauss **Ver GRÁFICO (2.8)**

GRÁFICO 2. 8 Representación de Gauss



Elaborado por: Grupo investigador

Una vez ya analizado con los resultados obtenidos a través de la comprobación de la ji-cuadrado observamos que x^2_c es mayor a x^2_T en la cual se admite la hipótesis alterna **“La automatización de la máquina que actualmente se encuentra inhabilitada optimizará el proceso de producción de fundas en la empresa EDUPLASTIC”** por ende se impugna la hipótesis nula como un resultado no válido.

Mediante las técnicas de investigación realizadas a las personas involucradas en el proyecto de estudio se obtiene mucha información para la factibilidad de la misma.

La verificación de la hipótesis se comprobó mediante el método estadístico de la ji-cuadrado empleando los datos recolectados de la investigación. A través del éste método el cual es más utilizado por los estudiantes en la mayoría de los trabajos de investigación.

CAPITULO III

PROPUESTA

3.1 Desarrollo de la propuesta

3.1.1 Tema

“AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA CORTADORA Y SELLADORA DE FUNDAS PARA LA EMPRESA EDUPLASTIC UBICADA EN LA CIUDAD DE LATACUNGA DURANTE EL PERÍODO 2014-2015.”

3.1.2 Justificación de la propuesta

EDUPLASTIC con el afán de mejorar la productibilidad se ha visto en la necesidad de invertir dispositivos automáticos puesto que actualmente las máquinas posee sistemas semiautomáticos que evita el control total del proceso de sellado y cortado dando como resultado ineficiencia tanto en tiempos producción como también la calidad del producto.

Con la automatización de la máquina se conseguirá mejorar la factibilidad de producción en los cuales se aplicará sistemas basados en la mecánica, neumática, eléctrica y principalmente con la incorporación de un PLC, el cual servirá de conexión entre el operario y la máquina. Este sistema de automatización será de fácil manipulación y operación.

La finalidad de éste proyecto es optimizar el tiempo del proceso de producción y el esfuerzo que el operador mantiene con las máquinas, en la cual se vio la necesidad de implementar sistemas automatizados para maximizar el rendimiento productivo y dar una solución al problema que se suscitaba dentro de la empresa.

La importancia del proyecto radica en aportar conocimientos teóricos y prácticos a la empresa, realizando el análisis del funcionamiento del equipo para de esta manera habilitarla, para lo cual se creó un manual de funciones u operaciones de trabajo.

3.1.3 Objetivos

3.1.3.1 Objetivo general

Automatizar una máquina cortadora y selladora de fundas en la empresa “EDUPLASTIC” de Latacunga, a través de la recuperación y repotenciación de las partes que permitirán su funcionamiento óptimo.

3.1.3.2 Objetivos específicos

1. Identificar los elementos deteriorados de la máquina para repararlos y ponerlos en funcionamiento.
2. Reducir las pérdidas de la materia prima por desperdicio y falla durante el proceso de cortado y sellado de fundas
3. Implementar sistemas tecnológicos para automatizar el sellado y cortado de fundas que opera la empresa EDUPLASTIC.

3.1.4 Factibilidad

La automatización dentro de la industria es muy factible puesto que permite mejorar procesos de producción acorde a las tecnologías actuales rescatando máquinas que han terminado su tiempo útil de vida y mejorándolas, ahorrando dinero de tal manera que sigan aportando para el ingreso económico de la planta

industrial. Con el apoyo conjuntamente entre los investigadores, director de tesis y la directiva de la fábrica se emprenderá éste proyecto de la mejor manera.

3.2 Automatización del sistema

La máquina selladora de fundas consta de tres sistemas importante que unidos entre si forman una secuencia de procesos para obtener el producto terminado.

Estos sistemas son:

- Sistema de arrastre de fundas
- Sistema de sellado y corte
- Sistema de transporte (cama)

3.2.1 Sistema de arrastre de fundas

En el sistema de arrastre podemos resaltar varios elementos importantes que ayudan al transporte ininterrumpido de la funda. Los elementos son los siguientes:

3.2.1.1 Rodillos

Son dispositivos metálicos que facilitan el traslado de una gran diversidad de objetos, tales como fundas plásticas, cajas etc. en la cual deben cumplir la condición de transportar continuamente y sin interrupciones. **Ver figura (3.1)**

FIGURA 3. 1 Rodillos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

El material con el que son fabricados los rodillos son de aluminio, puesto que el aluminio es liviano evita mayor fricción y por lo tanto los rodamientos no presentan un mayor esfuerzo por parte de las canastillas en su recorrido radial constante.

Para la selección del rodamiento más conveniente se ha utilizado una tabla comparativa entre las diferentes marcas de rodamientos existentes en el mercado.

TABLA 3. 1 Tabla selección del rodamiento del rodillo

RODAMIENTO	Peso	Vel. Permisible (nG)	Cap/carga	Ruidos
2202-2RS				
FAG	0.152 Kg.	1481 rev/min	108 N.	Mínimo/ menor fricción
NSK	0.24 Kg	Altas velocidades	Relativamente elevadas	Mínimo/ por su gran precisión
SKF	0.12Kg	1200 rev/min	115 N.	Mínimos

Elaborado por: Grupo investigador

Se seleccionó los rodamientos de marca FAG puesto que son distribuidores conocidos y porque el producto cumple con las necesidades que la máquina necesita. (Ver ANEXO 12 E)

La empresa proporcionó los rodamientos 2202-2RS-TVH que tenían en almacenamiento para colocar en los rodillos de aluminio.

3.2.1.2 Sistema reductor

El principio fundamental es establecer una velocidad adecuada para tener un control del dispositivo eléctrico.

Consta de dos partes, la parte motriz y la parte reductora que está compuesta por un conjunto de engranajes los cuales ayudan a reducir la velocidad de salida y mantener el torque inicial del motor. **Ver figura (3.2)**

FIGURA 3. 2 sistema reductor



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.2.1.3 Pistones neumáticos

Los pistones son elementos que permiten transformar una energía neumática. Para conocer la presión de trabajo de los cilindros utilizamos la **Ecu. 1.8**

$$P = \frac{F}{S}$$

$$P = \frac{5 N}{1.60 m^2}$$

$$P = \frac{49 Kg}{1.60 m^2}$$

$$P = 30.63 Kg/m^2$$

$$P = 67.53 \text{ lb/m}^2$$

Rpta

En un proceso, si se habla sobre el sistema de arrastres éstos pistones sirven para templar el rodillo por el que atraviesa las fundas de manera que exista una circulación constante y natural antes de llegar al segundo sistema de la máquina.
Ver figura (3.3)

FIGURA 3. 3 Pistones neumáticos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Existe una serie de especificaciones que se toman en cuenta al momento de elegir un pistón: ver tabla **Ver tabla (3.2)**

TABLA 3. 2 Tabla especificaciones de los pistones

DIAMETROS	CARRERA	FUERZA	VELOCIDAD DEL EMBOLO
6-320 mm	1mm - 2 m.	2-50000 N.	20mm/s- 1m/s

Elaborado por: Grupo investigador

3.2.1.4 Servomotor

Un servomotor tiene la capacidad de ser controlado tanto en velocidad como en sentido de dirección mediante un circuito de control. Adicional a esto contiene interiormente una caja reductora que permite bajar la velocidad del motor pero

aumenta la fuerza. Tiene un conector por el cual pasan tres cables, uno de ellos es positivo el otro negativo y el tercero es por donde entrará los pulsos o señales que controlaran al servomotor. **Ver figura (3.4)**

FIGURA 3. 4 Servomotor



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Para elegir el servomotor adecuado se visualiza los parámetros primordiales antes de optar por la compra. A continuación se mencionará las características que se necesita en una selección del servomotor. **Ver tabla (3.3)**

TABLA 3. 3 Características del servomotor

POLOS	VOLTAJE DE ENTRADA	VELOCIDAD (MIN-MAX)	TORQUE
4	220 AC	2000 rpm- 2500rpm	2.4 N.m

Elaborado por: Grupo investigador

Para la selección del dispositivo se realizó mediante las características que se encuentra en diferentes marcas de servomotores. **Ver tabla (3.4)**

TABLA 3. 4 Selección de los servomotores

Servomotor	Voltaje (V)	Frecuencia (Hz)	Potencia (W)	Torque	rpm	Costo \$
GSK	220	60	2300	2.4 Nm	2500	2900
Dymon	220	60	2600	2.5 Nm	2000	2800
SCHNEIDER (LEXIUM)	220	60	7000	2.0 Nm	2000	3200

Elaborado por: Grupo investigador

En base a la comparación expuesta en la tabla anterior, se expresa la viabilidad por la adquisición de un servomotor GSK por los costos y por la fuerza proporcional en relación a las otras marcas de servomotores. También son construidos con materiales magnéticos que permiten un alto desempeño, alta potencia y gran capacidad de carga. Con una velocidad desde 2000 rpm hasta 2500 rpm.

3.2.2 Sistema de sellado y corte

Es la parte principal de una máquina que fabrica fundas, la función que desempeña el sistema es la de sellar y cortar fundas plásticas según los requerimientos establecidos por el fabricante dentro del sistema tiene varios elementos primordiales

- Reductor de velocidades
- Bandas
- Motor
- Cuchilla
- Rodillo de teflón

3.2.2.1 Reductor de velocidad

Son elementos que nos permiten transmitir potencia mecánica dentro de una máquina, de un eje a otro necesitamos o más ruedas dentadas, la rueda mayor se denomina corona y la rueda menor piñón. Para el cálculo de las velocidades lineales del reductor utilizamos la potencia de diseño mediante la siguiente: **Ecu.**

1.1. Ver Gráfico (3.1)

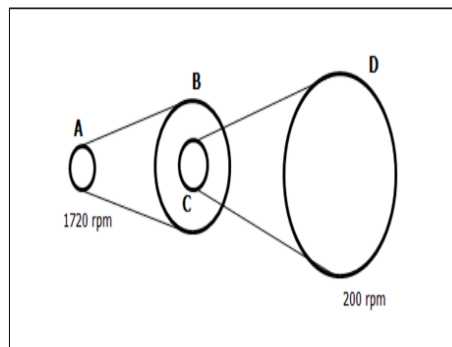
$$P_d = f_s \times P_m$$

$$P_d = 1.3 \times 5 [Hp]$$

$$P_d = 6.5 [Hp]$$

Rpta

GRÁFICO 3. 1 Reductor de velocidad



Elaborado por: Grupo investigador

A continuación calculamos la relación de velocidades con la **Ecu. 1.2**

$$R = \frac{W_1}{W_2}$$

$$R = \frac{1720 \text{ rpm}}{200 \text{ rpm}}$$

$$R = 8.6$$

Rpta

La velocidad lineal de la banda en tramo A-B será igual a: **Ecu. 1.3**

$$V_1 = \frac{\pi D_1 W_1}{12}$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 3'' \cdot 1720 \text{ rpm}}{12}$$

$$V_1 = \frac{\pi \cdot 5160 \text{ pulg. rpm}}{12}$$

$$V_1 = \frac{16210.15 \text{ pulg. min}}{12}$$

$$V_1 = 1350.85 \text{ ft. min}$$

Rpta

La velocidad lineal de la banda en el tramo C-D será igual a:

$$V_2 = \frac{\pi D_4 W_2}{12}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 10'' \cdot 200 \text{ rpm}}{12}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot 2000 \text{ Pulg. rpm}}{12}$$

$$V_2 = \frac{6283 \text{ Pulg. min}}{12}$$

$$V_2 = 523.58 \text{ ft. min}$$

Rpta

La primera rueda gira en torno al eje del motor y la siguiente es la rueda transmitida que llega hasta otro eje y éste a su vez efectuará el trabajo para el cual fue construido. **Ver figura (3.5)**

FIGURA 3. 5 Sistema de ruedas dentadas



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Las ruedas dentadas o engranajes cuentan con múltiples ventajas:

- Permite transmitir mayor cargas
- Se transmite velocidades sin producirse pérdidas

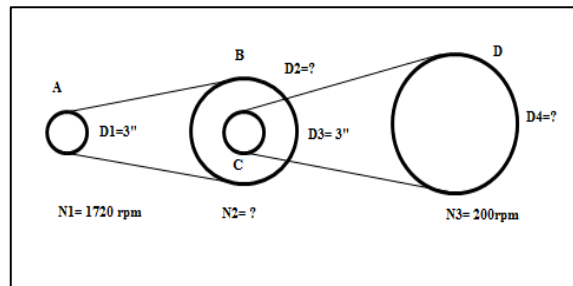
- Son elementos silenciosos

Existe una relación entre el diámetro de las ruedas dentadas y la cantidad de dientes que consta dicho engranaje. A continuación se presenta el cálculo realizado para obtener los diámetros que se incluyeron en la fabricación de las ruedas dentadas.

Previo al cálculo de la distancia de las bandas se procede a realizar una relación de velocidades para obtener una reducción de 1720 rpm a 200 rpm. Razón para la cual se aplicó la siguiente igualdad: **ver Gráfico (3.2)**

$$D1 \cdot N1 = D2 \cdot N2$$

GRÁFICO 3. 2 Reductor de velocidad



Elaborado por: Grupo investigador

Para determinar la velocidad intermedia que existe en un tren de engranajes, se obtiene a través de la suma de la velocidad inicial más la final esto dividido por el número de tramos es decir:

$$N2 = \frac{N1 + N3}{3}$$

$$N2 = \frac{1720 \text{ rpm} + 200 \text{ rpm}}{3}$$

$$N2 = \frac{1920 \text{ rpm}}{3}$$

$$N2 = 640 \text{ rpm}$$

Rpta

Diámetros de las poleas en tramo A-B

$$D2 = \frac{D1 \cdot N1}{N2}$$

$$D2 = \frac{3 \text{ Pulg} \cdot 1720 \text{ rpm}}{640 \text{ rpm}}$$

$$D2 = \frac{5160 \text{ Pulg} \cdot \text{rpm}}{640 \text{ rpm}}$$

$$D2 = 8 \text{ Pulg}$$

Rpta

Diámetros de las poleas en tramo C-D

$$D3 \cdot N3 = D2 \cdot N2$$

$$D3 = \frac{D2 \cdot N2}{N3}$$

$$D3 = \frac{3 \text{ Pulg} \cdot 640 \text{ rpm}}{200 \text{ rpm}}$$

$$D3 = \frac{1920 \text{ pulg}}{200}$$

$$D3 = 9.6 \text{ Pulg}$$

$$D3 = 10 \text{ Pulg}$$

Rpta

3.2.2.2 Bandas síncronas

El diseño de una banda síncrona consiste en que tiene forma de diente que permite engranar las ranuras correspondientes de las poleas o ruedas dentadas para que pueda mover la polea conducida. **Ver figura (3.6)**

FIGURA 3. 6 Banda síncrona



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Existe una serie de ventajas que hacen que las bandas síncronas o de sincronización así por ejemplo tenemos:

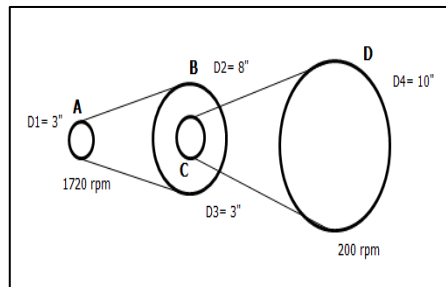
- Menor tensión
- Mayor resistencia a los esfuerzos
- Mayor flexibilidad
- Mejor desempeño
- Libre de mantenimiento
- Dura mucho más que una cadena

Para las longitudes de las diferentes bandas se realizó sus respectivos cálculos.

Longitud para las bandas de un tren de engranajes mediante **Ecu. 1.10** y **ver Gráfico (3.3)**

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

GRÁFICO 3. 3 Tren reductor



Elaborado por: Grupo investigador

Longitud el tramo A-B

$$Lp = 2E + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4E}$$

$$Lp = 2 \cdot 13.4 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2}(3'' + 8'') + \frac{(3'' - 8'')^2}{4 \cdot 13.4 \text{ Pulg}}$$

$$Lp = 2 \cdot 13.4 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2}(11 \text{ Pulg}) + \frac{25 \text{ Pulg}}{53.6}$$

$$Lp = 2 \cdot 13.4 \text{ Pulg} + 17.28 \text{ Pulg} + 0.47 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 26.8 \text{ Pulg} + 17.28 \text{ Pulg} + 0.47 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 44.55 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 1132 \text{ mm}$$

Rpta

La longitud del tramo C-D

$$Lp = 2 \cdot 16.45 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (3'' + 10'') + \frac{(3'' - 10'')^2}{4 \cdot 16.45 \text{ Pulg}}$$

$$Lp = 2 \cdot 16.45 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (13 \text{ Pulg}) + \frac{49 \text{ Pulg}}{65.8}$$

$$Lp = 2 \cdot 16.45 \text{ Pulg} + 20.42 \text{ Pulg} + 0.74 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 32.9 \text{ Pulg} + 20.42 \text{ Pulg} + 0.74 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 54.04 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 1373 \text{ mm}$$

Rpta

3.2.2.3 Motor

Los motores nos permiten transformar la energía eléctrica en energía mecánica

Dentro de los mecanismos de movimiento existe tres motores que cumplen la función de girar los diferentes ejes que con llevan consigo los sistemas de accionamiento de la máquina. **Ver figura (3.7)**

FIGURA 3. 7Motor eléctrico



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.2.2.4 Cuchilla

Para conocer la fuerza y reacciones a las que estará sometido la cuchilla del corte y sellado se utiliza la **Ecu. 1.4** y **Ver gráfico (3.4)**

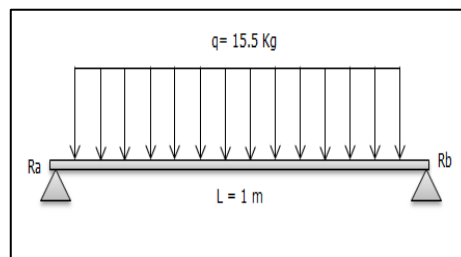
$$\sigma = \frac{P}{A}$$

$$\sigma = \frac{15.5 \text{ Kg}}{0.003 \text{ m}^2}$$

$$\sigma = 5166.66 \text{ Kg/m}^2$$

Rpta

GRÁFICO 3. 4 Cargas distribuidas



Elaborado por: Grupo investigador

Para conocer donde se ubicara la fuerza equivalente utilizamos la **Ecu. 1.5**

$$Q = \frac{q}{l}$$

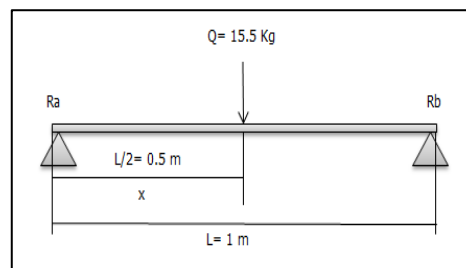
$$Q = \frac{15.5 \text{ kg}}{0.1 \text{ m}}$$

$$Q = 15.5 \text{ Kg/m}$$

Rpta

En el siguiente grafico se muestra la ubicación de la carga equivalente. **Ver gráfico (3.5)**

GRÁFICO 3. 5 Carga equivalente



Elaborado por: Grupo investigador

Para el determinar las reacciones de las fuerzas sometidas en la cuchilla ocupamos la **Ecu. 1.6**

$$Ra = Rb = q \cdot \frac{l}{2}$$

$$Ra = q \cdot \frac{l}{2}$$

$$Ra = 15.5 \text{ Kg} \cdot \frac{1 \text{ m}}{2}$$

$$Ra = \frac{15.5 \text{ Kg} \cdot \text{m}}{2}$$

$$Ra = 7.75 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad \textbf{Rpta}$$

$$Ra = Rb$$

$$Rb = Ra$$

$$Rb = 7.75 \text{ Kg} \cdot \text{m} \quad \textbf{Rpta}$$

3.2.3 Sistema de transporte (cama)

El sistema de bandas consiste en movilizar las fundas que atravesaron los sistemas de arrastre y corte de fundas, en otras palabras transportar el producto terminado hacia un determinado lugar donde el operador recoge y almacena.

Dentro del sistema de transporte podemos apreciar los siguientes elementos:

- Bandas transportadora de algodón
- Rodillos de tensores
- Rodillos de aluminio
- Engranajes
- Piñones
- Cadena

3.2.3.1 Bandas transportadoras de algodón

Son un conjunto de bandas que se encargan de llevar la funda terminada hasta donde se encuentra el operador para que después de un cierto número acumulado de fundas selle herméticamente y almacene en un depósito. Ver figura (3.8)

FIGURA 3. 8 Bandas de transportación



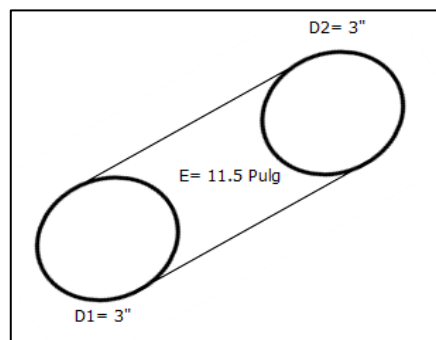
Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Para determinar la longitud de las bandas ubicadas dentro del sistema de transportación se aplicó los siguientes cálculos.

Cálculos para la selección de la banda síncrona de un servo-motor mediante la Ecu. 1.10. Ver gráfico (3.6)

GRÁFICO 3. 6 Distancia de la correa del servo



Elaborado por: Grupo investigador

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (3'' + 3'') + \frac{(3'' - 3'')^2}{4 \cdot 11.5 \text{ Pulg}}$$

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (6 \text{ Pulg}) + \frac{0 \text{ Pulg}}{46}$$

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + 9.42 \text{ Pulg} + 0$$

$$Lp = 23 \text{ Pulg} + 9.42 \text{ Pulg} + 0 \text{ Pulg}$$

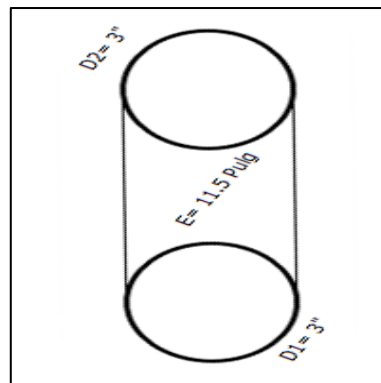
$$Lp = 32.42 \text{ Pulg}$$

Rpta

$$Lp = 824 \text{ mm}$$

Cálculos para la selección de la banda síncrona para el sistema de transporte (Cama) con la **Ecu. 1.10 y Ver gráfico (3.7)**

GRÁFICO 3. 7 Distancia de la correa de la cama



Elaborado por: Grupo investigador

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (3" + 3") + \frac{(3" - 3")^2}{4 \cdot 11.5 \text{ Pulg}}$$

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (6 \text{ Pulg}) + \frac{0 \text{ Pulg}}{46}$$

$$Lp = 2 \cdot 11.5 \text{ Pulg} + 9.42 \text{ Pulg} + 0$$

$$Lp = 23 \text{ Pulg} + 9.42 \text{ Pulg} + 0 \text{ Pulg}$$

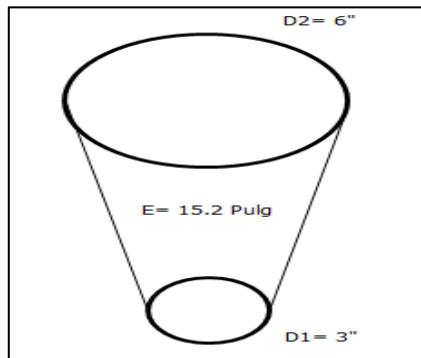
$$Lp = 32.42 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 824 \text{ mm}$$

Rpta

Cálculos para la selección de la banda síncrona para el sistema de transporte (Rodillos) con la **Ecu. 1.10 y Ver gráfico (3.8)**

GRÁFICO 3. 8 Distancia de la correa del rodillo



Elaborado por: Grupo investigador

$$Lp = 2 \cdot 15.2 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (3'' + 6'') + \frac{(3'' - 6'')^2}{4 \cdot 15.2 \text{ Pulg}}$$

$$Lp = 2 \cdot 15.2 \text{ Pulg} + \frac{\pi}{2} (9 \text{ Pulg}) + \frac{9 \text{ Pulg}}{60.8}$$

$$Lp = 2 \cdot 15.2 \text{ Pulg} + 14.14 \text{ Pulg} + 0.15 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 30.4 \text{ Pulg} + 14.14 \text{ Pulg} + 0.15 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 44.69 \text{ Pulg}$$

$$Lp = 1135 \text{ mm}$$

Rpta

3.2.3.2 Rodillos tensores

Estos rodillos sirven para regular el nivel de tensión que tendrán las bandas de algodón, existe dos conjuntos de rodillos tensores. El primero sirve para variar la tensión de las bandas superiores. **Ver figura (3.9)**

FIGURA 3. 9 Rodillos tensores superior



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

El segundo conjunto de rodillos se encargan de regular la tensión de las bandas de algodón inferiores. **Ver figura (3.10)**

FIGURA 3. 10 Rodillos tensores



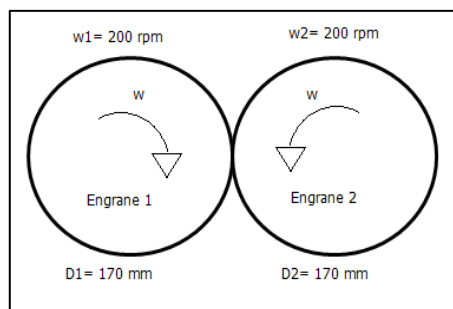
Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.3 Engranajes inversores

Sirven para cambiar el sentido de giro original que produce un motor por medio de un engranaje acoplado directamente. En éste caso se necesitó de éste sistema para aprovechar al máximo la disponibilidad del motor del cabezal ya que está estrechamente relacionado el sistema cabezal-cama.

Para conocer la velocidad que existe en una transmisión por engranajes empleamos la **Ecu. 1.9** y **Ver gráfico (3.9)**

GRÁFICO 3. 9 Relación entre engranajes



Elaborado por: Grupo investigador

$$(\omega_1 r_1 = \omega_2 r_2) = v$$

Para conocer la velocidad que actúa en el engranaje principal realiza lo siguiente.

$$v = (\omega_1 r_1)$$

$$v = (200 \text{ rpm} \cdot 0.17\text{m})$$

A continuación se procederá a una transformación de unidades para obtener la magnitud de la velocidad línea que existe en los engranajes.

$$v = (6.7 \text{ Pulg} \cdot 20.95 \text{ rad/seg})$$

$$v = 140.37 \text{ Pulg/seg}$$

Rpta

La función radica en que a medida que el pistón impulsa hacia arriba al cabezal y por consecuencia la cuchilla también el mismo eje por medio de un engranaje traslada el movimiento con sentido inverso para mover otro sistema que es parte de la cama, sirve para subir y bajar unos brazos que agarran las fundas ya selladas y cortadas. **Ver figura (3.11)**

FIGURA 3. 11 Reductor de engranajes



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.2.3.4 Engranajes con cadena

Las catalinas al igual que los engranajes tiene la función de transmitir fuerza y movimiento de un mecanismo a otro por medio de cadenas.

Para el cálculo de los engranajes de cadena se los realiza de la misma manera que al calcular los engranajes con banda dentada. **Ver figura (3.12)**

FIGURA 3. 12 Transmisión por cadena



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Para conocer la velocidad angular de la cadena conducida utilizamos la **Ecu. 1.11**

$$n_2 = n_1 \left(\frac{N_1}{N_2} \right)$$

$$n_2 = 1600 \left(\frac{12}{35} \right)$$

$$n_2 = 1600 \text{ rpm} \cdot (0.34)$$

$$n_2 = 544 \text{ rpm}$$

Rpta

Para la longitud de la cadena empleamos la **Ecu. 1.12**

$$L = 2 \cdot 4 + \frac{35 + 12}{2} + \frac{(35 - 12)^2}{4\pi \cdot 4}$$

$$L = 2 \cdot 4 \text{ Pulg} + \frac{35 + 12}{2} + \frac{(12 - 35)^2}{4\pi \cdot 4 \text{ Pulg}}$$

$$L = 8 \text{ Pulg} + \frac{47}{2} + \frac{0.12}{50.26 \text{ Pulg}}$$

$$L = 8 \text{ Pulg} + 23.5 + 0.0024 \text{ Pulg}$$

$$L = 31.5 \text{ Pulg}$$

$$L = 800 \text{ mm}$$

Rpta

La distancia entre centros del pasos de la cadena se aplica la **Ecu. 1.13**

$$C = \frac{1}{4} \left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} + \sqrt{\left[L - \frac{N_2 + N_1}{2} \right]^2 - \frac{8(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[31.5 \text{ Pulg} - \frac{35 + 12}{2} + \sqrt{\left[31.5 \text{ Pulg} - \frac{35 + 12}{2} \right]^2 - \frac{8(35 - 12)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[31.5 \text{ Pulg} - 23 + \sqrt{[31.5 \text{ Pulg} - 23.5]^2 - \frac{8(23)^2}{4\pi^2}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[31.5 \text{ Pulg} - 23 + \sqrt{[31.5 \text{ Pulg} - 23.5]^2 - \frac{4232}{39.47}} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[31.5 \text{ Pulg} - 23 + \sqrt{[31.5 \text{ Pulg} - 23.5]^2 - 107.19} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} \left[31.5 \text{ Pulg} - 23 + \sqrt{[8]^2 - 107.19} \right]$$

$$C = \frac{1}{4} [31.5 \text{ Pulg} - 23 - 99.19]$$

$$C = \frac{1}{4} (-90.69 \text{ Pulg})$$

$$C = 22.67 \text{ Pulg}$$

$$C = 576 \text{ mm}$$

Rpta

Para el cálculo de los ángulos de contactos de las cadenas se procede a determinar los diámetros de paso. Para uno de 0.75 Pulg. (**VER ANEXO 11**) y la **Ecu. 1.14**

$$D_1 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_1}\right)}$$

$$D_1 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{\sin\left(\frac{180^\circ}{12}\right)}$$

$$D_1 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{\sin(15)}$$

$$D_1 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{0.26}$$

$$D_1 = 2.88 \text{ Pulg}$$

$$D_1 = 73 \text{ mm}$$

Rpta

Para el diámetro de la catalina conducida aplicamos La **Ecu. 1.15** y **Ver gráfico (3.10)**

$$D_2 = \frac{p}{\sin\left(\frac{180^\circ}{N_2}\right)}$$

$$D_2 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{\sin\left(\frac{180^\circ}{35}\right)}$$

$$D_2 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{\sin(5.14)}$$

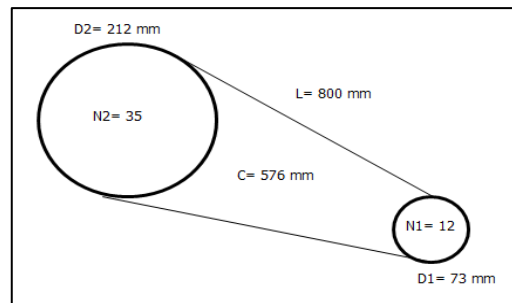
$$D_2 = \frac{0.75 \text{ Pulg}}{0.09}$$

$$D_2 = 8.33 \text{ Pulg}$$

$$D_2 = 212 \text{ mm}$$

Rpta

GRÁFICO 3. 10 Trasmisión con cadena



Elaborado por: Grupo investigador

El contacto que existe entre las catalinas y la cadena se obtiene a través de la **Ecu. 1.16**

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2 \cdot C} \right]$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(8.33 - 2.88) \text{ Pulg}}{2 \cdot 22.67 \text{ Pulg}} \right]$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1} \left[\frac{(5.45) \text{Pulg}}{45.34 \text{Pulg}} \right]$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2 \sin^{-1}[0.12]$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 2(6.9)$$

$$\theta_1 = 180^\circ - 13.8$$

$$\theta_1 = 166^\circ$$

Rpta

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[\frac{(D_2 - D_1)}{2C} \right] \text{ Ecu. 1.17}$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[\frac{(8.33 - 2.88) \text{Pulg}}{2(22.67 \text{Pulg})} \right]$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1} \left[\frac{5.45 \text{Pulg}}{45.34 \text{Pulg}} \right]$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2 \sin^{-1}[0.12]$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 2(6.9)$$

$$\theta_2 = 180^\circ + 13.8$$

$$\theta_2 = 194^\circ$$

Rpta

3.3 Elementos para la Automatización

Para la selección de los diferentes mecanismos de automatización fue necesario establecer los parámetros y necesidades que necesitaba la máquina en proceso. A continuación tenemos la lista de aparatos que sirven para la automatización de la maquina selladora y cortadora de fundas. Es necesario resaltar la importancia de que tiene la interacción entre máquina y el operador (HMI).

3.3.1 Control PLC

El controlador lógico programable cumple la función de ser el núcleo de una máquina automática, Para saber el tipo de control programable o PLC se recurrió a las especificaciones necesitadas las cuales eran: **Ver Tabla (3.5)**

- Número de entradas
- Número de salidas
- Interface HMI mediante una OP

TABLA 3. 5 Selección del PLC

Características		Funciones
Entradas	Digitales	Pulsadores
		OP
		Paros de emergencia
		Sensor de temperatura
		Regreso del Servomotor
		Mando automático
		Inicio de ciclo
Salidas (O)	Digitales	Envía pulso al PIN 6 del servomotor
		Envía una señal al PIN 14 del servomotor
		ON – OFF de la banda y la niquelina
		ON – OFF del cabezal
		ON – OFF del servomotor (50 PIN)
		Sin utilizar
		ON – OFF del Sensor de Contraste
		ON – OFF de la Sirena

Elaborado por: Grupo investigador

Una vez determinado los requerimientos que se necesitan para el sistema automático de sellado y corte de fundas, se procede a la programación del PLC que se visualiza en el **(Ver ANEXO 13)**

TABLA 3. 6 Características del PLC XINJE

Nº ENTRADAS	Nº SALIDAS	VOLTAJE DE TRABAJO
14 entradas	11 salidas	220 V.

Elaborado por: Grupo investigador

3.3.1.1 Panel operador (OP)

Es un elemento electrónico que realiza una interface hombre máquina **Ver Figura (3.13)**, conjuntamente con cualquier gama de PLC (Programador lógico programable) que existen en el mercado, permitiendo supervisar y visualizar directamente el proceso. Se puede seleccionar una OP de acuerdo a las características que poseerá el sistema. **Ver TABLA (3.7)**

TABLA 3. 7 Parámetros de selección de la OP

DESCRIPCIÓN	
Voltaje de entrada	DC20V – DC28V
Consumo de energía	Menos que 4W(TYP2.0W)
la resistencia de tensión	AC1000V - 10MA 1 minuto (entre la señal y la tierra)
Resistencia de aislamiento	DC500V- acerca 10M (entre la señal y tierra)
potencia de corte momentánea	Menos de 20 ms
Temperatura ambiente de funcionamiento	0 ~ 50 °C, sin condensación
Grado de protección	IP65

Fuente: Siemens

Elaborado por: Grupo investigador

FIGURA 3. 13 Panel operador



Fuente: Siemens

Elaborado por: Grupo investigador

3.3.2 Variadores

Los variadores de frecuencia nos permiten controlar la velocidad del motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia suministrada en la alimentación del motor. Mediante el empleo de la **Ecu. 1.7**

$$RPM = \frac{120 \times f}{p}$$

$$RPM = \frac{120 \times 60 \text{ Hz}}{3}$$

$$RPM = \frac{7200}{3}$$

$$RPM = 2400$$

Rpta

Para la máquina se seleccionó tres variadores, uno para el control de cada motor los cuales están ubicados al centro del armario eléctrico puesto. **Ver figura (3.14)**

FIGURA 3. 14 Variador Schneider



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Existen infinidad de variadores con características técnicas dadas por los fabricantes. (VER ANEXO 7)

3.4 Implementación de la automatización de la máquina cortadora y selladora de fundas

3.4.1 Implementación general de las diferentes partes del sistema

A continuación se muestra en resumen todo el proceso de armado que se dieron durante el tiempo que se estuvo trabajando el proyecto de automatización

Cabe recalcar que algunos partes fijas y móviles de la máquina fueron rediseñadas para que haya una mejor armonía dentro del ensamblaje de la máquina.

3.4.1.1 Remoída de pintura

Se optó por remover la pintura original de la máquina puesto que se encontraba en deterioro y pintar del color que tiene otra máquina, para ello se utilizó removedores de pintura, espátulas y varios elementos que hicieron posible el desprendimiento de la pintura ya en malas condiciones. Véase figura (3.15)

FIGURA 3. 15 Remoción de la pintura



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Una vez removido la pintura las partes de la máquina fueron enviadas donde una empresa que se encarga de pintar en horno para que exista una mejor y mayor calidad en la pintura. Véase figura (3.16)

FIGURA 3. 16 Elementos pintados



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

A continuación luego de remover la pintura y enviarlas a pintar se pudo continuar con el ensamblaje de las partes de la máquina. Luego de conectar algunas de las piezas fundamentales se procedió a instalar las partes principales y sistemas de automatización para que vaya tomando forma el proyecto propuesto.

3.4.1.2 Instalación de los sistemas mecánicos

Las partes que conforman el sistema mecánico de la máquina cuentan con varios artefactos que tiene la finalidad de transmitir la fuerza del motor, es por ello que es indispensable instalarlas en puntos estratégicos para que haya un mejor desempeño.

3.4.1.3 Ubicación e instalación del servomotor

El servomotor fue instalado en la parte posterior izquierda de la máquina, para que se sostenga el servomotor contra una parte fija de la máquina se procedió a construir una base y con 4 pernos de 2”

Consecuentemente el eje que sale del servomotor se conecta directamente a un engranaje de 3” con paso 8 que se encuentra en el eje de tracción de fundas y que envía la fuerza del mismo mediante una banda de 624 mm de largo por 25mm de ancho y 8M de paso.

3.4.1.4 Ensamblaje del tren de engranajes del motor cabezal

Dentro del ensamblaje del tren de engranajes se utilizó 4 engranajes de las siguientes medidas **Ver Tabla (3.8)**

TABLA 3. 8 Engranajes del cabezal

N° de engranajes	Diámetro	Espesor	Paso
2	3”	25mm	8M
1	6”	25mm	8M
1	9”	25mm	8M

Elaborado por: Grupo investigador

Para el paso de movimiento entre engranajes se cuenta con dos bandas, la primera de 1640mm de largo x 25mm de espesor y 8M de paso. La segunda banda fue de 1450mm de largo x 25mm de espesor y 8M de paso respectivamente.

Para los engranajes intermedios conocidos como “piñón loco” se realizó una base para sujetarlos con pernos de 2” y rodamientos 60-13 para que giren continuamente sin contraponer ninguna fuerza opuesta. **Ver figura (3.17)**

FIGURA 3. 17 Banda del sistema de la cama



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.5 Instalación del sistema de engranajes de la cama

Para ello se contó con engranajes de diferentes dimensiones que ayudan a mover los rodillos principales que hacen posible el transporte de la funda hasta el operador. **Ver figura (3.18)**

FIGURA 3. 18 Conjunto de engranajes de la cama



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Las diferentes dimensiones de los engranajes se las puede **Ver Tabla (3.9)**

TABLA 3. 9 Características de los engranajes

N° de engranajes	Diámetro	Espesor	Paso
2	2"	20mm	8M
1	3"	30mm	8M
1	6"	30mm	6M
1	3"	30mm	6M

Elaborado por: Grupo investigador

Para la transmisión de movimiento se tiene dos bandas de diferentes longitudes y con diferentes pasos. La primera cuenta con una distancia de 100mm x 30mm de espesor y 6M de paso, mientras que la segunda dispone de una distancia de 840 mm de largo x 20mm de espesor y 8M de paso. **Ver figura (3.19)**

FIGURA 3. 19 Banda del sistema de la cama



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Para la última parte del ensamblado del sistema de la cama se ubicó dos engranajes, el primero acoplado al eje principal del cabezal y el segundo un engranaje continuó que funciona como un inversor de giro para llegar al extremo del mismo eje a un engranaje y por medio de una banda terminar la transmisión hasta donde otro engranaje que tiene la misión primordial de mover el sistema de agarre de fundas o brazo de arrastre. **Ver figura (3.20)**

FIGURA 3. 20 Acople de los engranajes de cambio de giro



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Las dimensiones de los engranajes son los siguientes **Ver Tabla (3.10)**

TABLA 3. 10 Dimensiones de los engranajes

N° de engranajes	Diámetro	Espesor	Paso
2	6"	30mm	8M
2	3"	30mm	8M

Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.6 Instalación del sistema de cabezal

Dentro de los componentes del cabezal se resalta los siguientes elementos instalados:

La cuchilla que sirve para cortar y sellar las fundas que atraviesan entre los rodillos fue alargada para que cubra mayor rango de sellado y por consiguiente se pueda obtener fundas de mayores dimensiones. La longitud de la cuchilla es de 950mm de largo que cubre el ancho total del rodillo de teflón el cual se apoya para sellar. **Ver figura (3.21).**

FIGURA 3. 21 Cuchilla del cabezal



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.7 Rodillo de silicón

El rodillo de teflón desempeña la función de contacto entre la cuchilla y la funda a sellarse, como el rodillo está en buenas condiciones no se optó por realizar alguna variación y solo se realizó un mantenimiento de los rodamientos. **Ver figura (3.22).**

FIGURA 3. 22 Rodillo de silicón



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.8 Incorporación del sistema de enfriamiento

La máquina originalmente tenía sus elementos de enfriamiento en buenas condiciones tanto los tubos de cobre como las mangueras donde circula el refrigerante, es por ello que no había necesidad de hacerle alguna mejoría. **Ver figura (3.23)**

FIGURA 3. 23 Sistema de enfriamiento



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.9 Sistema biela- manivela

Originalmente la máquina selladora de fundas constaba de un sistema de biela-manivela mecánica el cual hacía mover el cabezal siempre y cuando el motor principal funcionaba.

Existía algunas desventajas y una de las más importantes era el tiempo impreciso de los golpes que daba el cabezal por ser un sistema mecánico.

Así como también la altura máxima del cabezal con respecto al punto más alto que podía tener el sistema mencionado, esto repercutía en que solo se podía tener un limitado tamaño de fundas que se podían realizar. **Ver figura (3.24).**

FIGURA 3. 24 Sistema biela - manivela



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Para mejorar todo el sistema biela –manivela fue necesario cambiar todos los elementos antiguos y reemplazarlos por un sistema conformado por pistones neumáticos. Los pistones neumáticos tienen muchas ventajas tales como rapidez, exactitud fácil mantenimiento y en general es una alternativa positiva, es por ello que se los adaptó en la máquina. Los pistones son de simple efecto con un final de carrera de 20mm. Se acoplo a eso una manivela de 75mm de diámetro al eje del motor principal y en la parte superior del pistón una guía que se conecta al cabezal. **Ver figura (3.25).**

FIGURA 3. 25 Pistón de doble efecto



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.10 Instalación del tablero eléctrico

A continuación se describe el montaje de los dispositivos eléctricos así como también las características y el sitio donde se fueron instalados.

Todos los elementos eléctricos fueron instalados e interconectado por un sistema de cableado de diferentes colores y marquillas para identificar la designación de cada cable. **Ver figura (3.26).**

FIGURA 3. 26 Montaje de los elementos electrónicos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.4.1.10.1 Armario eléctrico

El tablero principal fue posicionado en la parte trasera izquierda, en un espacio adecuado y que no incida negativamente dentro de los procesos de desarrollo que tiene la máquina.

Para poder instalar todo el sistema eléctrico dentro del tablero fue necesario rediseñar la caja por tales motivos las medidas son las siguientes **Ver Tabla (3.11).**

TABLA 3. 11 Dimensiones del gabinete eléctrico

Largo	Alto	Espesor
1090mm	1000mm	300mm

Elaborado por: Grupo investigador

A su vez el tablero fue empotrado a los brazos de apoyo de la máquina y asegurados con pernos de 2 pulgadas. **Ver figura (3.27).**

FIGURA 3. 27 Armario eléctrico



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Dentro de los elementos eléctricos se aprecian la colocación de los mismos mediante borneras, rieles DIM y con remaches de 1". **Ver figura (3.28).**

FIGURA 3. 28 Armario eléctrico con los elementos



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

Nota: los elementos del que conforman el tablero de control se describen en el **(VER ANEXO 12).**

3.4.1.11 Instalación de los rodillos del bobinado

El conjunto de rodillos que conforman el sistema de bobinado se instaló luego de haber acoplado los otros mecanismos, puesto que todo comienza por dicho sistema. El rollo de funda comienza montándose a unos brazos donde atraviesa una serie de rodillos hasta llegar al cabezal, los rodillos sirven para tensar y doblar el rollo de fundas para que al llegar al cabezal ingrese de manera precisa y

sin perturbaciones así la cuchilla se encarga de cortar y sellar de mejor manera. **Ver figura (3.29).**

FIGURA 3. 29 Rodillos del bobinado



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

Para lograr un mejor desempeño de los rodillos fue necesario cambiar a cada rodillo soldado contra la base y acoplar pernos de 2", de ésta manera si existe un problema se los pueda reemplazar sin ningún tipo de inconveniente.

3.4.1.12 Instalación del sensor fotoeléctrico (fotométrico)

Éste dispositivo electrónico capta el código de barras o una marca de referencia que posee cada tramo de las fundas, éstas marcas dividen las distancias de inicio y final de la funda.

Por consiguiente el sensor tiene la función de enviar señales al servomotor para que a su vez él se encargue de arrastrar la funda hasta el límite de la marca y la cuchilla haga su trabajo.

El sensor de contraste está ubicado sobre unos rodillos por los que atraviesa las fundas antes de llegar al cabezal, está sujeta a una base móvil y regulable. **Ver figura (3.30).**

FIGURA 3. 30 Sensor fotoeléctrico



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.5 Montaje final de la maquina selladora y cortadora de fundas

Para los acabados finales se puede mencionar los retoques de pintura que se hicieron puesto que como ya estaba pintada la máquina y se trabajó en ella posteriormente por efecto de los golpes cortes y soldaduras realizadas se dañó la pintura de ciertos sectores, es por ello que le volvió a retocar para que exista una buena presentación e imagen del proyecto. **Ver figura (3.31).**

FIGURA 3. 31 Selladora de fundas terminada



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.5.1 Calibración

Para el proyecto fue necesario ajustar varios parámetros para que exista una correcta sincronía dentro de los sistemas de la máquina los cuales se los va a resumir a continuación.

3.5.1.1 Alineación del cabezal

Dentro de los aspectos más relevantes tenemos la alineación de la cuchilla la cual es la función más importante dentro del proceso de fabricación de fundas.

Para alinear debemos tomar en cuenta los centros tanto del rodillo de teflón como la cuchilla para cuando el cabezal baje se asiente de manera precisa.

También debemos observar que la cuchilla se asiente al rodillo de teflón al mismo tiempo de extremo a extremo caso contrario debemos regular ya sea en la parte superior del cabezal donde existe un tornillo sin fin el funciona como regulador o también en los acoples regulables donde se puede subir o bajar las guías del cabezal. **Ver figura (3.32).**

FIGURA 3. 32 Alineación de la cuchilla



Fuente: EDUPLASTIC (2015)
Elaborado por: Grupo investigador

3.5.1.2 Alineación de los tensores

Para ajustar las bandas existen unos tensores regulables los cuales nos permiten aflojar o ajustar dependiendo la longitud de las bandas de algodón. Una vez tensadas las bandas no patinarán sobre los rodillos que mueven a las mismas.

Para la alineación fue necesario calibrar mediante el ajuste de unos pernos hexagonales tanto como los de las bandas superiores así como también de las inferiores. **Ver figura (3.33).**

FIGURA 3. 33 Tensores



Fuente: EDUPLASTIC (2015)

Elaborado por: Grupo investigador

3.6 Análisis de factibilidad del sistema

Para comenzar el análisis en primera instancia se puede observar una tabla con el valor de todos los elementos utilizados en el proyecto. **Ver tabla (3.12)**

TABLA 3. 12 Cotización

ítem	Descripción	Cant.	V. Unit.	Dcto.	V. Total
1	relé de estado sólido, 40 A, VIN: 4-32VDC, VOUT 220V HANYOUNG	1	35,00	15%	29,75
2	MTS DE cable flexible 16	100	0,29	15%	24,65
3	PAQ terminal "u" Camsco #16-14 azul vf2-4y (100u)	1	6,00	15%	5,10
4	PAQ terminal pínCamsco # 16-14 pin 2 (100u)	1	10,00	15%	8,50
5	PAQ terminal "u" Camsco# 12-10 amarillo (100u)	1	11,00	15%	9,35
6	PAQ terminal pin Camsco # 12-10 amarillo pin (100u)	1	13,00	15%	11,05
7	PAQ marcador dexson AR1R,S,T,U,V,W (100 C/U)	6	2,00	15%	10,20
8	PAQ marcador dexson AR2 #0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 (100u)	10	2,50	15%	21,25
9	PAQ AMARRAS DEXSON 15 cm NEGRO (100u)	1	3,00	15%	2,55
10	Pulsadores rojos 1NC Schneider electric.	3	12,00	17%	29,88
11	pulsantes verdes 1NA Schneider electric	3	12,00	17%	29,88
12	PULSADOR DE EMERGENCIA SCHNEIDER	3	28,00	17%	69,72
13	SELECTOR 2 POSICIONES NA	3	17,00	17%	42,33
14	Ventilador con filtro 230 v. 124x 124 mm.	1	27,00	15%	22,95
15	borneras tierra 4 mm 12A02WG 37171	4	2,60	15%	8,84

16	borneras 2.5 mm 12AWG 37160	30	1,20	15%	30,60
17	MTS DE cable flexible #12	200	0,63	15%	107,10
18	Supervisor completo 3F 220v. Modelo 3UG siemens RIEL DIN	1	116,00	15%	98,60
19	mts de cable sucre 4x14	100	2,02	15%	171,70
20	variador altivar 312 1HP que voltaje 220	1	370,00	15%	314,50
21	variador ATV 312 2HP de 220v AC	1	502,00	15%	426,70
22	breaker Schneider electric DOMAE 3p-10 A	1	19,00	17%	15,77
23	breaker DOMAE 3P 16 ^a	1	19,00	17%	15,77
24	breaker DOMAE 2P 32 ^a	1	13,00	17%	10,79
25	breaker DOMAE 3P 20A SHE	1	19,00	17%	15,77
26	Relés de 24v. DC 2NA+2NC	5	9,00	17%	37,35
27	relés base P/RELE 8T Schneider	5	7,00	17%	29,05
28	Contactador 18A. ASC3 Tesys Schneider BOB 220V LC1-D18	1	52,00	17%	43,16
29	relé térmico 12-18 A. esys Schneider	1	51,00	17%	42,33
30	servomotor +SERVODRIVE 3,5KW - 22Nm TRIFASICO 220, 1500RPM, INCLUYE CABLE DE POTENCIA + CABLE DE CONTROL	1	4700,00	20%	3.760,00
31	PLC XC3-24RT, 14IN-10OUT XINJE	1	325,00	15%	276,25
32	PANEL OPERADOR OP320-S	1	300,00	15%	255,00
33	selector 3 posiciones Schneider FIJAS	1	21,00	17%	17,43
SUBTOTAL					5.993,87
IVA					719,26
TOTAL					6.713,13

Como se puede observar los valores que se presentan en la tabla se pueden separar los dispositivos de vital importancia como son el servomotor, el servo driver, contactores y por consecuencia se puede decir que los materiales que se utilizan para la automatización son los que proporcionan los mayores costos. Los costos totales corresponden a los accesorios electrónicos, eléctricos neumáticos y de control. La inversión total es de 6713,73 USD. Los valores obtenidos debemos aumentar un 10% adicional por efecto de alguna anomalía que se presente en el desarrollo del proyecto. El valor adicional es 671,37 USD. La inversión total será de 7384,43 USD. De los cuales el total de la financiación será dada por EDUPLASTIC.

Una vez realizado la implementación de la automatización de la máquina selladora de fundas se procedió a realizar el análisis de factibilidad basándonos en los datos obtenidos. **Ver tabla (3.13)**

TABLA 3. 13 Análisis del tiempo utilizado en el proceso

Análisis del tiempo utilizado en el proceso			
Sin implementación		Con implementación	
Cantidad (fundas)	Tiempo (min)	Cantidad (fundas)	Tiempo(min)
60	1	60	0.33
120	2	120	0.66
180	3	180	1
240	4	240	1.33
300	5	300	1.66
360	6	360	2

Elaborado por: Grupo investigador

Con los datos obtenidos se puede manifestar que para el proceso de sellado y cortado de fundas tomando como referencia 360 fundas, se necesitaba de 6 minutos y con la automatización y reestructuración de algunos elementos las 360 fundas bajan su tiempo de fabricación a tan solo 2 minutos. Estos datos arrojados basados en la tabla de comparación nos muestra que existe un 33.3 % de reducción en el proceso de fabricación de fundas.

La potencia de funcionamiento del sistema es de 7200 W o 7.2 KW. Estos valores se los debe transformar a KWh para saber el consumo por tiempo. Es decir la máquina consume 7.2 KW/h, posteriormente se calcula el consumo mensual de la

potencia puesto que al aumentar una máquina se aumentará los costos económicos de electricidad.

Para ello debemos multiplicar la potencia por el número de hora que trabajará la máquina

$$E = 37.2KW \times 9 h.$$

$$E = 334.8KWh.$$

A continuación el valor obtenido se multiplica por los días que estará en marcha la máquina es decir

$$E = 6696KWh$$

Después de haber realizado el análisis correspondiente de factibilidad de la implementación de un sistema automático se puede observar que el consumo de energía es bajo en comparación a la factibilidad de producción, por lo que la ejecución del proyecto es satisfactoria.

CONCLUSIONES

- Con la implementación de actuadores neumáticos reemplazando al sistema biela-manivela se pudo mejorar un 33.3%, la velocidad del cabezal y consecuentemente proporcionar a la cuchilla mayor rapidez en el proceso de sellado y corte fundas plásticas.
- Se instaló variadores de frecuencia para el control de los motores de la máquina, donde el operador pueda calibrar la velocidad, ésta dependerá de la longitud de la funda.
- El sensor inductivo NPN fue utilizado para que envíe pulsos eléctricos al PLC el cual activa o desactiva al servomotor dependiendo de la posición del cabezal.
- Se seleccionó un PLC de marca XINJE, el cual permite realizar el control del sistema del cabezal, arrastre y transporte de fundas. Adicional posee entradas y salidas rápidas y una interface con una OP “panel operador”.
- Se realizó cálculos de diseño de reductores de velocidad, donde se pudo conocer las dimensiones de los engranajes y longitud de las bandas para aumentar o disminuir la rapidez de los sistemas aprovechado al máximo la capacidad de los motores. Donde se sustituyó todos los sistemas de movimiento
- Se incorporó un panel operador para controlar el accionamiento de los sistemas que posee la máquina permitiendo al operador configurar los parámetros de las fundas.
- En el sistema de transporte de fundas se implementó bandas de algodón las cuales no producen fricción para evitar daños al producto terminado.

RECOMENDACIONES

- Es importante recordar que la velocidad con la que la máquina corta y sella las fundas depende del tamaño del diseño de la misma, también de la calibración y configuración que el operador realice.
- Para cambiar los parámetros de los variadores es recomendable que se las haga por personal capacitado, puesto que existen diversas configuraciones y que si se las hace sin tener conocimiento previo, podría provocar fallos en el dispositivo
- La sensibilidad del sensor inductivo depende de la distancia con que esté de su punto de referencia, es necesario tener un control y un mantenimiento periódico para evitar posibles errores de lectura.
- Se debe realizar el mantenimiento periódico en las entradas y salidas del PLC para evitar posibles fallas que se puedan presentar cuando la máquina está en operación.
- Es importante considerar que las bandas de transmisión estén alineadas conjuntamente con los engranajes o piñones ya que si no están sincronizados tienden a desgastarse y romperse.
- Para manipulación del panel operador es recomendable seguir los pasos descritos en el manual de usuario para evitar daños al dispositivo y aumentar su vida útil.
- Es necesario realizar un mantenimiento periódico en los engranajes y bandas de algodón del sistema de transporte de fundas, ya que están expuestos a fricciones las cuales las deterioran.

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Automatización

Aplicación de sistemas automáticos en la realización de un proceso.

Bobinas

Representan condiciones lógicas de “salida” tales como lámparas, contactores, relés interpuestos, condiciones internas de salida, etc.

Contactos

Representan condiciones lógicas de “entrada” tales como interruptores, botones, condiciones internas, etc.

Driver

Es un dispositivo para el control de motores a pasos bifásicos híbridos.

Espumas plásticas

Compuestas de plástico y gas, proporcionan una masa de gran tamaño pero muy ligera.

Estabilidad

Es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante.

Excitación

Es la cantidad de corriente o voltaje requerida para el funcionamiento del sensor.

Extrusión

Es un proceso usado para crear objetos con sección transversal definida y fija.

HMI

Interfaz de usuario por sus siglas en idioma inglés, (Human (Y) Machine Interface) que se usa para referirse a la interacción entre humanos y máquinas; Aplicable a sistemas de Automatización de procesos.

Inductor

Llamado también bobina es un componente pasivo que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.

Micrón

Milésima parte de un milímetro

Monómero

Es una molécula de pequeña masa molecular que unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, forman macromoléculas llamadas polímeros.

Pirometría

Determina de manera remota la temperatura de un cuerpo midiendo la radiación emitida.

PLC

Máquina electrónica programable por personal no informático, destinada a cumplir en un ambiente industrial y en tiempo real funciones de automatismos lógicos, combinatorios y secuenciales.

Polietileno

Polímero preparado a partir de etileno.

Polipropileno

Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno.

Proceso

Conjunto de actividades que tiene un inicio y un fin, en los cuales participan recursos humanos o sistemas realizando las actividades en un intervalo de tiempo, generando valor para la organización

Resina

Sustancia orgánica de consistencia pastosa, pegajosa, transparente o translúcida, que se solidifica en contacto con el aire.

Resistores

Es un elemento pasivo. Se denomina resistor a la oposición que encuentra la corriente eléctrica para recorrerla.

SCADA

Acrónimo de Supervisor y Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un software para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia. Facilitando la retroalimentación en tiempo real con los dispositivos como (sensores y actuadores) que controlan el proceso automáticamente.

Sensibilidad

Es la razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada.

Transductor

Es un dispositivo que convierte una señal de un tipo a otro, es decir convierte una magnitud en otra que resulte más apta para el análisis de un fenómeno físico.

Variador

Es un dispositivo electrónico que permite controlar la velocidad del motor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Citadas

- ACOSTA, Martín. (2008). Máquinas selladoras modernas. [En línea]. 22-06-2015. Disponible en la web: <http://www.astimec.net/selladora-de-cajas.html>.
- ANDRADE, Aveiga. PANTA, Marcelo y YANEZ, María. (2012). Implementación de un software para calcular engranajes cónicos y soporte técnico para el laboratorio de computación de la carrera de ingeniería mecánica de la universidad técnica de Manabí, Director: Ing. Galvin Toala. Universidad Técnica de Manabí. (pág. 8),(pág. 30)
- BUDYNA, Richard G y NISBETT J, Keith (2008). Diseño en Ingeniería Mecánica, (SHIGLEY). Octava edición. México: Editorial Mc. Graw Hill, (pág. 4).
- CANTO, Carlos. (2008) Automatización. Edición única. Facultad de Ciencias. Bogotá – Colombia, (pág. 23).
- CRISTOFHER, Harold. (2008). Diseño y construcción de tableros y simuladores para PLC. Madrid: Siemens. (pág. 40).
- ECHEVARRÍA, J. Motores. (2008). Centro Universitario José Antonio. [En línea]. Disponible en la web: [www. reypastor. org/departamentos /dtec/tec_indII /motor_jaula_ardilla/index.html](http://www.reypastor.org/departamentos/dtec/tec_indII/motor_jaula_ardilla/index.html).
- FERNÁNDEZ, Jorge Bordás. (2010). Motores de corriente alterna [En línea] 2010. <http://www.motores-corriente-shtml>.

- FERNÁNDEZ, Roger V. (2014). Automatización de un sistema de climatización. Latacunga, (pág. 32)
- GUTIERREZ, Carlos. (2012) Los plásticos. Definiciones y usos actuales. Disponible en: [En línea] 22 de 03 de 2012. <http://www.googleacademico/trabajos5/plasti/plasti.shtml>.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar. (2010). Metodología de la investigación. (Quinta Edición), México: D.F, Editorial McGraw-Hill / interamericana editores, S.A. De C.V, (pág. 92)
- KANE, Joseph W. (2007). Física. Segunda Edición, Barcelona, España, (pág. 42)
- MANHEIM, Jarol B. y RICH, Richard C. (2006). Empirical Political Analysis. Research Methods in Political Science. Tercera Edición, Longman Publishing Group, New York, (pág. 269).
- MOTT P, Robert L. (2006). Diseño de elementos de máquinas, Cuarta edición. México: PEARSON EDUCACIÓN, (pág. 148), (pág. 158), (pág. 283).
- TOAPANTA, José. (2012). Diseño e implementación de una demostración práctica en el laboratorio de máquinas eléctricas utilizando el variador de frecuencia como fuente de ahorro de energía. Guayaquil, (pág. 122)
- YÁNEZ, Andrés Panta. (2012). Implementación de un soporte para calcular engranajes cónicos, Manabí-Ecuador, (pág. 105)

Consultadas

- CALVO SEVILLANO Fernando. (2010) Dto. Electricidad-Electrónica, “Variadores de frecuencia”, (pág. 192).
- CARLETTU, E. J Sensores (2008). Conceptos Generales, dirección electrónica. (Keating, M. J... “Sensors and transducers”, Tercera Edición, Macmillan, Inglaterra, (pág. 74).
- EDUPLASTIC. (2015). Proceso de producción. Latacunga, Cotopaxi-Ecuador.
- FERNANDO. (2007) “Motores Eléctricos”, México-DF (pág. 202).
- FERNÁNDEZ RAIGOSO, Aurelio. (2011). Sistemas de regulación y control. Guayaquil, (pág. 83).
- GALINDO, Arturo. (2010). Diseño y automatización industrial, España, (pág. 163).
- JURADO, Xavier Elías. (2012). Plásticos residuales y sus posibilidades de valoración. Madrid: Díaz de Santos Albasanz, (pág. 32.)
- KACHUR, Matthew. (2014). Un material milagroso. [En línea] 19 de 11 de 2014. http://books.com/books/about/Un_material_Milagroso.html?id.
- MORALES, Onelio. (2015). Máquinas selladoras de plástico. Tipos y usos. [En línea] 28 de 06 de 2015. <http://www.agroterra.com/p/selladora-automatizada-para-fabricar-bolsas-de-diferentes-tamanos-sonic-welding>,

- REYNOSO, Aurelio. (2012). Sensores. [En línea] 2012. <http://www.balluff.com/balluff/MMX/es/products/Contrast-Color-Mark>, (pág. 18)
- RIVADENEIRA, Carlos Iván Verdugo. (2010). Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas, Riobamba, (pág. 115).
- TEPACK. (2010). Selladoras de fundas plásticas, Escuela Politécnica Nacional, [En línea] [www//http. tasmissionesuniversales.3452yy12](http://www.tasmissionesuniversales.3452yy12), Ecuador.

Paginas Virtuales

- Plásticos; http://www.elprisma.com/apunt es/ingenieria_civil/plastico/.
- Automatismos industriales; <http://www.mitsubishi-automation.es/>.
- Transmisión de potencia mediante polea-correa; <http://www.Beatransmisión.com/es/catalogo-industrial/categoría,transmisión-polea-correa>.
- Transmisión de potencia mediante piñón-cadena; <http://www.Beatransmisión.com/es/catalogo-industrial/categoría,transmisión-polea-correa>.
- Motores eléctricos; <http://www.motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtml>.
- Medición y control industrial de temperatura; http://www.sapiensman.com/medición_de_temperatura/termocuplas.htm.
- Conceptos básicos de calor y temperatura; http://www.sapiensman.com/medición_de_temperatura/termocuplas.htm.
- Selección de sensores de temperatura; http://www.sapiensman.com/medición_de_temperatura/termocuplas.htm

TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ENTREVISTA DIRIGIDA AL PROPIETARIO

“La presente entrevista servirá para obtener información y conocer la opinión del propietario de la planta industrial EDUPLASTIC, al automatizar un maquina selladora y cortadora de fundas plásticas para aumentar su producción”

- 1. ¿Considera usted que las máquinas de producción que utiliza EDUPLASTIC es acorde a la necesidad actual que tiene la industria?
¿Por qué?**
- 2. ¿Considera usted que el tipo de automatización que se va a utilizar en la máquina a innovar será eficiente? ¿Por qué?**
- 3. ¿Considera usted que el tipo de sellado y cortado de fundas que se va a utilizar en la máquina a innovar será eficiente? ¿Por qué?**
- 4. ¿De los tipos de máquinas de sellado que existen actualmente en la industria Considera usted que el que se va a utilizar en EDUPLASTIC es eficiente?
¿Por qué?**
- 5. ¿Considera usted que en un ambiente confortable de trabajo el operario puede ejecutar sus labores con una mayor eficiencia? ¿Por qué?**
- 6. ¿Considera usted que EDUPLASTIC necesita invertir capital en nuevos sistemas tecnológicos para optimizar el proceso de producción? ¿Por qué?**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

ENCUESTAS DIRIGIDAS A CONSUMIDORES

La presente encuesta tiene como finalidad realizar la factibilidad de una maquina selladora a las personas que se encuentran involucradas en la investigación.

Los datos recogidos serán muy importantes para la investigación.

- 1. Cree usted que EDUPLASTIC posee maquinaria automatizada.**

Si.....

No.....

- 2. Alguna vez escuchado para qué sirve la automatización industrial de procesos.**

Si.....

No.....

- 3. Conoce usted sobre los beneficios que obtener la empresa EDUPLASTIC con la automatización de su maquinaria.**

Si.....

No.....

- 4. Está usted de acuerdo de que EDUPLASTIC realice automatización de maquinaria.**

Si.....

No.....

- 5. Cree usted que al implementar sistemas automáticos en las maquinas se puede tener un ambiente confortable de trabajo.**

Si.....

No.....

- 6. Considera usted que EDUPLASTIC debe implementar sistemas automatizados para optimizar el proceso de producción.**

Si.....

No.....

Grados de libertad	p = 0.05	p = 0.01	p = 0.001
1	3.84	6.64	10.83
3	7.82	11.35	16.27
4	9.49	13.28	18.47
5	11.07	15.09	20.52
6	12.59	16.81	22.46
7	14.07	18.48	24.32
8	15.51	20.09	26.13
9	16.92	21.67	27.88
10	18.31	23.21	29.59
11	19.68	24.73	31.26
12	21.03	26.22	32.91

Fuente: [<http://www.ento.vt.edu/~sharov/PopEcol/>]

**CARACTERÍSTICAS,
PARÁMETROS Y DIAGRAMAS
DE CONEXIÓN DE LOS
ELEMENTOS ELÉCTRICOS**

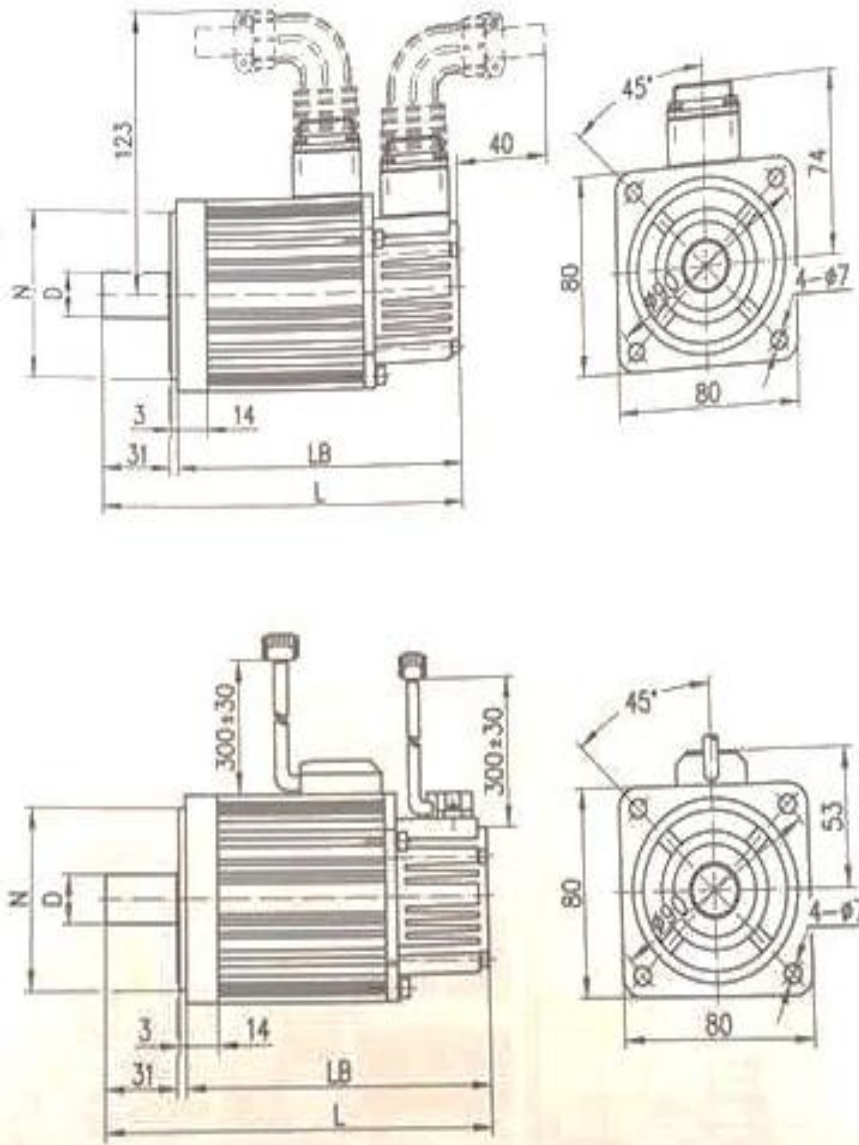
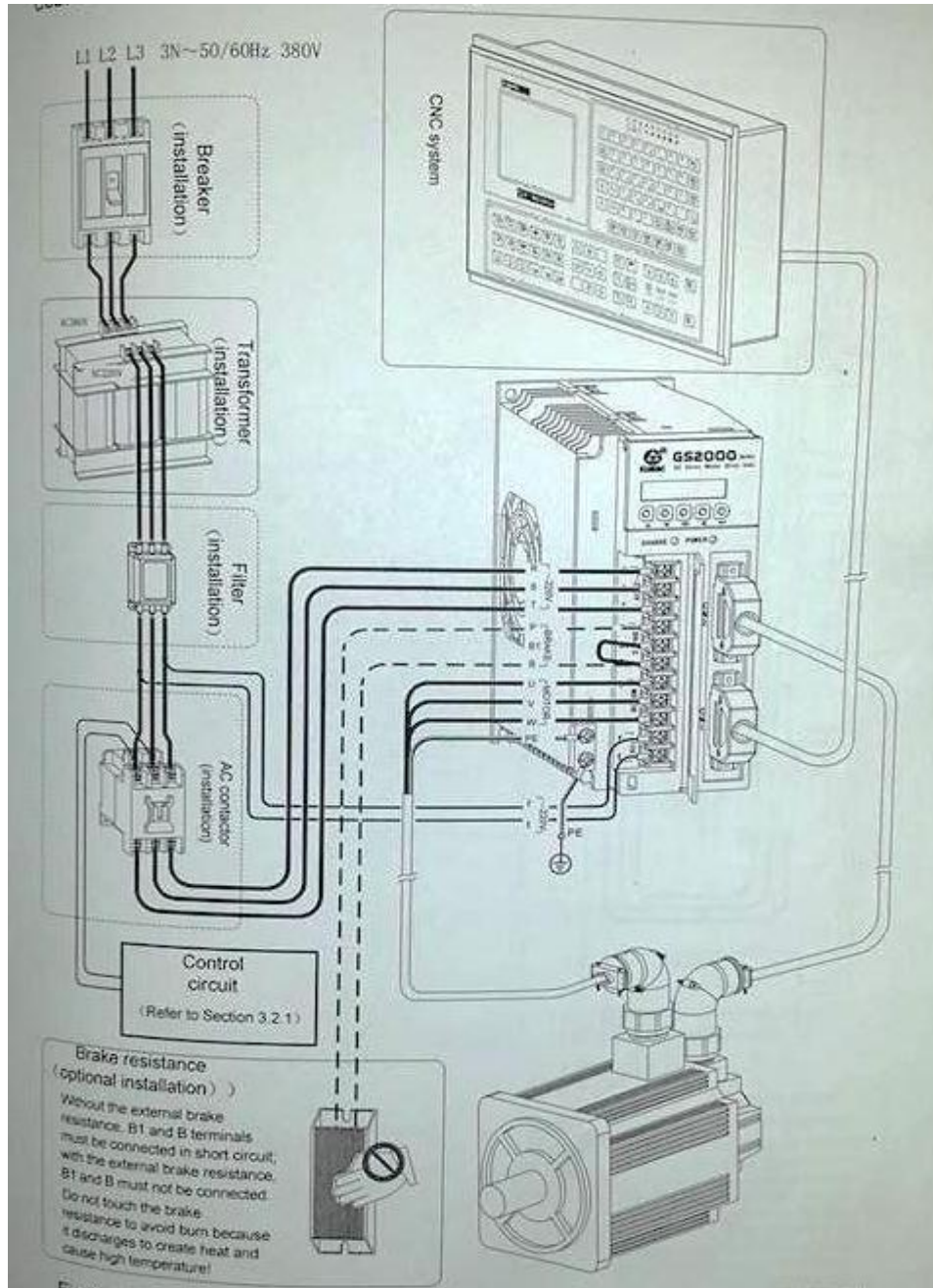
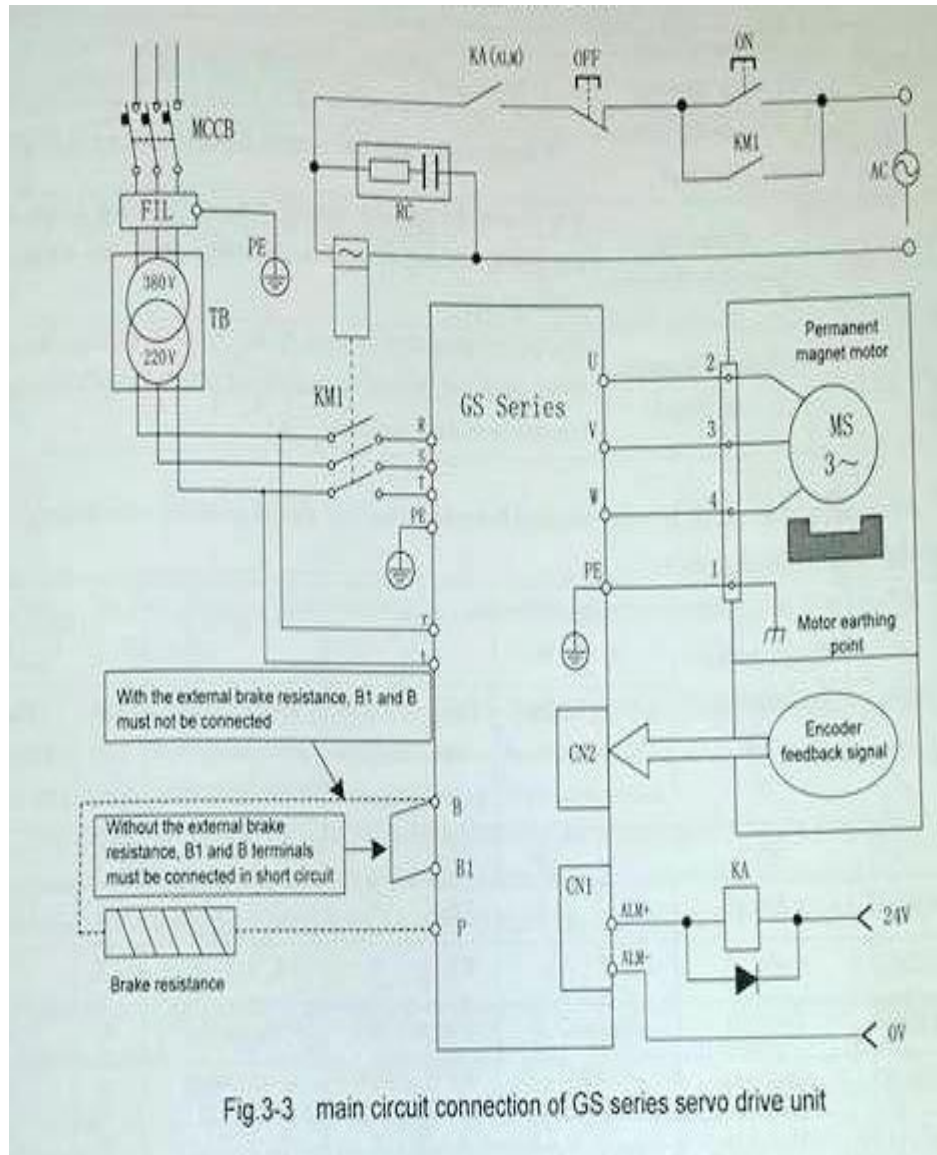


Fig. 1

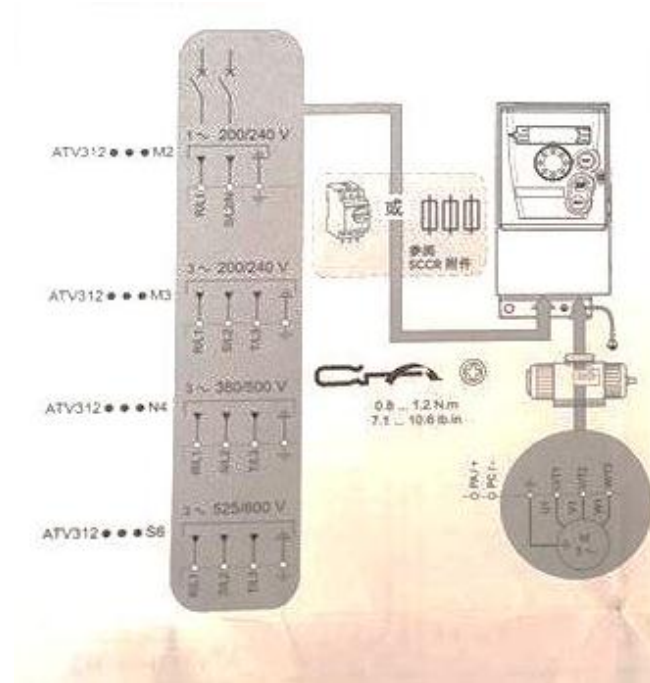
Fuente: GSK SJT



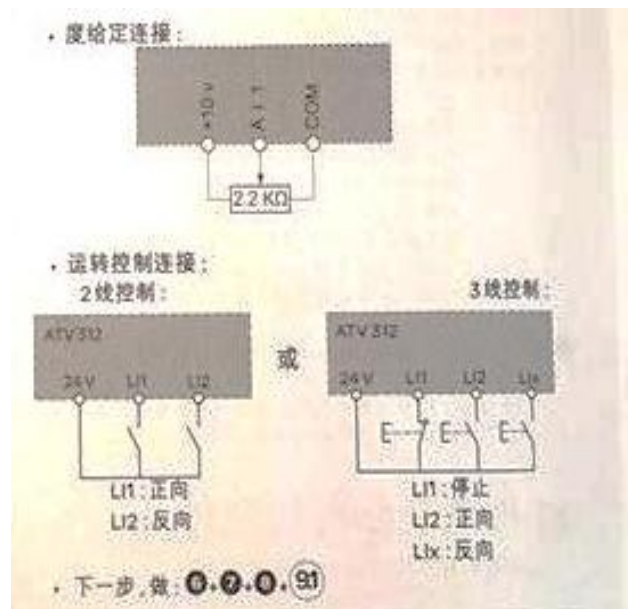
Fuente: GSK SJT



Fuente: GSK SJT

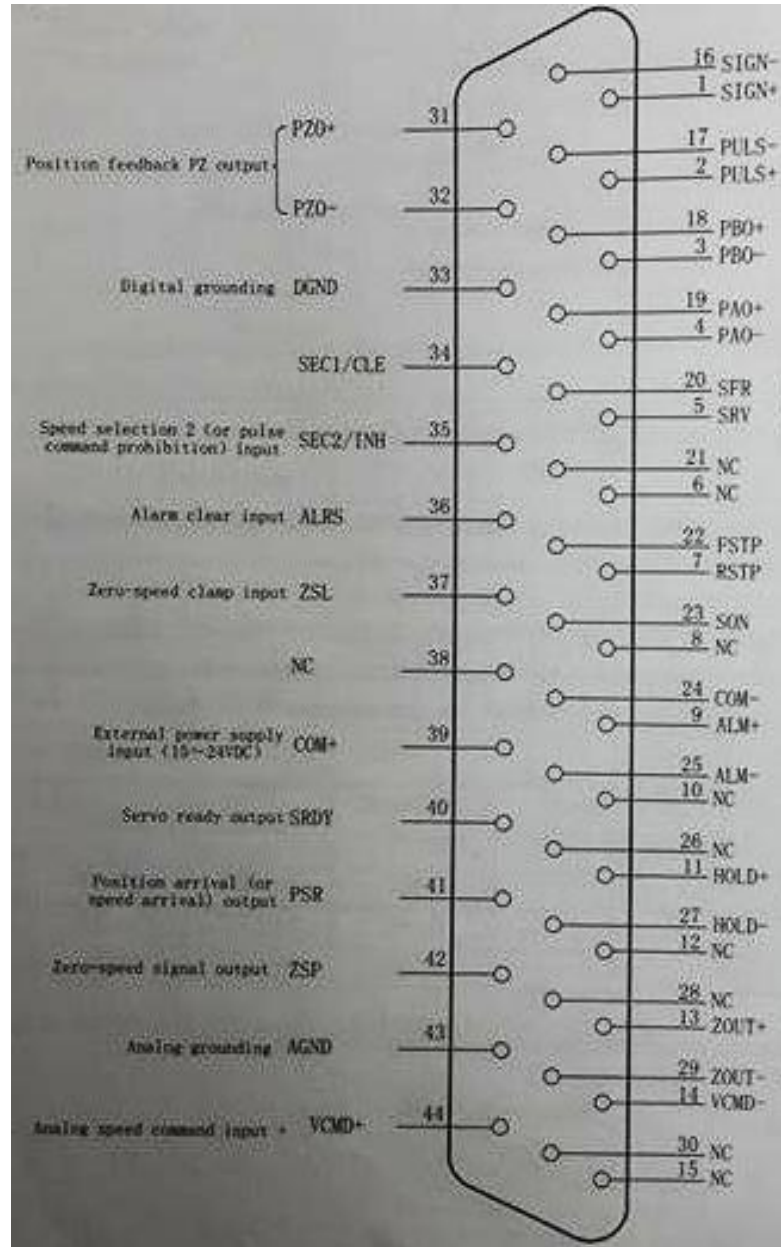


Control del variador



Fuente: www.schneider-electric.com

Cable de control "PLC – DRIVER"



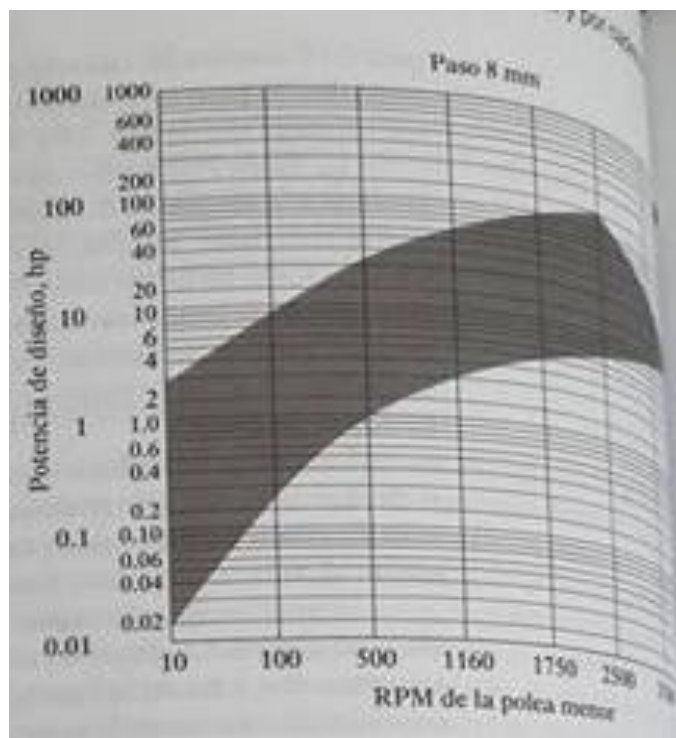
Fuente: GSK SJT

**TABLAS PARA EL DISEÑO Y
SELECCIÓN DE LOS
ELEMENTOS MECÁNICOS**

Factor de servicio

Tipo de máquina impulsada	Tipo de impulsor					
	Motores de CA: par torsional normal ^a Motores de CD: bobinado en derivación Motores de combustión: múltiples cilindros			Motores de CA: Alto par torsional ^b Motores de CD: bobinado en serie, bobinado compuesto Motores de combustión: 4 cilindros o menos		
	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día	<6 h por día	6-15 h por día	>15 h por día
Agitadores, sopladores, ventiladores, bombas centrífugas, transportadores ligeros	1.0	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
Generadores, máquinas herramienta, mezcladores, transportadores de grava	1.1	1.2	1.3	1.2	1.3	1.4
Elevadores de cangilones, máquinas textiles, molinos de martillos, transportadores pesados	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
Trituradoras, molinos de bolas, malacates, extrusoras de hule	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8
Toda máquina que se pueda ahogar	≥2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

Selección de bandas síncronas



Fuente: diseño de máquinas de MOTT

TABLA 7-6 Capacidades en caballos de fuerza - Cadena simple de rodillos número 60

Núm. de dientes	0.750 pulgadas de paso															Velocidad mínima de giro de la catarina, rev/min														
	10	25	50	100	120	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000					
11	0.19	0.46	0.89	1.72	2.05	3.35	4.95	6.52	8.08	9.63	12.69	15.58	11.85	9.41	7.70	6.45	5.51	3.94	3.00	2.38	1.95	1.63	1.39	1.21	0.00					
12	0.21	0.50	0.97	1.88	2.24	3.66	5.40	7.12	8.82	10.51	13.85	17.15	13.51	10.72	8.77	7.35	6.28	4.49	3.42	2.71	2.22	1.86	1.59	1.38	0.00					
13	0.22	0.54	1.05	2.04	2.43	3.96	5.85	7.71	9.55	11.38	15.00	18.58	15.23	12.08	9.89	8.29	7.08	5.06	3.85	3.06	2.50	2.10	1.79	1.59	0.00					
14	0.24	0.58	1.13	2.19	2.61	4.27	6.30	8.30	10.29	12.26	16.15	20.01	17.02	13.51	11.05	9.26	7.91	5.66	4.31	3.42	2.80	2.34	0.41	0.00	0.00					
15	0.26	0.62	1.21	2.35	2.80	4.57	6.75	8.90	11.02	13.13	17.31	21.44	18.87	14.98	12.26	10.27	8.77	6.28	4.77	3.79	3.10	2.60	0.00	0.00	0.00					
16	0.27	0.66	1.29	2.51	2.99	4.88	7.20	9.49	11.76	14.01	18.46	22.87	20.79	16.50	13.51	11.32	9.66	6.91	5.26	4.17	3.42	1.78	0.00	0.00	0.00					
17	0.29	0.70	1.37	2.66	3.17	5.18	7.65	10.08	12.49	14.88	19.62	24.30	22.77	18.07	14.79	12.40	10.58	7.57	5.76	4.57	3.74	0.00	0.00	0.00	0.00					
18	0.31	0.75	1.45	2.82	3.36	5.49	8.10	10.68	13.23	15.76	20.77	25.73	24.81	19.69	16.11	13.51	11.53	8.25	6.28	4.98	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00					
19	0.33	0.79	1.53	2.98	3.55	5.79	8.55	11.27	13.96	16.63	21.92	27.16	26.91	21.35	17.48	14.65	12.50	8.95	6.81	5.40	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00					
20	0.34	0.83	1.61	3.13	3.73	6.10	9.00	11.86	14.70	17.51	23.08	28.59	29.06	23.06	18.87	15.82	13.51	9.66	7.35	5.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
21	0.36	0.87	1.69	3.29	3.92	6.40	9.45	12.46	15.43	18.38	24.23	30.02	31.26	24.81	20.31	17.02	14.53	10.40	7.91	6.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
22	0.38	0.91	1.77	3.45	4.11	6.71	9.90	13.05	16.17	19.26	25.39	31.45	33.52	26.60	21.77	18.25	15.58	11.15	8.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
23	0.40	0.95	1.85	3.61	4.29	7.01	10.35	13.64	16.90	20.13	26.54	32.88	35.84	28.44	23.28	19.51	16.66	11.92	9.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
24	0.41	0.99	1.93	3.76	4.48	7.32	10.80	14.24	17.64	21.01	27.69	34.31	38.20	30.31	24.81	20.79	17.75	12.70	9.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
25	0.43	1.04	2.01	3.92	4.67	7.62	11.25	14.83	18.37	21.89	28.85	35.74	40.61	32.23	26.38	22.11	18.87	13.51	10.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
26	0.45	1.08	2.09	4.08	4.85	7.93	11.70	15.42	19.11	22.76	30.00	37.17	43.07	34.18	27.98	23.44	20.02	14.32	10.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
28	0.48	1.16	2.26	4.39	5.23	8.54	12.60	16.61	20.58	24.51	32.31	40.03	47.68	38.20	31.26	26.20	22.37	16.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
30	0.52	1.24	2.42	4.70	5.60	9.15	13.50	17.79	22.05	26.26	34.62	42.89	51.09	42.36	34.67	29.06	24.81	17.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
32	0.55	1.33	2.58	5.02	5.98	9.76	14.40	18.98	23.52	28.01	36.92	45.75	54.50	46.67	38.20	32.01	27.33	19.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
35	0.60	1.45	2.82	5.49	6.54	10.67	15.75	20.76	25.72	30.64	40.39	50.03	59.60	53.38	43.69	36.62	31.26	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
40	0.69	1.66	3.22	6.27	7.47	12.20	18.00	23.73	29.39	35.02	46.16	57.18	68.12	65.22	53.38	44.74	38.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
45	0.77	1.86	3.63	7.05	8.40	13.72	20.25	26.69	33.07	38.39	51.92	64.33	76.63	77.83	63.70	53.38	12.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					

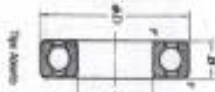
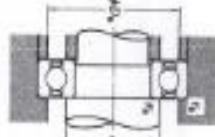
Tipo A

Tipo C

Tipo B

Fuente: Diseño de máquinas de MOTT

RODAMIENTOS DE UNA FILERA DE BOLLAS DE RANURA PROFUNDA
Diámetro exterior 300-600 mm

Dimensiones	Cálculo de carga básica					Peso		Velocidad		Momento		Estrés de Hertz		Límite	
	d	D	B	r	r_1	C	C_0	C_1	C_2	A_0	A_1	A_2	A_3		kgf
280	482	62	46	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
320	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
360	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
400	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
440	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
480	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
520	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
560	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5
600	62	62	4	2.1	129 000	375 000	24 100	80 000	17.1	1 000	1 200	8 878	371	503	13.5

Carga Dinámica Equivalente
 $P = X_1 F_1 + Y_1 F_2$

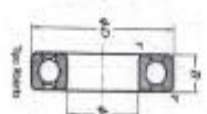
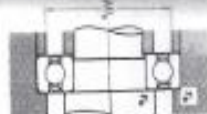
$\frac{F_2}{F_1}$	X_1	Y_1
0.1/1	0.01	1.0
0.2/1	0.02	1.0
0.3/1	0.03	1.0
0.4/1	0.04	1.0
0.5/1	0.05	1.0
0.6/1	0.06	1.0
0.7/1	0.07	1.0
0.8/1	0.08	1.0
0.9/1	0.09	1.0
1.0/1	0.10	1.0

Carga Estática Equivalente
 $F_0 = 0.5 F_1 + 0.5 F_2$

$\frac{F_2}{F_1}$	X_0	Y_0
0.1/1	0.01	1.0
0.2/1	0.02	1.0
0.3/1	0.03	1.0
0.4/1	0.04	1.0
0.5/1	0.05	1.0
0.6/1	0.06	1.0
0.7/1	0.07	1.0
0.8/1	0.08	1.0
0.9/1	0.09	1.0
1.0/1	0.10	1.0

Fuente: NSK

RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLLAS DE BARRERA PROFUNDA
Diámetro interior 360-380 mm

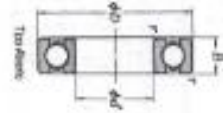
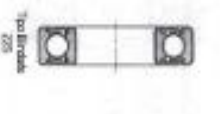
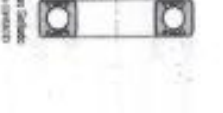



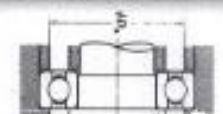

Dimensiones (mm)	Distribución de Longitudes (µm)				Factor	Resistencia (N/mm²)			Resistencia (N/mm²)			Resistencia de Tipo 1 (N/mm²)			Módulo (N/mm²)			
	C ₁₀	C ₅₀	C ₉₀	C ₉₅		Static	Dynamic	Dynamic	Static	Dynamic	Dynamic	Static	Dynamic	Dynamic				
360	320	28	2	1	101 000	148 000	70 300	19 100	17,4	1 000	1 000	880	880	11	34,9	7,2	5	464
400	400	28	2	1	257 000	375 000	181 000	51 000	18,4	1 400	1 400	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
440	440	28	2	1	424 000	615 000	297 000	82 000	19,4	1 600	1 600	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
480	480	28	2	1	624 000	900 000	424 000	117 000	20,4	1 800	1 800	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
520	520	28	2	1	856 000	1 216 000	584 000	161 000	21,4	2 000	2 000	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
560	560	28	2	1	1 120 000	1 568 000	768 000	214 000	22,4	2 200	2 200	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
600	600	28	2	1	1 416 000	2 064 000	992 000	286 000	23,4	2 400	2 400	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
640	640	28	2	1	1 744 000	2 608 000	1 264 000	377 000	24,4	2 600	2 600	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
680	680	28	2	1	2 104 000	3 200 000	1 584 000	488 000	25,4	2 800	2 800	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
720	720	28	2	1	2 496 000	3 744 000	1 952 000	629 000	26,4	3 000	3 000	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
760	760	28	2	1	2 920 000	4 336 000	2 368 000	799 000	27,4	3 200	3 200	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
800	800	28	2	1	3 376 000	4 976 000	2 832 000	999 000	28,4	3 400	3 400	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
840	840	28	2	1	3 864 000	5 664 000	3 344 000	1 229 000	29,4	3 600	3 600	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
880	880	28	2	1	4 384 000	6 400 000	3 904 000	1 489 000	30,4	3 800	3 800	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
920	920	28	2	1	4 936 000	7 184 000	4 512 000	1 779 000	31,4	4 000	4 000	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
960	960	28	2	1	5 520 000	8 016 000	5 168 000	2 099 000	32,4	4 200	4 200	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464
1000	1000	28	2	1	6 136 000	8 900 000	5 872 000	2 449 000	33,4	4 400	4 400	1 000	1 000	11	34,9	7,2	5	464

Nota: El número de bolas depende del tipo de eje. El número de bolas depende del tipo de eje.

Fuente: NSK

RODAMIENTOS DE UNA HILERA DE BOLLAS DE RANURA PROFUNDA
Diámetro interior 175-240 mm

Estructuras (ver 1)	Cálculo de la carga básica				Factor A ₁	Velocidad límite (ver 1)			Módulos de flexión			Dimensiones de tipo y detalles			Masa kg																																																																				
	d	B	B ₁	r		C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	d ₁	L ₁	r ₁		r ₂																																																																			
60	70	19	0.1	11 500	15 500	1 170	1 700	2 200	2 400	2 600	2 800	2 900	3 000	3 100	3 200	3 300	3 400	3 500	3 600	3 700	3 800	3 900	4 000	4 100	4 200	4 300	4 400	4 500	4 600	4 700	4 800	4 900	5 000	5 100	5 200	5 300	5 400	5 500	5 600	5 700	5 800	5 900	6 000	6 100	6 200	6 300	6 400	6 500	6 600	6 700	6 800	6 900	7 000	7 100	7 200	7 300	7 400	7 500	7 600	7 700	7 800	7 900	8 000	8 100	8 200	8 300	8 400	8 500	8 600	8 700	8 800	8 900	9 000	9 100	9 200	9 300	9 400	9 500	9 600	9 700	9 800	9 900	10 000

Nota: 1) Cuando se aplica carga axial, incrementar A₁ y reducir A₂ de acuerdo a los valores indicados.
Dimensiones: Al usar unidades con sus respectivos símbolos, cambiar a SI (ver 1) en los cálculos.

Fuente: NSK

RODAMIENTOS DE LINA HIELETA DE BOLAS DE BARRERA PROFUNDA

Diámetro interior 104-160 mm

Dimensiones (mm)	Distancias de separación (mm)			Distancias de separación (mm)			Distancias de separación (mm)			Distancias de separación (mm)			Distancias de separación (mm)			Distancias de separación (mm)			
	d	D	B	C	C ₁	C ₂	C	C ₁	C ₂	C	C ₁	C ₂	C	C ₁	C ₂	C	C ₁	C ₂	
110	145	16	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
120	155	17	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
130	165	18	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
140	175	19	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
150	185	20	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100
160	195	21	11	20	100	20	200	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100	1	100

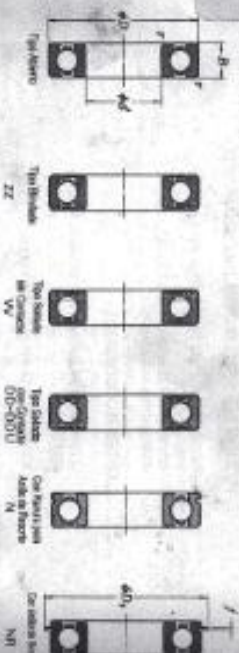
Capacidad Dinámica
F_r = X₁ + Y₁

Carga Dinámica Equivalente	Carga Dinámica Equivalente	
	F _r	F _a
0.112	0.02	0.02
0.125	0.02	0.02
0.141	0.02	0.02
0.158	0.02	0.02
0.177	0.02	0.02
0.197	0.02	0.02
0.219	0.02	0.02
0.243	0.02	0.02
0.269	0.02	0.02
0.297	0.02	0.02
0.327	0.02	0.02
0.359	0.02	0.02
0.393	0.02	0.02
0.429	0.02	0.02
0.467	0.02	0.02
0.507	0.02	0.02
0.549	0.02	0.02
0.593	0.02	0.02
0.640	0.02	0.02
0.689	0.02	0.02
0.741	0.02	0.02
0.795	0.02	0.02
0.852	0.02	0.02
0.911	0.02	0.02
0.973	0.02	0.02
1.037	0.02	0.02
1.104	0.02	0.02
1.174	0.02	0.02
1.247	0.02	0.02
1.323	0.02	0.02
1.402	0.02	0.02
1.484	0.02	0.02
1.569	0.02	0.02
1.657	0.02	0.02
1.748	0.02	0.02
1.842	0.02	0.02
1.939	0.02	0.02
2.040	0.02	0.02
2.144	0.02	0.02
2.252	0.02	0.02
2.363	0.02	0.02
2.478	0.02	0.02
2.596	0.02	0.02
2.718	0.02	0.02
2.843	0.02	0.02
2.972	0.02	0.02
3.104	0.02	0.02
3.240	0.02	0.02
3.379	0.02	0.02
3.522	0.02	0.02
3.668	0.02	0.02
3.818	0.02	0.02
3.971	0.02	0.02
4.128	0.02	0.02
4.288	0.02	0.02
4.451	0.02	0.02
4.617	0.02	0.02
4.786	0.02	0.02
4.958	0.02	0.02
5.133	0.02	0.02
5.311	0.02	0.02
5.492	0.02	0.02
5.676	0.02	0.02
5.863	0.02	0.02
6.053	0.02	0.02
6.246	0.02	0.02
6.442	0.02	0.02
6.641	0.02	0.02
6.843	0.02	0.02
7.048	0.02	0.02
7.255	0.02	0.02
7.465	0.02	0.02
7.678	0.02	0.02
7.893	0.02	0.02
8.111	0.02	0.02
8.332	0.02	0.02
8.555	0.02	0.02
8.781	0.02	0.02
9.010	0.02	0.02
9.241	0.02	0.02
9.475	0.02	0.02
9.711	0.02	0.02
9.950	0.02	0.02
10.191	0.02	0.02
10.435	0.02	0.02
10.681	0.02	0.02
10.930	0.02	0.02
11.181	0.02	0.02
11.434	0.02	0.02
11.689	0.02	0.02
11.946	0.02	0.02
12.205	0.02	0.02
12.466	0.02	0.02
12.729	0.02	0.02
13.094	0.02	0.02
13.461	0.02	0.02
13.830	0.02	0.02
14.201	0.02	0.02
14.574	0.02	0.02
14.949	0.02	0.02
15.326	0.02	0.02
15.705	0.02	0.02
16.086	0.02	0.02
16.469	0.02	0.02
16.854	0.02	0.02
17.241	0.02	0.02
17.630	0.02	0.02
18.021	0.02	0.02
18.414	0.02	0.02
18.809	0.02	0.02
19.206	0.02	0.02
19.605	0.02	0.02
20.006	0.02	0.02
20.409	0.02	0.02
20.814	0.02	0.02
21.221	0.02	0.02
21.630	0.02	0.02
22.041	0.02	0.02
22.454	0.02	0.02
22.869	0.02	0.02
23.286	0.02	0.02
23.705	0.02	0.02
24.126	0.02	0.02
24.549	0.02	0.02
24.974	0.02	0.02
25.401	0.02	0.02
25.830	0.02	0.02
26.261	0.02	0.02
26.694	0.02	0.02
27.129	0.02	0.02
27.566	0.02	0.02
28.005	0.02	0.02
28.446	0.02	0.02
28.889	0.02	0.02
29.334	0.02	0.02
29.781	0.02	0.02
30.230	0.02	0.02
30.681	0.02	0.02
31.134	0.02	0.02
31.589	0.02	0.02
32.046	0.02	0.02
32.505	0.02	0.02
32.966	0.02	0.02
33.429	0.02	0.02
33.894	0.02	0.02
34.361	0.02	0.02
34.830	0.02	0.02
35.301	0.02	0.02
35.774	0.02	0.02
36.249	0.02	0.02
36.726	0.02	0.02
37.205	0.02	0.02
37.686	0.02	0.02
38.169	0.02	0.02
38.654	0.02	0.02
39.141	0.02	0.02
39.630	0.02	0.02
40.121	0.02	0.02
40.614	0.02	0.02
41.109	0.02	0.02
41.606	0.02	0.02
42.105	0.02	0.02
42.606	0.02	0.02
43.109	0.02	0.02
43.614	0.02	0.02
44.121	0.02	0.02
44.630	0.02	0.02
45.141	0.02	0.02
45.654	0.02	0.02
46.169	0.02	0.02
46.686	0.02	0.02
47.205	0.02	0.02
47.726	0.02	0.02
48.249	0.02	0.02
48.774	0.02	0.02
49.301	0.02	0.02
49.830	0.02	0.02
50.361	0.02	0.02
50.894	0.02	0.02
51.429	0.02	0.02
51.966	0.02	0.02
52.505	0.02	0.02
53.046	0.02	0.02
53.589	0.02	0.02
54.134	0.02	0.02
54.681	0.02	0.02
55.230	0.02	0.02
55.781	0.02	0.02
56.334	0.02	0.02
56.889	0.02	0.02
57.446	0.02	0.02
58.005	0.02	0.02
58.566	0.02	0.02
59.129	0.02	0.02
59.694	0.02	0.02
60.261	0.02	0.02
60.830	0.02	0.02
61.401	0.02	0.02
61.974	0.02	0.02
62.549	0.02	0.02
63.126	0.02	0.02
63.705	0.02	0.02
64.286	0.02	0.02
64.869	0.02	0.02
65.454	0.02	0.02
66.041	0.02	0.02
66.630	0.02	0.02
67.221	0.02	0.02
67.814	0.02	0.02
68.409	0.02	0.02
69.006	0.02	0.02
69.605	0.02	0.02
70.206	0.02	0.02
70.809	0.02	0.02
71.414	0.02	0.02
72.021	0.02	0.02
72.630	0.02	0.02
73.241	0.02	0.02
73.854	0.02	0.02
74.469	0.02	0.02
75.086	0.02	0.02
75.705	0.02	0.02
76.326	0.02	0.02
76.949	0.02	0.02
77.574	0.02	0.02
78.201	0.02	0.02
78.830	0.02	0.02
79.461	0.02	0.02
80.094	0.02	0.02
80.729	0.02	0.02
81.366	0.02	0.02
82.005	0.02	0.02
82.646	0.02	0.02
83.289	0.02	0.02
83.934	0.02	0.02
84.581	0.02	0.02
85.230	0.02	0.02
85.881	0.02	0.02
86.534	0.02	0.02
87.189	0.02	0.02
87.846	0.02	0.02
88.505	0.02	0.02
89.166	0.02	0.02
89.829	0.02	0.02
90.494	0.02	0.02
91.161	0.02	0.02
91.830	0.02	0.02
92.501	0.02	0.02
93.174	0.02	0.02
93.849	0.02	0.02
94.526	0.02	0.02
95.205	0.02	0.02
95.886	0.02	0.02
96.569	0.02	0.02
97.254	0.02	0.02
97.941	0.02	0.02
98.630	0.02	0.02
99.321	0.02	0.02
100.014	0.02	0.02

Dimensiones de la Serie 1

Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1	Dimensiones de la Serie 1
d	D	B	D ₁	d ₁	D ₂	d ₂	D ₃	d ₃	D ₄
110	145	16	110	110	145	110	145	110	145
120	155	17	120	120	155	120	155	120	155
130	165	18	130	130	165	130	165	130	165
140	175	19	140	140	175	140	175		

Modelo estándar 10-22 mm



Dimensiones mm	Capacidad de carga básica				Factor	Velocidad límite (min)		Módulo de flexión	Módulo de torsión	Módulo de vibración
	C ₁₀	C ₉₀	C ₅₀	C ₁₀		3000	6000			
10	1.700	1.150	1.110	85	14,4	37.000	31.000	31.000	31.000	31.000
12	2.450	1.650	1.560	120	12,4	52.000	43.000	43.000	43.000	43.000
15	3.500	2.400	2.250	170	11,4	75.000	62.000	62.000	62.000	62.000
17	4.500	3.100	2.900	230	10,4	100.000	83.000	83.000	83.000	83.000
20	6.000	4.100	3.850	320	9,4	140.000	115.000	115.000	115.000	115.000
22	7.500	5.100	4.800	430	8,4	190.000	155.000	155.000	155.000	155.000
25	10.000	6.700	6.300	580	7,4	260.000	210.000	210.000	210.000	210.000
28	13.000	8.700	8.200	780	6,4	350.000	280.000	280.000	280.000	280.000
30	15.000	10.000	9.400	900	5,4	400.000	330.000	330.000	330.000	330.000
32	17.000	11.500	10.800	1050	4,4	460.000	380.000	380.000	380.000	380.000
35	20.000	13.500	12.700	1300	3,4	540.000	450.000	450.000	450.000	450.000
38	23.000	15.500	14.500	1500	2,4	630.000	530.000	530.000	530.000	530.000
40	26.000	17.500	16.400	1700	1,4	730.000	620.000	620.000	620.000	620.000
45	33.000	22.000	20.800	2200	0,8	900.000	750.000	750.000	750.000	750.000
50	40.000	27.000	25.600	2800	0,4	1.100.000	900.000	900.000	900.000	900.000
55	48.000	32.000	30.400	3500	0,2	1.300.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000	1.050.000
60	56.000	37.000	35.200	4300	0,1	1.500.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
65	65.000	43.000	40.800	5200	0,05	1.700.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000	1.350.000
70	75.000	50.000	47.600	6200	0,02	1.900.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
75	86.000	58.000	55.400	7300	0,01	2.100.000	1.650.000	1.650.000	1.650.000	1.650.000
80	98.000	67.000	64.200	8500	0,005	2.300.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
85	110.000	77.000	73.000	9800	0,002	2.500.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000	1.950.000
90	123.000	88.000	81.800	11200	0,001	2.700.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000
95	137.000	100.000	93.600	12700	0,0005	2.900.000	2.250.000	2.250.000	2.250.000	2.250.000
100	152.000	113.000	106.400	14300	0,0002	3.100.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000

Dimensiones mm	Dimensiones de la ranura (1)				D ₁ mm	D ₂ mm	Dimensiones de Top Flank				Módulo
	d	r	r ₁	r ₂			r ₁	r ₂	r ₃	r ₄	
10	1,20	0,20	0,10	0,10	10,0	10,0	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
12	1,50	0,25	0,12	0,12	12,0	12,0	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
15	1,80	0,30	0,15	0,15	15,0	15,0	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
17	2,00	0,35	0,17	0,17	17,0	17,0	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
20	2,40	0,40	0,20	0,20	20,0	20,0	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
22	2,60	0,45	0,22	0,22	22,0	22,0	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
25	3,00	0,50	0,25	0,25	25,0	25,0	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
28	3,40	0,55	0,28	0,28	28,0	28,0	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
30	3,60	0,60	0,30	0,30	30,0	30,0	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
32	3,80	0,65	0,32	0,32	32,0	32,0	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
35	4,20	0,70	0,35	0,35	35,0	35,0	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
38	4,60	0,75	0,38	0,38	38,0	38,0	0,38	0,38	0,38	0,38	0,38
40	4,80	0,80	0,40	0,40	40,0	40,0	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
45	5,60	0,90	0,45	0,45	45,0	45,0	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
50	6,40	1,00	0,50	0,50	50,0	50,0	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
55	7,20	1,10	0,55	0,55	55,0	55,0	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
60	8,00	1,20	0,60	0,60	60,0	60,0	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
65	9,00	1,30	0,65	0,65	65,0	65,0	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
70	10,00	1,40	0,70	0,70	70,0	70,0	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
75	11,00	1,50	0,75	0,75	75,0	75,0	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
80	12,00	1,60	0,80	0,80	80,0	80,0	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
85	13,00	1,70	0,85	0,85	85,0	85,0	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
90	14,00	1,80	0,90	0,90	90,0	90,0	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
95	15,00	1,90	0,95	0,95	95,0	95,0	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
100	16,00	2,00	1,00	1,00	100,0	100,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Capacidad dinámica	Capacidad estática		Módulo de flexión	Módulo de torsión	Módulo de vibración
	C ₁₀	C ₀₁₀			
1.177	1.177	1.177	31.000	31.000	31.000
1.650	1.650	1.650	43.000	43.000	43.000
2.400	2.400	2.400	62.000	62.000	62.000
3.100	3.100	3.100	83.000	83.000	83.000
4.100	4.100	4.100	115.000	115.000	115.000
5.100	5.100	5.100	155.000	155.000	155.000
6.700	6.700	6.700	210.000	210.000	210.000
8.700	8.700	8.700	280.000	280.000	280.000
10.000	10.000	10.000	330.000	330.000	330.000
11.500	11.500	11.500	380.000	380.000	380.000
13.500	13.500	13.500	450.000	450.000	450.000
15.500	15.500	15.500	530.000	530.000	530.000
17.500	17.500	17.500	620.000	620.000	620.000
20.000	20.000	20.000	730.000	730.000	730.000
22.000	22.000	22.000	850.000	850.000	850.000
25.000	25.000	25.000	980.000	980.000	980.000
27.000	27.000	27.000	1.100.000	1.100.000	1.100.000
30.000	30.000	30.000	1.200.000	1.200.000	1.200.000
33.000	33.000	33.000	1.300.000	1.300.000	1.300.000
37.000	37.000	37.000	1.400.000	1.400.000	1.400.000
40.000	40.000	40.000	1.500.000	1.500.000	1.500.000
43.000	43.000	43.000	1.600.000	1.600.000	1.600.000
47.000	47.000	47.000	1.700.000	1.700.000	1.700.000
50.000	50.000	50.000	1.800.000	1.800.000	1.800.000
55.000	55.000	55.000	1.900.000	1.900.000	1.900.000
60.000	60.000	60.000	2.000.000	2.000.000	2.000.000
65.000	65.000	65.000	2.100.000	2.100.000	2.100.000
70.000	70.000	70.000	2.200.000	2.200.000	2.200.000
75.000	75.000	75.000	2.300.000	2.300.000	2.300.000
80.000	80.000	80.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000
85.000	85.000	85.000	2.500.000	2.500.000	2.500.000
90.000	90.000	90.000	2.600.000	2.600.000	2.600.000
95.000	95.000	95.000	2.700.000	2.700.000	2.700.000
100.000	100.000	100.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000

Nota 1: Para las series de la ranura, consulte el catálogo NSK. Nota 2: Consulte el catálogo NSK para obtener los valores de C₁₀, C₀₁₀, M₁₀, M₀₁₀, M₁₀₀, M₀₁₀₀.

Dimensiones: 1. La serie de la ranura 7 sustituye la serie estándar. Consulte el catálogo NSK. 2. Módulo de vibración con un factor de corrección de 0,8. Consulte el catálogo NSK para obtener los valores de M₁₀, M₀₁₀, M₁₀₀, M₀₁₀₀.

Capacidad dinámica: C₁₀ = 10⁶ N, C₀₁₀ = 10⁶ N, M₁₀ = 10⁶ mm³, M₀₁₀ = 10⁶ mm³, M₁₀₀ = 10⁶ mm³, M₀₁₀₀ = 10⁶ mm³.

Fuente: NSK

ANEXO D	Presupuesto de la implementación	1 de 1
---------	----------------------------------	--------

**Cotización y presupuesto aplicado
en la automatización de la
maquina selladora y cortadora de
fundas plásticas**



INGENIERIA MECATRONICA

Automatización y Optimización
de Procesos Industriales
RUC.: 1705900833001

Gatazo y Sua S9-15, Telfs: 3103027/ 0984152186
Email: luis.chicaiza@techdesign.com.ec

SIEMENS
SOLID EDGE
VELOCITY SERIES

**Cotización # 5278****CLIENTE:****Luis Alban****FECHA:** 27 de Enero de 2015**Teléfono:****Cel:****Email:****Lugar de entrega:** OFICINAS QUITO

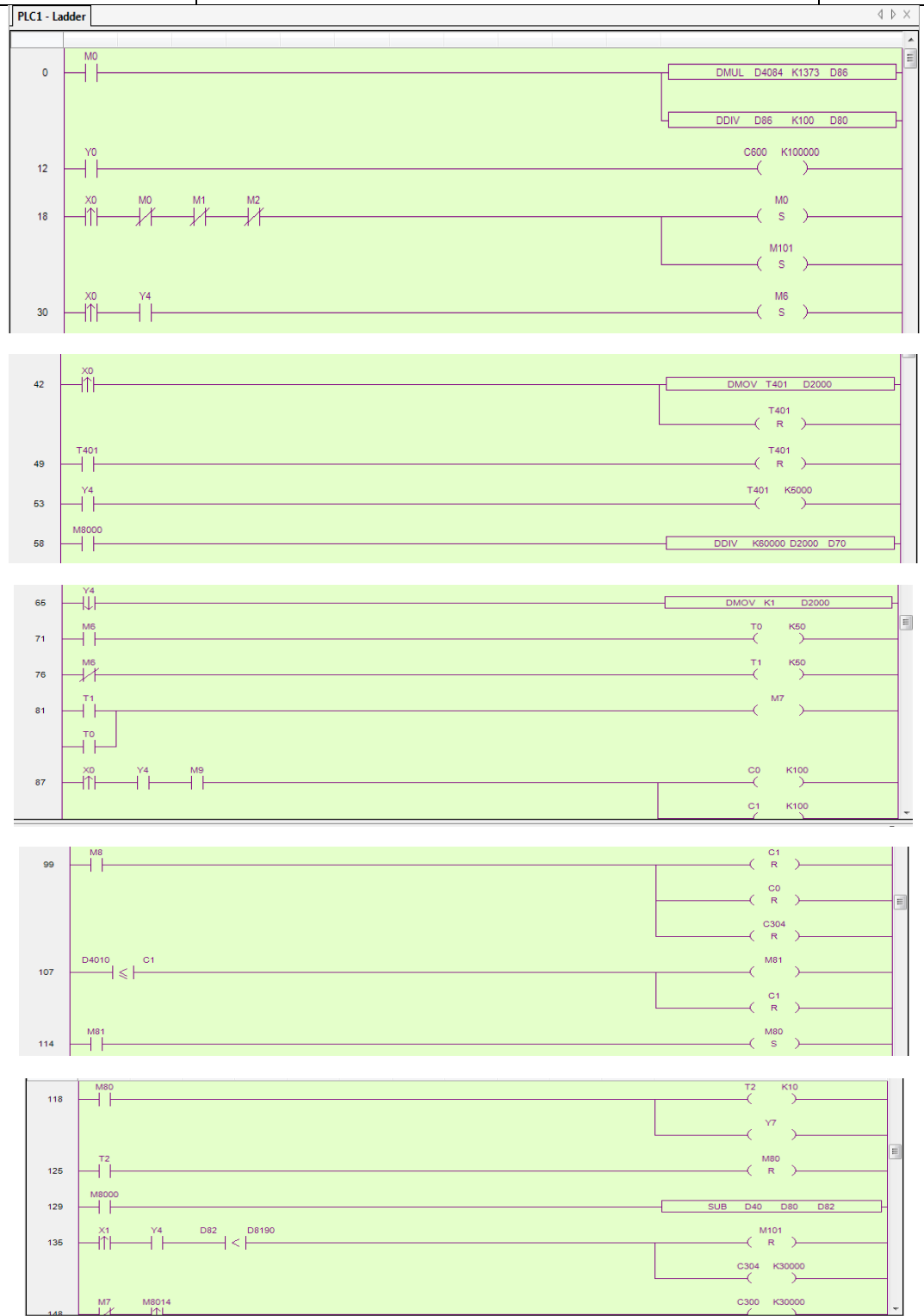
Item	Descripción	Cant.	P. U.	dcto.	Total
1	relé de estado solido, 40 A, VIN: 4-32VDC, VOUT 220V HANYOUNG	1	35,00	17%	29,05
2	MTS DE cable flexible 16	100	0,29	16%	24,36
3	PAQ terminal "u" Camco #16-14 azul vf2-4y (100u)	1	6,00	17%	4,98
4	PAQ terminal pin camco # 16-14 pin 2 (100u)	1	10,00	17%	8,30
5	PAQ terminal "u" camco# 12-10 amarillo (100u)	1	11,00	17%	9,13
6	PAQ terminal pin camco # 12-10 amarillo pin (100u)	1	13,00	17%	10,79
7	PAQ marcador dexson AR1R,S,T,U,V,W (100 C/U)	6	2,00	17%	9,96
8	PAQ marcador dexson AR2 #0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 (100u)	10	2,50	17%	20,75
9	PAQ AMARRAS DEXSON 15 cm NEGRO (100u)	1	3,00	17%	2,49
10	pulsadores rojos 1NC Schneider electric	3	12,00	18%	29,52
11	pulsantes verdes 1NA Schneider electric	3	12,00	18%	29,52
12	PULSADOR DE EMERGENCIA SCHNEIDER	3	28,00	18%	68,88
13	SELECTOR 2 POSICIONES NA	5	17,00	18%	69,70
14	Ventilador con filtro 230 v. 124x 124 mm.	2	29,00	17%	48,14
15	borneras tierra 4 mm 12A02WG 37171	6	2,60	17%	12,95
16	borneras 2.5 mm 12AWG 37160	45	1,20	17%	44,82
17	MTS DE cable flexible #12	200	0,63	16%	105,84
18	Supervisor completo 3F 220v. Modelo 3UG siemens RIEL DIN	1	116,00	16%	97,44
19	mts de cable sucre 4x14	100	2,02	16%	169,68
20	variador altivar 312 1,5HP que voltaje 220	2	444,00	18%	728,16
21	variador ATV 312 5HP de 220v AC	1	893,00	18%	732,26
22	variador ATV 312 2HP de 220v AC	1	527,00	18%	432,14
23	breaker schneider electric DOMAE 3p-10 A	1	19,00	18%	15,58
24	breaker DOMAE 3P 16A	1	19,00	18%	15,58
25	breaker DOMAE 2P 32A	1	13,00	18%	10,66
26	breaker DOMAE 3P 20A SHE	1	19,00	18%	15,58
27	Relés de 24v. DC 2NA+2NC	5	9,00	18%	36,90
28	relés base P/RELE 8TSchneider	5	7,00	18%	28,70
29	Contacto 18A. ASC3 Tesys Schneider BOB 220V LC1-D18	1	52,00	18%	42,64
30	relé térmico 12-18 A. esys Schneider	1	51,00	18%	41,82
31	servomotor +SERVODRIVE 3,5KW - 22Nm TRIFASICO 220, 1500RPM INCLUYE CABLE DE POTENCIA + CABLE DE CONTROL	1	4700,00	25%	3.525,00
32	PLC XC3-24RT, 14IN-10OUT XINJE	1	325,00	18%	266,50

Fuente: Tech Desing

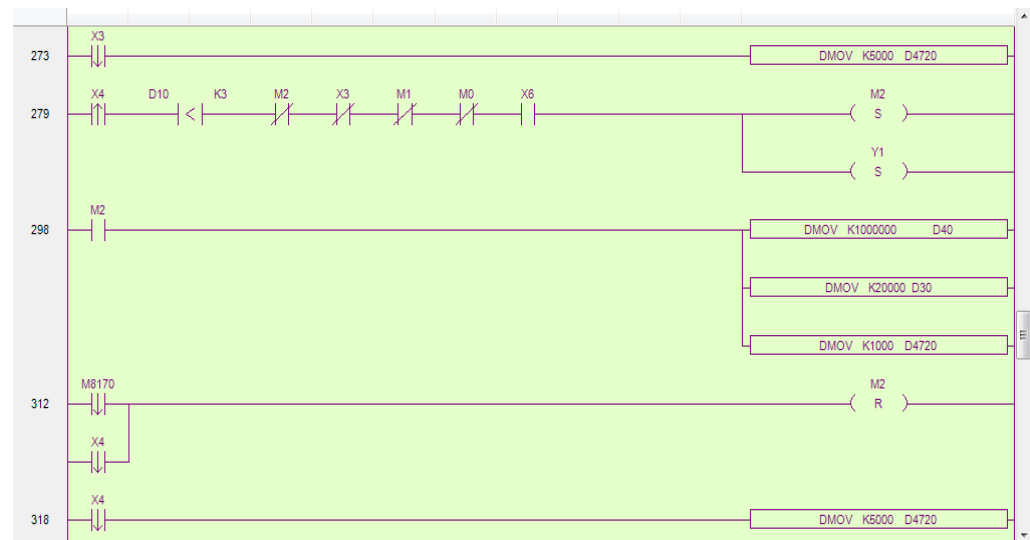
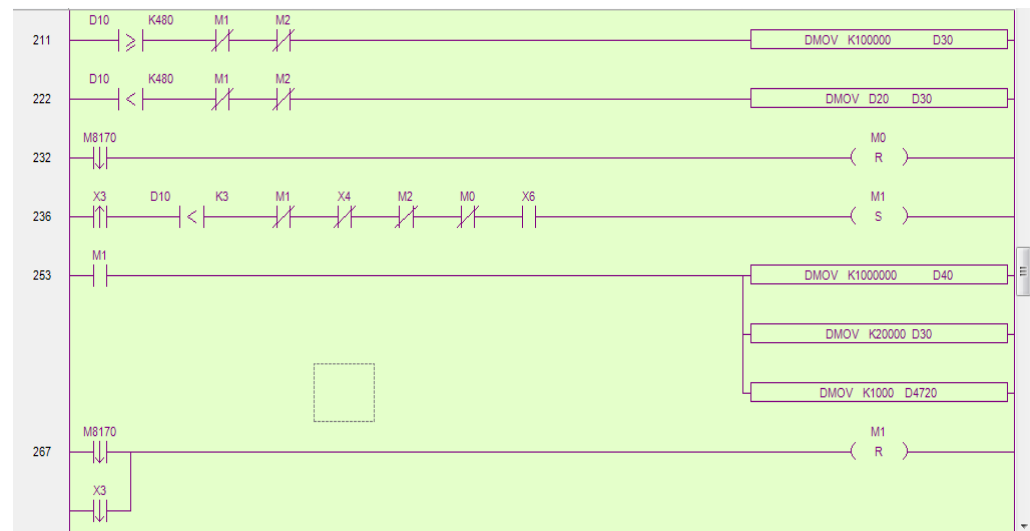
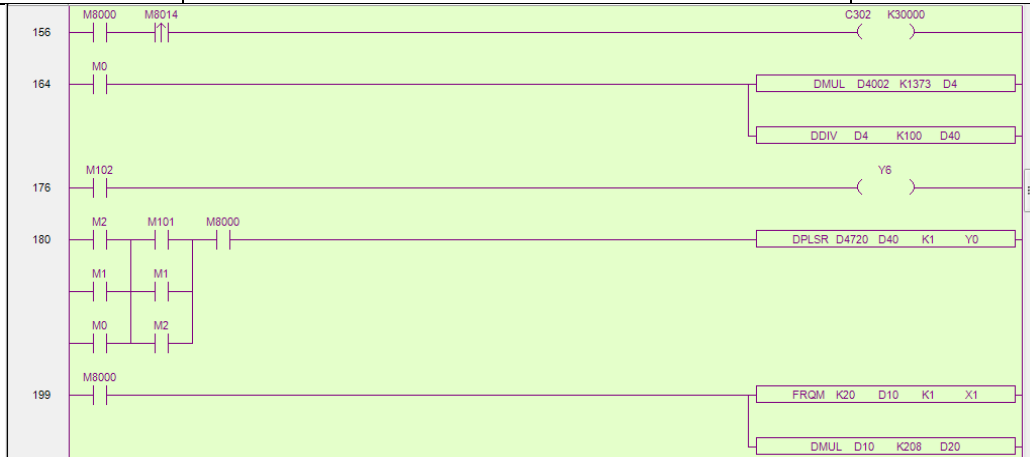
Item	Descripción	Cant.	P. U.	defo.	Total
1	PAQ terminal "u" Camco #16-14 azul vf2-4y (100u)	1	6.00	15%	5.10
2	PAQ terminal pin camco # 16-14 pin 2 (100u)	1	10.00	15%	8.50
3	PAQ terminal "u" camco# 12-10 amarillo (100u)	1	11.00	15%	9.35
4	PAQ terminal pin camco # 12-10 amarillo pin (100u)	1	13.00	15%	11.05
5	PAQ marcador dexson AR1R,S,T,U,V,W (100 C/U)	6	2.00	15%	10.20
6	PAQ marcador dexson AR2 #0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 (100u)	10	2.50	15%	21.25
7	PAQ AMARRAS DEXSON 15 cm NEGRO (100u)	1	4.00	15%	3.40
8	Ventilador con filtro 230 v. 124x 124 mm.	2	29.00	15%	49.30
9	breaker schneider electric DOMAE 3p-10 A	1	24.00	15%	20.40
10	breaker DOMAE 3P 16A	1	24.00	15%	20.40
11	breaker DOMAE 2P 32A	1	17.00	15%	14.45
12	breaker DOMAE 3P 20A SHE	1	24.00	15%	20.40
13	Relés de 24v. DC 2NA+2NC SCHNEIDER	5	11.00	15%	46.75
14	relés base P/RELE SCHNEIDER	5	8.00	15%	34.00
15	Contactador 32A. ASC3 Tesys Schneider BOB 220V LC1-D32	1	115.00	15%	97.75
16	relé térmico 23-32 A. esys Schneider	1	93.00	15%	79.05
17	FUENTE LOGO 2.5 A, 24VDC SIEMENS	1	125.00	15%	106.25
18	borneras tierra 4 mm 12A02WG 37171	6	4.50	15%	22.95
1	PAQ terminal "u" Camco #16-14 azul vf2-4y (PAQUETE DE 100)	1	5.45	15%	4.63
2	PAQ terminal pin Camco # 16-14 pin 2 (PAQUETE DE 100)	1	8.30	15%	7.06
3	PAQ terminal "u" Camco# 12-10 amarillo (PAQUETE DE 100)	1	8.82	15%	7.50
4	PAQ terminal pin Camco # 12-10 amarillo pin (PAQUETE DE 100)	1	11.88	15%	10.10
5	PAQ marcador dexson AR1 R,S,T,U,V,W (PAQUETE)	6		15%	-
6	PAQ marcador dexson AR2 #0,1,2,3,4,5,6,7,8,9 (PAQUETE)	10		15%	-
7	PAQ AMARRAS DEXSON 15 cm NEGRO	1	2.70	15%	2.30
8	Ventilador con filtro 230 v. 124x 124 mm	1	23.85	15%	20.27
9	breaker DOMAE 3p-10 A	1	20.83	15%	17.71
10	breaker DOMAE 3P 16 A	1	20.83	15%	17.71
11	breaker DOMAE 2P 32	1	13.57	15%	11.53
12	breaker DOMAE 3P 20 A	1	20.83	15%	17.71
13	Relés de 24v. DC 2NA+2NC 8 PINES CAMSCO	5	3.60	15%	15.30
14	relés base P/RELE 8 PINES CAMSCO	5	2.60	15%	11.05

Fuente: Tech Desing

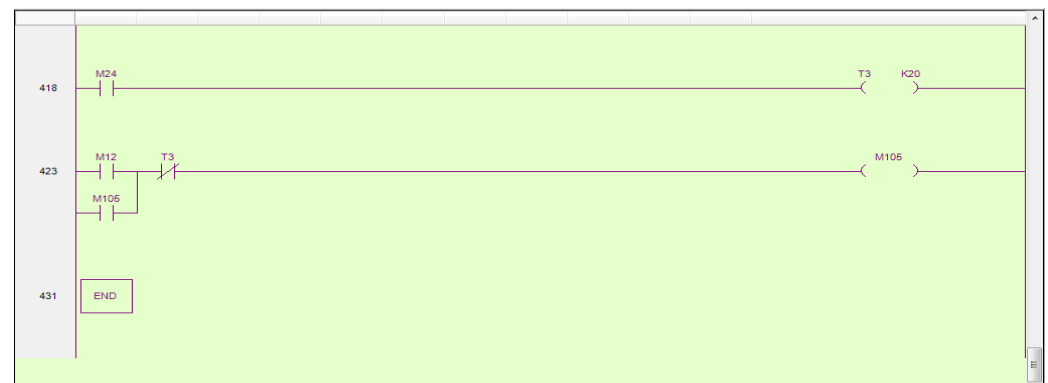
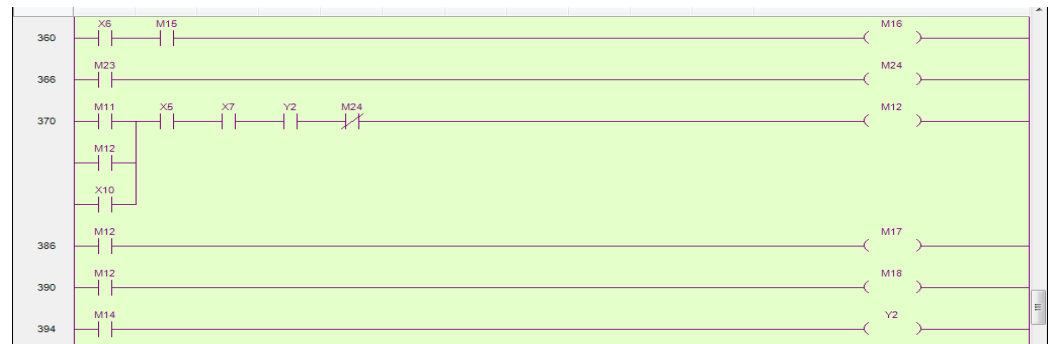
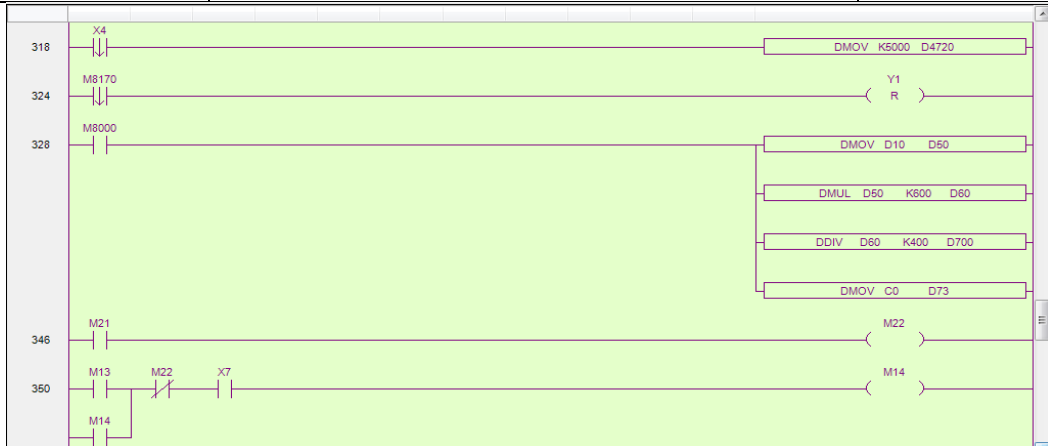
**PROGRAMACIÓN DEL PLC
XINJE Y PANEL OPERADOR
OP200**



Elaborado por: Los postulantes



Elaborado por: Los postulantes



Elaborado por: Los postulantes

Página de inicio

Screen	Description
1	GENERAL
2	PRINCIPAL
3	ENTRADAS
4	SALIDAS
6	Contador
8	Opciones
9	ENTRADAS/SALIDAS
10	Mandos
11	Mando Manual
12	Mando Auto
13	Longitud Fund
14	BANDAS

Opciones : F1 : Mandos : F4
 Long Fun : F2 : Principal : F5
 Contador : F3 : Entrad/Salid : F6

Screen Attribute
 Description: GENERAL
 Previous Screen No.: 0
 Next Screen No.: 2

Página principal

Screen	Description
1	GENERAL
2	PRINCIPAL
3	ENTRADAS
4	SALIDAS
6	Contador
8	Opciones
9	ENTRADAS/SALIDAS
10	Mandos
11	Mando Manual
12	Mando Auto
13	Longitud Fund
14	BANDAS

Fundas: 0000 Total: 000000
 Velocid maquina: 123 [rpm]
 Velocid servo: 12345 [mm/m] Atras
 Fin Ciclo : F8 : Contador : F2 ESC

Screen Attribute
 Description: PRINCIPAL
 Previous Screen No.: 1
 Next Screen No.: 3

Contador

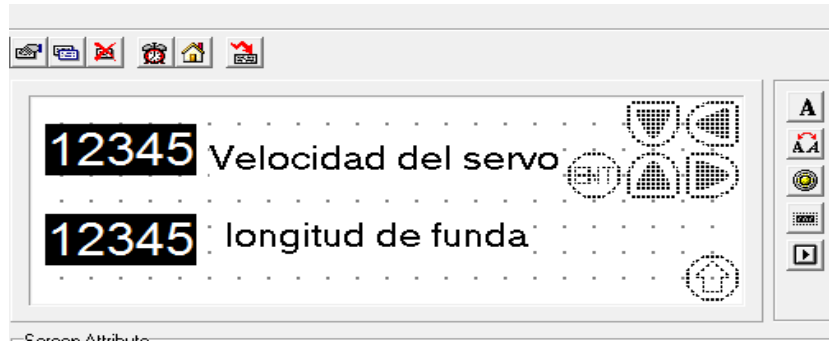
Screen	Description
1	GENERAL
2	PRINCIPAL
3	ENTRADAS
4	SALIDAS
6	Contador
8	Opciones
9	ENTRADAS/SALIDAS
10	Mandos
11	Mando Manual
12	Mando Auto
13	Longitud Fund
14	BANDAS

Fundas: 00000 : Set conteo: 1234
 Tacas: 00000
 RESETEO : CLR : ESC

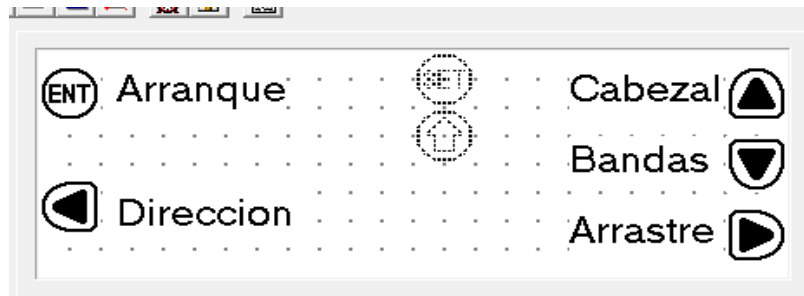
Screen Attribute
 Description: Contador
 Previous Screen No.: 5
 Next Screen No.: 7

Elaborado por: Los postulantes

Parámetros de la funda



Control manual de los motores



Control del Servo-Driver



Elaborado por: Los postulantes

MANUAL DEL USUARIO

ÁLBUM FOTOGRAFICO



Desmontaje de la máquina



Desmontaje de partes del sistema



Desmontaje del cabezal



Montaje de la máquina



Colocación de los pistones



Colocación del eje principal



Pulido de la máquina



Máquina terminada

**PLANOS MECÁNICOS DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE UNA
SELLADORA Y CORTADORA
DE FUNDAS**

**PLANOS ELÉCTRICOS DE LA
AUTOMATIZACIÓN DE UNA
SELLADORA Y CORTADORA
DE FUNDAS**