



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE  
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA  
EL DOBLADO Y EMBOLSADO DE PRENDAS TEXTILES  
PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE  
LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”**

**YANCHAPANTA TOAZA EDWIN MANUEL**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR  
2015**

**ESPOCH**

Facultad de Mecánica

---

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS**

---

2013-12-23

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

**EDWIN MANUEL YANCHAPANTA TOAZA**

Titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL DOBLADO Y  
EMBOLSADO DE PRENDAS TEXTILES PARA EL LABORATORIO DE  
AUTOMATIZACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

---

Ing. Marco Santillán Gallegos  
**DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA**

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

---

Ing. Jhonny Orozco Ramos  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. Elvis Enrique Argüello  
**ASESOR DE TESIS**

---

## CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

---

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** EDWIN MANUEL YANCHAPANTA TOAZA

**TÍTULO DE LA TESIS:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL DOBLADO Y EMBOLSADO DE PRENDAS TEXTILES PARA EL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL”

**Fecha de Examinación:** 2015-04-28

**RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:**

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Carlos Santillán Mariño <b>PRESIDENTE TRIB. DEFENSA</b>			
Ing. Jhonny Orozco <b>DIRECTOR DE TESIS</b>			
Ing. Elvis Argüello <b>ASESOR</b>			

\* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

**RECOMENDACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

---

Ing. Carlos Santillán Mariño  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Edwin Manuel Yanchapanta Toaza

## **DEDICATORIA**

A Dios, por brindarme fuerza y fe en el día a día, a mis padres Víctor Yanchapanta y Dina Toaza quienes con su inmenso esfuerzo y humildad supieron guiar mi camino para poder obtener esta gran anhelada profesión.

A mis hermanos Jhon, Cristian, Fabricio quienes supieron motivarme y brindarme todo su apoyo para que siga adelante y a mi sobrino Bryan (+) quien fue y será mi motor de arranque a quien más quiero.

**Edwin Manuel Yanchapanta Toaza**

## **AGRADECIMIENTO**

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Industrial, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Y en especial para mi familia, amigos, compañeros y personas que nos apoyaron de una u otra manera para culminar con éxito una etapa de nuestras vidas.

**Edwin Manuel Yanchapanta Toaza**

## CONTENIDO

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 <i>Objetivo general.</i> ....	3
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	3
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 <i>Marco teórico</i> .....	4
2.1.1 <i>Industria textil</i> .....	4
2.1.2 <i>Que es la automatización.</i> .....	5
2.1.3 <i>Causas e inicios de la automatización</i> .....	5
2.1.4 <i>Ventajas y desventajas de la automatización para el ser humano</i> .....	5
2.1.5 <i>Control automático.</i> .....	6
2.1.6 <i>Sistemas automatizados.</i> .....	7
2.1.7 <i>LOGO.</i> .....	7
2.2 Términos y definiciones relacionadas con el tema.....	9
2.2.1 <i>Variables de Estado.</i> .....	9
2.2.2 <i>Perturbación.</i> .....	9
2.2.3 <i>Máquinas automáticas.</i> .....	9
2.2.4 <i>Actuadores</i> .....	9
2.2.5 <i>Exactitud</i> .....	9
2.2.6 <i>Acrílico</i> .....	9
2.3 Componentes individuales del sistema de control neumático .....	10
2.3.1 <i>Filtro de aire comprimido.</i> .....	10
2.3.2 <i>Regulador de presión.</i> .....	10
2.3.3 <i>Cilindros neumático.</i> .....	10
2.3.4 <i>Cilindros de doble efecto y simple efecto.</i> .....	12
2.3.5 <i>Válvula reguladora de caudal</i> .....	14
2.3.6 <i>Electroválvula</i> .....	15
2.3.7 <i>Generador de vacío</i> .....	16
2.3.8 <i>Ventosas</i> .....	16
<b>3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO PARA EL DOBLADO Y EMBOLSADO DE PRENDAS TEXTILES PARA ELLABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</b>	
3.1 Descripción.....	18
3.2 Definición del Problema.....	18
3.2.1 <i>Determinación de características</i> .....	18
3.2.2 <i>Determinación de las funciones.</i> .....	19
3.3 Diseño conceptual.....	19
3.3.1 <i>Comparación por pares.</i> .....	19
3.3.2 <i>Alternativas de solución</i> .....	20
3.3.3 <i>Alternativa 1</i> .....	20

3.3.4	<i>Alternativa 2</i> .....	21
3.4	Diseño preliminar. ....	21
3.4.1	<i>Dimensión promedio de prenda a doblar</i> .....	22
3.4.2	<i>Dimensionamiento</i> .....	22
3.4.3	<i>Descripción del proceso del doblado y embolsado de prendas textiles</i> .....	23
3.4.4	<i>Diseño del diagrama electroneumático</i> .....	25
3.5	Análisis estático.....	28
3.5.1	<i>Estudio estático</i> .....	29
3.6	Selección de elementos para construcción del prototipo.....	30
3.6.1	<i>Diseño de la carcasa</i> .....	30
3.6.2	<i>Selección de Ventosas</i> .....	30
3.6.3	<i>Determinación de la presión de trabajo</i> .....	30
3.6.4	<i>Selección de generador de vacío</i> .....	35
3.6.5	<i>Selección de cilindros neumáticos</i> .....	36
3.6.6	<i>Cálculo cilindro de doble efecto</i> .....	37
3.6.7	<i>Selección de válvulas</i> .....	54
3.7	Selección del logo (modulo lógico de funciones). ....	57
3.7.1	<i>Criterios de selección</i> .....	57
3.7.2	<i>Selección de accesorios</i> .....	58
3.8	Construcción del prototipo. ....	64
3.8.1	<i>Construcción del dispositivo para que descienda la prenda</i> .....	64
3.8.2	<i>Construcción del dispositivo para doblado lateral</i> .....	65
3.8.3	<i>Construcción del dispositivo para doblado frontal</i> .....	65
3.8.4	<i>Construcción del dispositivo para abrir la bolsa</i> .....	65
3.8.5	<i>Prototipo construido</i> .....	66
3.9	Programación del LOGO.....	68
3.10	<i>Pruebas del prototipo</i> .....	69
<b>4</b>	<b>MANUAL DE OPERACIÓN, DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO</b>	
4.1	Interfaz ordenador-LOGO .....	70
4.2	Manual de operación .....	73
4.2.1	<i>Indicaciones para su utilización</i> .....	73
4.2.2	<i>Asignación de entradas y salidas</i> .....	75
4.2.3	<i>Descripción y funcionamiento</i> .....	75
4.3	Check list del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles.....	76
4.4	Plan de mantenimiento. ....	77
4.4.1	<i>Mantenimiento</i> .....	77
4.4.2	<i>Justificación</i> .....	77
4.4.3	<i>Objetivos</i> .....	77
4.4.4	<i>Introducción</i> .....	77
4.4.5	<i>Partes del prototipo de embolsado y embolsado de prendas textiles</i> .....	78
4.4.6	<i>Mantenimiento a realizaren en el prototipo</i> .....	78
4.5	Guía práctica de aplicación.....	83
<b>5.</b>	<b>COSTOS</b>	
5.1	Costos directos.....	84
5.2	Costos indirectos.....	86



<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	
6.1	Conclusiones.....	87
6.2	Recomendaciones .....	87

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

**PLANOS**

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Datos técnicos del acrílico. ....	10
2. Características de válvula reguladora de caudal. ....	14
3. Características de electroválvulas. ....	15
4. Características de generador de vacío. ....	16
5. Conceptualización del diseño. ....	19
6. Comparación por pares ....	20
7. Dimensión promedio de prendas a doblar. ....	22
8. Cuadro estadístico. ....	23
9. Selección del tipo de ventosas. ....	31
10. Selección de ventosas ....	33
11. Capacidad de aspiración. ....	35
12. Características generador de vacío. ....	36
13. Selección de cilindros ....	39
14. Selección de cilindros ....	44
15. Selección de cilindros ....	48
16. Selección de cilindros ....	52
17. Características electroválvulas ....	55
18. Características de filtro regulador ....	57
19. Entradas y salidas ....	58
20. Características del LOGO ....	58
21. Características manguera utilizada. ....	59
22. Válvula reguladora de caudal. ....	59
23. Características Horquilla utilizada ....	62
24. Características Horquilla utilizada ....	63
25. Características silenciador para comprimido de aire. ....	63
26. Asignación de entradas y salidas. ....	75
27. Mantenimiento filtro regulador ....	78
28. Mantenimiento cilindro doble efecto ....	79
29. Frecuencia de inspección de ventosa ....	79
30. Inspección de electroválvulas. ....	80
31. Inspección de barras de aluminio. ....	81
32. Mantenimiento elementos de acrílico. ....	81
33. Mantenimiento controlador lógico de funciones (LOGO) ....	82
34. Costos mecánicos ....	84
35. Costos de transporte “material” ....	84
36. Costos de maquinado ....	84
37. Costos eléctricos y electrónicos ....	85
38. Costos neumáticos. ....	85
39. Costos totales ....	85
40. Costos indirectos ....	86
41. Costos totales ....	86

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
1. Componentes y grupos esenciales de un sistema de control neumático.....	11
2. Cilindro de doble efecto.....	12
3. Válvula reguladora de caudal .....	14
4. Electroválvulas.....	15
5. Formas y tamaños de ventosas.....	17
6. Alternativa 1 .....	20
7. Alternativa 2 .....	21
8. Ponderación de la mejor alternativa.....	21
9. Medidas antropométricas (medidas del cuerpo) .....	22
10. Diagrama de movimientos de los cilindros.....	24
11. Diagrama electroneumático .....	25
12. Superficie de apoyo. ....	26
13. Diagrama de dimensiones.....	27
14. Estructura del prototipo .....	27
15. Vista superior.....	27
16. Dobladora lateral.....	28
17. Plancha base de acrílico.....	28
18. Estudio estático.....	29
19. FDS mínimo.....	29
20. Curva de Vacío $P_u$ en función de la presión de funcionamiento $P_1$ .....	30
21. Equilibrio de fuerzas.....	32
22. Equilibrio de fuerzas.....	34
23. Generador de vacío AIRBEST seleccionado.....	35
24. Cilindro de doble efecto.....	36
25. Cilindro y aleta.....	36
26. Cilindro de doble efecto a seleccionar .....	40
27. Cilindro de doble efecto seleccionado.....	40
28. Cilindro y aleta.....	42
29. Cilindro de doble efecto a seleccionar .....	44
30. Cilindro de doble efecto seleccionado.....	45
31. Cilindro y aleta.....	46
32. Cilindro de doble efecto a seleccionar .....	48
33. Cilindro de doble efecto seleccionado.....	49
34. Cilindro y aleta.....	50
35. Cilindro de doble efecto a seleccionar .....	52
36. Cilindro de doble efecto seleccionado.....	53
37. Electroválvula seleccionada.....	55
38. Filtro regulador (Preparación de aire comprimido) .....	56
39. Diagrama electroneumático.....	57

40.	Controlador lógico de funciones seleccionado.....	58
41.	Manguera .....	59
42.	Válvula reguladora de caudal. ....	59
43.	Unión neumática (TEPE).....	60
44.	Racor.....	60
45.	Base manifold (Accionamiento por aire).....	60
46.	Temporizador.....	61
47.	Relé 110 V .....	61
48.	Portafusiles.....	61
49.	Pulsador rasante sin retención on.....	62
50.	Pulsador rasante sin retención off.....	62
51.	Horquilla trasera para tenón con rótula.....	62
52.	Horquilla hembra para extremo de vástago .....	63
53.	Silenciador para aire comprimido.....	63
54.	Cable flexible # 16.....	64
55.	Dispositivo para que descienda la prenda.....	64
56.	Dispositivo para doblado lateral. ....	65
57.	Doblado frontal.....	65
58.	Embolsado de prendas textiles.....	66
59.	Construcción total prototipo. ....	66
60.	Electrovalvulasdel prototipo.....	67
61.	Logo del prototipo. ....	67
62.	Programación para el proceso de doblado y embolsado del prototipo .....	68
63.	Selección de carpeta.....	70
64.	Programación.....	70
65.	Carga de la programación .....	71
66.	Selección de PC -> LOGO! .....	71
67.	Conexión cable- LOGO .....	72
68.	Conexión Pc - LOGO .....	72
69.	Estado operativo RUM. ....	73
70.	Checklist del prototipo.....	76

## SIMBOLOGÍA

p	Presión	Pa
V	Consumo de Aire	mm <sup>3</sup> /h
W	Peso	N
m	Masa	kg
A,a	Área	m <sup>2</sup>
g	Gravedad	m/s <sup>2</sup>
D	Diámetro del cilindro	cm
F <sub>t</sub>	Fuerza teórica	N
F <sub>e</sub>	Fuerza efectiva	N
F <sub>r</sub>	Fuerza de rozamiento	N
m <sub>t</sub>	Masa total a vencer	kg
P	Presión	Pa
p <sub>atm</sub>	Presión Atmosférica	Pa

## LISTA DE ABREVIACIONES

LOGO	Controlador lógico de funciones
VAC	Voltios de corriente alterna
VDC	Voltios de corriente directa
Bar	Bares de presión
I	Entradas al PLC
Q	Salidas del PLC
FR	Filtro regulador o unidad de mantenimiento
Pa	Pascales
L	Litros
N	Newton
$p_{atm}$	Presión atmosférica
$R_c$	Relación de compresión

## **LISTA DE ANEXOS**

- A** Guía de presentación de practicas
- B** Diagrama de procesos del doblado y embolsado de prendas textiles.
- C** Construcción del prototipo.

## **RESUMEN**

El prototipo para el doblado y embolsado de prendas textiles para el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Industrial fue diseñado y construido para que opere de forma automática por medio de un controlador lógico de funciones (LOGO), con la finalidad de optimizar tiempo dentro de la industria textil y desarrollar conocimientos, destrezas y habilidades técnicas en la automatización.

Para llevar a cabo el diseño y la construcción del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles, se seleccionó la alternativa más viable, determinando la secuencia de trabajo y el diagrama de movimiento de los dispositivos a utilizarse, presentando este características técnicas y autómatas.

Con el diagrama electroneumático y eléctrico se determinó los elementos mecánicos, electrónicos y neumáticos adecuados para el correcto funcionamiento del prototipo. Este está compuesto por acrílico de 4,2 mm de espesor, cilindros neumáticos, reguladores de caudal, distribuidor de aire, generador de vacío, ventosas, electroválvulas, logo y relés.

Su programación fue realizada en el software LOGO V8 para obtener la automatización del prototipo. Se elaboró un manual de operación y un plan de mantenimiento para utilizarlo como guía previa a la utilización y mantener el prototipo operable, el cual se de gran ayuda para inmiscuirse en el amplio campo de la automatización.

El prototipo forma parte del laboratorio de automatización de la Escuela de Ingeniería Industrial generando un gran aporte didáctico, siendo de esta manera de gran ayuda para los estudiantes en la adquisición de conocimientos.



## **ABSTRACT**

The prototype for folding and bagging textiles for the laboratory of Industrial Engineering School was designed and built to operate automatically by a logic controller functions (LOGO), in order to optimize the time in the textile industry and develop knowledge, skills and technical abilities in automation.

To carry out the design and construction of the prototype folding and bagging textiles, the most viable alternative was selected, determining the sequence of work and the motion diagram of the devices used, presenting educational and automatic features.

With electrical and electro-mechanical diagram, electronic and pneumatic components suitable for the proper functioning of the prototype elements were determined. This is composed of acrylic thickness 4,2 mm, pneumatic cylinders, flow regulators, air distribution, vacuum generator, solenoid valves, logic controller functions and networks.

The programming was done in the LOGO V8 software for automation prototype. manual operation and maintenance plan was developed for use as a guide prior to use and maintain the operable prototype.

The prototype is part of laboratory automation Industrial Engineering school, creating a great educational contribution; it is of great help to the students in the acquisition of knowledge.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

Las exigencias de la industria nos muestran un plano de alta competitividad, la creciente demanda de productos a nivel mundial y la calidad de estos especialmente en sus acabados nos obligan a plantear nuevas estrategias de producción y control a bajos costos, altos niveles de calidad por tal motivo la Automatización ha tenido un gran auge en las empresas en los últimos años.

El ser humano se ve en la obligación de desarrollar nuevas tecnologías para mejorar el estilo de vida del ser humano, por lo tanto estamos en la obligación de adaptarnos a ella, por tal motivo se debe generar profesionales con un vasto conocimiento científico para construir y operar máquinas autónomas y procesos de control automático, de tal manera poder competir a nivel mundial en el campo de la industria textil y en la generación de máquinas, procesos y tecnologías autómatas que tendrá como consecuencia el desarrollo del país.

Debido al tipo de vida acelerado que tenemos hoy en día. La tendencia en el campo de automatización y control de procesos se vuelve cada vez más necesario intentar mejorar los procesos tecnológicos de tal manera que se facilite y ayude a desarrollar de manera óptima los procesos productivos dentro de las distintas áreas de trabajo llegando a si a reducir costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.

### 1.2 Justificación

Con la construcción de la máquina nos encontraremos con varias ventajas, siendo una de las más importantes que es automática y necesitara un mínimo de personal para operarla, optimizando así tiempo y recursos, el operario encargado de esta máquina realizara poco esfuerzo físico con una cantidad mínima de actividades y riesgo nulo. Cabe mencionar que se trata de una máquina que gracias a los elementos sustitutivos que forman parte de ella es autómatas logrando así trabajar ininterrumpidamente durante

extensos periodos teniendo paras solo para realizar actividades de mantenimiento, además presenta como cualidad principal que puede trabajar de forma lineal logrando de esta manera optimizar tiempos y elevar la producción a un coste bajo. Presenta un ciclo de vida amplio que viene a ser el periodo de tiempo en el cual el equipo cumple con eficiencia y seguridad su proceso, manteniendo en óptimas condiciones sus características físicas, técnicas con las cuales fue diseñada.

El prototipo para el doblado y embolsado de prendas textiles representa un beneficio directo para el alumnado de la escuela de ingeniería industrial en forma didáctica, mediante los elementos constitutivos que forman parte del prototipo, permitiendo así inmiscuirse en el amplio e interesante campo de la automatización, además permitiendo el fácil entendimiento de la cátedra de automatización, con un gran número de máquinas que basan su funcionamiento en forma automática, se tendría una gran cantidad de material didáctico de calidad para la fácil adquisición de conocimientos; es de primordial importancia el desarrollo de nuestras aptitudes y conocimientos para desenvolvemos sin problema alguno en la industria.

Gracias a la implementación del prototipo en el laboratorio de la escuela de ingeniería industrial podemos desarrollar destrezas prácticas en el diseño y construcción de máquinas automáticas y en la operación de la neumática, automatización, realización de circuitos de programación y la forma correcta de transferir la programación (interfaz) del computador al LOGO.

Perfeccionar nuestras habilidades en el manejo de me máquinas y herramientas, desarrollo de nuestro sentido común para la selección idónea entre varias alternativa de selección, de igual manera los materiales que permiten el óptimo funcionamiento de mecanismos.

Representa un beneficio directo para aquellas personas involucradas con la industria ya que con varias máquinas de este tipo, tiene una producción elevada a costo muy bajo, y con un mínimo de riesgo para el personal encargado de operar esta máquina, así se considera implementar a la máquina, piezas de fácil adquisición en el mercado, con el fin de que se pueda adquirirla con facilidad, sin tener que recurrir a proveedores que se encuentren fuera del país.

### **1.3      Objetivos**

**1.3.1**    *Objetivo general.* Diseñar y construir un prototipo para el doblado y embolsado de prendas textiles para el laboratorio de automatización de la Escuela de Ingeniería Industrial.

**1.3.2**    *Objetivos específicos:*

Diseñar la alternativa adecuada de un prototipo para el doblado y embolsado de prendas textiles.

Seleccionar los dispositivos constitutivos para la construcción del prototipo de doblado y embolsado.

Diseñar e implementar la programación para el control y mando del prototipo.

Realizar un manual de operación y plan de mantenimiento para el prototipo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Marco teórico

**2.1.1 *Industria textil.*** La actividad textil data desde tiempos prehispánicos donde para los indígenas de la época sus telas eran una herramienta para el comercio además de ser una forma de introducirse a la sociedad, con la llegada de los españoles se construyeron los primeros obrajes gracias a la excesiva cantidad de materia prima existente en el medio.

En el Ecuador la industria textil se originó en talleres de indígenas debido a las escasas fuentes de ingresos económicos, se vieron en la obligados a crear objetos de la lana de borrego para comercializarlos con pueblos vecinos, cuando su actividad principal era la agricultura y única fuente de ingresos, esta no proporcionaba de los recursos necesarios para poder sobrevivir. (TORRES, 1997 pág. 10)

En la actualidad, la industria textil en el Ecuador ha tenido una gran evolución hasta el punto de poder fabricar una gran cantidad de artículos complejos en diferentes tipos de fibras.

En lo que a la automatización se refiere dentro de los procesos productivos, la industria textil ecuatoriana posee grandes falencias, incluso se puede decir que posee un nivel bajo que trae como consecuencia producir con un control de calidad bajo, aumento de costos al invertir un excesivo tiempo en la producción, siendo esta una razón de no poder lograr competitividad a nivel mundial. (Wikipedia, 2011)

***Técnica neumática.*** La técnica neumática constituye hoy en día el complemento ideal de la mecánica en cualquier proceso de producción moderno. Por medio de la incorporación relativamente reciente de esta tecnología se ha conseguido simplificar los movimientos de los mecanismos en máquinas haciendo más sencillos los movimientos, a la vez que se ha logrado cierto grado de automatización de forma sencilla y económica.

La neumática juega un papel realmente importante, sobre todo, es una tecnología que resulta muy flexible y capaz de ser utilizada en prácticamente cualquier tipo de industria. La energía neumática suele encontrarse fácilmente disponible en cualquier taller o industria por más pequeña que sea, alimenta diferentes puntos de la planta de producción.

El proyectista de sistemas neumáticos diseña el equipo, conecta el dispositivo o máquina a esos puntos y se olvida por completo de la producción de energía, es recomendable, con la neumática no es conveniente sobrepasar los 30.000N (3.000 kpa) de fuerza directa. (SERRANO A, 2008 págs. 18-19)

**2.1.2** *Que es la automatización.* Acción o efecto de automatizar, el termino automatización viene de la palabra griega "auto" y significa el desarrollo de un proceso o funcionamiento de un mecanismo por sí solo. Convertir ciertos movimientos corporales en movimientos automáticos o indeliberados. (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 205 pág. 170)

**2.1.3** *Causas e inicios de la automatización.* Desde la mecanización, la automatización ha tomado cada día fuerza, convirtiéndose en una necesidad para las industrias sin importar su tamaño, teniendo como fin elevar la producción, mejorar la calidad de productos en consecuencia permite la introducción en nuevos mercados que exige extremada calidad y reemplazar actividades que realizan operarios por máquinas automáticas con una amplia variedad de sistemas y procesos que funcionan con la mínima intervención de operarios, evitando así accidentes y enfermedades laborales originadas en ellos por realizar actividades monótonas y de alto riesgo.

La automatización genera una gran disminución de costos en la producción y exige de personal calificado para su operación. (Wikipedia, 2012)

**2.1.4** *Ventajas y desventajas de la automatización para el ser humano.* Dejar a un lado el control manual de procesos e implementar la técnica de automatización en el mismo proceso presenta ciertas ventajas y beneficios en las industrias de orden económico, social y tecnológico, a la vez esta trae consigo varias desventajas en la aplicación de esta técnica, siendo los más afectados los operarios.

### ***Ventajas***

- Eliminación de tiempos muertos en la producción, lo que conlleva que las empresas obtengas más utilidades.
- Reducción en enfermedades profesionales, ya que las actividades de riesgo, pesadas y monótonas son realizadas por máquinas automatizadas.
- Se puede trabajar las 24 horas, 7 días a la semana, optimizando tiempo y recursos, obteniendo una notable calidad en los productos.

### ***Desventajas***

- Reducción de operarios menos cualificados en las empresas, sus actividades las realizarán máquinas automatizadas.
- Necesidad de un gran capital para la implementación de máquinas y procesos automatizados.
- Presencia de personal calificado destinados para el mantenimiento y operación de las máquinas, robots automatizados. (Wikipedia, 2010)

**2.1.5 Control automático.** Es un sistema artificial y está dotado de los recursos de hardware y software que ha sido diseñado y construido con el fin de implementar estrategias de control que permite realizar el control de otros sistemas.

En los últimos años los sistemas de control automático han tomado fuerza y se han desarrollado a una velocidad vertiginosa, pues estos son importantes para el desarrollo de las industrias y la tecnología, obteniendo la eliminación de errores y la optimización de la seguridad en los procesos.

Los sistemas de control constan de entradas, llamadas también señales actuantes y salidas que son los resultados también llamadas variables controladas, en otras palabras la misión de un sistema de control es controlar las salidas de alguna forma respecto con la referencia de las entradas.

Poner en marcha sistemas de control automático permite la familiarización de las técnicas de control y el origen de la evolución y tecnificación de las tecnologías de control. (Wikipedia, 2010)

**2.1.6** *Sistemas automatizados.* Estos se dividen en parte operativa y la parte de mando, siendo la parte operativa la que actúa directamente sobre un mecanismo. La parte de mando es el autómeta programable.

**2.1.7** *LOGO.* Es un módulo lógico de funciones para trabajos que conllevan automatización, es un dispositivo diseñado para ahorrar espacio, capaz de permitir la automatización de elementos mecánicos, gracias a la memoria que trae instalada en su interior se puede almacenar programaciones.

Permite solucionar cometidos en la técnica de convertir en automáticas gran variedad de máquinas. (LOGO, 2009)

**2.1.7.1** *LOGO lleva integrados.*

- Control.
- Unidad de mando
- Unidad de visualización de retroalimentación.
- Fuente de alimentación.
- Interfaz para módulos de aplicación.
- Interfaz para módulo de programación (Card) y cable para PC
- Funciones básicas habituales pre programadas.
- Temporizador.
- Marcas digitales y analógicas.
- Entradas y salidas en función del modelo. (LOGO, 2003 pág. 1)

**2.1.7.2** *Campos de aplicación de LOGO.* Con LOGO se resuelven tareas de instalación y del ámbito doméstico (por ejemplo. Alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates.), Así como la construcción de armarios eléctricos, máquinas, y aparatos (por ejemplo controladores de puertas, instalaciones de ventilación, bombas de agua no potable.)



Así mismo, LOGO se puede utilizar para controles especiales en invernaderos, para el procesamiento de señales de controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el control descentralizado de máquinas y procesos.

Para las aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización. (LOGO, 2003 pág. 2)

**2.1.7.3** *Ventajas que aporta LOGO.* Operación sencilla en el equipo mediante el panel de manejo y visualización integrado.

- Contribuye ahorrando espacio gracias a su tamaño 90 x 50 mm ideal para la construcción de maquinaria.
- Distintos anchos de construcción con diversas cantidades de funciones para una adaptación óptima a sus necesidades.
- Introducción sencilla del circuito enlazando las funciones básicas.
- Mínimo despliegue de cableado.
- Permite modificaciones flexibles sin complicados cambios de cableado mediante nuevo enlace de las funciones pulsando sencillamente una tecla.
- Cartuchos de memoria EEPROM que pueden ser programados directamente con el PC en conexión directa con el cable.
- Almacenamiento del circuito y los valores prescritos en una EEPROM interna, a prueba de cortes de tensión.
- Adicionalmente, permite generar, reproducir, archivar y documentar el circuito en un PC.
- La Ayuda es un estupendo manual de usuario en el que podemos aclarar cualquier duda de programación.

- Incluye las características técnicas de todos los modelos de LOGO disponibles en la actualidad. (LOGO, 2007)

## **2.2 Términos y definiciones relacionadas con el tema**

**2.2.1** *Variables de Estado.* Conjunto de variables de un sistema de modo que al saber su valor (variable de entrada) se genera la respuesta (variable de salida)

**2.2.2** *Perturbación.* Señal de comportamiento no previsible que tiende a afectar adversamente al valor de la salida de un sistema.

**2.2.3** *Máquinas automáticas.* Son aquellas máquinas que operan largos periodos de tiempo sin la intervención de operarios; se requiere su vigilancia cada número de ciclos.

**2.2.4** *Actuadores.* Se conoce con el nombre de actuadores a los elementos finales que permiten modificar las variables a controlar en una instalación automatizada. Se trata de elementos que ejercen de interfaces de potencia, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar. Al mismo tiempo aíslan la parte de control del sistema de las cargas que gobiernan el proceso.

Entre los accionamientos más habituales se encuentran los destinados a producir movimiento (motores y cilindros), los destinados al trasiego de fluidos (bombas) y los de tipo térmico (hornos, intercambiadores.)

**2.2.5** *Exactitud.* Diferencia entre la salida real y el valor teórico de dicha salida (valor verdadero), se suele dar en valor absoluto o relativo.

**2.2.6** *Acrílico.* Es un Termoplástico rígido excepcionalmente transparente. En su estado natural es incoloro, se puede pigmentar para obtener una infinidad de colores. Es inerte a muchas sustancias corrosivas. Su resistencia a la intemperie hace que sea el material idóneo para una variedad de aplicaciones al aire libre.

Dentro de sus ventajas podemos mencionar que resiste estar expuesto por periodos de tiempo muy largos a rayos ultravioleta sin que esto dañe su superficie su densidad

volumétrica es de 1,19 gr/cm<sup>3</sup>, ligeramente más pesado que el agua, presenta una reactividad química inerte, es inflamable a velocidad de 1,2 cm/min.

Su gran flexibilidad hace que el Acrílico sea uno de los materiales más utilizados en las construcciones. (Wikipedia, 2006)

**Tabla 1.** Datos técnicos del acrílico.

<b>Datos técnicos</b>		
<b>Resistencia el impacto</b>	2,27 kg; 18,1 libras - pies	
<b>Transmisión de luz</b>	92 %	
<b>Peso</b>	0,74 lb/ pie <sup>2</sup>	0,118 in
	1,10 lb/ pie <sup>2</sup>	0,177 in
	1,48 lb/ pie <sup>2</sup>	0,236 in
<b>Termoformado</b>	163 -176 grados centígrados	

Fuente: <http://goo.gl/s8vbl2>

## 2.3 Componentes individuales del sistema de control neumático

**2.3.1 Filtro de aire comprimido.** Los filtros de aire comprimido son indispensables en instalaciones, sistemas neumáticos. Pues estos cumplen la función de retener impurezas que viajan junto al aire a presión, en el caso del filtro coalescente detiene el condensado generado dentro de los conductos por los cuales circula el aire comprimido. La utilización de aire comprimido filtrado contribuye considerablemente a prolongar el tiempo de vida útil de los componentes montados detrás del filtro. (Wikipedia, 2008)

**2.3.2 Regulador de presión.** Los reguladores de presión son dispositivos diseñados para mantener una presión constante del flujo de aire. Este cumple con la misión de ajustar la presión al punto indicado en cada una de las partes del sistema. De esta manera se evita el posible mal funcionamiento de uno de los componentes del sistema neumático por oscilaciones de presión que se producen en la red. La presión regulada de esta manera se mantiene constante si en la entrada de la válvula se aplican por lo menos 50 kPa más que presión nominal deseada. (Wikipedia, 2003)

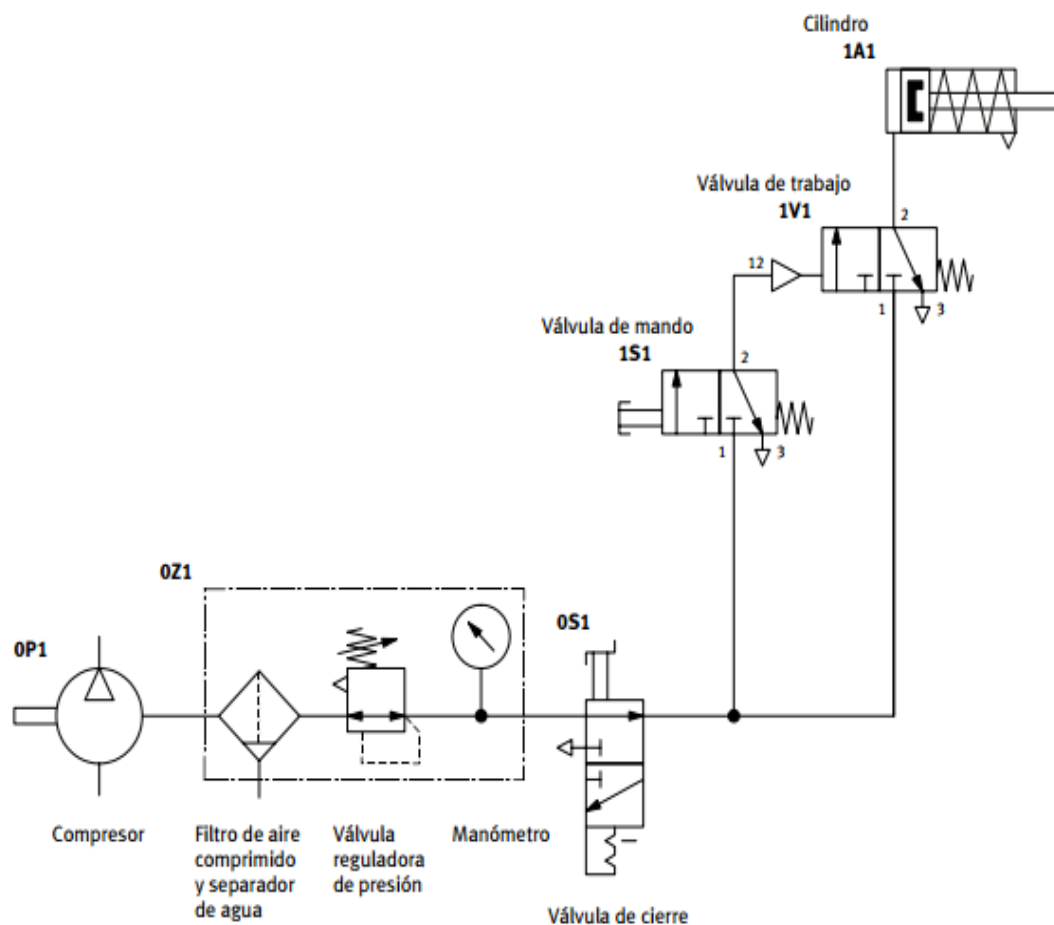
**2.3.3 Cilindros neumáticos.** Son componentes neumáticos que presentan cámaras donde se acciona aire comprimido generando fuerza conjuntamente de movimiento rectilíneo de avance y retroceso de un mecanismo.

En el mercado existen una extensa gama de cilindros neumáticos pero cuando se necesita que formen parte de un bloque mecánico es preciso fabricarlos como parte integrada del mismo.

Son elementos de trabajo de más frecuente uso en neumática, utilizados ampliamente en el campo de la automatización para llevar a cabo procesos.

Pese a la gran variedad de tipos de cilindros existentes en la neumática generalmente se dividen en cilindros de simple y doble efecto siendo estos los más utilizados. Los de simple efecto reciben aire a presión por una de sus cámaras, que suele ser la que produce el desplazamiento al vástago y el retroceso se produce por la acción de un resorte, y por la acción de la gravedad cuando existen masas solidarias al vástago. Al proporcionar aire en las cámaras de los cilindros estos pueden alcanzar velocidades de hasta 10m/s en los cilindros de impacto. (Wikipedia, 2008)

Figura 1. Componentes y grupos esenciales de un sistema de control neumático



Fuente: <http://goo.gl/E4VOYT>

**2.3.4 Cilindros de doble efecto y simple efecto.** Los cilindros de doble efecto presentan orificios en la cámara trasera y en la cámara delantera por los cuales ingresan aire comprimido y permiten que pueda realizar el trabajo en ambas direcciones. Los cilindros de simple efecto tienen un solo orificio para el ingreso de aire comprimido, esto hace que el vástago se desplace y retroceda al quitar el aire comprimido y por la acción del resorte que tiene en su interior. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

Figura 2. Cilindro de doble efecto



Fuente:<http://goo.gl/E4VOYT>

#### ***Características técnicas***

- Diámetro Interno de la Camisa: 32, 40, 50, 63, 80 y 100 mm.
- Diámetro del Vástago: 12, 16, 20 y 25 mm.
- Presión Máxima de Trabajo: 10 bar (Máxima).
- Temperatura de Trabajo: Buna-N: de -10°C a +80°C Viton: de -10°C a +180°C.
- Fluido: Aire comprimido filtrado y lubricado.
- Amortiguación: En ambos cabezales, o sin amortiguación.
- Tipo de Rosca en la Punta del Vástago: Rosca Externa Métrica.
- Materiales: Cabezales: Aluminio; Tubo: Aluminio Anodizado; Vástago: SAE 1045 o inoxidable, de acuerdo con las especificaciones del cliente.

- Disponible con Émbolo Magnético para Aplicaciones con Sensor de Proximidad. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

**2.3.4.1** *Características de construcción de cilindros neumáticos.* Son fabricados bajo estrictas normas de calidad, estos son actuadores que trabajan bajo grandes presiones, sus partes internas no deben presentar abolladuras y raspones para evitar pérdidas en su funcionamiento. Sus cuerpos están contruidos por lo general de una aleación de acero y aluminio, el vástago debe ser exactamente alineado para su buen desenvolvimiento, este presenta un retén el cual permite que los cilindros realicen sus ciclos libres de impurezas pudiendo así optimizar la vida útil de nuestro elemento. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

**2.3.4.2** *Instalación de cilindros neumáticos.* Para su instalación se debe considerar parámetros básicos, los cuales permitirán su buen funcionamiento y prolongaran su vida útil, lo que se debe hacer es lo siguiente:

- Si en el vástago existe algún tipo de elemento sin importar la clase este debe estar correctamente acoplado.
- El lugar donde los cilindros estarán empotrados deben ser superficies regulares libres de rebabas para evitar desalineación e impurezas que pueden causar daños.
- Una vez realizada la instalación se debe cerciorar que estos operen con aire filtrado y lubricado. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

**2.3.4.3** *Mantenimiento de cilindros neumáticos.* El mantenimiento de estos actuadores se debe realizarse por personas con un vasto conocimiento en neumática y en lugares especializados, se debe tener en consideración lo siguiente:

- Evitar arruinar las piezas que presenten roscas.
- Evitar la contaminación con impurezas
- Proteger su superficie de golpes, ralladuras e impurezas, no utilizar solventes para limpiar piezas blandas.

- Durante el montaje y desmontaje no se debe utilizar herramientas con superficies cortantes. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

**2.3.5 Válvula reguladora de caudal.** Estas también son llamadas válvulas estranguladoras o limitadoras de caudal, permiten controlar la velocidad de avance y retroceso de un cilindro.

Estas presentan un conducto por donde pasa el caudal o la cantidad de fluido, se puede reducir la sección de aquel conducto permitiendo de esa manera el paso de la cantidad de aire requerido. El caudal puede ser regulado en ambos sentidos desde el mínimo hasta el máximo por un dispositivo de mando.

Estas válvulas son acopladas en la entrada y salida del cilindro donde presentan orificios roscados y esté compuesta por un tornillo y una contratuerca los cuales se usan para regular el paso del fluido. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

Figura 3. Válvula reguladora de caudal



Fuente: <http://goo.gl/E4VOYT>

Tabla 2. Características de válvula reguladora de caudal.

Válvula reguladora de caudal (características)
Conexión M3, M5, G 1/8, G 1/4, G 3/8, G 1/2, también se puede suministrar con rosca NPT
Enchufe de 3, 4, 6, 10, 12 mm
Caudal 0..... 1,400 L/min
Válvula de bloqueo y reguladora

Fuente: <http://goo.gl/G47AL6>

**2.3.6 Electroválvula.** La misión de estos dispositivos es cerrar o abrir el paso del fluido por tuberías, esta es diseñada por un solenoide (bobina) y un cuerpo de válvula que permite abrir y cerrar el paso de fluido a través de una señal eléctrica. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

Su funcionamiento se basa en el solenoide presente en su interior el cual convierte energía eléctrica en energía mecánica mediante magnetismo para generar movimiento. En el caso de las válvulas biestables están presentas dos solenoides que uno de estos sirve para abrir la válvula y otra para cerrarla.

Componentes de una electroválvula. Una electroválvula se compone por un solenoide que se encarga de convertir energía eléctrica en energía mecánica y una válvula que gracias a la energía mecánica la energía se activa.

Figura 4. Electroválvulas.



Fuente: <http://goo.gl/gyZIdz>

Tabla 3. Características de electroválvulas.

<b>Datos técnicos</b>	
Funciones de las válvulas	5/2, 5/3, 2x3/2
Caudal [l/min]	100, 220, 380, 750
Presión de funcionamiento [bar]	1,5 bis 8 (-0,9... +10 bar con el tipo S)
Margen de temperatura [°C]	De -5 a +60 (con reducción de la corriente de parada)
Conexión neumática	M3, M5, M7, G1/8
Utilizaciones	QS 3, 4, 6, 8, 10
Ancho [mm]	10 y 14
Tensión de funcionamiento	5 VDC, 12 VDC y 24 VDC
Tipo de accionamiento	Neumático
Clase de protección	IP40, IP65

Fuente: <http://goo.gl/iMQRzf>



**2.3.7** *Generador de vacío.* Los generadores de vacío son elementos que se encargan de producir vacío o depresión de aire. Los generadores de vacío puramente neumáticos funcionan sin partes móviles según el efecto conocido en física como venturi, es necesario contar con aire comprimido a una presión a una presión aproximadamente 1.5 y 8 bares, según el grado de vacío que se pretende conseguir.

Estos dispositivos son unidades compactas de reducido tamaño, fáciles de instalar, al ser compactos prácticamente están exentos de mantenimiento tan solo se debe hacerlos trabajar con aire comprimido filtrado y sin ningún tipo de lubricación. (AIRBEST, 2010)

Tabla 4. Características de generador de vacío.

<b>Características</b>	
Principio de funcionamiento	Funcionan de acuerdo al principio Venturi.
Símbolo	
Características del eyector	Alto vacío
Presión de funcionamiento	1.5 10 bares

Fuente: <http://goo.gl/cuwC6b>

**Principio de funcionamiento.** El aire procedente de la red entra por la conexión de aire comprimido y llega a la conexión de vacío donde se estrangula aumentando su velocidad. Este aumento de velocidad crea una depresión en la cámara, permitiendo así conectar las ventosas de vacío.

**2.3.8** *Ventosas.* Las ventosas por lo general son dispositivos concabos plásticos, que funcionan con una técnica de vacío.

La misión de las ventosas es generar presión negativa entre su superficie y el objeto a adherirse, de forma tal, que la adherencia que se produce pueda levantar el objeto sin problema alguno. (FESTO PNEUMATIC, 2009)

**Clasificación de ventosas.** Atendiendo la clasificación general y a su forma, se pueden dividir en: ventosas planas, de fuelle, de rotula y alargadas. En cuanto al elastomero o material que produce vacío puede ser de nitrilo, caucho natural silicona y vitón, cada

uno de estos materiales poseen características que los hacen mas o menos resistentes a la compresión, al desgaste, temperaturas altas y sustancias abrasivas.

Figura 5. Formas y tamaños de ventosas.



Fuente: <http://goo.gl/7QwYQW>

## CAPÍTULO III

### 3. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO

#### 3.1 Descripción

Este capítulo se centra en el diseño del prototipo. Es decir, el planteamiento de metodologías que permiten la aplicación acertada de los elementos de automatización, la forma ergonómica de acuerdo al percentil de las personas que utilizaran dicha máquina. Se tomara en cuenta el diseño basado en el usuario pues este es el que realizara actividades de control y supervisión en la máquina.

#### 3.2 Definición del Problema.

Fabricar un prototipo para el doblado y embolsado de prendas textiles con características didácticas.

**3.2.1** *Determinación de características.* A continuación tenemos una lista de características que se requiere para el diseño del prototipo:

- Sencillo, útil y práctico.
- De fácil movilidad.
- Que no genere ruido al momento operarlo.
- Fácil adquisición de los elementos constitutivos.
- Fácil manipulación en su operación.
- Dimensionamiento adecuado y ergonómico.
- Seguro y firme en el momento de la utilización.
- Resistente.
- Excelente acabado superficial y de calidad.
- De fácil mantenimiento.
- Durable
- De fácil fabricación.

### 3.2.2 *Determinación de las funciones.*

- Servir como prototipo didáctico para el laboratorio de automatización de la escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH.
- Proporcionar mayor conocimiento.
- Observar el funcionamiento de elementos neumáticos.
- Permitir fácil manejo de control automático.

### 3.3 **Diseño conceptual**

En esta fase del diseño se debe tener en consideración que para la construcción del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles los elementos que lo conformaran debieron pasar por rigurosas pruebas de calidad antes de ser comercializados esto conlleva a obtener un producto final con un excelente acabado superficial, excelente calidad en cada uno de sus dispositivos.

Se detallan a continuación parámetros para la construcción y alternativas de solución.

Tabla 5. Conceptualización del diseño

Conceptualización del diseño	
Verbalización	Necesidad
"Necesito que prototipo presente características didácticas para estudiantes"	DIDÁCTICO
"Necesito que el operario realice la menor cantidad de movimientos posibles"	AUTÓNOMO
"Necesito que el estudiante adopte una postura correcta en la operación, no sufra accidentes y evitar enfermedades profesionales"	SEGURIDAD

Fuente: Autor

El prototipo constara por las siguientes secciones importantes:

- Sistema de doblado (cilindros neumáticos)
- Succión de bolsa (ventosas)
- Control del proceso automatizado LOGO (controlador lógico de funciones)

**3.3.1 *Comparación por pares.*** Este método nos proporciona la importancia relativa entre las características más relevantes y nos encamina a la selección de la alternativa más viable para el diseño del prototipo.

Donde más importante se valora con (1) y el menos importante se valora con (0).

Tabla 6. Comparación por pares

	Didáctico	Seguridad	Autónomo	Total	Frecuencia relativa
Didáctico	1	1	1	3	0,33
Seguridad	1	1	1	3	0,33
Autónomo	1	1	1	3	0,33
Total				9	

Fuente: Autor

De esta tabla obtenemos como resultado que los requerimientos primordiales para el diseño de nuestro prototipo son los siguientes:

### **Didáctico – Seguridad – Autónomo.**

**3.3.2** *Alternativas de solución.* Para el acertado diseño del prototipo se generan alternativas de diseño de las cuales se escogerá la más apropiada, ella debe cumplir con todos los requerimientos.

**3.3.3** *Alternativa 1.* Esta máquina consta de una estructura metálica, en su interior se encuentran motores para realizar movimientos, presenta un material rustico de carcasa. Para el mantenimiento se debe usar grasas la cual estropeará el producto terminado.

Son características que no debe tener nuestro prototipo ya que se debe enfocar en partes neumáticas, control automático y tener características didácticas.

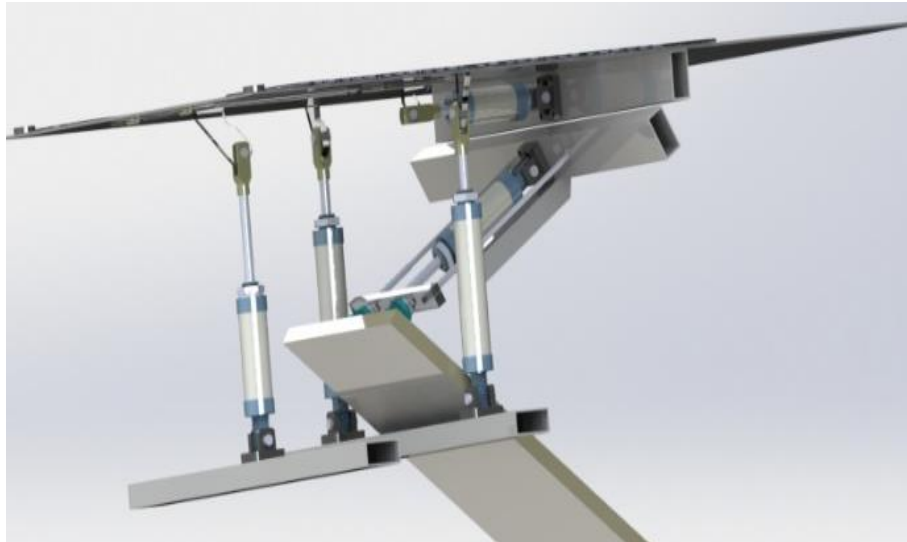
Figura 6. Alternativa 1



Fuente: Autor

**3.3.4 Alternativa 2.** Este prototipo presenta características didácticas las cuales son de importancia, el fin de la construcción del prototipo es que presente una parte neumática (cilindros neumáticos) y otra de control automático (controlador lógico de funciones) los cuales son de gran ayuda para los estudiantes.

Figura 7. Alternativa 2



Fuente: Autor

### 3.4 Diseño preliminar.

#### *Selección de la mejor alternativa*

El resultado de la *ponderación* indica que la alternativa 2 es la que alcanza mayor valoración y satisface las características para el diseño del prototipo.

Figura 8. Ponderación de la mejor alternativa

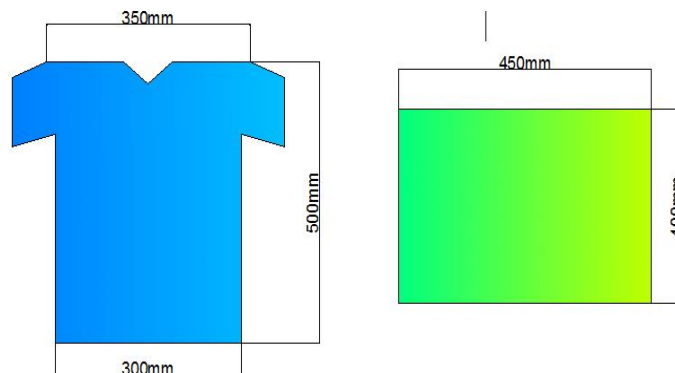
Características	Alternativa 1	Frecuencia relativa	Valoración	Alternativa 2	Frecuencia relativa	Valoración
<b>Didáctico</b>	6	0,33	1,98	10	0,33	3,3
<b>Seguridad</b>	5	0,33	0,65	9	0,33	2,97
<b>Autónomo</b>	4	0,33	1,32	10	0,33	3,3
<b>TOTAL</b>			<b>4,43</b>			<b>9,57</b>

Fuente: Autor.

**Descripción de la alternativa seleccionada.** La mejor solución para nuestro diseño es crear nuestro prototipo con características neumáticas, control automático, fácil de entender y que tenga características didácticas, ya que está destinado a estudiantes.

### 3.4.1 Dimensión promedio de prenda a doblar.

Tabla 7. Dimensión promedio de prendas a doblar



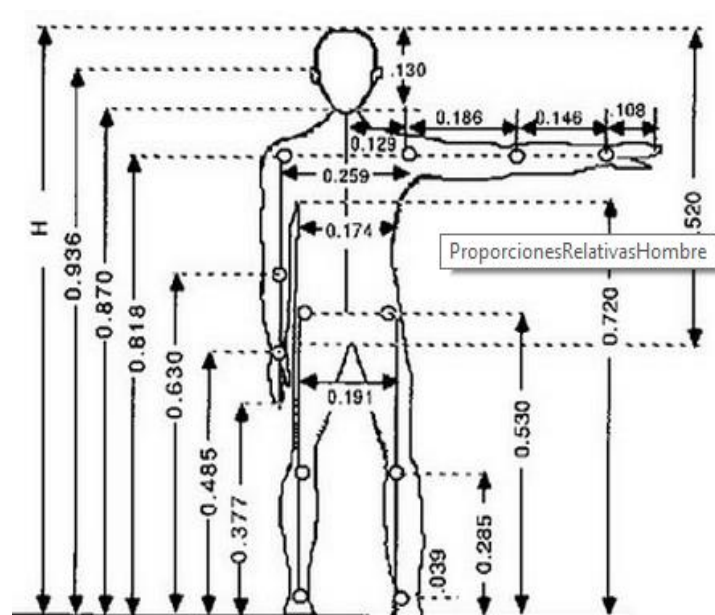
Fuente: Autor

### 3.4.2 Dimensionamiento.

**3.4.2.1 Medidas antropométricas.** Las medidas del hombre de Neandertal eran de 1,55 m, mientras que para el hombre moderno suben a 1,65 m. (La Antropología 1983, 412).

La talla media mundial para varones es de 1,65 m, con extremos de + 1,90 y — 1,35 m, modalidades estas dos últimas, que corresponden al gigantismo y al enanismo. La diferencia promedio de la estatura de la mujer está 10 cm. por debajo de aquel promedio.

Figura 9. Medidas antropométricas (medidas del cuerpo)



Fuente: <http://goo.gl/liqtqd>

### 3.4.2.2 Cuadro estadístico de edad, peso, altura.

Tabla 8. Cuadro estadístico.

Edad (años)	Peso (Kg)	Altura (cm)
0,0 - 0,5	6	60
0,5 - 1,0	9	71
01 - 03	13	90
04 - 06	20	112
07 -10	28	132
11 - 14	46	157
15 - 18	55	163
19 - 24	58	164
25 - 50	63	165

Fuente: Autor.

### 3.4.3 Descripción del proceso del doblado y embolsado de prendas textiles.

Descripción del proceso del doblado y embolsado de prendas textiles: El proceso es netamente neumático, controlado por un LOGO, el prototipo consta para el doblado con cilindros neumáticos los cuales tienen acoplados en los extremos de sus vástagos elementos mecánicos denominados horquillas hembras que permiten que los acrílicos (elementos dobladores) realicen movimientos pendulares llegando a si a doblar la prenda textil.

Un cilindro se encuentra empotrado de forma perpendicular respecto a la pendiente por la que descenderán las prendas textiles, este presenta acoplado a su vástago roscado una barra de acrílico de 12 mm de espesor en el cual se encuentran dos ventosas de fuelle las que serán accionadas en el momento indicado, llegaran hacer contacto con la superficie de la bolsa por el desplazamiento del vástago del cilindro en el cual se encuentran acopladas, se generara presión negativa en las ventosas las cuales succionaran la bolsa abriendo su orificio para el ingreso de la prenda.

#### 3.4.3.1 El proceso consta de cuatro etapas las cuales detallamos a continuación

**Ubicación de la prenda textil sobre el prototipo para iniciar el doblado.** Para iniciar el proceso energizamos el prototipo, pulsamos start, inicia con el proceso el cilindro neumático de doble efecto uno, generando un movimiento pendular del acrílico al desplazar su vástago y dejándolo en posición horizontal. Procedemos a colocar la prenda a doblar sobre el prototipo para llevar a cabo el proceso.



***Doblado de las partes laterales de la prenda textil.*** Para la ejecución del doblado de las partes laterales de la prenda textil los cilindros de doble efecto (cilindro 2 y cilindro 3) colocados bajo cada parte lateral de la prenda desplazan su vástago y debido a que estos presentan una horquilla para tenón con rótula en su base y una horquilla hembra en el extremo del vástago se genera el movimiento pendular de los acrílicos, al llegar a su punto de alcance las partes laterales caen por efecto de la gravedad.

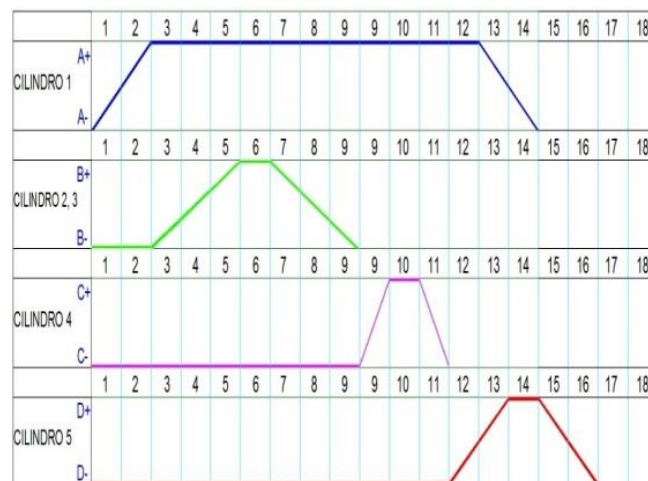
***Doblado de la parte frontal.*** El doblado de la parte frontal de la prenda se realiza después que el cilindro de doble efecto (cilindro 4) que se encuentra bajo dicha parte de la prenda desplaza su vástago generando el movimiento requerido del acrílico y con sigo produciendo el doblado y dejando la prenda doblada lista para el embolsado.

***Embolsado de la prenda textil.*** Para el embolsado tenemos un cilindro de doble efecto el cual tiene acoplado una barra de acrílico con dos ventosas en el extremo de su vástago.

El cilindro desplazara su vástago realizando el contacto de las ventosas con la bolsa, el generador de vacío produce presión negativa, esta será transmitida por las ventosas hacia la bolsa produciendo la succión y apertura del orificio de la bolsa. En ese instante el cilindro uno contrae su vástago quedando en una posición inclinada su acrílico y por efecto de gravedad la prenda doblada se desplaza hacia el interior de la bolsa.

### 3.4.3.2 Diagrama de movimiento de los cilindros:

Figura 10. Diagrama de movimientos de los cilindros.



Fuente: Autor.

**Secuencia de trabajo.** El cilindro uno desplaza su vástago en un tiempo de dos segundos manteniendo en esa posición, el cilindro dos y tres desplaza su vástago en un tiempo de tres segundos manteniéndose un segundo en esa posición y contrae su vástago, en ese instante el cilindro cuatro desplaza su vástago manteniéndolo un segundo en esa posición y lo contrae, el cilindro uno contrae su vástago después del transcurso de doce segundos de mantener su vástago descendido, el cilindro cinco desplaza su vástago mantiene un segundo en esa posición y lo contrae.

$$A^+/B^+/B^-/C^+/C^-/A^-/D^+/D^-$$

### 3.4.4 Diseño del diagrama electropneumático.

Figura 11. Diagrama electropneumático

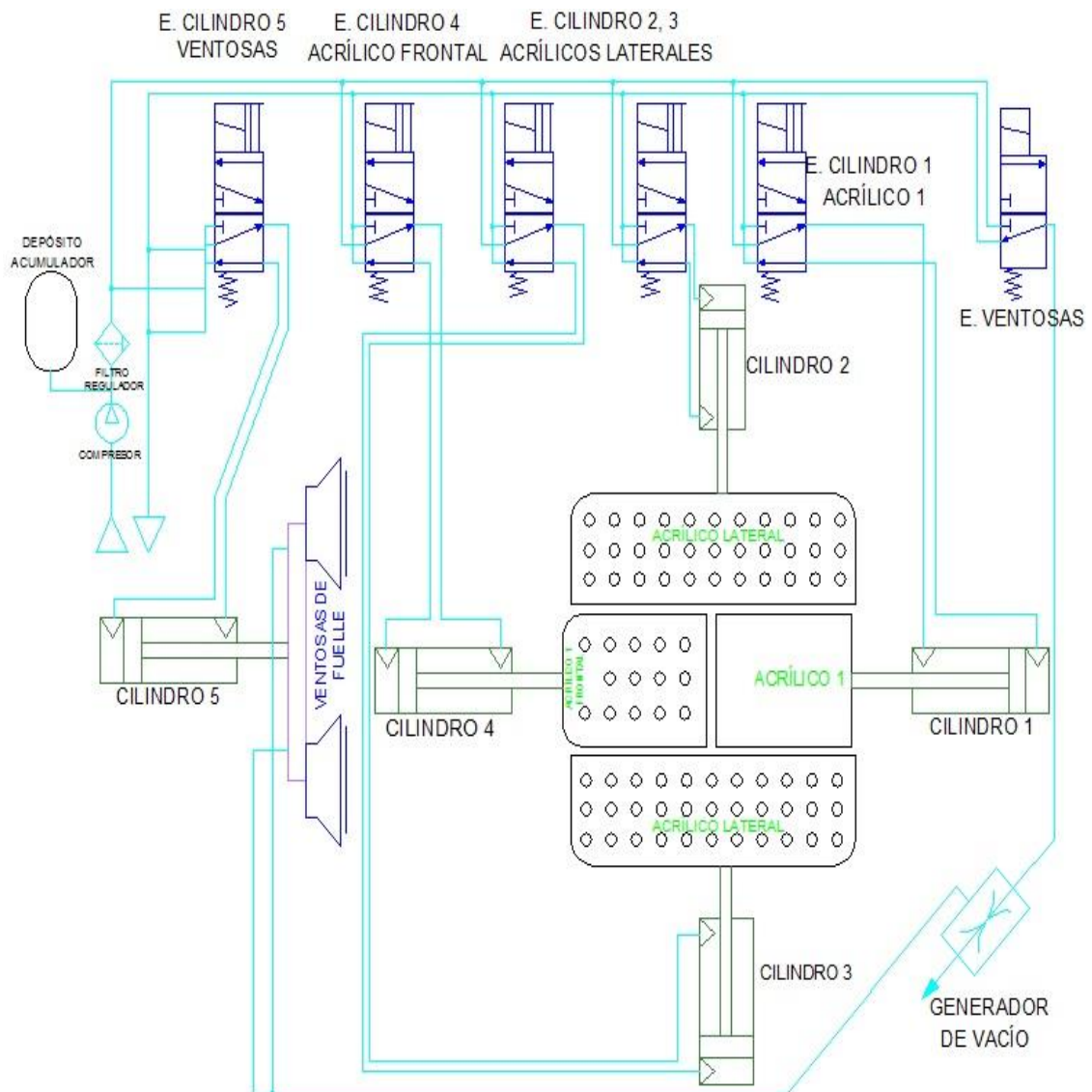


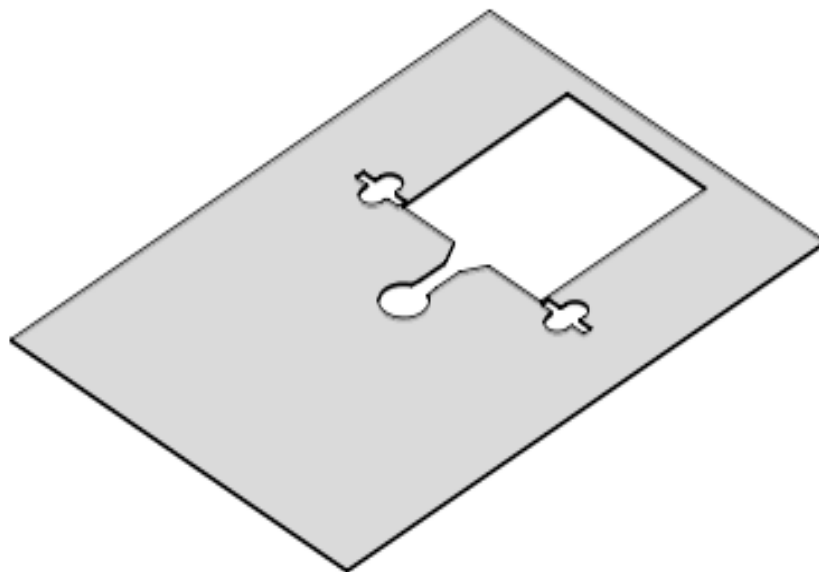
Figura: Autor.

#### 3.4.4.1 *Identificación de elementos necesarios para la construcción del prototipo.*

- Cilindros neumáticos doble efecto: Generaran movimiento para doblar.
- Electroválvulas: Permite el accionamiento de los actuadores.
- Generador de vacío: Producción de presión negativa para el funcionamiento de las ventosas.
- Ventosas de fuelle: Adherencia eficaz en la bolsa para poder abrirla.
- Filtro: Necesario para permitir el paso de aire al prototipo libre de impurezas.
- LOGO: Sincroniza el control del proceso.
- Acrílico: Permitirá la observación de la forma de trabajo de los elementos en el interior del prototipo.
- Carcasa: Para la optimización su peso y movilidad.

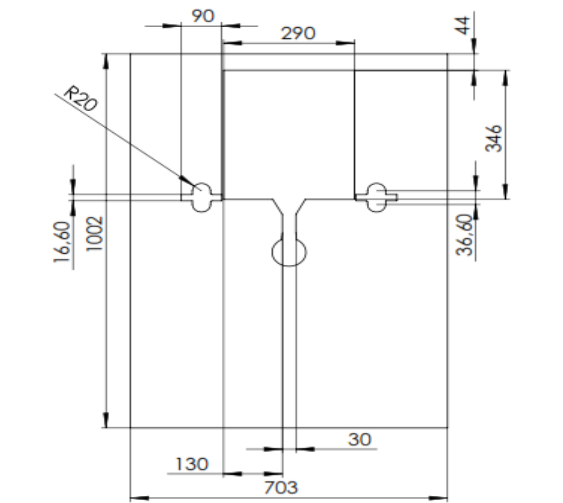
#### 3.4.4.2 *Diseño detallado.*

Figura 12. Superficie de apoyo.



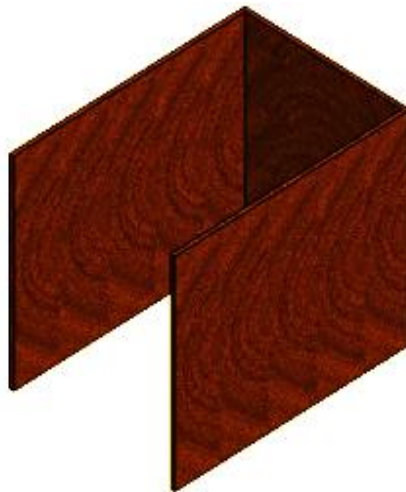
Fuente: Autor

Figura 13. Diagrama de dimensiones



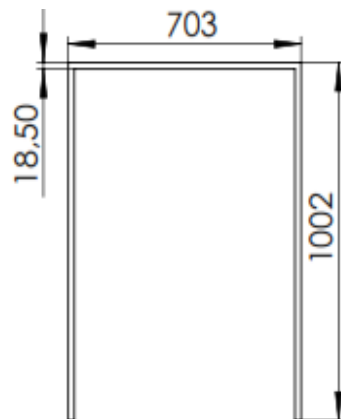
Fuente: Autor

Figura 14. Estructura del prototipo



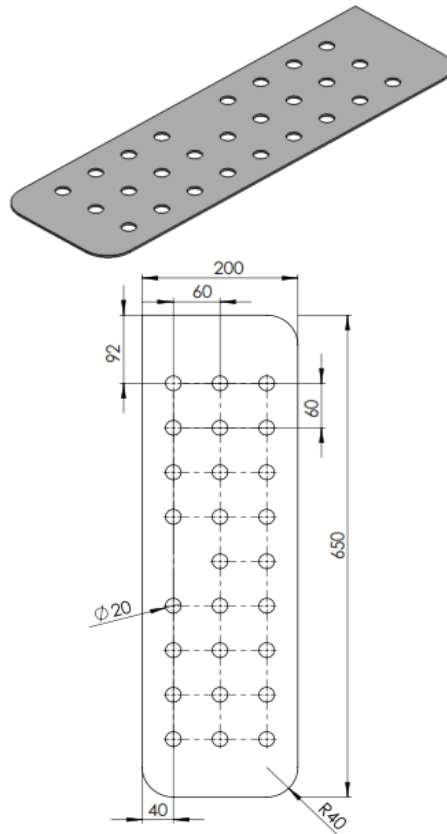
Fuente: Autor

Figura 15. Vista superior



Fuente. Autor

Figura 16. Dobladora lateral

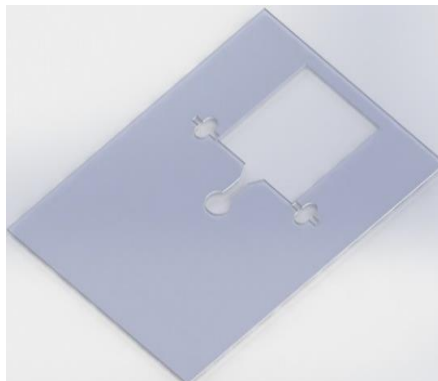


Fuente: Autor

### 3.5 Análisis estático.

Con el bosquejo seleccionado del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles procedemos a diseñar su base (dispositivo que lleva a cumplir la misión del prototipo) y posteriormente a realizar el estudio estático para determinar el esfuerzo máximo que soportara.

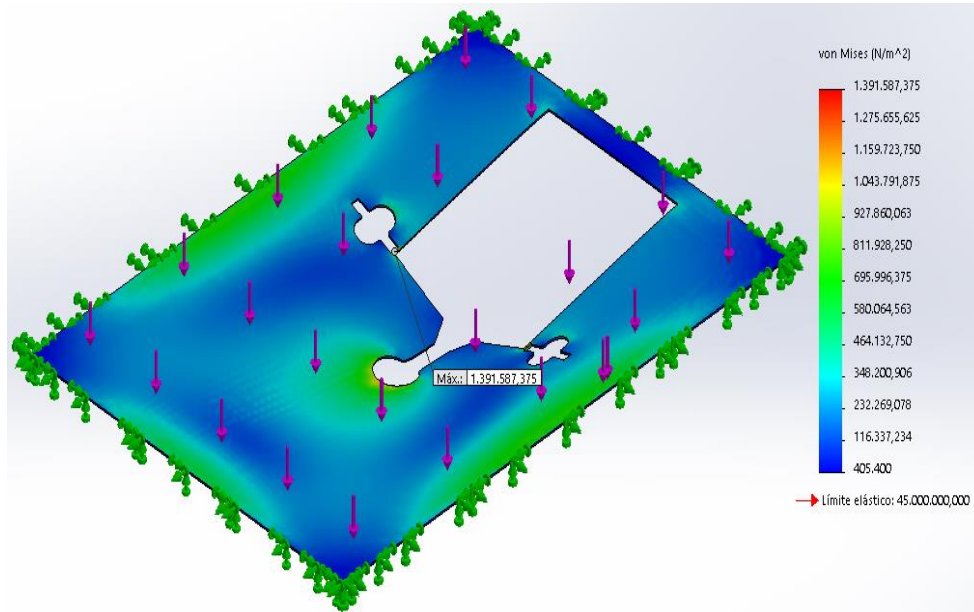
Figura 17. Plancha base de acrílico.



Fuente: autor

**3.5.1 Estudio estático.** La base del prototipo está diseñada de acrílico de 4,2 mm de espesor.

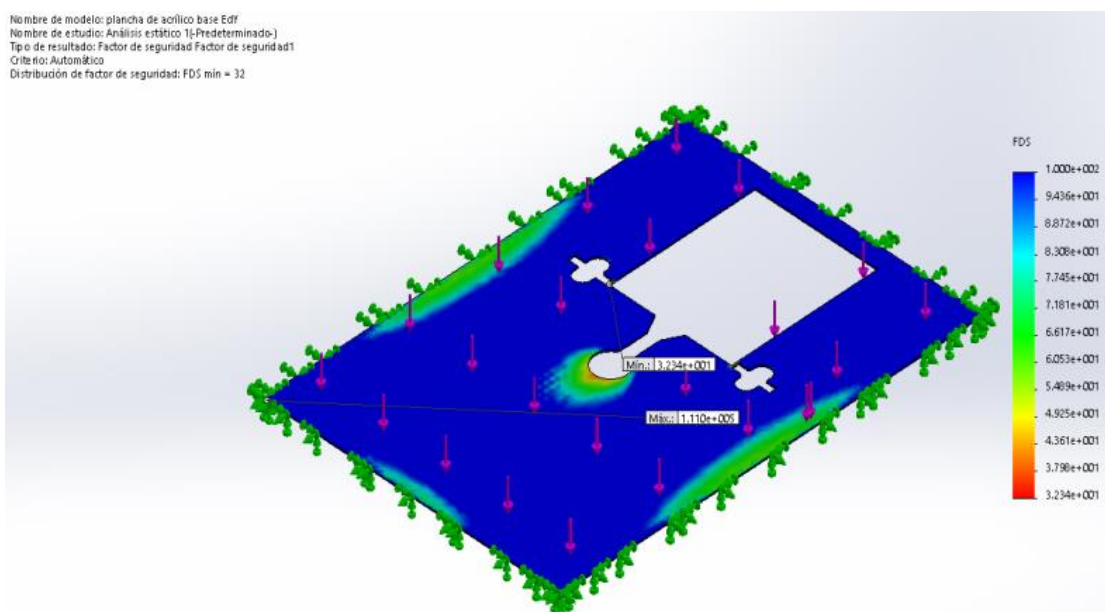
Figura 18. Estudio estático.



Fuente: Autor

Se ha realizado la simulación con un peso a soportar de 35 N, la tensión de trabajo es 1,4 MPa. Con factor de seguridad 2 (factor de seguridad de estructuras) la tensión admisible es de 22,5 MPa. La tensión de trabajo es menor a la tensión admisible.

Figura 19. FDS mínimo



Fuente: Autor

Realizamos la división entre el límite elástico admisible y la tensión de trabajo obtenemos un factor de seguridad de 32 con una deformación de 3,89 mm, por lo tanto se puede realizar actividades didácticas sin problema alguno.

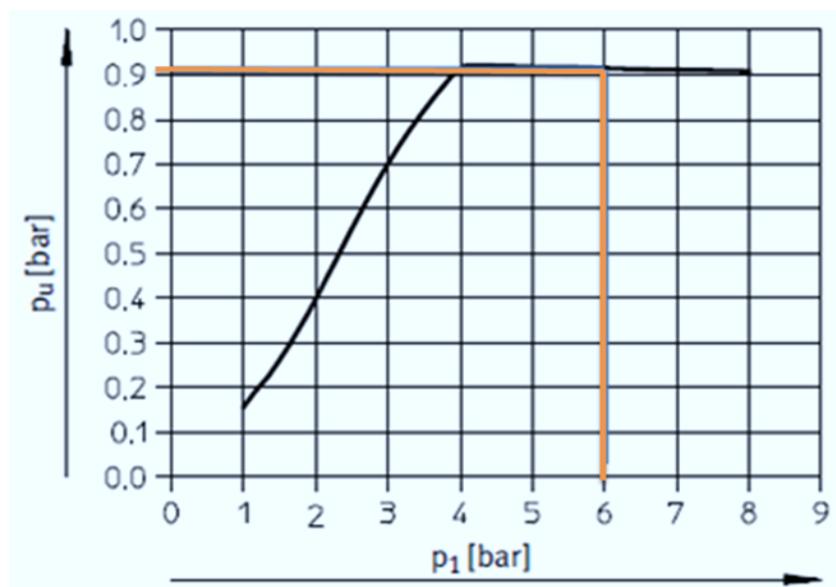
### 3.6 Selección de elementos para construcción del prototipo.

**3.6.1** *Diseño de la carcasa.* Las dimensiones de la carcasa se podido determinar gracias al estudio ergonómico realizado posteriormente, además se tomó en cuenta características de la prenda a doblar para el mejor funcionamiento del prototipo.

**3.6.2** *Selección de Ventosas.* La ventosa cumplirá con la función de succionar y levantar parte de la bolsa.

**3.6.3** *Determinación de la presión de trabajo.* Para obtener un buen funcionamiento de los elementos neumáticos y poder optimizar su tiempo de vida útil es necesario determinar la presión de trabajo adecuada que pueda ajustarse a los cambios de presión del caudal.

Figura 20. Curva de Vacío  $P_u$  en función de la presión de funcionamiento  $P_1$



Fuente: <http://goo.gl/DGSb74>

La presión de trabajo que produce nuestra fuente de aire comprimido es de 6 bares y podemos observar que el vacío que produce es de 0,9 bares. Este dato se utilizara para el cálculo de selección de ventosas que se las utilizara en el proceso de embolsado


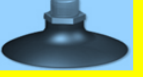
**3.6.3.1 Selección del tipo de ventosa a utilizar.** Para la succión y levantamiento de la bolsa podemos hacer uso de ventosas planas o ventosas con fuelle, a continuación seguiremos un procedimiento para la selección de ventosas, para ello debemos tener en cuenta los siguientes parámetros:

**3.6.3.2 Parámetros para la selección de ventosa**

- **Forma.** Es factor predominante la forma del cuerpo a manipular para los labios de la ventosa.
- **Utilización.** Las condiciones de uso en el lugar de servicio. Por ejemplo servicios de varios turnos, ambiente donde se va a utilizar (corrosivo, abrasivo, temperatura.)
- **Superficie.** Es de suma importancia saber tener en cuenta las características de la superficie para poder determinar el tipo de ventosa.
- **Diámetro.** Sirve para determinar el volumen total del sistema de ventosas según el cuerpo y peso a levantar.

Se realizara una ponderación del 1 como mínimo y 10 como máximo.

Tabla 9. Selección del tipo de ventosas

PARÁMETROS DE SELECCIÓN	VENTOSA DE 	VENTOSA PLANA 
Buena adaptación a las superficies con desniveles.	8	6
Efecto de elevación al aspirar.	9	4
Facilidad de instalación.	9	8
Presión de trabajo de 6 bares.	7	6
Compensación de diferencias de altura.	8	6
Aspiración cuidadosa de piezas delicadas.	7	6
Ponderación total .	64	47

Fuente: Autor.

En la siguiente tabla se realizara una ponderación del 1 como mínimo y 10 como máximo.

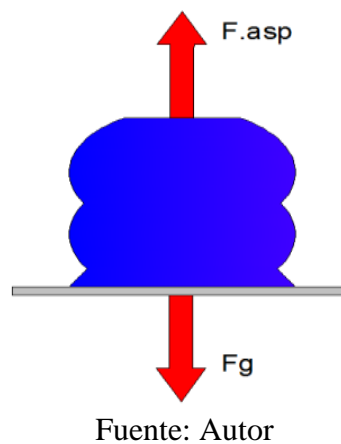


La tabla 9. Arrojo la conclusión que la ventosa con fuelle es la más adecuada para realizar nuestro trabajo.

Para calcular la fuerza de aspiración que tiene que proporcionar la ventosa para llevar a cabo el proceso de abrir la funda se debe considerar el movimiento vertical como el movimiento horizontal que realiza sujetando la funda.

***Movimiento en el eje vertical.*** En el equilibrio de fuerzas obtenemos:

Figura 21. Equilibrio de fuerzas.



$$F_{asp} = m * (g + a)S \quad (1)$$

Dónde:

$F_{asp}$  = Fuerza de aspiración [N]

$m$  = Masa del cuerpo a levantar [kg]

$g$  = Gravedad [ $m/s^2$ ]

$a$  = Aceleración con la que la baldosa debe ser elevada [ $m/s^2$ ]

$S$  = Factor de seguridad

Las ventosas tienen un desplazamiento en el eje vertical por lo tanto el cuerpo a levantar también y según el fabricante de ventosas determina un coeficiente de seguridad  $S = 8$  (FESTO PNEUMATIC, 2009).

De la misma manera escogemos el valor de la fuerza de aspiración que depende de la presión de vacío y de la sección de la ventosa a utilizar, Con el objeto a levantar se

procede a escoger una ventosa de 30 mm debido a que existe juego entre el objeto y la ventosa y será necesario 2 ventosas para cumplir adecuadamente su función.

Tabla 10. Selección de ventosas

Datos técnicos generales							
Diámetro de la ventosa en mm	Construcción	Conexión de vacío	Tipo de fijación	Diámetro nominal en mm	Diámetro útil de la ventosa en mm	Dureza	Fuerza de aspiración con 70% de vacío en N
1	Conexión de vacío en la parte superior,	M3	Rosca para atornillar	0,4	0,8	55±5	0,035
2		M3		1	1,6	55±5	0,14
5		M5		1,5	4	55±5	0,9
8		M5		2	5,5	73	1,6
10		M5		2	8	73	4,5
15		G1/8		3	12	73	7,9
30	redonda estándar	G 1/8		3	25	73	34
40	redonda estándar	G1/4		4	32	73	556
55		G1/4		4	44	73	106
75		G1/4		4	60	73	397
100		G1/4		4	85	73	606
125		G3/8		7	105	73	606

Fuente: <http://goo.gl/6PYdY>

Para el cálculo de la fuerza de aspiración se tomó una ventosa con un diámetro de 30 mm. Para un 70% de vacío se obtiene una fuerza de aspiración de 34 N, como se observa en la figura 22. Un vacío del 90%, la fuerza de aspiración que se obtendrá será:

$$F_{asp} = \frac{0,9}{0,7} * 34 N$$

$$F_{asp} = 43,71 N$$

De forma que procedemos a verificar si las dos aceleraciones son mayores que la aceleración gravitatoria.

$$g + a = \frac{F_{asp}}{m * s}$$

$$g + a = \frac{43,71 N}{0,05kg * 8}$$

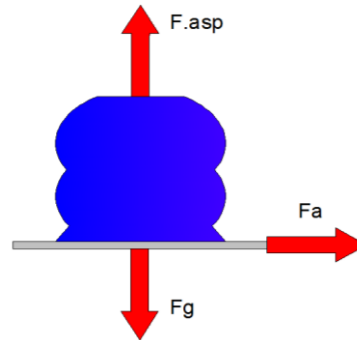
$$g + a = 109,2 m/s^2$$

$$a = (109,2 \text{ m/s}^2 - 9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$a = 99,4 \text{ m/s}^2$$

**Movimiento en el eje horizontal.** Las aceleraciones que se producen en el movimiento horizontal provocan un esfuerzo cortante entre la ventosa y el cuerpo a levantar.

Figura 22. Equilibrio de fuerzas



Fuente: Autor

Realizando el equilibrio de fuerza obtenemos

$$F_{asp} = m * \left( g + \frac{a}{\mu} \right) S \quad (2)$$

Datos:

$$m = 0,05 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$a = 99,4 \text{ m/s}^2$$

$$S = 4$$

$$\mu = 0,8 \text{ (coeficiente de fricción)}$$

De forma que:

$$F_{aspiraci\grave{o}n} = m * \left( g + \frac{a}{\mu} \right) S$$

$$F_{aspiraci\grave{o}n} = 0,05 * \left( 9,81 \text{ m/s}^2 + \frac{99,4 \text{ m/s}^2}{0,8} \right) 4$$

$$F_{aspiraci\grave{o}n} = 26,81 \text{ N}$$

Se ha obtenido una fuerza de aspiración de 26,81 N, por lo tanto se encuentra dentro del rango de una ventosa de 30 mm tal como se puede observar en la tabla 4.

**3.6.4 Selección de generador de vacío.** Se puede elegir del catálogo un generador de nivel de vacío de 70%. Es deseable que el generador de vacío trabaje a la menor presión posible para minimizar así el caudal de aire que consume para generar el vacío. Se debe elegir el generador de vacío adecuado y establézcase la presión a la que debe funcionar.

Para seleccionar el generador de vacío se debe determinar la capacidad de aspiración que deberá entregar el generador de vacío alas ventosas considerando el diámetro de la misma para determinar el caudal de aspiración que deberá entregar el generador de vacío.

La tabla 11 muestra el caudal volumétrico del generador de vacío en base a al diámetro de la ventosa.

Tabla 11. Capacidad de aspiración

Diámetro de ventosas [mm]	Capacidad de aspiración (Vs)	
	[m <sup>3</sup> /h]	[l/min]
Hasta 60	0,5	8,3
Hasta 120	1,0	16,6
Hasta 215	2,0	33,3
Hasta 450	4,0	66,61

Fuente: <http://goo.gl/7QwYQW>.

Según la tabla 4 el generador de vacío tiene una capacidad de aspiración de 8,3 l/min.

Figura 23. Generador de vacío AIRBEST seleccionado.



Fuente: Autor

Tabla 12. Características generador de vacío.

<b>Generador de vacío ( características)</b>
Tipo neumático
Alto vacío
Caudal máximo de aspiración con 60 bar ( L/min): 6-19 l/min
Diseño compacto

Fuente: <http://goo.gl/f6qniq>

**3.6.5** *Selección de cilindros neumáticos.* Al realizar el cálculo para la selección del diámetro de cada cilindro debemos normalizar su diámetro con ayuda de un catálogo o tablas de cilindros neumáticos existentes en el mercado.

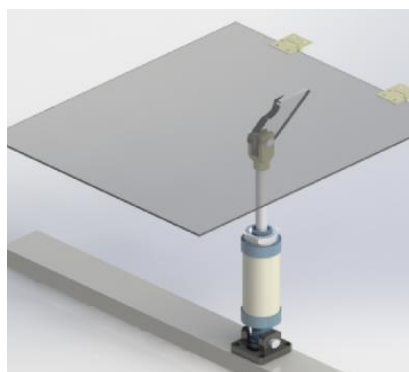
Figura 24. Cilindro de doble efecto.



Fuente: Autor

**3.6.5.1** *Función del primer en el proceso de doblado.* El cilindro de doble efecto realizara su trabajo teniendo su vástago desplazando, el vástago descenderá y permitirá que la prenda caiga dentro de la funda, gracias a la horquilla base logrará el movimiento idóneo la aleta.

Figura 25. Cilindro y aleta.



Fuente: Autor

### 3.6.5.2 Parámetros para la selección:

- La fuerza que va a generar el cilindro debe ser mayor que el peso a elevar y descender y así poder realizar su trabajo en óptimas condiciones.
- Para la selección del cilindro primero se debe determinar el diámetro del embolo en función de la fuerza que se desea mover.
- La carrera del cilindro debe ser de 50 mm.
- Considerar velocidades bajas para el avance (a mayor diámetro del vástago menor velocidad).

### 3.6.6 Cálculo cilindro de doble efecto (Para el doblado con el acrílico uno).

Datos:

Masa acrílico:  $m_{ac} = 0,3$  kg

Masa prenda textil:  $m_{prenda} = 0,120$  kg

Masa de la horquilla colocada en el extremo del vástago = 0,09 kg

Presión de trabajo:  $p = 6$  bar =  $(6 \times 10^5)$  Pa

Fuerza teórica del cilindro:  $F_t = P \times A$

Área del embolo:  $A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$

Nuestra misión es calcular el diámetro del cilindro, para ello se debe calcular la fuerza efectiva (fuerza a levantar). Se utiliza la ecuación (3)

$$\begin{aligned} W &= F_e \\ W &= m_t \times g \end{aligned} \quad (3)$$

Dónde:

$W$  = Peso total a vencer [N]

$m_t$  = Masa total a vencer [kg]

$g$  = Gravedad [ $m/s^2$ ]

$$F_e = mt * g$$

$$F_e = (0,3 + 0,120 + 0,09) \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 4,998 \text{ N}$$

$$F_e = 4,998 \text{ N}$$

Entonces la fuerza a vencer por el cilindro de doble efecto es de 4,98 N, tomando en cuenta que debemos sumar el 10% de la fuerza de rozamiento, provocado por el avance y retorno del émbolo.

$$F_e = F_t - F_r \quad (4)$$

Dónde:

$F_t$  = Fuerza teórica [N]

$F_e$  = Fuerza efectiva [N]

$F_r$  = Fuerza de rozamiento 10% de  $F_t$  [N]

Calculamos la fuerza teórica aplicando la ecuación (4)

$$F_r = 0,1 * F_t$$

$$F_e = 0,1 x F_t$$

$$F_e = p x A - p x A$$

$$F_e = 0,9 p x A$$

Debemos despejar el área de la ecuación (5) y calcular su valor.

$$A = \frac{F_e}{0,9 p} \quad (5)$$

$A$  = Área [mm]

$F_e$  = Fuerza efectiva [N]

$p$  = Presión [N/mm<sup>2</sup>]

$$A = \frac{4,998 \text{ N}}{0,9 (0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})}$$





Figura 26. Cilindro de doble efecto a seleccionar



Fuente: <http://goo.gl/IrjCsD>

***Características del cilindro.***

- Diámetro del embolo = 6 mm
- Carrera = 80 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 15 N
- Fuerza de retorno a 6 bar = 11 N

**3.6.6.1 Selección del cilindro requerido.** Selección del cilindro requerido para el prototipo tomando en cuenta factores de diseño como (movilidad, empotramiento, estabilidad) se ha elegido un cilindro con las siguientes características:

Figura 27. Cilindro de doble efecto seleccionado.



Fuente: <http://goo.gl/RrDIQF>

***Características:***

- Diámetro del embolo = 32 mm
- Carrera vástago = 50 mm
- Diámetro vástago = 12 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 460 N
- Fuerza de retorno a 6 bar = 390 N

- Peso: 376 g
- Vástago con rosca exterior y agujero roscado

***Cálculo del consumo de aire.***

Para ello se debe calcular la relación de compresión ( $R_c$ ). Con la ecuación (7).

$$R_c = \frac{p_{atmosférica} + p_{trabajo}}{P_{atmosférica}} \quad (7)$$

Dónde:

$R_c$  = Relación de compresión.

$P_{atm}$  = Presión atmosférica, en Pa.

$P$  = Presión de trabajo, en Pa.

$$R_c = \frac{1,013 * 10^5 \text{ Pa} + 6 * 10^5 \text{ Pa}}{1,013 * 10^5 \text{ Pa}}$$

$$R_c = 6,9$$

Calculamos el consumo de aire con la ecuación siguiente:

$$V = A + a(\text{Carrera} * n) * R_c \quad (8)$$

Dónde:

$V$  = Consumo de aire [ $\text{mm}^3/\text{min}$ ]

$R_c$  = Relación de compresión.

$A$  = Área del cilindro en el avance [ $\text{mm}^2$ ]

$D$  = Diámetro del cilindro [mm]

$a$  = Área del cilindro en el retorno [ $\text{mm}^2$ ]

$N$  = Número de ciclos por minuto 13 ciclos/minutos.

Aplicamos la fórmula del consumo de aire y reemplazamos valores.

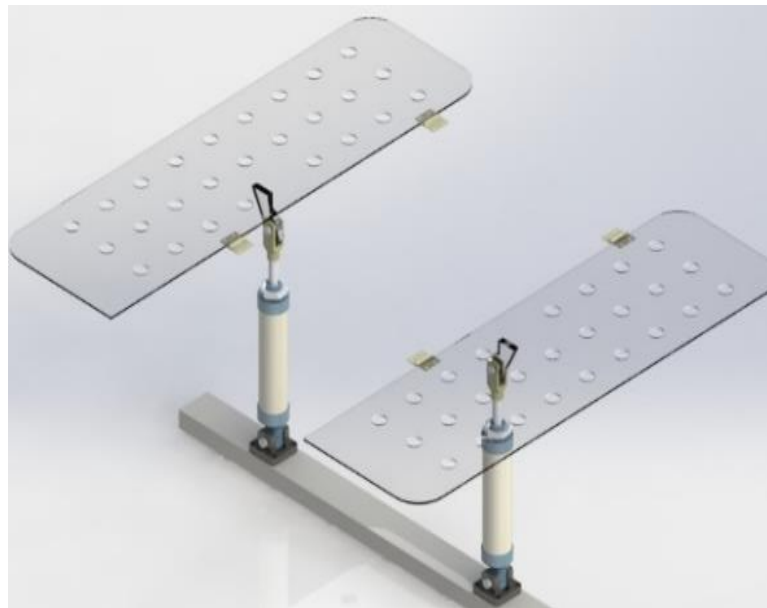
$$V = \left( \frac{\pi D^2}{4} * s + \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * s \right) * n * R_c$$

$$V = \left( \frac{\pi(32 \text{ mm})^2}{4} * 50 \text{ mm} + \frac{\pi(32 \text{ mm} - 12 \text{ mm})^2}{4} * 50 \text{ mm} \right) * 8 \frac{\text{ciclos}}{\text{minuto}} * 6,9$$

$$V = 3\,086\,803 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 3,08 \text{ l/min.}$$

**3.6.6.2** *Función del segundo y tercer cilindro en el proceso de doblado.* El cilindro de doble efecto realizara su trabajo desplazando su vástago y gracias a la horquilla base logrará el movimiento adecuado de la aleta para doblar la prenda.

Figura 28. Cilindro y aleta.



Fuente: Autor

**3.6.6.3** *Parámetros para la selección:*

- La fuerza que va a generar el cilindro debe ser mayor que el peso a elevar y descender y así poder realizar su trabajo en óptimas condiciones.
- Para la selección del cilindro primero se debe determinar el diámetro del embolo en función de la fuerza que se desea mover.
- La carrera del cilindro debe ser de 100 mm.
- Considerar velocidades bajas para el avance (a mayor diámetro del vástago menor velocidad)

***Cálculo para el cilindro de doble efecto (Para el doblado de las partes laterales de la prenda).***

Datos:

Masa acrílico:  $m_{ac} = 0,3 \text{ kg}$

Masa prenda textil:  $m_{prenda} = 0,028 \text{ kg}$

Masa de la horquilla colocada en el extremo del vástago =  $0.09 \text{ kg}$

Presión de trabajo =  $6 \text{ bar} = (6 \times 10^5) \text{ Pa}$

Nuestra misión es calcular el diámetro del cilindro.

Para ello se debe calcular la fuerza efectiva (fuerza a levantar). Se utiliza la ecuación (3)

$$\begin{aligned}W &= F_e \\F_e &= M_t * g \\F_e &= (0,3 + 0,028 + 0,09) \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2 \\F_e &= 4,09 \text{ N}\end{aligned}$$

Se debe sumar un 10% (0,1) en N de la fuerza de rozamiento. Se utiliza la ecuación (4)

$$\begin{aligned}F_r &= 0,1 * F_t \\F_e &= F_t - F_r \\F_e &= p * A - 0,1 p * A \\F_e &= 0,9 p * A\end{aligned}$$

Debemos despejar el área y calcular su valor. Utilizamos la ecuación (5)

$$\begin{aligned}A &= \frac{F_e}{0,9P} \\A &= \frac{4,09 \text{ N}}{0,9 (0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})} \\A &= 7,5 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

De la fórmula del área despejamos el diámetro y reemplazamos valores. Se utiliza la ecuación (6)



**3.6.6.4 Selección del cilindro requerido.** Selección del cilindro requerido para el prototipo tomando en cuenta factores de diseño como (movilidad, empotramiento, estabilidad) se ha elegido un cilindro con las siguientes características:

Figura 30. Cilindro de doble efecto seleccionado.



Fuente: <http://goo.gl/Vlgdxx>

***Características:***

- Diámetro del embolo = 32 mm
- Carrera vástago = 100 mm
- Diámetro vástago = 12 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 460 N
- Fuerza de retorno a 6bar = 390 N
- Peso = 0,456 kg
- Vástago con rosca exterior y agujero roscado.

***Cálculo del consumo de aire.***

Datos:

$$P_{atm} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Presión de trabajo} = 6 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Para ello se debe calcular la relación de compresión ( $R_c$ ), se utiliza la ecuación (7).

$$R_c = \frac{p_{atmosférica} + p_{trabajo}}{p_{atmosférica}}$$

$$R_c = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

$$R_c = 6,9$$

Calculamos el consumo de aire con la ecuación (8)

$$V = A + a(\text{Carrera} * n) * R_c$$

Datos:

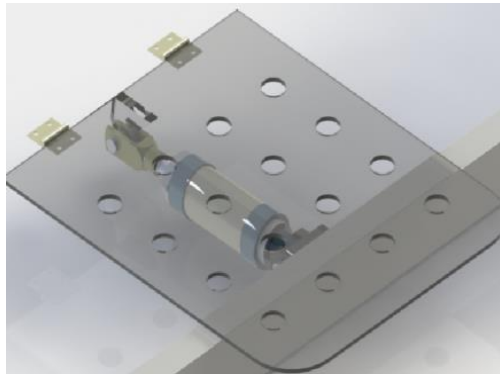
n = número de ciclos por minuto 8 ciclos/minutos.

$$V = \left( \frac{\pi(32 \text{ mm})^2}{4} * 100 \text{ mm} + \frac{\pi(32 \text{ mm} - 12 \text{ mm})^2}{4} * 100 \text{ mm} \right) * 8 \frac{\text{ciclos}}{\text{minuto}} * 6,9$$
$$V = 6\,173\,606 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 6,17 \text{ l/min.}$$

El segundo y tercer cilindro son de las mismas características por lo tanto el volumen para el cilindro dos y tres será el mismo.

**3.6.6.5** *Función cuarto cilindro en el proceso de doblado.* El cilindro de doble efecto realizara su trabajo desplazando su vástago y gracias a la horquilla base logrará el movimiento adecuado de la aleta para obtener el dobles adecuado de la prenda.

Figura 31. Cilindro y aleta.



Fuente: Autor

**3.6.6.6** *Parámetros para la selección.*

- La fuerza que va a generar el cilindro debe ser mayor que el peso a elevar y descender y así poder realizar su trabajo en óptimas condiciones.
- Para la selección del cilindro primero se debe determinar el diámetro del embolo en función de la fuerza que se desea mover.

- La carrera del cilindro debe ser de 100 mm.
- Considerar velocidades bajas para el avance (a mayor diámetro del vástago menor velocidad).

***Cálculo para el cilindro de doble efecto (Para el doblado de las partes laterales de la prenda).***

Datos:

Masa acrílico:  $m_{ac} = 0,20$  kg

Masa prenda textil:  $m_{prenda} = 0,028$  kg

Masa de la horquilla colocada en el extremo del vástago = 0,09 kg

Presión de trabajo = 6 bar =  $(6 \times 10^5)$  Pa

Nuestra misión es calcular el diámetro del cilindro, para ello se debe calcular la fuerza efectiva (fuerza a levantar). Se utiliza la ecuación 3.

$$F_e = m_t * g$$

$$F_e = (0,20 + 0,028 + 0,09) \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_e = 3,12 \text{ N}$$

Utilizando la ecuación (4), encontramos la fuerza efectiva

$$F_e = F_t - F_r$$

$$F_e = p * A - 0,1 p * A$$

$$F_e = 0,9 p * A$$

Debemos despejar el área de la ecuación (5) y calcular su valor.

$$A = \frac{F_e}{0,9P}$$

$$A = \frac{3,12 \text{ N}}{0,9 (0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})}$$

$$A = 5,7 \text{ mm}^2$$



De la ecuación (6) despejamos el diámetro y reemplazamos valores.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 5,77 \text{ mm}^2}{\pi}}$$

$$D = 2,7 \text{ mm}$$

Tabla 15. Selección de cilindros

Ø Embolo mm	Tipo	Amortiguación posición final	Presión mín. de funcionamiento bar	Fuerza de empuje a 6 bar N	Fuerza de retorno mín. a 6 bar N	Conexiones	Roscas de vástago	Carreras standard mm										Carreras suministrables mm				
								10	25	40	50	70	80	100	140	160	200		300			
6	DFK		8	15	11	M5	-														de 1 a 80	
12	ADV		8	64	52	M5	M5															
	DFK	P	8	68	60	NW 4	M6															
	DGS	P	10	55	38	M5	M6															
16	DFK	P	8	120	103	NW 4	M6															de 1 a 200
	DGS	P	10	104	87	G 1/8	M8															
20	ADV		8	175	128	G 1/8	M5 Interior															de 1 a 400
	DFK	P	8	189	159	NW 4	M8															
	DGS	P/PPV	10	165	139	G 1/8	M8															

Fuente: Pneumáticopag 15

Figura 32. Cilindro de doble efecto a seleccionar



Fuente: <http://goo.gl/IrjCsD>

### Características:

- Diámetro del embolo = 6 mm
- Carrera = 80 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 15 N
- Fuerza de retorno a 6 bar = 11 N

**3.6.6.7 Selección del cilindro requerido.** Selección del cilindro requerido para el prototipo tomando en cuenta factores de diseño como (movilidad, empotramiento, estabilidad) se ha elegido un cilindro con las siguientes características:

Figura 33. Cilindro de doble efecto seleccionado



Fuente: <http://goo.gl/Vlgdxx>

**Características:**

- Diámetro del embolo = 32 mm
- Carrera vástago = 25 mm
- Diámetro vástago = 12 mm
- Fuerza empuje a 6bar = 460 N
- Fuerza de retorno a 6bar = 390 N
- Peso = 114 g
- Vástago con rosca exterior y agujero roscado.

**Cálculo del consumo de aire.**

Para ello se debe calcular la relación de compresión ( $R_c$ ). Se utiliza la ecuación (7)

$$R_c = \frac{p_{atmosférica} + p_{trabajo}}{p_{atmosférica}}$$

$$R_c = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

$$R_c = 6,9$$

Calculamos el consumo de aire con la ecuación (8)

$$V = A + a(s * R) * R_c$$

$$V = \left( \frac{\pi D^2}{4} * s + \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * s \right) * n * R_c$$

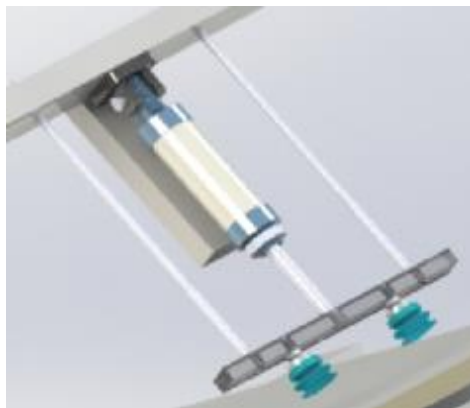
$$V = \left( \frac{\pi(32 \text{ mm})^2}{4} * 50 \text{ mm} + \frac{\pi(32 \text{ mm} - 12 \text{ mm})^2}{4} * 50 \text{ mm} \right) * 8 \frac{\text{ciclos}}{\text{minuto}} * 6,9$$

$$V = 3\,085\,238 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 3,08 \text{ l/min.}$$

**3.6.6.8** Función del quinto cilindro en el proceso de doblado. El cilindro de doble efecto realizara su trabajo gracias a que en el extremo del vástago tiene acoplado acrílico, sobre él se encuentran las ventosas.

Cuando el vástago se desplaza las ventosas hacen contacto con la bolsa y realiza la función deseada.

Figura 34. Cilindro y aleta



Fuente: Autor

#### **3.6.4.12** *Parámetros para la selección:*

- La fuerza que va a generar el cilindro debe ser mayor que el peso a elevar y descender y así poder realizar su trabajo en óptimas condiciones.
- Para la selección del cilindro primero se debe determinar el diámetro del embolo en función de la fuerza que se desea mover.
- La carrera del cilindro debe ser de 50 mm.
- Considerar velocidades bajas para el avance (a mayor diámetro del vástago menor velocidad).

### Cálculo para el cilindro de doble efecto (Proceso embolsado):

Datos:

Masas ventosas:  $m_{\text{ventosas}} = 0,1363 \text{ kg} * 2 = 0,2726 \text{ kg}$ .

Masa acrílico:  $m_{\text{ac}} = 0,09 \text{ kg}$

Masa bolsa:  $m_{\text{bolsa}} = 0,01 \text{ kg}$

Presión de trabajo:  $P = 6 \text{ bar} = (6 * 10^5) \text{ Pa}$

Nuestra misión es calcular el diámetro del cilindro, para ello se debe calcular la fuerza efectiva (fuerza a levantar). Se utiliza la ecuación (3).

$$W = m * g$$

$$F_e = mt * g$$

$$F_e = (0,2726 + 0,09 + 0,01) \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_e = 3,65 \text{ N}$$

Se debe sumar un 10% (0,1) en N de la fuerza de rozamiento. Se utiliza la ecuación (4)

$$F_r = 0,1 * F_t$$

$$F_e = F_t - F_r$$

$$F_e = p * A - 0,1 p * A$$

$$F_e = 0,9 p * A$$

Debemos despejar el área de la ecuación (5) y calcular su valor.

$$A = \frac{F_e}{0,9P}$$

$$A = \frac{6,35 \text{ N}}{0,9 (0,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2})}$$

$$A = 7,5 \text{ mm}^2$$

De la ecuación (6) despejamos el diámetro y reemplazamos valores.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 * 6,76 \text{ mm}^2}{\pi}}$$

$$D = 2,9 \text{ mm}$$

Tabla 16. Selección de cilindros

Ø Embolo mm	Tipo	Amortiguación posición final	Presión máx. de funcionamiento bar	Fuerza de empuje a 6 bar N	Fuerza de retorno mín. a 6 bar N	Conexiones	Roscas de vástago	Carreras standard mm										Carreras suministrables mm				
								10	25	40	50	70	80	100	140	160	200		300			
6	DGS		8	15	11	M5	-														de 1 a 80	
	ADV		8	64	52	M5	M5															
	DFK	P	8	68	60	NW 4	M6															
16	DGS	P	10	55	38	M5	M6															de 1 a 200
	DFK	P	8	120	103	NW 4	M6															
20	DGS	P	10	104	87	G 1/8	M8															de 1 a 400
	ADV		8	175	128	G 1/8	M5 Interior															
	DFK	P	8	189	159	NW 4	M8															
	DGS	P/PPV	10	165	139	G 1/8	M8															

Fuente: Pneumatic pag. 15

Figura 35. Cilindro de doble efecto a seleccionar



Fuente: <http://goo.gl/IrjCsD>

**Características:**

- Diámetro del embolo = 6 mm
- Carrera = 80 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 15 N
- Fuerza de retorno a 6 bar = 11 N

**3.6.6.9 Selección del cilindro requerido.** Selección del cilindro requerido para el prototipo tomando en cuenta factores de diseño como (movilidad, empotramiento, estabilidad) se ha elegido un cilindro con las siguientes características:

Figura 36. Cilindro de doble efecto seleccionado



Fuente: <http://goo.gl/Vlgdxx>

**Características:**

- Diámetro del embolo = 32 mm
- Carrera vástago = 50 mm
- Diámetro vástago = 12 mm
- Fuerza empuje a 6 bar = 460 N
- Fuerza de retorno a 6 bar = 390 N
- Peso = 456 g
- Vástago con rosca exterior y agujero roscado.

**Cálculo del consumo de aire.**

Para ello se debe calcular la relación de compresión ( $R_c$ ). Utilizamos la ecuación (6)

$$R_c = \frac{p_{atmosférica} + p_{trabajo}}{p_{atmosférica}}$$

$$R_c = \frac{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} + 6 \cdot 10^5 \text{ Pa}}{1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}}$$

$$R_c = 6,9$$

Calculamos el consumo de aire con la ecuación (8)

$$V = A + a(s * R) * R_c$$

$$V = \left( \frac{\pi D^2}{4} * s + \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * s \right) * n * R_c$$

Datos:

n = número de ciclos por minuto 8 ciclos/minutos.

$$V = \left( \frac{\pi(32 \text{ mm})^2}{4} * 25 \text{ mm} + \frac{\pi(32 \text{ mm} - 12 \text{ mm})^2}{4} * 25 \text{ mm} \right) * 8 \frac{\text{ciclos}}{\text{minuto}} * 6,9$$

$$V = 1\,543\,401 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 1,54 \text{ l/min}$$

**3.6.7 Selección de válvulas.** Para los cilindros de doble efecto se selecciona electroválvulas monoestables debido a su consumo de aire, ya que ésta genera una señal, luego de un tiempo de espera se produce el retorno por muelle generando posteriormente el retorno del vástago.

**3.6.7.1 Válvulas para los cilindros doble efecto.** Las válvulas deben accionar los cilindros del prototipo permitiéndoles trabajar correctamente, cabe recalcar que en el prototipo didáctico hay 5 cilindros de doble efecto los cuales presentan las siguientes dimensiones:

- Dos cilindros de 32 mm de embolo y 100 mm de vástago.
- Dos cilindros con 32 mm de embolo y 50 mm de vástago.
- Un cilindro con 32 mm de embolo y 25 mm de vástago.

**3.6.7.2 Criterios de selección.** Los cilindros de doble efecto los cuales realizan un trabajo de avance y retorno que requiere electroválvulas monoestables y retorno por muelle.

La electroválvula deberá tener una presión de trabajo superior a 6 bares.

El voltaje para el accionamiento debe ser de 24 V.

Para el funcionamiento del prototipo se selecciona válvulas de cinco vías dos posiciones (5/2) debido a que se requiere controlar el escape de aire.

Figura 37. Electroválvula seleccionada



Fuente: <http://goo.gl/yA9ki1>

Tabla 17. Características electroválvulas

<b>Electroválvula seleccionada (características)</b>	
<b>Modelo</b>	PU52002NS01
<b>Marca</b>	QITE
<b>Tipo</b>	válvula 5/2
<b>Conexión</b>	1/3 Npt
<b>Voltaje</b>	24 VDC
<b>Unidades</b>	5 Electroválvulas

Fuente: <http://goo.gl/ebAOCT>

Este tipo de electroválvula de cinco orificios de conexión y dos posiciones (5/2) de mando se utilizara para el funcionamiento de los cinco cilindros que se encuentran distribuidos en el prototipo además cabe recalcar que para el funcionamiento de las ventosas con fuelle se utilizó una electroválvula de tres orificios de conexión y dos posiciones (3/2) de mando.

**3.6.8 Selección de filtro.** Este componente es indispensable para nuestro prototipo ya que regula, lubrica y retendrá impurezas del aire que circula, esto permite el óptimo funcionamiento cuando este en uso.

#### **3.6.8.1 Criterios de selección.**

- EL filtro seleccionado debe soportar una presión mayor a 6 bares.
- Conocer el consumo de aire del sistema en l/min.



### 3.6.8.2 *Calculo del consumo de aire en todo el sistema.*

Datos:

Caudal del cilindro 1:  $Q_{c1} = 3,08$  l/min.

Caudal del cilindro 2:  $Q_{c2} = 6,17$  l/min.

Caudal del cilindro 3:  $Q_{c3} = 6,17$  l/min.

Caudal del cilindro 4:  $Q_{c4} = 3,08$  l/min.

Caudal del cilindro 5:  $Q_{c5} = 1,54$  l/min.

Con la ecuación (9), el caudal en todo el sistema.

$$Q_T = Q_{c1} + Q_{c2} + Q_{c3} + Q_{c4} + Q_{c5} \quad (9)$$

Dónde:

$Q_T$  = Caudal total de consumo, en litros por minuto

$$Q_T = (3,08+6,17+6,17+3,08+1,54) \text{ l/min}$$

$$Q_T = 20 \text{ l/min}$$

Con el respectivo  $Q_T = 20$  l/min, se procede a seleccionar el filtro el cual deberá trabajar con una presión mayor de 6 bar.

Figura 38. Filtro regulador (Preparación de aire comprimido)



Fuente: <http://goo.gl/lmqUQ8>

Tabla 18. Características de filtro regulador

Filtro regulador (características)	
Tamaño	Mini
Conexiones	G 1/8, G1/4
Presión	0,5 a 7 bar
Caudales	500 a 1200 l/min
Manómetro	Con manómetro, sin manómetro
Grado de filtración	40 $\mu\text{m}$ , 5 $\mu\text{m}$
Purga de condensado	Manual, semiautomático

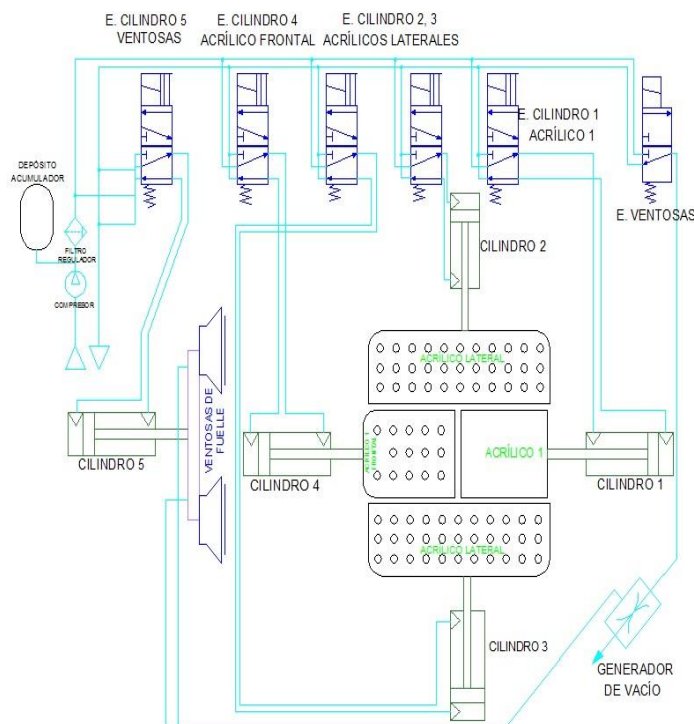
Fuente: <http://goo.gl/lmqUQ8>

**3.7 Selección del logo (modulo lógico de funciones).** El LOGO cumple con la función de ejecutar el programa para el movimiento de los dispositivos del prototipo así como llevar el control de secuencia de todo el proceso.

**3.7.1 Criterios de selección.**

- LOGO con 4 salidas (Q) a 24 VAC y 8 entradas (I) a 24 VAC.
- LOGO OBA-6 Siemens.
- Fuente de alimentación de 24 VAC.
- Súper capacitor interno 80 horas de programa.
- Hasta 200 bloques de programa.

**Figura 39. Diagrama electroneumático.**



Fuente: Autor

Tabla 19. Entradas y salidas

<b>Asignación de entradas y salida</b>			
<b>Entradas/salidas</b>	<b>Dirección física</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Entrada	<b>I<sub>0</sub></b>	Inicio	Es el pulsador del inicio del proceso
Entrada	<b>I<sub>1</sub></b>	Parada	Es el pulsador de paro del proceso
Salida	<b>Q<sub>0</sub></b>	Electroválvula 1	Acciona una electroválvula 5/2 y el vástago del cilindro se acciona para poder colocar la prenda.
Salida	<b>Q<sub>1</sub></b>	Electroválvula 2,3	Acciona electroválvulas 5/2 y los cilindro desplaza su vástago para los doblados laterales.
Salida	<b>Q<sub>2</sub></b>	Electroválvula 4	Acciona una electroválvula 5/2 y el cilindro desplaza su vástago para el doblado inferior
Salida	<b>Q<sub>3</sub></b>	Electroválvula 5,6	Acciona una electroválvula 5/2 y una 3/2 para las ventosas

Fuente: Autor

Según las observaciones realizadas en el prototipo se ha llegado a la conclusión que un controlador lógico de funciones LOGO cumplirá su función de manera óptima.

Figura 40. Controlador lógico de funciones seleccionado.



Fuente: <http://goo.gl/sh9yTC>

Tabla 20. Características del LOGO

<b>Controlador lógico de funciones SIEMENS</b>	
<b>Logo</b>	Modulo lógico universal de Siemens
<b>Lleva integrado</b>	Unidad de operación y visualización. Fuente de alimentación. Interface para módulos de programa.
<b>Salidas</b>	4

Fuente: Autor

**3.7.2 Selección de accesorios.** Nuestro prototipo necesita de una serie de elementos neumáticos necesarios, de igual forma para el sistema de control diseñado, se mencionan a continuación.

**3.7.2.1 Manguera.** Indispensable elemento que permite la circulación del aire a presión a los diferentes elementos neumáticos del prototipo.

Figura 41. Manguera



Fuente: <http://goo.gl/7yM6E8>

Tabla 21. Características manguera utilizada

<b>Características generales de manguera</b>	
<b>Rango temperatura</b>	( 40 °C a 74 °C)
<b>Presión de trabajo</b>	( 6 BAR 14 BAR)
<b>Flexibilidad</b>	Muy flexible
<b>Diámetro</b>	1/4in
<b>Longitud</b>	25m

Fuente: Autor

**3.7.2.2 Regulador de caudal.**

Figura 42. Válvula reguladora de caudal.



Fuente: <http://goo.gl/pf8Lzz>

Tabla 22. Válvula reguladora de caudal.

<b>Características de la válvula reguladora de caudal.</b>	
<b>Caudal</b>	( 0 – 33000 l/min)
<b>Diámetro</b>	3-4-6 mm
<b>Conexión</b>	G 1/8
<b>Unidades</b>	10 unidades

Fuente: Autor

### 3.7.2.3 Uniones neumáticas.

Figura 43. Unión neumática (TEPE).



Fuente: <http://goo.gl/hhTGBo>

Tres unidades.

### 3.7.2.4 Racores.

Racor rosca macho en Y, cónico giratorio, Rosca cubierta con PTFE.

Figura 44. Racor



Fuente: <http://goo.gl/o47uzo>

Dos unidades / Dieciocho unidades

**3.7.2.5 Base Manifold (Cinco estaciones).** Utilizaremos una base manifold para colocar las electroválvulas en el con el fin de ubicarlas en un lugar específico con fin didáctico.

Figura 45. Base manifold (Accionamiento por aire).



Fuente: <http://goo.gl/sNSz1D>

**3.7.2.6 Temporizador.** Dispositivo electrónico que regula la conexión o desconexión de un circuito eléctrico pasado un tiempo desde que recibe la orden. Los temporizadores pueden trabajar a la conexión (no de lay o retardo al encendido) o a la desconexión (off de lay o retardo al apagado).

Figura 46. Temporizador



Fuente: Autor

**3.7.2.7 Relé.** Es un elemento que funciona como interruptor por un circuito electrónico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de varios contactos que permite abrir a cerrar los circuitos eléctricos independientes.

Figura 47. Relé 110 V



Fuente: <http://goo.gl/YR0SSI>

**3.7.2.8 Portafusibles.** Este dispositivo viene dimensionado con un amperaje bajo y es adecuado para salvaguardar: electroválvulas, pulsadores, modulo lógico de funciones (LOGO).

Figura 48. Portafusibles



Fuente: <http://goo.gl/QYxQDj>

**3.7.2.9 Pulsador ON.** Su función es encender completamente el circuito.

Figura 49. Pulsador rasante sin retención ON.



Fuente: <http://goo.gl/qSM3N4>

**3.7.2.10 Pulsador OFF.** Tiene como función desenergizar el prototipo y por consiguiente su proceso.

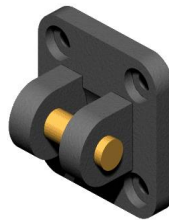
Figura 50. Pulsador rasante sin retención OFF.



Fuente: <http://goo.gl/YX4MxJ>

**3.7.2.11 Horquilla.** Este elemento mecánico permite obtener el movimiento ideal del cilindro para que cada uno de ellos cumpla su función específica de forma óptima.

Figura 51. Horquilla trasera para tenón con rótula



Fuente: <http://goo.gl/5GN05e>

Tabla 23. Características Horquilla utilizada

<b>Características horquilla trasera</b>	
<b>Propiedad</b>	Desmontable
<b>Acople</b>	Para cilindro de 32mm
<b>Designación</b>	Horquilla trasera para tenón con rótula para cilindro con un alojamiento de 32 mm
<b>Referencia</b>	P49A3129000A00
<b>Material</b>	Acero
<b>Unidades</b>	5 unidades

Fuente: Autor

**3.7.2.12 Horquilla hembra para vástago.** Este elemento mecánico permite obtener el movimiento adecuado del extremo del vástago con cada uno de las partes del prototipo permitiéndoles cumplir con sus funciones específicas de forma óptima.

Figura 52. Horquilla hembra para extremo de vástago



Fuente: Autor

Tabla 24. Características Horquilla utilizada

<b>Características horquilla trasera</b>	
<b>Propiedad</b>	Desmontable
<b>Acople</b>	Para cilindro de 32 mm
<b>Designación</b>	Horquilla hembra para extremo de vástago ISO 8140
<b>Servicio</b>	Normal, intensivo
<b>Código de fijación</b>	43400016
<b>Peso</b>	0.09 kg
<b>Material</b>	Acero
<b>Unidades</b>	5 unidades

Fuente: <http://goo.gl/kxML36>

**3.7.2.13 Silenciador para comprimido de aire.**

Figura 53. Silenciador para aire comprimido.



Fuente: <http://goo.gl/yVkc5P>

Tabla 25. Características silenciador para comprimido de aire

<b>Características de silenciador para comprimido de aire</b>	
<b>Presión de funcionamiento</b>	Min 0 bar. Max 10 bar.
<b>Serie</b>	SI1
<b>Unidades</b>	1 unidad

Fuente: <http://goo.gl/JkMj4M>



### 3.7.2.14 *Cable flexible.*

Figura 54. Cable flexible # 16



Fuente: <http://goo.gl/kEs1bp>

- Veinte metros de rojo.
- Veinte metros negros.

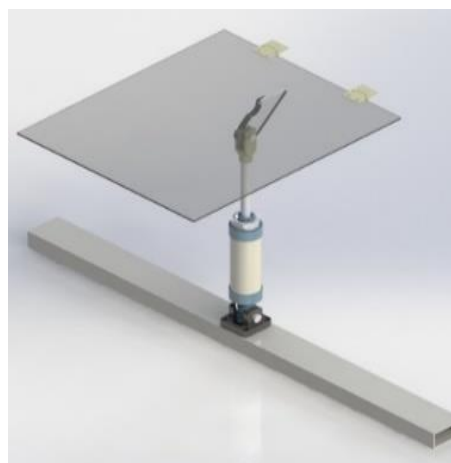
## 3.8 **Construcción del prototipo.**

Una vez seleccionados los elementos y accesorios del prototipo procedemos a su construcción.

### 3.8.1 *Construcción del dispositivo para que descienda la prenda.*

- Barra de aluminio.
- Cilindro de doble efecto MAL 32x50.
- Acrílico a sus medidas específicas.
- Bisagras.

Figura 55. Dispositivo para que descienda la prenda.

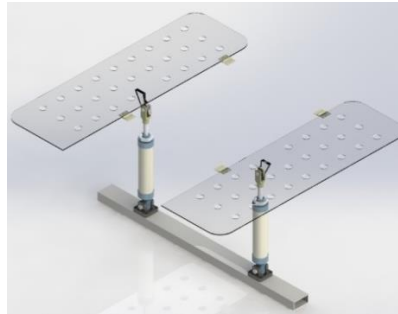


Fuente: Autor.

### 3.8.2 *Construcción del dispositivo para doblado lateral.*

- Barra de aluminio.
- Dos cilindro de doble efecto MAL 32x100.
- Acrílico (medidas específicas).
- Bisagras.

Figura 56. Dispositivo para doblado lateral.

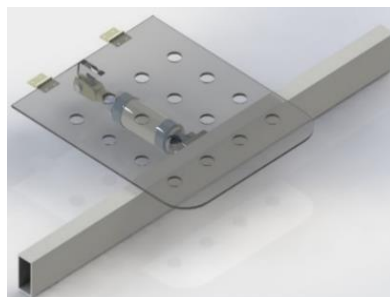


Fuente: Autor.

### 3.8.3 *Construcción del dispositivo para doblado frontal.*

- Barra de aluminio.
- Dos cilindro de doble efecto MAL 32x25.
- Acrílico (medidas específicas).
- Bisagras.

Figura 57. Doblado frontal.



Fuente: Autor.

### 3.8.4 *Construcción del dispositivo para abrir la bolsa.*

- Dos cilindro de doble efecto MAL 32x50.
- Madera mdf (medidas específicas).

- Ventosas de fuelle.
- Barra de aluminio.
- Guías (descienda el vástago del cilindro en una sola posición).
- Bisagras.

Figura 58. Embolsado de prendas textiles.

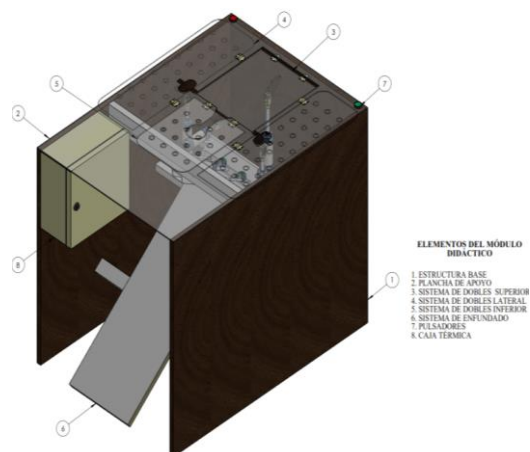


Fuente: autor

### 3.8.5 Prototipo construido. Consta de los siguientes elementos:

- Cilindros neumáticos de doble efecto.
- Ventosas de fuelle.
- Generador de vacío.
- Filtro regulador.
- Electroválvulas.
- Caja térmica.
- Carcasa de MDF.

Figura 59. Construcción total prototipo.



Fuente: Autor.

### *Construcción del panel de control.*

- Fuente de alimentación.
- Electroválvulas.
- Filtro regulador.
- Relé encapsulado.
- Portafusibles timer.

Figura 60. Electrovalvulasdel prototipo.



Fuente: Autor.

Figura 61. Logo del prototipo.

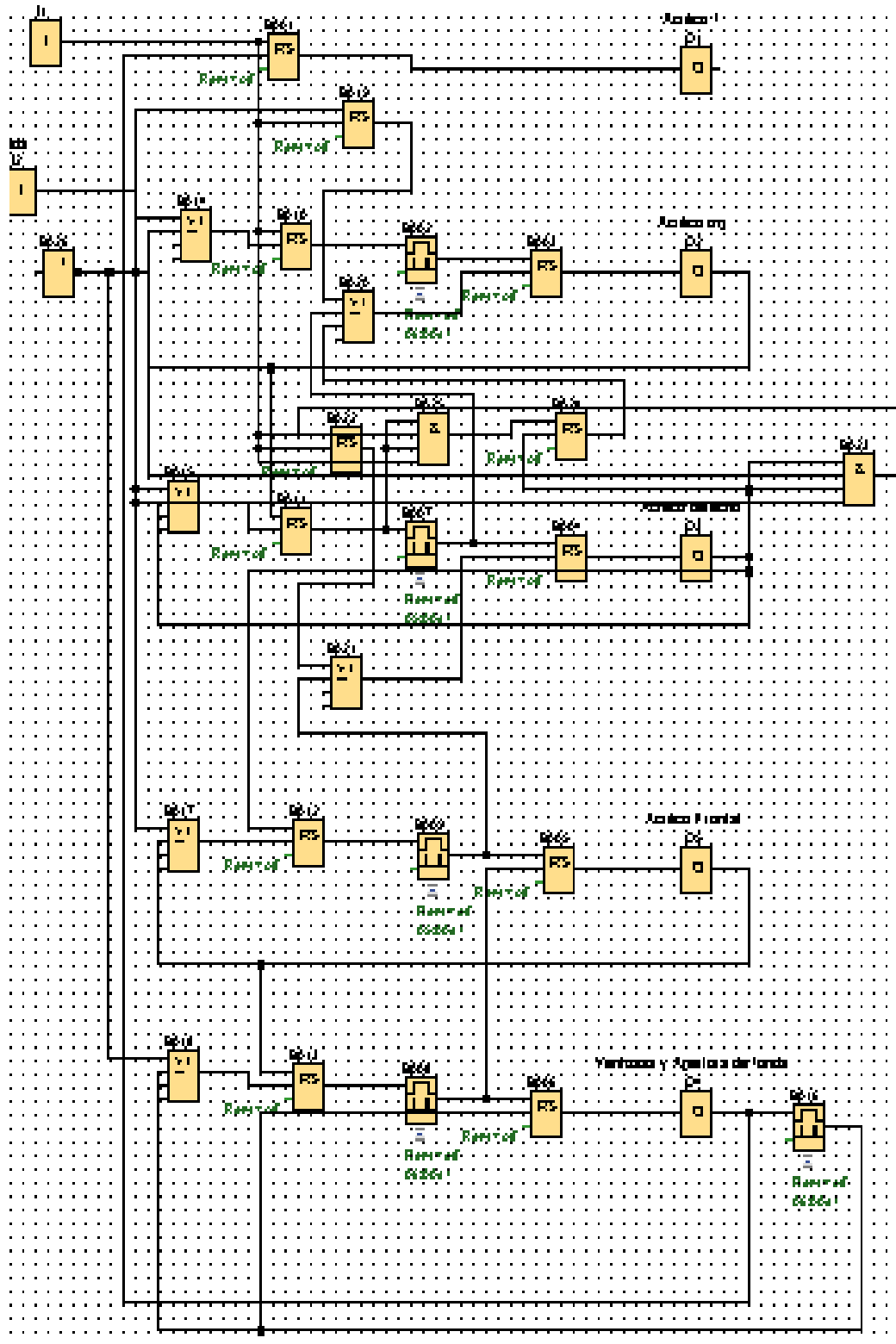


Fuente: Autor.

### 3.9 Programación del LOGO

Se realiza la programación en LOGO V8.

Figura 62. Programación para el proceso de doblado y embolsado del prototipo



Fuente: Autor.

### **3.10 Pruebas del prototipo.**

Después de seleccionar los dispositivos y elementos para el prototipo de doblado y embolsado debemos realizar pruebas, es decir:

- Realizar la conexión de la fuente del fluido (compresor) con lo cual regularemos el filtro regulador para conseguir una presión de trabajo de 6 bares.
- Comprobar el funcionamiento de cada cilindro.
- Regulación de los reguladores de caudal que se encuentran en cada cilindro los cuales nos ayudan a conseguir una velocidad adecuada de avance y retorno de los vástagos de los distintos cilindros neumáticos.
- Comprobación de la presión de vacío producida por el generador de vacío para la absorción de si consigue la absorción del objeto.
- Pruebas manuales de las electroválvulas para comprobar el movimiento correcto de los cilindros.
- Comprobamos que no exista ninguna fuga en las conexiones neumáticas.
- Determinar el tiempo adecuado para la activación de los cilindros ya que tienen que activarse en una secuencia lógica para llevar a cabo el proceso de doblado y embolsado.
- Realizar las conexiones del LOGO con la regleta de alimentación eléctrica y la comprobación del funcionamiento de los pulsadores, electroválvulas.

## CAPÍTULO IV

### 4 MANUAL DE OPERACIÓN, DE MANTENIMIENTO Y GUÍA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO.

#### 4.1 Interfaz ordenador-LOGO

Para realizar la interfaz ordenador-LOGO se necesita un enlace que es un cable y se lo realiza en la siguiente secuencia:

- *Seleccionamos la carpeta y abrimos el archivo (Doblado y embolsado de prendas textiles.)*

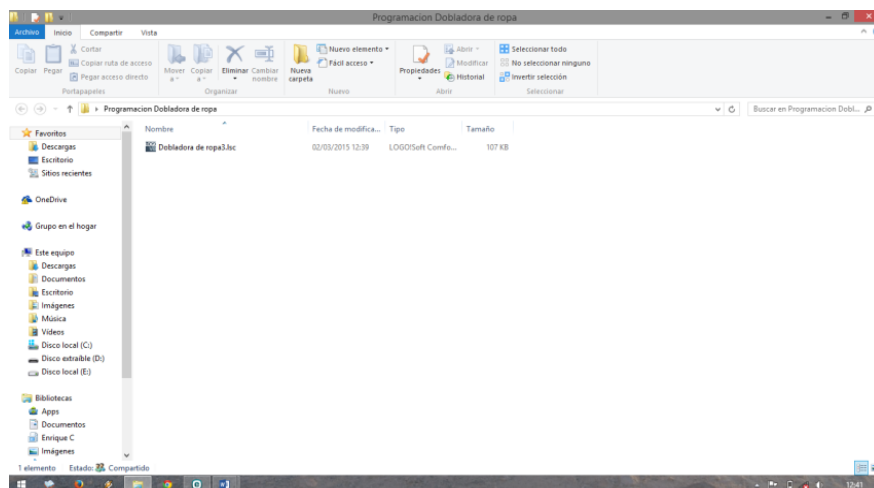
Figura 63. Selección de carpeta.



Fuente: Autor.

- *Seleccionamos la programación y la abrimos.*

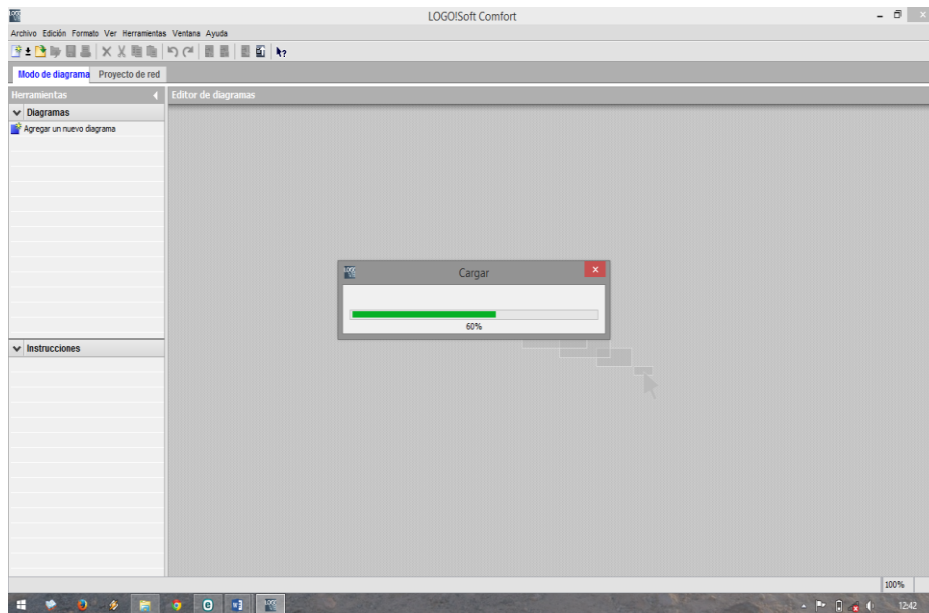
Figura 64. Programación.



Fuente: Autor

- *Esperamos unos segundos hasta que se cargó la programación.*

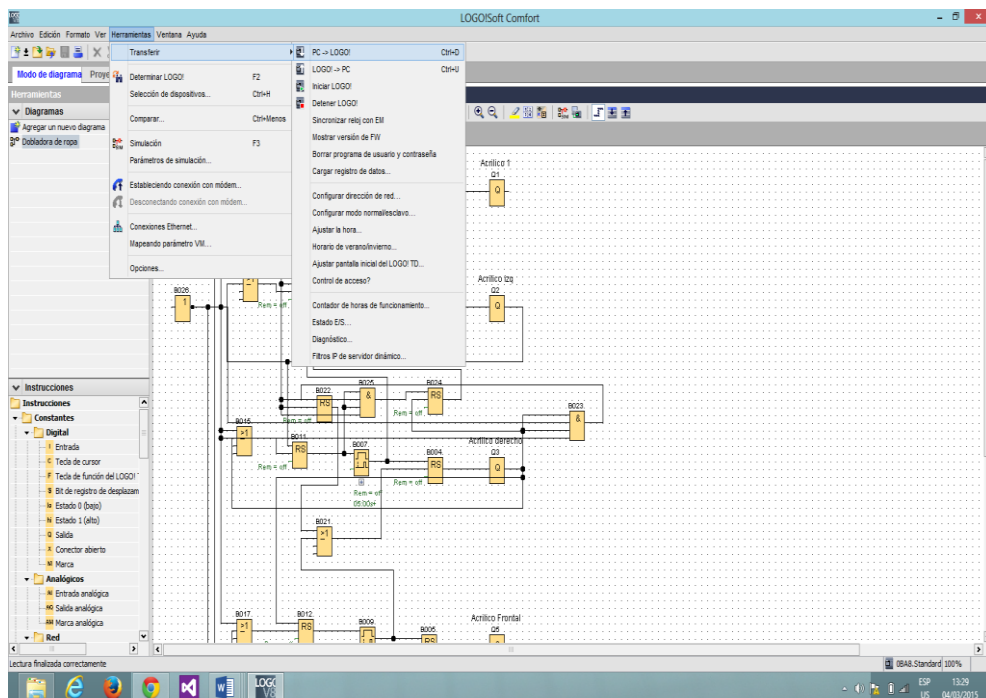
Figura 65. Carga de la programación



Fuente: Autor

- *Una vez que se cargó el programa nos dirigimos a la pestaña herramienta damos clic izquierdo luego colocamos el cursor sobre la opción transferir y seleccionamos PC → LOGO!*

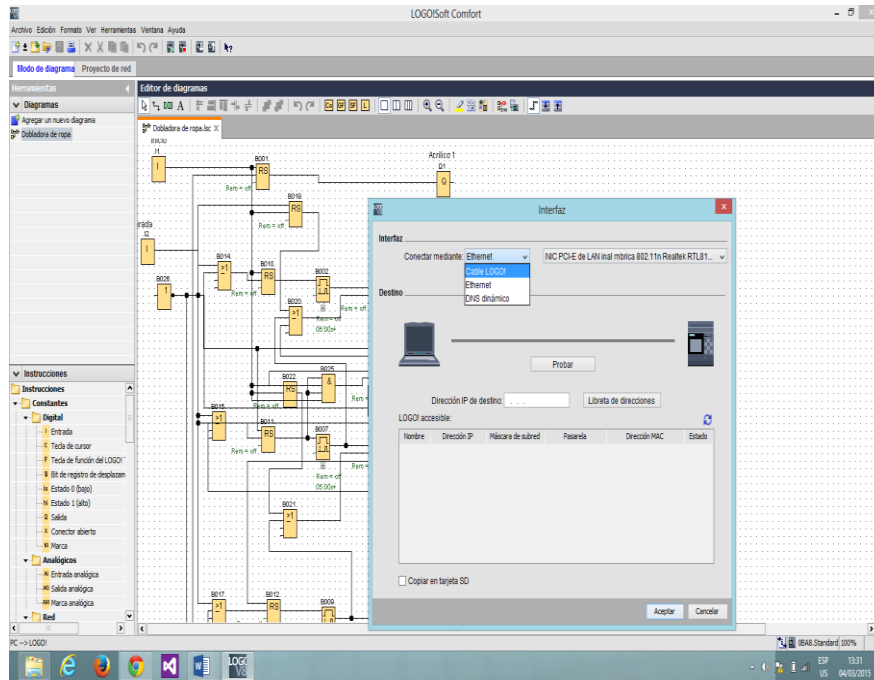
Figura 66. Selección de PC -> LOGO!





- *Seleccionamos conectar mediante cable- LOGO.*

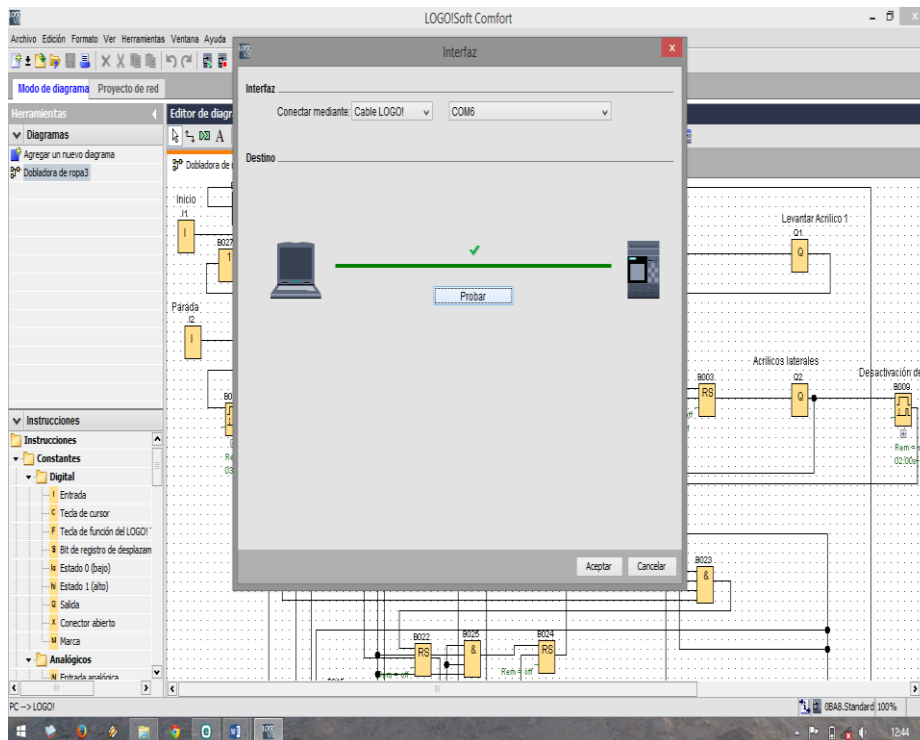
Figura 67. Conexión cable- LOGO



Fuente: Autor

- *Esperamos unos segundos hasta que la interfaz se haya realizado.*

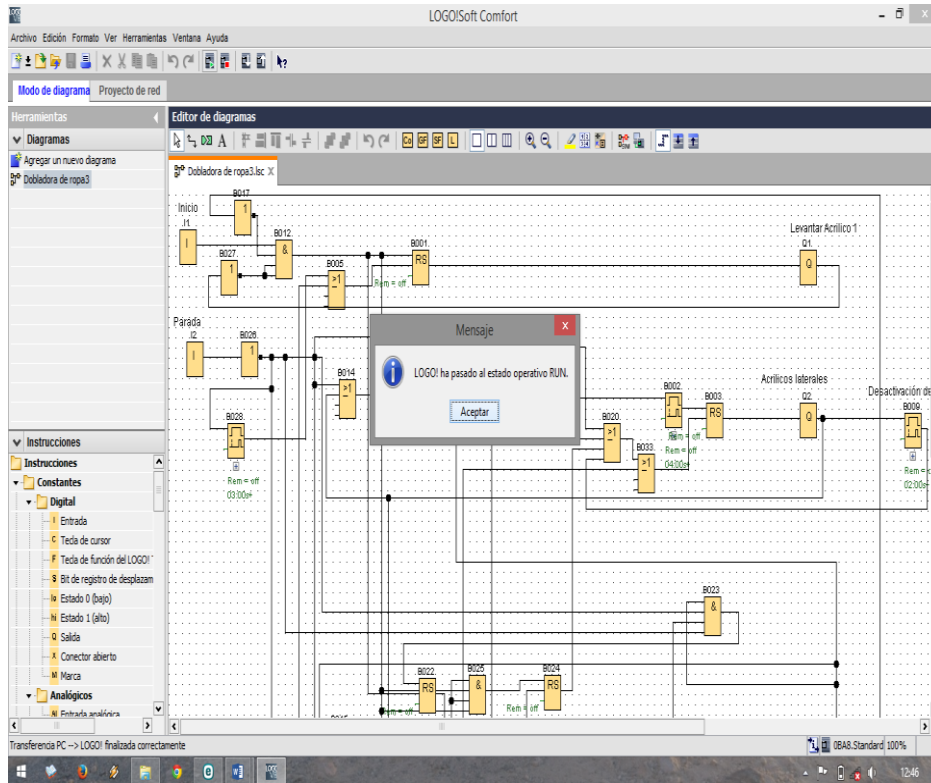
Figura 68. Conexión Pc - LOGO



Fuente: Autor

- Aparece una ventana la cual nos indica que LOGO ha pasado en estado operativo RUN.

Figura 69. Estado operativo RUM.



Fuente: Autor

Inmediatamente podemos dar clic en inicio y observar la programación.

## 4.2 Manual de operación

El fin del manual de operación es dar a conocer el procedimiento de funcionamiento del prototipo de doblado y embolsado para que el operario realice una buena práctica.

El prototipo está formado principalmente por elementos neumáticos y electrónicos.

### 4.2.1 Indicaciones para su utilización.

**4.2.1.1 Indicaciones de seguridad.** El trabajo en el prototipo se requiere gran cautela al operarla pues esta funciona con energía eléctrica, neumática. Que pueden provocar accidentes, incendios que acarrear consecuencias lamentables. Para esto se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- Conocer el manual de operación en su totalidad antes de operar el prototipo.
- Comprobar que las conexiones neumáticas se encuentren en perfectas condiciones.
- Revisar el cableado del controlador lógico de funciones, pulsadores, relé encapsulado y timer.
- Revisar el ingreso adecuado de caudal de aire a los cilindros neumáticos para evitar desplazamientos bruscos del vástago.
- No beber, comer, fumar alrededor del prototipo.
- Utilizar equipo de protección personal.

#### **4.2.1.2** *Indicaciones eléctricas.*

- Las electroválvulas neumáticas, el LOGO funcionan a 110 VCA.
- Los pulsadores funcionan a con 24 VDC.
- Verificar las conexiones eléctricas.

#### **4.2.1.3** *Indicaciones neumáticas.*

- El aire comprimido debe ser seco, limpio para evitar la contaminación en las electroválvulas, utilizar racores y mangueras de excelente calidad para el flujo de aire al interior del prototipo.
- Trabajar con una presión de aire de 0,12 MPa la cual que regulamos en el Fr (filtro regulador).
- Conectar los conductos de aire en los racores, posteriormente acoplar a los cilindros asegurándose que no existan fugas.
- Colocar los conductos en un lugar adecuado para que no interfieran en el funcionamiento de los cilindros.

#### 4.2.2 Asignación de entradas y salidas.

Tabla 26. Asignación de entradas y salidas.

<b>Asignación de entradas y salida</b>			
<b>Entradas/ salidas</b>	<b>Dirección física</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Entrada	<b>I<sub>0</sub></b>	Inicio	Es el pulsador del inicio del proceso
Entrada	<b>I<sub>1</sub></b>	Parada	Es el pulsador de paro del proceso
Salida	<b>Q<sub>0</sub></b>	Electroválvula 1	Acciona una electroválvula 5/2 y el vástago del cilindro se acciona para poder colocar la prenda.
Salida	<b>Q<sub>1</sub></b>	Electroválvula 2,3	Acciona electroválvulas 5/2 y los cilindro desplaza su vástago para los doblados laterales.
Salida	<b>Q<sub>2</sub></b>	Electroválvula 4	Acciona una electroválvula 5/2 y el cilindro desplaza su vástago para el doblado inferior
Salida	<b>Q<sub>3</sub></b>	Electroválvula 5,6	Acciona una electroválvula 5/2 y una 3/2 para las ventosas

Fuente. Autor

#### 4.2.3 Descripción y funcionamiento. Se detalle la forma correcta de operar el prototipo.

Para el suministro de aire se requiere conectar a una fuente de aire el cual permitirá el funcionamiento del prototipo, se la debe colocar la prenda a doblar sobre las aletas dobladoras que se encuentran en la parte superior del prototipo, el programa corre y funciona el prototipo.

### 4.3 Check list del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles.

Figura 70. Checklist del prototipo

CHECK LIST DIARIO DEL PROTOTIPO DE ENFUNDADO Y EMBOLSADO DE PRENDAS TEXTILES.					
PERSONAL A CARGO:					
LUGAR Y FECHA:					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CHEQUEO	REPARACIÓN	CAMBIO	OBSERVACIÓN
<b>Estructura</b>					
1	Estable				
2	Reajustar tornillos				
3	Libre de impurezas				
<b>Acrílico</b>					
4	Estable				
5	Libre de impurezas				
6	fuera pesos excesivos				
<b>Cilindros neumáticos</b>					
7	libres de impurezas				
8	posición adecuada				
9	atornillados				
<b>Electroválvulas</b>					
10	libres de impurezas				
11	ajustadas				
12	buena conexión				
<b>Ventosas</b>					
13	Inclinación adecuada				
14	libre de impurezas				
15	Presión de vacío necesaria				
<b>Logo</b>					
16	libre de impurezas				
17	buena conexión				
18	energizado				
19	acoplado				
<b>Filtro regulador</b>					
20	atornillados				
21	sin fugas				
22	presión adecuada				
23	buena conexión				
<b>Mangueras</b>					
24	conectados correctamente				
25	sin fugas				
<b>Racores</b>					
26	libre de impurezas				
27	Ajustados				
<b>Herquillas</b>					
28	libre de impurezas				
29	ajustadas				
<b>Manifold</b>					
30	sin fugas				
31	libre de impurezas				
32	Atornillado				

Fuente: Autor.

#### **4.4 Plan de mantenimiento.**

**4.4.1 *Mantenimiento.*** Para iniciar es necesario dar a conocer el amplio concepto de mantenimiento, partiendo de la definición de mantener según el diccionario de la de la REAL ACADEMIA ESPAÑOLA.

Efecto de mantener o mantenerse. Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, industrias, equipos puedan seguir funcionando adecuadamente.

**4.4.2 *Justificación.*** El plan de mantenimiento tiene como finalidad mantener operable el prototipo e instalación y restablecer el equipo a las condiciones de funcionamiento predeterminado; con eficiencia y eficacia para obtener la máxima productividad, mediante la prevención y eliminación de algún desperfecto que presente el módulo didáctico.

El manual de mantenimiento brinda la máxima capacidad del prototipo, evitar paros imprevistos debido a daños parciales o completo, con el cual es posible anticipar y planificar con precisión sus requerimientos reduciendo los inventarios de refacciones.

**4.4.3 *Objetivos.***

##### ***Objetivo general.***

Realizar el plan de mantenimiento para el prototipo de doblado y enfundado de prendas textiles.

##### ***Objetivos específicos.***

- Realizar la hoja de datos técnicos.
- Determinar la periodicidad con la cual se realiza las operaciones de mantenimiento.

**4.4.4 *Introducción.*** El mantenimiento ha sufrido una evolución importante empujada en gran parte por el desarrollo tecnológico, por lo que es necesario preparar técnicas específicas, procesos que permitan ejecutar y evaluar el mantenimiento más apropiado.

Al realizar este trabajo formalizamos la programación de mantenimiento con la realización de fichas técnicas apropiadas según sea la necesidad.

#### 4.4.5 Partes del prototipo de embolsado y enfundado de prendas textiles.

**4.4.5.1 Parte neumática.** Está conformado por válvulas electro neumáticas, cilindros de doble efecto, manguera, filtro regulador, ventosa, generador de vacío, dichos elementos se consideran como un equipo de funcionamiento automático, por lo que requieren un mantenimiento e inspección periódicos.

Dicho mantenimiento consiste Básicamente en la limpieza de las partes internas y comprobación del correcto funcionamiento.

**4.4.5.2 Parte mecánica.** Está confirmado por una plancha de acrílico de 6 mm de espesor, barras de aluminio estructural. Son los elementos que conforman la parte mecánica.

**4.4.5.3 Parte electrónica.** Está conformada por un controlador lógico de funciones, portafusiles, relés, pulsadores. Dispositivos que conforman la parte de control del prototipo.

#### 4.4.6 Mantenimiento a realizaren en el prototipo.

##### 4.4.6.1 Mantenimiento sistema neumático.

- Limpieza del filtro regulador.
- Inspeccionar los cilindros de doble efecto.
- Inspeccionar la ventosa.
- Inspeccionar las electroválvulas.

Tabla 27. Mantenimiento filtro regulador

Tarea	Frecuencia
Limpiar el filtro regulador	100 horas

Fuente: Autor

**Procedimiento.**

- Controlar fugas.
- Verificar de forma visual la contaminación ambiental.
- Desenroscar la perilla de drenaje y verificar que se evacue todo.
- Ubicar la perilla de drenaje, inspeccionar los racores y limpiar.

**Observaciones de seguridad.**

- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.
- Utilizar guantes y gafas.
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

Tabla 28. Mantenimiento cilindro doble efecto

Tarea	Frecuencia
Verificar cilindro doble efecto	100 horas

Fuente: Autor

**Procedimiento.**

- Controlar fugas.
- Verificar la posición de las válvulas reguladoras de caudal que en los filtros.
- Observaciones de seguridad.
- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.
- Utilizar guantes y gafas.
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

Tabla 29. Frecuencia de inspección de ventosa

Tarea	Frecuencia
Limpiar ventosa	300 horas

Fuente: FESTO PNEUMATIC, 2009



***Procedimiento.***

- Comprobar el funcionamiento del generador de vacío.
- Verificar el filtro de aire que no contenga impurezas.
- Desmontar las ventosas.
- Limpiar.
- Observaciones de seguridad
- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.
- Utilizar guantes y gafas
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

Tabla 30. Inspección de electroválvulas.

<b>Tarea</b>	<b>Frecuencia</b>
Inspeccionar elementos	100 horas

Fuente: FESTO PNEUMATIC

***Procedimiento.***

- Quitar la alimentación neumática.
- Desinstalar las electroválvulas y verificar continuidad.
- Limpiar.

***Herramientas.***

- Destornilladores.
- Estilete.
- Multímetro.
- Brocha.
- Materiales.

***Observaciones de seguridad.***

- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.

- Utilizar guantes y gafas.
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

#### 4.4.6.2 *Mantenimiento mecánico.*

- Inspección de barras de aluminio.
- Inspección de elementos de acrílico.

Tabla 31. Inspección de barras de aluminio

Tarea	Frecuencia
Inspeccionar barras de aluminio	Después de cada jornada de trabajo

Fuente: Autor

#### *Procedimiento.*

- Inspeccionar que el empotramiento se encuentre en perfectas condiciones.
- Inspeccionar que estén libres de polvo e impurezas.

#### *Herramientas y materiales.*

- Taladro.
- Destornilladores.
- Materiales.

#### *Observaciones de seguridad.*

- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.
- Utilizar guantes y gafas.
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

Tabla 32. Mantenimiento elementos de acrílico.

Tarea	Frecuencia
Mantenimiento elementos de acrílico	Después de cada jornada de trabajo

Fuente: Autor

***Procedimiento.***

- Inspeccionar que los empotramiento se encuentre en perfectas condiciones.
- Inspeccionar que los tornillos se encuentren en buenas condiciones.
- Inspeccionar que estén libres de polvo e impurezas.
- Limpiar.

***Herramientas y materiales.***

- Taladro.
- Destornilladores

***Observaciones de seguridad.***

- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática.
- Utilizar guantes y gafas.
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

**4.4.6.3 *Mantenimiento sistema electrónico.***

Tabla 33. Mantenimiento controlador lógico de funciones (LOGO)

<b>Tarea</b>	<b>Frecuencia</b>
Inspección de controlador lógico de funciones (LOGO)	Cada 100 horas

Fuente: Autor

***Procedimiento.***

- Quitar la alimentación eléctrica del módulo didáctico.
- Quitar las conexiones del controlador lógico de funciones.
- Verificar conexiones de las entradas y salidas.
- Verificar el estado del controlador lógico de funciones (LOGO).
- Limpiar controlador lógico de funciones (LOGO).

### ***Herramientas.***

- Destornilladores
- Multímetro.

### ***Materiales.***

- Brocha.

### ***Observaciones de seguridad.***

- Orden y limpieza.
- Bloquear alimentación neumática y eléctrica.
- Utilizar guantes y gafas.
- Evitar golpear controlador lógico de funciones (LOGO)
- Utilizar ropa de trabajo y de protección.

## **4.5 Guía práctica de aplicación**

La guía de práctica constituye una herramienta importante dentro del preparamiento académico de los estudiantes, permite desarrollar destrezas, habilidades y poner en práctica conocimientos adquiridos en la cátedra de automatización.,

La guía práctica se considera como, conjuntos de recomendaciones desarrolladas en forma sistemática cuyo propósito es facilitar a los estudiantes, la toma de decisiones sobre una actividad determinada.

La forma acertada de realizar una práctica es por medio de la ejecución y evaluación de la misma, teniendo en consideración una preparación previa que consiste en realizar actividades previas para realizar un buen ensayo y obtener mejores resultados de las prácticas realizadas, trabajar en grupo con disciplina se puede intercambiar conocimientos entre los diferentes integrantes y complementar conocimientos entre ellos. Es de suma importancia antes de operar el prototipo leer el manual de operación y cerciorarse que el montaje funcione correctamente para evitar problemas en el funcionamiento del prototipo durante el desarrollo de la práctica.

## CAPÍTULO V

### 5. COSTOS

#### 5.1 Costos directos

Son aquellos costos de los elementos constitutivos del prototipo. Se toma en cuenta los costos: mecánicos, electrónicos, neumáticos, de maquinado, de transporte.

- *Costos mecánicos*

Tabla 34. Costos mecánicos

<b>Costos mecánicos</b>			
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [USD]</b>	<b>Valor total [USD]</b>
Acrílico transparente 6mm	1	150	150,0
Plancha MDF 12mm	1	25	25,0
Horquilla hembra	5	7	35,0
Horquilla trasera desmontable	5	8	40,0
Pernos	4	0,15	0,6,0
Caja térmica	1	23	23,0
Otros		150	150,0
<b>TOTAL</b>			<b>459,6</b>

Fuente: Autor

- *Costos por maquinaria y transporte*

Tabla 35. Costos de transporte “material”

<b>Costos de transporte "material"</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Total [USD]</b>
Taller/laboratorio	35

Fuente: Autor

- *Costos de maquinado*

Tabla 36. Costos de maquinado

<b>Costo de maquinado</b>	
<b>Maquina</b>	<b>Valor total</b>
Taladro	5
Cortadora acrílico	32
<b>TOTAL</b>	<b>37</b>

Fuente: Autor

- *Costos eléctricos*

Tabla 37. Costos eléctricos y electrónicos

<b>Costos de elementos electrónicos</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [USD]</b>	<b>Valor total [USD]</b>
Fusible 10x38 4AMP CSC	2	0,35	0,7
Pulsador CSC 22MM verde	2	1,50	3,0
Pulsador CSC 22MM, 40MM C/RET	1	2,20	2,2
Base fusible 10x38 DIX 32A 2P	1	3,00	3,0
Cable incable flexible automotriz 18	40	0,20	8,0
Enchufe tres patas T/EAGLE (300)	1	1,00	1,0
Foco led azul 110 v	1	8,90	8,9
Cable incable flexible automotriz 18	35	0,18	6,3
Canaletas	1	3,00	3,0
Relé encapsulado	1	8,00	8,0
Timer	1	16,00	16,0
Controlador lógico de funciones (LOGO)	1	155,00	155,0
<b>TOTAL</b>			<b>215,1</b>

Fuente: Autor

- *Costos neumáticos*

Tabla 38. Costos neumáticos

<b>Costos de elementos neumáticos</b>			
<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [USD]</b>	<b>Valor total [USD]</b>
Cilindros doble efecto	5	80,00	400
Generador de vacío	1	70,00	70
Ventosas	2	70,00	140
Filtro regulador	1	50,00	50
Válvulas electro neumáticas 5/2	5	87,00	435
Reguladores de caudal	10	3,00	30
Racores	16	0,25	4
Manguera #8 1/8 "	1	30,00	30
Manifold	1	25,00	25
<b>TOTAL</b>			<b>1184</b>

Fuente: Autor

- *Costos directos totales*

Tabla 39. Costos totales

<b>Costo directo total</b>	
<b>Componentes del costo</b>	<b>Valor [USD]</b>
Costos mecánicos	459,6
Costos electrónicos	215,1
Costos neumáticos	1184,0
Costos de maquinado	37,0
Costos de transporte	35,0
<b>TOTAL</b>	<b>1930,7</b>

Fuente: Autor

## 5.2 Costos indirectos.

Son aquellos costos de carácter complementario. Se toma en cuenta los costos imprevistos.

Tabla 40. Costos indirectos

<b>Costo indirecto total</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Valor [USD]</b>
Imprevistos	300
<b>Total</b>	<b>300</b>

Fuente: Autor

- *Costos totales*

Tabla 41. Costos totales

<b>Costos totales</b>	
<b>Componente del costo</b>	<b>Valor [USD]</b>
COSTOS DIRECTOS	1930,7
COSTOS INDIRECTOS	300
<b>TOTAL</b>	<b>2230,7</b>

Fuente: Autor

El costo total del prototipo de doblado y embolsado de prendas textiles es de: 2 230,7 USD.

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se diseñó la alternativa más viable para el doblado y embolsado de prendas textiles, este presenta características didácticas, automáticas, seguras para ser utilizado en el laboratorio de automatización de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Se seleccionó los dispositivos que forman parte del prototipo en función a condiciones físicas, características técnicas, requerimientos del cliente con el fin de obtener un prototipo dirigido a la ilustración de conocimiento de automatización.

Se diseñó e implemento el control de mando y operación para el prototipo el mismo que tiene su programación en el software LOGO V8 para el control de los dispositivos neumáticos y eléctricos con una interfaz logo – computador por medio de un cable USB.

Se elaboró el manual de operación y plan de mantenimiento los cuales indican los parámetros técnicos para incrementar la vida útil y el uso adecuado del prototipo.

#### 6.2 Recomendaciones

Antes de utilizar el prototipo se debe realizar una introducción por el docente. Para que los estudiantes se enteren de los beneficios que se puede obtener al manipular la máquina, evitar improvisaciones que con frecuencia causan accidentes, adoptar la conducta personal correcta.

Aplicar los procedimientos establecidos en el manual de operación y el plan de mantenimiento, esto permitirá que los estudiantes conozcan a profundidad su funcionamiento y la forma acertada de operación del prototipo. El plan de mantenimiento permitirá usar los componentes del prototipo y extender el tiempo de vida útil.



Para el doblado de prendas textiles como pantalones, camisas, en el prototipo se debe modificar la programación de la secuencia de operación. Debido a que el proceso para el doblado de este tipo de prendas es diferente considerando medidas y el corte que tiene cada uno de estas prendas.

Evitar el apilamiento de prendas textiles cuando el prototipo esté en funcionamiento debido a que el acrílico es el material que se debe proteger ya que la utilización de este material nos permite apreciar el funcionamiento de los actuadores neumáticos, además que el equipo realiza el doblado de prenda por prenda y al poner más de una esto nos dará como consecuencia un mal doblado.

## BIBLIOGRAFIA

- AIRBEST. 2010.** Generador de vacío. [En línea] 2010. <http://goo.gl/gTBC86>.
- FESTO PNEUMATIC, Automatización. 2009.** Catálogo FESTO PNEUMATIC. [En línea] 2009. <http://goo.gl/7x7DwA>.
- LOGO. 2009.** Logo. [En línea] 2009. <http://goo.gl/M0Xyvb>.
- . **2003.** Manual Edición. [En línea] 2003. [Citado el: 11 de 01 de 2015.] <http://goo.gl/WQqcJJ>.
- . **2007.** Ventajas que aporta LOGO. [En línea] 2007. [Citado el: 12 de 02 de 2015.] <http://goo.gl/M0Xyvb>.
- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 205.** DICCIONARIO DE LA LENGUA ESPAÑOLA. [aut. libro] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 205.
- SERRANO A, Nicolás. 2008.** *NEUMÁTICA PRÁCTICA*. Loja : Paranimfo, 2008.
- TORRES, E. 1997.** *Industria Textil*. 1997.
- Wikipedia. 2006.** Acrílico. [En línea] 2006. <http://goo.gl/KCYzne>.
- . **2008.** Actuadores Neumáticos. [En línea] 2008. <http://goo.gl/E4VOYT>.
- . **2011.** Automatización. [En línea] 2011. [Citado el: 10 de 03 de 2014.] <http://goo.gl/PBCaZd>.
- . **2012.** Causas e inicios de la automatización. [En línea] 23 de 08 de 2012. [Citado el: 11 de 11 de 2014.] <http://goo.gl/hTJynb>.
- . **2010.** Control Automático. [En línea] 2010. [Citado el: 11 de 10 de 2014.] <http://goo.gl/Yn4YbQ>.
- . **2008.** Filtro de aire comprimido. [En línea] 2008. <http://goo.gl/E4VOYT>.
- . **2003.** Regulador de presión. [En línea] 2003. <http://goo.gl/E4VOYT>.
- . **2010.** Ventajas y desventajas de la automatización para el ser humano. [En línea] 25 de 10 de 2010. [Citado el: 11 de 12 de 2014.] <http://goo.gl/rSGLJ8>.