



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS  
DE AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

Implementación de un Sistema Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A.

---

Proyecto de Trabajo de Graduación o Titulación, Modalidad: Trabajo Estructurado de Manera Independiente (TEMI).

AUTOR: Cristian Camalli

TUTOR: Ing. Luis Pomaquero

Ambato - Ecuador

Julio -2010

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación o titulación: Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado por el Sr. Cristian Camalli, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el trabajo de graduación o titulación e informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con el proceso reglamentario.

Ambato, 23 de Marzo de 2010

TUTOR

---

Ing. Luis Pomaquero

## AUTORÍA

El presente trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente Titulado: Implementación de un Sistema de Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A. Es original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor, y su propiedad intelectual pertenecen al graduando de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, 23 de Marzo de 2010

---

Cristian Camalli  
CC: 0503102436

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE CALIFICACION

El Tribunal de Calificación, conformada por los señores docentes Msc. Oswaldo Paredes, Ing. Edison Jordán, Ing. César Rosero, aprueban el trabajo de graduación o titulación Trabajo Estructurado de Manera Independiente titulado: “Implementación de un Sistema Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A.”, presentado por el señor Cristian Xavier Camalli Jami

Msc. Oswaldo Paredes  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edison Jordán  
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. César Rosero  
DOCENTE CALIFICADOR



DEDICATORIA:

Este trabajo está dedicado a mi tutor  
Ing. Luis Pomaquero y coordinador  
empresarial Ing. Miguel Solís, quienes  
con su sabiduría me guiaron y permitieron  
culminar con éxito el proyecto.

Cristian Camalli

AGRADECIMIENTO:

***Agradezco a Dios por darme la  
vida, a mi Madre por estar a mi  
lado en  
momentos de desmayo, quien con  
su  
amor y confianza me inspiro para  
cumplir mi sueño.***

***Cristian Camalli***

## INDICE

### CAPÍTULO I EL PROBLEMA

<b>1.1 Tema.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Planteamiento del problema.....</b>	<b>1</b>
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico.....	4
1.2.3 Prognosis.....	5
<b>1.3 Formulación del problema.....</b>	<b>5</b>
1.3.1 Preguntas directrices.....	5
1.3.2 Delimitación del problema.....	5
<b>1.4 Justificación.....</b>	<b>6</b>
<b>1.5 Objetivos de la investigación.....</b>	<b>6</b>
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6-7

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

<b>2.1 Antecedentes investigativos.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Fundamentación legal.....</b>	<b>8</b>
<b>2.3 Categorías fundamentales.....</b>	<b>12</b>
2.3.1 Aspectos Generales.....	12
2.3.2 Sistema de Control.....	12
2.3.2.1 Objetivo de un Sistema de Control.....	13
2.3.2.2 Clasificación de los Sistemas de Control según su comportamiento.....	13

2.3.2.3	Tipos de Sistemas de Control.....	
	....	15
2.3.3	Integración de sistemas de control.....	18
2.3.4	Tipos de respuestas de un controlador.....	19-
		20
2.3.5	El control automático.....	21
2.3.5.1	Función del control automático.....	
		21
2.3.5.2	Arquitectura de un sistema automático de producción...21	
2.3.5.3	Esquema general de un sistema automático.....21	
2.3.6	Instrumentación industrial.....	22-23
2.3.7	Controlador Lógico Programable (PLC).....	23
2.3.7.1	Partes de un autómata programable.....	
		23
2.3.7.2	Comunicaciones .....	
	.....	26
2.3.7.3	Selección de un PLC.....	
	....	26
2.3.7.4	Lenguajes de programación.....	27-
		28
2.3.8	Optimización de procesos.....	28
2.3.8.1	Estudio de Tiempos .....	28
2.3.8.2	Estudio de Movimientos .....	
		29
2.3.8.3	La calidad de la producción.....	
		31

2.3.8.4 Los cuatro niveles de gestión de la calidad.....	32
2.4 Variables.....	33
2.4.1 variable independiente.....	33
2.4.2 variable dependiente.....	33
2.5 Hipótesis.....	33

### CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Enfoque.....	34
3.2 Modalidad Básica de la Investigación.....	34
3.2.1 Investigación de Bibliográfica.....	34
3.2.2 Investigación de Campo.....	34
3.2.3 Proyecto Factible.....	35
3.3 Nivel de la Investigación.....	35
3.4 Población y Muestra .....	35
3.4.1 Población.....	35
3.4.2 Muestra.....	35
3.5 Recolección de Información.....	36
3.5.1 Plan de Recolección de Información.....	36
3.6 Procesamiento y Análisis de la Información.....	36
3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.....	36
3.6.2 Plan de Análisis e Interpretación.....	36

### CAPÍTULO IV

<b>ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....</b>	<b>37-53</b>
---	--------------

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

<b>5.1 Conclusiones.....</b>	<b>54-55</b>
<b>5.2 Recomendaciones.....</b>	<b>55</b>

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

<b>Objetivos.....</b>	<b>56</b>
<b>Análisis de factibilidad.....</b>	<b>56</b>
<b>Fundamentación.....</b>	<b>56</b>
<b>Metodología.....</b>	<b>68</b>
<b>Modelo operativo.....</b>	<b>68</b>
• <b>Elementos utilizados.....</b>	<b>68</b>
• <b>Programa LOGO.....</b>	<b>69</b>
• <b>Esquema neumático.....</b>	<b>70</b>
• <b>Esquema eléctrico.....</b>	<b>71</b>
• <b>Cantidad de aire consumida en el cilindro.....</b>	<b>71</b>
• <b>Montaje.....</b>	<b>72-74</b>

### **BIBLIOGRAFIA**

<b>Bibliografía.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>76</b>

### **INDICE DE FIGURAS**

<b>Fig.1 Control lazo cerrado.....</b>	<b>17</b>
--	-----------

<b>Fig.2 Medición Acción integral.....</b>	<b>20</b>
<b>Fig.3 Arquitectura de un sistema automático.....</b>	<b>21</b>
<b>Fig.4 Esquema Sistema Automático.....</b>	<b>21</b>
<b>Fig.5 Estructura del LOGO.....</b>	<b>57</b>
<b>Fig.6 Montaje de LOGO.....</b>	<b>59</b>
<b>Fig.7 Montaje DE LOGO (a).....</b>	<b>59</b>
<b>Fig.8 Cableado de LOGO.....</b>	<b>60</b>
<b>Fig.9 Conexión entradas de LOGO.....</b>	<b>61</b>
<b>Fig.10 Conexión entradas de LOGO (a).....</b>	<b>61</b>
<b>Fig.11 Conexión salidas de LOGO.....</b>	<b>62</b>
<b>Fig.12 Conexión salidas de LOGO (a).....</b>	<b>63</b>
<b>Fig.13 Principio de funcionamiento del Sensor capacitivo.....</b>	<b>66</b>
<b>Fig.14 Sensor capacitivo.....</b>	<b>67</b>
<b>Fig.15 Programa Logo.....</b>	<b>69</b>
<b>Fig.16 Esquema neumático del sistema.....</b>	<b>70</b>
<b>Fig.17 Esquema eléctrico del sistema .....</b>	<b>71</b>

## **INDICE DE FOTOS**

<b>Foto 1.Maquina Econopack.....</b>	<b>37</b>
<b>Foto 2. Forma de sellado de la caja.....</b>	<b>39</b>
<b>Foto 3.Proceso.....</b>	<b>40</b>
<b>Foto 4. Caja Deformada.....</b>	<b>40</b>
<b>Foto 5. Reproceso de producción.....</b>	<b>41</b>
<b>Foto 6. Aplastado de producto.....</b>	<b>41</b>
<b>Foto 7.Montaje pistón.....</b>	<b>73</b>
<b>Foto 8.Montaje estructura.....</b>	<b>73</b>
<b>Foto 9.Montaje pistón y sensor (a)</b> <b>.....</b>	<b>73</b>
<b>Foto 10.Montaje pistón y sensor (b).....</b>	<b>74</b>
<b>Foto 11.Montaje pistón y sensor (c).....</b>	<b>74</b>
<b>Foto 12.Montaje sensor.....</b>	<b>74</b>

Foto 13.Montaje electroválvula.....	75
Foto 14.Montaje Logo.....	75

#### INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- resultados encuesta al coordinador.....	42
Gráfico 2.- resultados encuesta al coordinador.....	43
Gráfico 3.- resultados encuesta al coordinador.....	43
Gráfico 4.- resultados encuesta al coordinador.....	44
Gráfico 5.- resultados encuesta al coordinador.....	45
Gráfico 6.- resultados encuesta al coordinador.....	46
Gráfico 7.- resultados encuesta a Operadores.....	47
Gráfico 8.- resultados encuesta a Operadores.....	48
Gráfico 9.- resultados encuesta a Operadores.....	49
Gráfico 10.- resultados encuesta a Operadores.....	50
Gráfico 11.- resultados encuesta a Operadores.....	51
Gráfico 12.- resultados encuesta a Operadores.....	51

#### INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Movimientos de Therblig.....	30
Tabla 2.- resultados encuesta al coordinador.....	42
Tabla 3.- resultados encuesta al coordinador .....	42
Tabla 4.- resultados encuesta al coordinador.....	43
Tabla 5.- resultados encuesta al coordinador.....	44
Tabla 6 .- resultados encuesta al coordinador.....	45
Tabla 7 .- resultados encuesta al coordinador.....	45
Tabla 8.- resultados encuesta a Operadores.....	47
Tabla 9.- resultados encuesta a Operadores.....	48
Tabla 10.- resultados encuesta a Operadores.....	49
Tabla 11.- resultados encuesta a Operadores.....	49
Tabla 12.- resultados encuesta a Operadores.....	50
Tabla 13.- resultados encuesta a Operadores.....	51



**Tabla 14.- porcentaje de desecho de cajas de 300 gr.....53**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

El problema de investigación se resume en el funcionamiento deficiente de la maquina cuando la producción de la línea es IGLO Alemania 40/60mm.

El problema se evidencia desde hace un año atrás cuando se empezó a cortar el producto en maquinas, el mismo que ha venido afectando al área de empackado provocando paros imprevistos en la producción, puesto que el calibre del producto excede el tamaño de la caja.

Hace seis meses atrás; se ha realizado un estudio para solucionar el problema por parte de la Empresa Bracero y Bracero de la Ciudad de Quito, lo cual no ha podido dar solución alguna.

Su funcionamiento a perdido la precisión que tenía cuando se la adquirió y los ingenieros del área de Mantenimiento Industrial de la Empresa han tratado de recuperar y poner en funcionamiento al 100% la maquina Econopack, sin obtener

resultados satisfactorios, pues la maquina que fue adquirido y trabaja desde hace 10 años en la empresa actualmente su capacidad de producción es de 70 cajas Wetpack/min.

Con el proyecto de investigación se tratará de solucionar el problema y mantener la capacidad actual de la maquina.

El estudio de investigación servirá para obtener conocimiento del tratamiento a éste tipo de problemas que podrían presentarse en las demás maquinarias y equipos en la empresa.

El presente trabajo abordará La Implementación de un Sistema de Control en la Maquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A.

## **INTRODUCCION**

En el capítulo I contiene temas sobre EL PROBLEMA, Planteamiento del problema que indica la realidad a investigar, Formulación del problema, la Justificación donde se detalla la importancia teórico práctico de la investigación, Objetivos de la investigación que dan inicio al proyecto.

El capítulo II contiene el MARCO TEÓRICO, sobre las cuales se apoya la investigación, donde se da una posible respuesta al problema e indica las variables a ser manejadas.

El capítulo III contiene la METODOLOGIA, el cual contiene el Cómo y con qué se va a investigar para dar solución al problema.

El capítulo IV contiene el ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS, obtenidos durante el proceso de recopilación de información, como los obtenidos durante el transcurso del la elaboración del proyecto.

El capítulo V contiene las CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES dadas en la culminación del proyecto.

El capítulo VI contiene la PROPUESTA, la solución planteada al problema.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Tema**

“Implementación de un Sistema Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A.”

### **1.2 Planteamiento del Problema**

#### **1.2.1 Contextualización**

Un análisis realizado por la Empresa Calificadora de Riesgo “Humphreys S.A.” sobre el uso del territorio, encontramos que de las 12355,831 hectáreas productivas con las que cuenta el país, equivalentes a 842,883 fincas o unidades de producción agropecuaria (UPA), el 31.4% son identificados como bosques y monte, 27.2% se usa para cultivo de pasto (uso del ganado en general), apenas el 11% es utilizado para *cultivos permanentes (como las frutas)*, 10% para cultivos transitorios (arroz, cereales, etc.), y la diferencia se utiliza para descanso, pasto natural, páramo y otros usos de menor producción. Es decir, en el Ecuador contamos con terrenos productivos pero dedicados a otros usos.

Por extensión, los cinco cultivos que se siembran o plantan son: pastos cultivados (56%), arroz (5,7%), cacao (4,1%), maíz duro ( 4%) y banano (3%). En la región Costa, 6 de cada 10 productores siembran maíz duro y/o arroz, en la sierra 7 de cada 10 productores siembran maíz suave y/o papa, mientras que en la región

Amazónica 9 de cada 10 productores siembran café y/o plátano.

El brócoli se ha constituido como un producto estrella dentro de los no tradicionales de exportación ecuatorianos. Las exportaciones promedio entre 1998 y 2007 ascendieron a 59.000 TM, mientras que las importaciones solo fueron de 1 TM. En general, la agroindustria que se ha desarrollado con la producción de brócoli, ha demostrado, desde sus inicios, un crecimiento constante y sostenido y con grandes expectativas de seguir afianzado las exportaciones en los mercados internacionales, en vista del importante crecimiento del consumo, dado por la demanda por productos nutritivos, saludables y de fácil preparación. Adicionalmente, el brócoli se ha destacado también por sus cualidades anticancerígenos, lo que ha aportado un incremento en su demanda.

Ecuador se encuentra entre los diez primeros países exportadores de brócoli congelado en el mundo y entre los tres primeros proveedores de la Unión Europea, mientras que Japón es un mercado con un gran potencial de crecimiento.

La oferta de exportación de brócoli en el país está concentrada en cinco empresas, estas empresas son Agrofrío, Ecofroz, IQF, Provefrut, Zhifoods.

En 1997 aparecen exportaciones a nombre de la empresa PA.DE.CO.SA. (Pataqui de Comercio S.A.), que es una empresa de comercialización de diversos productos entre los cuales figuran palmito, concentrado de piña y productos congelados.

En 1998 figuran exportaciones de brócoli fresco realizadas por Nintangia Cia. Ltda., que forma parte del grupo de empresas de Provefrut y es quien provee la mayor parte de brócoli como materia prima a Provefrut.

Provefrut S.A. es un grupo en el ramo de agroindustria especializado en el cultivo, procesamiento, embalaje y mercadeo de IQF (Individual Quick Freezing) congelamiento rápido individual y productos frescos.

PROVEFRUT, PROCESADORA DE VEGETALES Y FRUTAS TROPICALES S. A. se dedica al procesamiento de productos agrícolas, cuyos productos principales son vegetales congelados como el brócoli, coliflor y romanesco; la producción se destina el 100% al mercado de exportación.

Entre las diferentes variedades de brócoli tenemos el Brocoli Florets-Quimico, Brocoli Florets-Orgánico, Brocoli Florets-Invernadero, Brocoli Spears, Brocoli Choop y Otros Brocoli (tallos, cuts, stalks, dust, blockware).

Las actividades de producción de la entidad las realiza en Lasso - Provincia de Cotopaxi en la Panamericana Sur Km.10 vía a Latacunga Parroquia Guaytacama, donde está ubicada la Planta en la cual se encuentra todas las maquinarias y las oficinas del área operativa, así como una planta de tratamiento de agua, desde este sector se embarca el producto terminado en contenedores para que sea enviado al puerto de la ciudad de Guayaquil o Esmeraldas para la exportación del mismo; y la oficina matriz (área administrativa) está ubicada en Quito – Parroquia Benalcázar en Av. El Inca 2538 y 10 de Agosto piso 3, edificio Inmoherreal. También posee cinco bodegas donde almacena el producto, cada bodega tiene una cámara de congelamiento y con periodicidad se verifican el stock que reporta el sistema. La capacidad instalada de la Planta es de 3,000,000 de kilogramos de brócoli mensuales.

La organización mantiene un nivel ejecutivo debidamente calificado, con experiencia en sus funciones y responsabilidades asignadas. Los principales directivos y ejecutivos de la Compañía son: El Sr. Alfred Zeller Starcewich, figura como Presidente y Rafael Gómez de la Torre como Gerente General. Con respecto al área operativa, la empresa cuenta con personal capacitado, especialmente en las áreas de Corte que tiene 283 colaboradores y en Proceso y Empaque con 354 colaboradores.

Provefrut se dedica al procesamiento de la materia prima, es decir a producir brócoli congelado, como producto final.

El procesamiento del producto se realiza en las siguientes fases:

- Proceso inicial de recepción y calificación de la materia prima.
- Proceso de Corte y Preparación del vegetal, etapa en la cual se realiza el corte de tallos y se dejan los florets. Dentro de esta etapa se realizan análisis microbiológicos.

- Proceso de Lavado y Blanqueado, en la cual se realiza baños de vapor, requiriendo, nuevamente, un proceso de inspección.
- Proceso de Precocido.
- Proceso de Congelado bajo el sistema de IQF y Wet Pack.
- Proceso de Empaque. El producto generalmente va empacado ya en cajas con el nombre del cliente final, así como también se exporta en empaques al granel para que sean reprocesados y se derive en nuevos productos.
- Proceso de Almacenaje. El producto permanece en cuartos fríos para ser transportados vía terrestre a los puertos marítimos de embarque de Guayaquil y Esmeraldas. Diariamente, la empresa despacha contenedores de 40 pies. En promedio, mensualmente, se embarca un total de 145 contenedores.

### **1.2.2 Análisis Crítico**

El uso de la máquina Econopack durante 10 años para posicionar la cajas Wetpack ha ido deteriorando lentamente su diseño, actualmente su funcionamiento no es el óptimo, el mismo deforma las cajas durante el trabajo por el tipo de calibre del producto, la misma que excede el tamaño de la caja.

El problema ha generado poco interés, pues no se han tomado las acciones correctivas para mejorar su diseño o tratar de suspender el calibre grande del producto cortado en las máquinas, el mismo se ve reflejado en altos porcentajes de desecho de materia prima.

Por otra parte la falta de capacitación más frecuente de los técnicos de la empresa, han seguido manteniendo el problema, dándose así el daño de la máquina y todas las pérdidas económicas que esto conlleva.

### **1.2.3 Prognosis**

Si el problema persiste podría ser el potencial causante de accidentes, si no se toman las medidas necesarias correctivas seguirá generando pérdidas en la producción, incluso será el causante del despido de técnicos de la empresa.

El mismo también puede llevar a la pérdida de mercado, clientes insatisfechos y la pérdida de confianza en el producto, las cajas no son 100% buenas, es decir las cajas son empacadas con deformaciones.

### **1.3 Formulación del Problema**

¿Cómo incide la Implementación de un Sistema de Control en la Máquina Posicionadora de cajas Econopack en la optimización de la Línea de Producción en la empresa Provefrut S.A.?

#### **1.3.1 Preguntas Directrices**

¿Qué tipo de Sistema de Control es el indicado para la implementación en la máquina posicionadora de cajas Econopack?

¿Qué tipo de controlador es el adecuado para la máquina posicionadora de cajas Econopack?

¿Qué aspectos considerar para optimizar la producción en una empresa?

#### **1.3.2 Delimitación del Problema**

El presente trabajo tendrá una duración de 5 meses, desde el mes de Octubre del 2009 hasta Febrero del 2010. El mismo es desarrollado en la Empresa Provefrut S.A. ubicada en la Provincia del Cotopaxi, en el Cantón Latacunga, Panamericana Norte Km10.

### **1.4 Justificación**



Es de vital importancia para la empresa desarrollar el proyecto, pues desde hace un año atrás se ha detectado el problema en la máquina posicionadora de cajas Econopack, su sistema de funcionamiento a perdido la precisión que tenía cuando se la adquirió, los ingenieros del área de Mantenimiento Industrial han tratado de mantener al 100% el funcionamiento de la máquina, sin obtener resultados satisfactorios, debido a que, el calibre del producto es variable y constantemente se cambia de producción.

Es necesario mencionar que la producción se detiene en algunos casos cuando se requiere ajustar los mecanismos, en otros simplemente el producto es rechazado.

En este lapso de tiempo se investigará, y se establecerá las medidas necesarias que la empresa debe tomar para solucionar el problema.

Al final toda esta investigación y trabajo, tendrán que ser evaluadas y servirá para la toma de decisiones dentro de la planta como el mejoramiento de las otras cuatro líneas de producción que existen en la planta, un camino para optimizar la producción la producción en la empresa.

El proyecto se enmarca dentro de un campo factible que podrá ser resuelto en un lapso de cinco meses, en lo económico la empresa no tendrá ningún inconveniente puesto que es una inversión corta en relación a lo que representa la máquina para la empresa.

## **1.5 Objetivos de la Investigación**

### **1.5.1 Objetivo General**

Implementar un Sistema Control en la Máquina Posicionadora de cajas Econopack en la Empresa Provefrut S.A.

### **1.5.2 Objetivo Específico**

1.5.2.1 Determinar el tipo de sistema de control más adecuado para la máquina.

1.5.2.2 Elegir el tipo de controlador que sea compatible con todos los elementos de la máquina.

1.5.2.3 Mantener la capacidad de producción de la máquina.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes Investigativos**

No existen proyectos realizados en la F.I.S.E.I. con temas relacionados a la “Implementación de un sistema de Control “

#### **2.2 Fundamentación legal**

##### **➤ Antecedentes de la empresa**

Los principales directivos y ejecutivos de la Compañía son: El Sr. Alfred Zeller Starcewich, figura como Presidente y Rafael Gómez de la Torre como Gerente General. Con respecto al área operativa, la empresa cuenta con personal capacitado, especialmente en las áreas de Corte que tiene 283 colaboradores y en Proceso y Empaque

Fundada en 1989, Provefrut SA es la primera y principal productor de verduras congeladas en el Ecuador. Actualmente produce 200 contenedores mensuales y distribuye los productos a Estados Unidos, la Unión Europea y Japón.

Provefrut SA es reconocida por su capacidad de ofrecer productos de alta calidad durante todo el año en sus explotaciones situadas en las tierras altas de Ecuador. Esto, junto con el conocimiento experto de las prácticas agrícolas ha ayudado a ofrecer una amplia gama de productos, todos recolectados y procesados con el mismo cuidado y atención, como es exigido por los exigentes clientes.

##### **➤ Misión**

Mantener los más estrictos estándares de calidad establecidos para nuestros productos, para desarrollar nuevos productos, y para promover el profundo social y conciencia ambiental. Todo para asegurar a nuestros clientes la plena satisfacción, la lealtad y la confianza durante muchos años por venir.

➤ **Visión**

Ser una empresa dinámica en el crecimiento con la diversificación de nuestros productos a los que mantiene su liderazgo en el ámbito de la exportación de productos congelados.

➤ **Objetivo de la empresa**

El objetivo es mantener la permanente mejora de nuestro sistema de calidad, y para garantizar la calidad e inocuidad de nuestros productos.

➤ **Control de Calidad**

Provefrut S.A. se ha comprometido con una política para cumplir con los requisitos del cliente, asegurando que todos los productos cumplan con:

- La correspondiente legislación, los códigos y las normas de Ecuador y otros países de destino.
- Recepción, procesamiento, almacenamiento y transporte de los procedimientos establecidos en consecuencia a los sistemas de seguridad alimentaria especialmente con la **BPM** (Buenas Prácticas de Manufactura), **HACCP** (Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos), que garantizan que el producto es apto para el consumo humano.

Durante los últimos tres años Provefrut ha mantenido certificados diferentes, auditorías de calidad, tales como:

- Certificado americano llamado **AIB** (Instituto Americano de Panificación): "Nivel Superior"
- **AAP** (Asociación procesador de alimentos)

### ➤ **Certificaciones**

Certificados estándares de producción nacionales e internacionales, tales como normas **INEN**, **HACCP** (Análisis de Peligros y Control de Puntos Críticos), **ISO 9000**, **BPM** (Buenas Prácticas de Manufactura) (prácticas mundialmente reconocidas bajo el Codex Alimentario, entre las que se incluye normas de higiene, por ejemplo).

Generalmente, el proceso industrial y los controles de calidad utilizados son vigilados y aprobados por los clientes internacionales y firmas especializadas en sus visitas periódicas.

Adicionalmente, la empresa tiene las siguientes certificaciones internacionales:

- FIS** (European Audit Standard)
- BASC** (Business Alliance Secure Commerce)
- BCS** (European certification for organic products)
- CTPAT** (US Customs – Homeland Security)

### ➤ **Comercialización**

El 100% de la producción está destinada al mercado de exportación. Provefrut S.A. vende toda la producción a su compañía relacionada AGROFARMING NV, la cual tiene como actividad la comercialización a nivel internacional de los productos vegetales congelados elaborados por Provefrut S.A. Agrofarming NV se encarga de negociar contratos globales con brokers internacionales independientes que se encargan de distribuir en sus respectivas zonas de influencia. Actualmente, los productos procesados por la compañía llegan a los mercados de Estados Unidos, Europa y Japón vía transporte marítimo.

### ➤ **Descripción del Proceso**

- a) Recepción de materia prima: se reciben las pellas completas y se pesan.
- b) Control de calidad: se realizan controles de color, consistencia, tamaños, presencia de insectos o manchas.

- c) Preparación de floretes: el corte es manual y se hacen diferentes cortes según el tipo de producto que se va a procesar. En esta etapa se genera un 45 - 50% de pérdida en peso por la eliminación de ciertos tallos y hojas.
- d) Clasificación y peso por calibres
- e) Lavado: se aplica un limpiador químico
- f) Precocido en cámara blancher: paso por el túnel de vapor a 90° C, donde se eliminan bacterias o microorganismos presentes.
- g) Enfriado: en agua ozonificada fría a 2 ó 3°C para que el brócoli no entre caliente y que el proceso sea más eficiente.
- h) Congelado rápido: se congela el brócoli en el túnel con ventiladores que emiten aire forzado a -30°C, lo que evita que las piezas individuales se peguen. Los ventiladores hacen que pase el aire entre cada pieza. Además, la banda del túnel tiene vibración y rompe cualquier unión entre piezas. En esta etapa ocurre una disminución del 3% de peso.
- i) Inspección: las piezas congeladas caen a una banda con detector de metales, que permite un último control visual.
- j) Dosificación y empaque: según la programación de producción, las piezas caen en medidas apropiadas a las fundas seleccionadas. Ciertos tamaños de fundas se cierran manualmente y otros mecánicamente. Las fundas son luego empacadas en cajas de cartón.
- k) Almacenamiento: las cajas entran en una cámara fría a -20°C.

➤ **Productos**

Brócoli

Coliflor

Zucchini

Romanesco

Espinaca

Pimiento

## **2.3 Categorías Fundamentales**

### **2.3.1 Aspectos Generales**

En casi todas las fases de procesos industriales se utilizan aparatos de control, en:

1- Industrias de procesamiento como la del petróleo, química, acero, energía y alimentación para el control de la temperatura, presión, caudal y variables similares.

2- Manufactura de artículos como repuestos o partes de automóviles, heladeras y radio, para el control del ensamble, producción, tratamiento térmico y operaciones similares.

Algunas de las muchas ventajas de emplear aparatos de control, ya muy difundido son las siguientes:

- a) Aumento en la cantidad o número de productos
- b) Mejora de la calidad de los productos
- c) Economía de materiales
- d) Economía de energía o potencia
- e) Economía de equipos industriales
- f) Reducción de inversión de mano de obra en tareas no especializadas.

### **2.3.2 Sistema de Control**

Un sistema de control está definido como un conjunto de componentes que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr un funcionamiento predeterminado, de modo que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados. Hoy en día los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan típicamente en sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) con una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande que el de un trabajador.

Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).

#### **2.3.2.1 Objetivo de un Sistema de Control**

Los sistemas de control deben conseguir los siguientes objetivos:

1. Ser estables y robustos frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser eficientes según un criterio preestablecido evitando comportamientos bruscos e irreales

### **2.3.2.2 Clasificación de los Sistemas de Control según su comportamiento**

#### **➤ Sistema de control de lazo abierto**

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador, por ejemplo el llenado de un tanque usando una manguera de jardín, mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá, la altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración.

Estos sistemas se caracterizan por:

- a) Ser sencillos y de fácil concepto.
- b) Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- c) La salida no se compara con la entrada.
- d) Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles o intangibles.
- e) La precisión depende de la previa calibración del sistema.

#### **➤ Sistema de control de lazo cerrado**



Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia. El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- a) Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- b) La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- c) Su propiedad de [retroalimentación](#).
- d) Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería un regulador de nivel de gran sensibilidad de un depósito. El movimiento de la boya produce más o menos obstrucción en un chorro de aire o gas a baja presión. Esto se traduce en cambios de presión que afectan a la membrana de la válvula de paso, haciendo que se abra más cuanto más cerca se encuentre del nivel máximo.

### **2.3.2.3 Tipos de Sistemas de Control**

Los sistemas de control son agrupados en cinco tipos básicos:

*1. Hechos por el hombre:* Como los sistemas [eléctricos](#) o [electrónicos](#) que están permanentemente capturando señales de estado del sistema bajo su control y que

al detectar una desviación de los parámetros pre-establecidos del funcionamiento normal del sistema, actúan mediante [sensores](#) y [actuadores](#), para llevar al sistema de vuelta a sus condiciones operacionales normales de funcionamiento. Un claro ejemplo de este será un termostato, el cual capta consecutivamente señales de temperatura. En el momento en que la temperatura desciende o aumenta y sale del rango, este actúa encendiendo un sistema de refrigeración o de calefacción.

1.1 Por su causalidad pueden ser: causales y no causales. Un sistema es causal si existe una relación de causalidad entre las salidas y las entradas del sistema, más explícitamente, entre la salida y los valores futuros de la entrada.

1.2 Según el número de entradas y salidas del sistema, se denominan:

1.2.1 De una entrada y una salida o SISO (single input, single output).

1.2.2 De una entrada y múltiples salidas o SIMO (single input, multiple output).

1.2.3 De múltiples entradas y una salida o MISO (multiple input, single output).

1.2.4 De múltiples entradas y múltiples salidas o MIMO (multiple input, multiple output).

1.3 Según la ecuación que define el sistema, se denomina:

1.3.1 Lineal, si la ecuación diferencial que lo define es lineal.

1.3.2 No lineal, si la ecuación diferencial que lo define es no lineal.

1.4 Las señales o variables de los sistemas dinámicos son función del tiempo. Y de acuerdo con ello estos sistemas son:

1.4.1 De tiempo continuo, si el modelo del sistema es una ecuación diferencial, y por tanto el tiempo se considera infinitamente divisible. Las variables de tiempo continuo se denominan también analógicas.

1.4.2 De tiempo discreto, si el sistema está definido por una ecuación por diferencias. El tiempo se considera dividido en períodos de valor constante. Los

valores de las variables son digitales (sistemas binario, hexadecimal, etc), y su valor solo se conoce en cada período.

1.4.3 De eventos discretos, si el sistema evoluciona de acuerdo con variables cuyo valor se conoce al producirse un determinado evento.

1.5 Según la relación entre las variables de los sistemas, diremos que:

1.5.1 Dos sistemas están acoplados, cuando las variables de uno de ellos están relacionadas con las del otro sistema.

1.5.2 Dos sistemas están desacoplados, si las variables de ambos sistemas no tienen ninguna relación.

1.6 En función de la evolución de las variables de un sistema en el tiempo y el espacio, pueden ser:

1.6.1 Estacionarios, cuando sus variables son constantes en el tiempo y en el espacio.

1.6.2 No estacionarios, cuando sus variables no son constantes en el tiempo o en el espacio.

1.7 Según sea la respuesta del sistema (valor de la salida) respecto a la variación de la entrada del sistema:

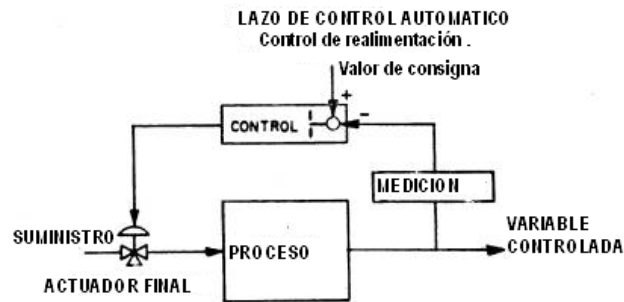
1.7.1 El sistema se considera estable cuando ante una variación muy rápida de la entrada se produce una respuesta acotada de la salida.

1.7.2 El sistema se considera inestable cuando ante una entrada igual a la anteriormente se produce una respuesta no acotada de la salida.

1.8 Si se comparan o no, la entrada y la salida de un sistema, para controlar esta última, el sistema se denomina:

1.8.1 Sistema en lazo abierto, cuando la salida para ser controlada, no se compara con el valor de la señal de entrada o señal de referencia.

1.8.2 Sistema en lazo cerrado, cuando la salida para ser controlada, se compara con la señal de referencia. La señal de salida que es llevada junto a la señal de entrada, para ser comparada, se denomina señal de feedback o de retroalimentación.



**Fig.1 Control lazo cerrado**

1.9 Según la posibilidad de predecir el comportamiento de un sistema, es decir su respuesta, se clasifican en:

1.9.1 Sistema determinista, cuando su comportamiento futuro es predecible dentro de unos límites de tolerancia.

1.9.2 Sistema estocástico, si es imposible predecir el comportamiento futuro. Las variables del sistema se denominan aleatorias.

2. *Naturales, incluyendo sistemas biológicos.* Por ejemplo, los movimientos corporales humanos como el acto de indicar un objeto que incluye como componentes del sistema de control biológico los ojos, el brazo, la mano, el dedo y el cerebro del hombre. En la entrada se procesa el movimiento y la salida es la dirección hacia la cual se hace referencia.

3. *Cuyos componentes están unos hechos por el hombre y los otros son naturales.* Se encuentra el sistema de control de un hombre que conduce su vehículo. Éste sistema está compuesto por los ojos, las manos, el cerebro y el vehículo. La entrada se manifiesta en el rumbo que el conductor debe seguir sobre la vía y la salida es la dirección actual del automóvil. Otro ejemplo puede ser las decisiones que toma un político antes de unas elecciones. Éste sistema está compuesto por ojos, cerebro, oídos, boca. La entrada se manifiesta en las promesas que anuncia el

político y la salida es el grado de aceptación de la propuesta por parte de la población.

4. *Un sistema de control puede ser neumático, eléctrico, mecánico o de cualquier tipo*, su función es recibir entradas y coordinar una o varias respuestas según su lazo de control (para lo que está programado).

5. *Control Predictivo*, son los sistemas de control que trabajan con un sistema predictivo, y no activo como el tradicional (ejecutan la solución al problema antes de que empiece a afectar al proceso). De esta manera, mejora la eficiencia del proceso contrarrestando rápidamente los efectos.

### **2.3.3 Integración de sistemas de control**

El éxito en ingeniería de control se apoya en tener un enfoque global de los problemas. Algunos de los elementos a tener en cuenta:

- la planta, el proceso a ser controlado
- los objetivos
- los sensores
- los actuadores
- las comunicaciones
- el cómputo
- la configuración e interfaces
- los algoritmos
- las perturbaciones e incertidumbre

### **2.3.4 Tipos de respuestas de un controlador**

La primera y más básica característica de la respuesta del controlador ha sido indicada como la acción directa o reversa. Una vez que esta distinción se ha

llevado a cabo, existen varios tipos de respuestas que pueden ser usadas para controlar un proceso. Estas son:

a) **Control Si/No (On/Off), o control de dos posiciones.**

El controlador Si/No tiene dos salidas que son para máxima apertura y para apertura mínima, o sea cierre. Para este sistema se ha determinado que cuando la medición cae debajo del valor de consigna, la válvula debe estar cerrada para hacer que se abra; así, en el caso en que la señal hacia el controlador esté debajo del valor de consigna, la salida del controlador será del 100%. A medida que la medición cruza el valor de consigna la salida del controlador va hacia el 0%. Esto eventualmente hace que la medición disminuya y a medida que la medición cruza el valor de consigna nuevamente, la salida vaya a un máximo. Este ciclo continuará indefinidamente, debido a que el controlador no puede balancear el suministro contra la carga. La continua oscilación puede, o puede no ser aceptable, dependiendo de la amplitud y longitud del ciclo. Un ciclo rápido causa frecuentes alteraciones en el sistema de suministro de la planta y un excesivo desgaste de la válvula.

b) **Control proporcional**

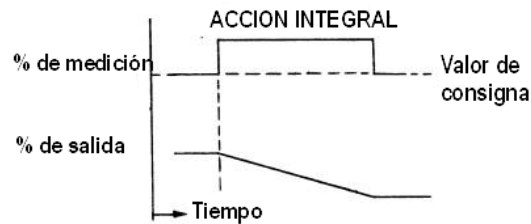
La respuesta proporcional es la base de los tres modos de control, si los otros dos, acción integral (reset) y acción derivativa están presentes, éstos son sumados a la respuesta proporcional. “Proporcional” significa que el cambio presente en la salida del controlador es algún múltiplo del porcentaje de cambio en la medición.

Este múltiplo es llamado “ganancia” del controlador. Para algunos controladores, la acción proporcional es ajustada por medio de tal ajuste de ganancia, mientras que para otros se usa una “banda proporcional”.

c) **Acción integral (reset)**

Esta función es llamada acción integral o reset. La respuesta del lazo abierto del modo reset es mostrada en la figura, que indica un escalón de cambio en algún

instante en el tiempo. En tanto que la medición estuviera en su valor de consigna, no existiría ningún cambio en la salida debido al modo de reset en el controlador.



**Fig.2 Medición Acción integral**

Sin embargo, cuando cualquier error exista entre la medición y el valor de consigna, la acción de reset hace que la salida comience a cambiar y continúe cambiando en tanto el error exista. Esta función, entonces, actúa sobre la salida para que cambie hasta un valor correcto necesario para mantener la medición en el valor de consigna a varias cargas sea alcanzado. Entre las varias marcas de controladores, la salida de acción integral es medida de una o dos maneras, tanto en minutos por repetición, o en número de repeticiones por minuto. Para aquellos controladores que miden en minutos por repetición, el tiempo de reset es la cantidad de tiempo necesaria para que dicho modo repita la respuesta del lazo abierto causada por el modo proporcional para un paso de cambio de error. Así, para estos controladores, cuanto menor sea el número de reset, mayor será la acción del modo reset. En aquellos controladores que miden la acción de reset en repeticiones por minuto, el ajuste indica cuantas repeticiones de la acción proporcional son generados por el modo de reset en un minuto. Así, para dichos controladores cuanto mayor sea el número reset, mayor será la acción integral.

#### d) **Acción derivativa**

La tercera respuesta encontrada en controladores es la acción derivativa. Así como la respuesta proporcional responde al tamaño del error y el reset responde al tamaño y duración del error, el modo derivativo responde al cuán rápido cambia el error.

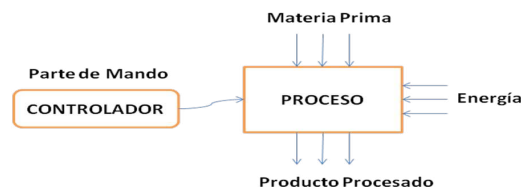
### **2.3.5 El control automático**

“El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de una cantidad o condición, midiendo el valor existente, comparándolo con el valor deseado, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana”.

### 2.3.5.1 Función del control automático

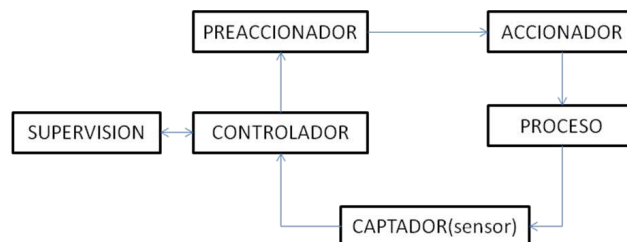
La función básica del controlador automático es fácil de entender imaginando qué es lo que un operador tendría que hacer si el control automático no existiera

### 2.3.5.2 Arquitectura de un sistema automático de producción



*Fig.3 Arquitectura del control automático*

### 2.3.5.3 Esquema general de un sistema automático



*Fig.4 Esquema Sistema Automático*

### 2.3.6 Instrumentación industrial

Es el grupo de elementos que sirven para medir, controlar o registrar variables de un proceso con el fin de optimizar los recursos utilizados en éste.



La clasificación descrita en este proyecto se da de acuerdo a su función:

**a) Instrumentos indicadores**

Son aquellos que como su nombre bien dice, indican directamente el valor de la variable de proceso. Ejemplos: manómetros, termómetros, etc.

**b) Instrumentos ciegos**

Son los que cumplen una función reguladora en el proceso, pero no muestran nada directamente. Ejemplos termostatos, presostatos, etc.

**c) Instrumentos registradores**

En algunos casos podrá ser necesario un registro histórico de la variable que se estudia en un determinado proceso, en este caso, se usaran instrumentos de este tipo.

**d) Elementos primarios**

Algunos elementos entran en contacto directo con el fluido o variable de proceso que se desea medir, con el fin de recibir algún efecto de este (absorben energía del proceso), y por este medio pueden evaluar la variable en cuestión. (Placa orificio)

**e) Transmisores**

Estos elementos reciben la variable de proceso a través del elemento primario, y la transmiten a algún lugar remoto. Estos transmiten las variables de proceso en forma de señales proporcionales a esas variables.

**f) Transductores**

Son instrumentos fuera de línea (no en contacto con el proceso), que son capaces de realizar operaciones lógicas y/o matemáticas con señales de uno o más transmisores.

**g) Convertidores**

En ciertos casos, la señal de un transmisor para ser compatible con lo esperado por el receptor de esa señal, en ese caso se utilizara un elemento convertidor para lograr la mencionada compatibilidad de señal

#### **h) Receptores**

Son los instrumentos que generalmente son instalados en el panel de control, como interface entre el proceso y el hombre. Estos reciben la señal de los transmisores o de un convertidor.

#### **i) Controladores**

Este es uno de los elementos más importantes, ya que será el encargado de ejercer la función de comparar lo que está sucediendo en el proceso, con lo que realmente se desea que suceda en él, para posteriormente, en base a la diferencia, envié una señal al proceso que tienda a corregir las desviaciones.

#### **j) Elemento final de control**

Será este elemento quien reciba la señal del controlador y quien estando en contacto directo con el proceso en línea, ejerza un cambio en este, de tal forma que se cambien los parámetros hacia el valor deseado. Ejemplo: válvulas de control, compuertas, etc.

### **2.3.7 Controlador Lógico Programable (PLC)**

Es una máquina electrónica programable, diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, orientadas al usuario que mediante funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, para implantar soluciones específicas y controlar la maquina, procesos mediante entradas/salidas digitales y analógicas.

#### **2.3.7.1 Partes de un autómata programable**

La estructura básica de cualquier autómata es la siguiente:

##### **➤ Fuente de alimentación**

Es la encargada de convertir la tensión de la red, 220v c.a., a baja tensión de c.c, normalmente 24 v.

➤ **CPU**

La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Se encarga de recibir las órdenes, del operario por medio de la consola de programación y el Módulo de entradas. Posteriormente las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas. En su memoria se encuentra residente el programa destinado a controlar el proceso.

➤ **Módulo de entradas**

A este módulo se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera, pulsadores). La información recibida en él, es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.

Se pueden diferenciar dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los digitales y analógicos.

Las entradas digitales son aquellos que cambian su estado lógico, activado - no activado, por medio de una acción mecánica. Estos son los Interruptores, pulsadores, finales de carrera, etc. Las entradas analógicas son dispositivos electrónicos que necesitan ser alimentados por una tensión para que varíen su estado lógico. Este es el caso de los diferentes tipos de detectores (Inductivos, Capacitivos, Fotoeléctricos).

➤ **Módulo de salidas**

El Módulo de salidas del autómatas es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, motores pequeños, etc).

La información enviada por las entradas a la CPU, una vez procesada, se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas y a la vez los actuadores que en ellas están conectados.

### ➤ **Terminal de programación**

El terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema.

Las funciones básicas de éste son las siguientes:

- Transferencia y modificación de programas.
- Verificación de la programación.
- Información del funcionamiento de los procesos.

### ➤ **Periféricos**

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario.

Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación OP

### ➤ **Señales Analógicas y digitales**

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767.

### **2.3.7.2 Comunicaciones**

Las formas como los PLC intercambian datos con otros dispositivos son muy variadas. Típicamente un PLC puede tener integrado puertos de comunicaciones seriales que pueden cumplir con distintos estándares de acuerdo al fabricante. Estos puertos pueden ser de los siguientes tipos:

RS-232

RS-485

RS-422

Ethernet

### **2.3.7.3 Selección de un PLC**

#### **Criterios cuantitativos**

- Características de entradas /salidas
- Capacidad de entradas /salidas
- Ciclo de ejecución
- Periferia y programadoras
- Comunicaciones
- Conjunto de instrucciones
- Memoria de programa
- Módulos funcionales

## **Criterios cualitativos**

- Ayudas al desarrollo de programas
- Fiabilidad del producto
- Servicios del suministrador
- Normalización en planta
- Compatibilidad con equipos de otras gamas
- Coste
- Previsión de repuestos

### **2.3.7.4 Lenguajes de programación**

- **Lenguaje a contactos. (LD)**

Es el que más similitudes tiene con el utilizado por un electricista al elaborar cuadros de automatismos. Muchos autómatas incluyen módulos especiales de software para poder programar gráficamente de esta forma.

- **Lenguaje por lista de instrucciones. (IL)**

En los autómatas de gama baja, es el único modo de programación. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos que se asocian a los símbolos y su combinación en un circuito eléctrico a contactos. También decir, que este tipo de lenguaje es, en algunos los casos, la forma más rápida de programación e incluso la más potente.

- **GRAFCET. (SFC)**

Es el llamado Gráfico de Orden Etapa Transición. Ha sido especialmente diseñado para resolver problemas de automatismos secuenciales. Las acciones son asociadas a las etapas y las condiciones a cumplir a las transiciones. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

- **Plano de funciones. (FBD)**

El plano de funciones lógicas, resulta especialmente cómodo de utilizar, a técnicos habituados a trabajar con circuitos de puertas lógicas, ya que la simbología usada en ambos es equivalente.

- **Texto estructurado. (ST)**

Este lenguaje de programación es parecida al lenguaje de programación pascal, es estructurado en bloques.

### **2.3.8 Optimización de procesos**

El estudio de tiempos y movimientos es una herramienta para la medición de trabajo utilizado con éxito desde finales del Siglo XIX, cuando fue desarrollada por Taylor. A través de los años dichos estudios han ayudado a solucionar multitud de problemas de producción y a reducir costos.

**2.3.8.1 Estudio de Tiempos:** actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

**Objetivos del estudio de tiempos:**

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservar los recursos y minimizan los costos.
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad

➤ **Aplicaciones del Tiempo estándar**

- a. Ayuda a la planeación de la producción los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado

la medición del trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en conjetura o adivinanzas.

- b. Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- c. Ayuda a establecer las cargas de trabajo.
- d. Ayuda a formular un sistema de costos estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora/ nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.
- e. Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra presupuestarán los costos de artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- f. Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
- g. Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándares serán el parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

**2.3.8.2 Estudio de Movimientos:** análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

➤ **Objetivos del estudio de movimientos**

- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes.



➤ **Aplicaciones del Estudio de Movimientos**

El estudio de movimientos se puede aplicar en dos formas:

*El estudio visual de los movimientos y el estudio de los micromovimientos.*

El primero se aplica más frecuentemente por su mayor simplicidad y menor costo, el segundo sólo resulta factible cuando se analizan labores de mucha actividad cuya duración y repetición son elevadas.

Dentro del estudio de movimientos hay que resaltar los movimientos fundamentales, estos movimientos fueron definidos por los esposos Gilbreth y se denominan Therblig's, son 17 y cada uno es identificado con un símbolo gráfico, un color y una letra O SIGLA:

<b>THERBLIG</b>	<b>LETRA O SIGLA</b>	<b>COLOR</b>
Buscar	B	negro
Seleccionar	SE	Gris Claro
Tomar o Asir	T	Rojo
Alcanzar	AL	Verde Olivo
Mover	M	Verde
Sostener	SO	Dorado
Soltar	SL	Carmín
Colocar en posición	P	Azul
Precolocar en posición	PP	Azul Cielo
Inspeccionar	I	Ocre Quemado
Ensamblar	E	Violeta Oscuro
Desensamblar	DE	Violeta Claro
Usar	U	Púrpura
Retraso Inevitable	DI	Amarillo Ocre
Retraso Evitable	DEV	Amarillo Limón
Planear	PL	Castaño o Café
Descansar	DES	Naranja

*Tabla 1.- Movimientos de Therblig*

### **2.3.8.3 La calidad de la producción**

Producir una pieza defectuosa que se deba desechar en medio del proceso productivo representa por un lado la pérdida de la inversión realizada en la pieza hasta que ha surgido el defecto. En una organización que practica el Just-in-Time el que aparezca un defecto es muchísimo más grave ya que la falta de un stock de seguridad hará que una pieza defectuosa detenga la línea de producción. Por ello, el JIT pone mucho más énfasis en la eliminación de los defectos.

Muchísimo más grave es no detectar la pieza defectuosa cuando ésta se produce, ya que la inversión que se realiza en la pieza va incrementándose por lo que al final el coste del defecto va a ser superior. Por ejemplo, si detectamos un chasis defectuoso cuando se ha producido el chasis los costes se reducirán al chasis, en cambio, si se detecta al final del proceso, los costes serán el vehículo entero, o bien, los costes que comporta el hecho de reemplazar el chasis defectuoso, si vamos más allá y lo detecta el cliente no solamente tendremos costes monetarios sino costes más subjetivos, difíciles de valorar pero en cualquier caso mucho más elevados, que comporta la insatisfacción del cliente.

Las mejoras en la calidad pueden venir por dos vertientes:

- En primer lugar mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria utilizada y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.
- La segunda vertiente para actuar es en la mejora intrínseca de los procesos productivos incorporados o modificando tareas que permitan eliminar causas de defectos en la producción.

### **2.3.8.4 Los cuatro niveles de gestión de la calidad**

Se pueden detectar en las diversas empresas distintos niveles en los que se puede enmarcar el sistema de gestión de la calidad, dependiendo ello tanto del desarrollo del sistema de calidad existente, como de cuál es el centro de atención en cada uno de ellos.

### **Nivel 1: Inspección.**

En este nivel se asume que la empresa produce defectos de calidad y existe un equipo o departamento que se dedica única y exclusivamente a separar los productos defectuosos de los buenos. Existen varias inspecciones dependiendo de la empresa. En los sistemas de calidad más evolucionados existe también la inspección, pero la filosofía es totalmente distinta. No se trata de inspeccionar para eliminar los productos defectuosos sino para comparar la calidad obtenida con la calidad planificada, estudiar las desviaciones y corregir el proceso para obtener la calidad deseada.

### **Nivel 2: Control de Calidad.**

La aplicación de técnicas estadísticas a los procesos productivos nos permite la obtención de informaciones muy valiosas sobre los procesos de producción. Podemos determinar la capacidad de un proceso, es decir, demostrar si el proceso está suficientemente bien preparado para producir sin defectos de calidad en condiciones normales. También nos permite determinar las causas especiales de fallo que afectan al proceso, es decir, aunque el proceso sea capaz, puede haber una causa especial que provoque la aparición de productos defectuosos.

### **Nivel 3: Aseguramiento de la Calidad**

El aseguramiento de la calidad supone un paso más en la evolución de los sistemas de calidad porque en estos sistemas se involucra a todos los departamentos de la empresa, no sólo al de calidad, se da mayor importancia al factor humano en la empresa y la dirección de la empresa empieza a tomar el papel de liderazgo en la consecución de los objetivos de calidad. No obstante, los sistemas de aseguramiento de la calidad no son los sistemas de calidad más evolucionados que se conocen porque tienen un objetivo de calidad determinado

y se limitan a asegurar ese nivel de calidad sin preocuparse por superarlo. Aunque en los sistemas de aseguramiento de la calidad más conocida como el ISO 9000 y otros se anime a la mejora continua, estos sistemas no son suficientemente evolucionados para conseguir mejoras permanentes en los procesos. El hecho de que las empresas propongan un objetivo de porcentaje de defectos aceptables y se limiten a conseguirlo ha sido muy criticado por los gurús de la calidad como Deming, Juran y otros, ya que es poco ambicioso y evita la mejora de la competitividad.

#### **Nivel 4: Calidad Total.**

La calidad total integra todos los elementos de calidad de los niveles anteriores y a todo su personal. Se caracteriza por una búsqueda constante de mejora en todos los ámbitos de la empresa y no sólo los aspectos productivos.

### **2.4 Variables**

#### **2.4.1 Variable Independiente**

Implementación de un Sistema de Control.

#### **2.4.2 Variable dependiente**

Optimización de Producción.

### **2.5 Hipótesis**

La correcta Implementación de un Sistema Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack permitirá optimizar la Línea de producción en la Empresa Provefrut S.A.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque**

La investigación se enmarcó dentro de un enfoque cualicuantitativo. Fue Cualitativo; porque el proceso de investigación se realizó en forma conjunta con los directivos y los técnicos de la empresa quienes proporcionaron la mejor información para solucionar el problema. Fue cuantitativa; porque las decisiones fueron tomadas y planteadas por el investigador quien conoce los objetivos de la investigación.

#### **3.2 Modalidad Básica de la Investigación**

##### **3.2.1 Investigación Bibliográfica**

La modalidad de la investigación fué bibliográfica, facilitó ampliar y profundizar las teorías, conceptualizaciones, criterios diversos del autor sobre el tema “Implementación de un Sistema de Control en la Máquina posicionadora de cajas Econopack para optimizar la Línea de producción de la Empresa Provefrut S.A”, porque fué necesario apoyarse en fuentes primarias y secundarias para explicar de manera teórica, científica el proceso de investigación realizado.

##### **3.2.2 Investigación de Campo**

Fué fundamental para el desarrollo del proyecto la investigación de campo, porque permitió conocer a los actores directos del acontecimiento, convirtiéndose el objeto de estudio en fuente de información para el investigador, lo que facilitó un conocimiento profundo del problema, se manejó los datos del proyecto con más seguridad.

### **3.2.3 Proyecto Factible**

El proyecto se estableció dentro de la modalidad factible, se desarrolló una propuesta de solución al problema de modo directo, el trabajo se realizó en el tiempo previsto porque contó con el respaldo suficiente para la solución del problema.

### **3.3 Nivel de Investigación**

El nivel de investigación fue exploratorio; existía poca información sobre el objeto de estudio, lo cual permitió sondear, reconocer, indagar, tener una idea general del objeto a ser investigado, fue poco estructurado. Se pasó luego al nivel descriptivo que se orientó a determinar cómo es, cómo se manifiesta, desde cuando surgió el problema, se buscó especificar las cualidades importantes como el grado de complejidad, en que porcentaje afecta a la empresa dicho problema; para medir y evaluar aspectos, que apoyada con criterios de clasificación sirvió para ordenar, agrupar y sistematizar los datos del nivel anterior; se alcanzó el nivel correlacional que nos permitió determinar el análisis, comparaciones entre dos o más variables con lo cual se establecieron proyecciones y así se llegó al nivel explicativo con un estudio cuidadosamente estructurado en la propuesta de solución al problema.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

La población involucrada en el proyecto son: el coordinador de la empresa, tres técnicos del área, y el docente de la facultad en calidad de tutor.

### **3.4.2 Muestra**

La población es muy reducida, se trabajará con cinco personas.

## **3.5 Recolección de Información**

### **3.5.1 Plan para Recolección de Información**

La información se recolectó mediante la investigación bibliográfica y de campo sobre el funcionamiento de la máquina y a través de la Internet sobre Sistemas de Control. Además se contó con la información de los técnicos y encargados de la línea.

## **3.6 Procesamiento y Análisis de la Información**

### **3.6.1 Plan que se empleará para procesar la información recogida.**

Lo primero que se realizó antes de recopilar la información, fué conocer los datos técnicos de la máquina como el año de fabricación, años de funcionamiento de la máquina, y nuevos cambios que se han dado en los nuevos modelos, se realizó un análisis con el tutor y coordinador, ya recopilados los datos se abordó el problema, se establecieron las conclusiones y recomendaciones con los resultados del proyecto.

### **3.6.2 Plan de Análisis e Interpretación de resultados**

El plan de análisis de los resultados se realizó desde el punto de vista descriptivo, pues se determinó cómo se presentaba el problema y cuáles eran los aspectos más relevantes a tomar en cuenta, lo cual permitió tener una idea más clara con bases en las categorías fundamentales sobre los sistemas de control.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### Datos informativos

#### Datos de la máquina:

**ECONO PAK**      Gesellschaft für Wirtschaftliche Verpackungstechnik mbh



*Foto 1. Máquina Econopack*

Año de construcción de la máquina: 1998

Partes que integran la línea de producción en el área de empaque:

- Equipo Tab Lock (formadora del depósito 1-2).- aquí se forma las cajas de 12x8x5cm.
- Carton –Erecting Machine.- está conformada de dos bandas transportadoras: una banda es para el ingreso del producto y la otra es para la salida de las cajas con el producto.



- Belt Conveyor.- conformado por un transportador de rodillos donde se realiza el pesado manual de las cajas.
- Carton-Closing Machine (túnel selladora).- conformado por las siguientes unidades
  - ✓ Unit drive.- es el tablero eléctrico
  - ✓ Unit infeed-sektion
  - ✓ Unit intake
  - ✓ Unit glue station.- conformado de tres depósitos de pega.
  - ✓ Unit pressure-station.- conformado por una unidad neumática, permite el ingreso de cajas según la activación de un sensor.
  - ✓ Unit turnig station.- conformado por tres aletas para el giro de las cajas.
  - ✓ Unit brush station.- es un cepillo que presiona las cajas al momento del giro.
  - ✓ Unit runout-station
  - ✓ Unit overhead-Rolling-station

## **PARAMETROS DE TRABAJO DE LA MÁQUINA**

### **Velocidades (variador de frecuencia) de los motores de la máquina.**

- ✓ Motor principal: 2220 rpm
  - o Variador de frecuencia NORDAC
- ✓ Motor de entrada (tren de entrada): 29.0Hz
  - o Variador de frecuencia ALTIVAR 31
- ✓ Motor de salida (tren de salida): 30.0 Hz
  - o Variador de frecuencia ALTIVAR 31

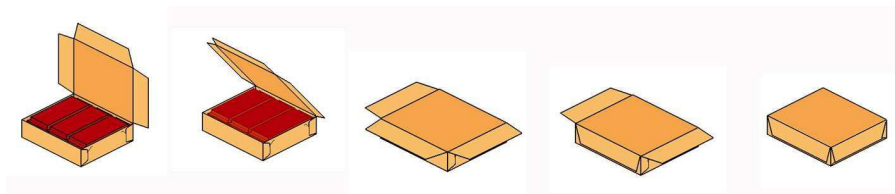
## Antecedentes de la propuesta

Actualmente la empresa labora en tres turnos: 06H00-14H00, 14H00-22H00, 22H00-06H00.

La línea de producción N° 4, donde se implementará el sistema trabaja con dos tipos de productos: en cajas y fundas.

En fundas: SPEARS 5,5" PULGADAS ENDICO.

En cajas: El calibre pequeño 20/50mm y el calibre grande 40/60mmtl; con lo cual se elaboran diferentes presentaciones: IGLO, REWE, WEIGHL EDEKA de 300gr.



*Foto 2. Forma de sellado de la caja*

## Justificación

El problema se presenta cuando se trabaja con el calibre grande 40/60 mmtl, el producto queda mal acomodado en la caja y esto genera que el pegado de la primera aleta sea defectuosa; este defecto no permite que la caja se ubique correctamente para el giro correcto.

- ✓ En la entrada del túnel el producto ingresa mal acomodado, por lo tanto la primera aleta no se pega correctamente.





**Foto 3. Proceso**

- ✓ Por la forma de la caja mal pegada; en la salida del túnel las bandas de arrastre jalan en forma incorrecta las cajas y se rompen.



**Foto 4. Caja Deformada**

- ✓ Parte de la producción pasa a ser reprocesada por el incorrecto pegado de la caja.



*Foto 5. Reproceso de producción*

- ✓ Para tratar de disminuir los desechos se ha colocado un empleado más para que acomode el producto al ingreso de la máquina.



*Foto 6. Aplastado de producto*

✓ **Porcentaje de desperdicio de cajas:**

El 80% de pérdidas de la línea se presenta en la parte del túnel.

Según los encargados de la línea en los diferentes turnos:

Cuando la máquina trabaja bien con: se dañan en un número de hasta 80 cajas

Cuando la máquina trabaja mal con: se dañan en un número de hasta 500 cajas.

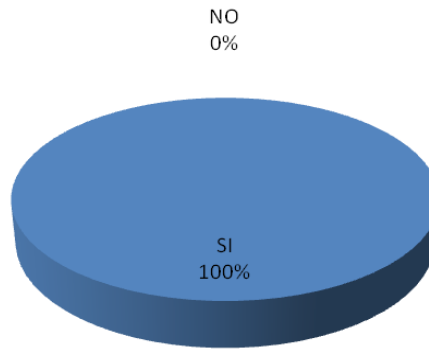
**Encuesta dirigida al Coordinador de la Empresa Provefrut S.A.**

1. ¿Existe financiamiento para la implementación de un sistema de control para la máquina posicionadora de cajas Econopack?

	Respuesta	Representación (%)
SI	X	100%
NO		0%

**Tabla 2.- resultados encuesta al coordinador**

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA (%)**



**Gráfico 1.- resultados encuesta al coordinador**

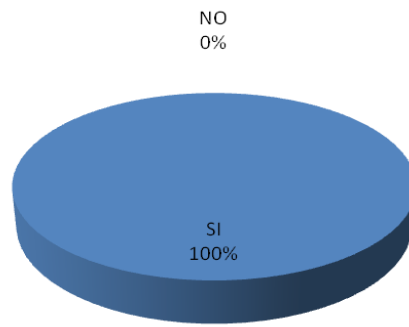
El Coordinador de la Empresa conoce la situación económica de la empresa y afirma que existe financiamiento para el desarrollo del proyecto.

2. ¿Conoce el funcionamiento de la máquina posicionadora de cajas Econopack?

	Respuesta	Representación (%)
SI	X	100%
NO		0%

**Tabla 3.- resultados encuesta al coordinador**

REPRESENTACIÓN GRÁFICA (%)



**Gráfico 2.- resultados encuesta al coordinador**

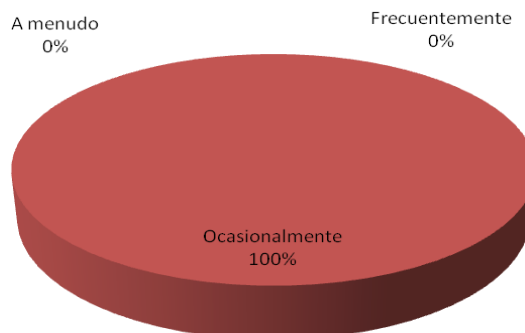
El conocimiento del funcionamiento de la máquina por parte del coordinador es de gran ayuda, pues facilitará al desarrollo del proyecto de la manera más optima posible, sabe que aspectos tomar en cuenta; como el control, elementos de la máquina

3. ¿Con qué frecuencia se da capacitación al personal de esta área?

	Respuesta	Representación (%)
Frecuentemente		0%
Ocasionalmente	X	100%
A menudo		0%

**Tabla 4.- resultados encuesta al coordinador**

REPRESENTACIÓN GRÁFICA(%)



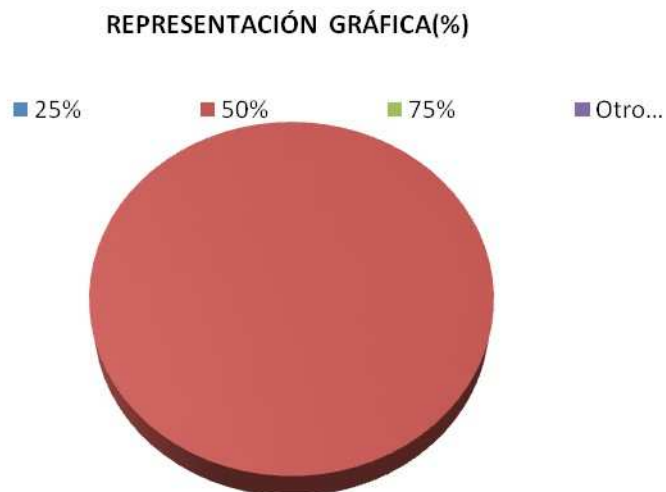
**Gráfico 3.- resultados encuesta al coordinador**

Según la pregunta planteada al coordinador, es de manera ocasional la capacitación al personal, esto influye en el funcionamiento de la máquina; pues son quienes están en contacto directo con la máquina y esto se ve reflejado

4. ¿En qué porcentaje ayuda la capacitación de los técnicos para el mantenimiento correcto de la máquina?

	Respuesta	Representación (%)
25%		0%
50%	X	100%
75%		0%
Otro...		0%

**Tabla 5.- resultados encuesta al coordinador**



**Gráfico 4.- resultados encuesta al coordinador**

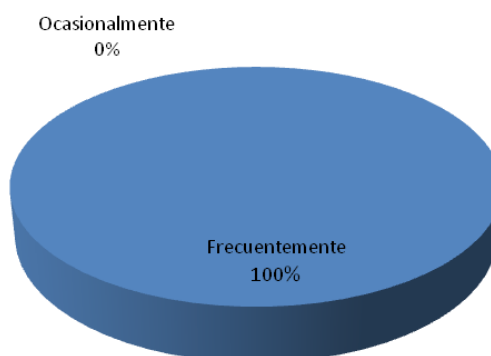
Según el dato obtenido en la encuesta, el 50% no representa un porcentaje bueno; la capacitación debería representar al menos un 75% de ayuda para mantener la máquina en correcto funcionamiento.

5. Con qué frecuencia se da mantenimiento a la máquina posicionadora de cajas?

	Respuesta	Representación (%)
Frecuentemente	X	100%
Ocasionalmente		0%

**Tabla 6.- resultados encuesta al coordinador**

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA(%)**



**Gráfico 5.- resultados encuesta al coordinador**

La Empresa y el departamento de Mantenimiento planta, planifican un mantenimiento frecuente de la máquina, lo cual indica el interés para mantener la máquina en buenas condiciones.

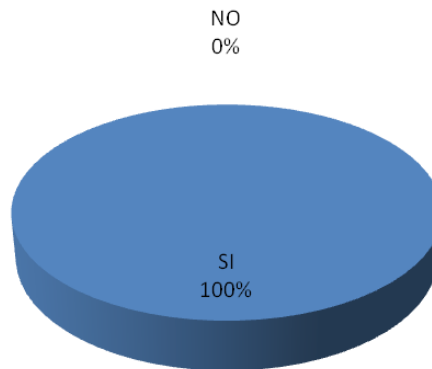
6. ¿Existe control sobre el manejo de la máquina?

	Respuesta	Representación (%)
SI	X	100%
NO		0%

**Tabla 7.- resultados encuesta al coordinador**



**REPRESENTACIÓN GRÁFICA (%)**



***Gráfico 6.- resultados encuesta al coordinador***

El tipo de control de la máquina es el más correcto que la empresa puede llevar; manejan hojas de registro del personal que ingresa a la línea, la encuesta aplicada al coordinador lo confirma.

**Encuesta dirigida a los Técnicos del Área de Empaque de la Empresa Provefrut S.A.**

Primer turno

Segundo turno

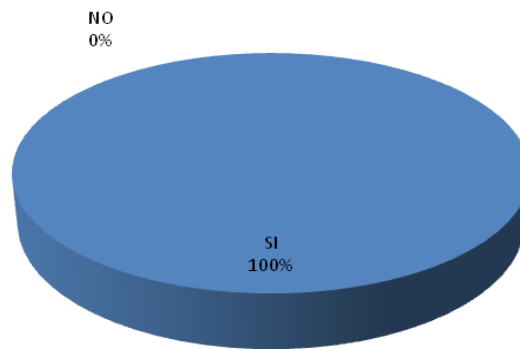
Tercer turno

1. ¿Conoce el funcionamiento de la máquina posicionadora de cajas Econopack?

	Operador Primer turno	Operador Segundo turno	Operador Tercer turno	Representación (%)
SI	X	X	X	100%
NO				0%

*Tabla 8.- resultados encuesta a Operadores*

REPRESENTACIÓN GRÁFICA(%)



*Gráfico 7.- resultados encuesta a Operadores*

La encuesta dirigida a los técnicos indica que tienen un conocimiento sobre el funcionamiento de la máquina, lo cual es de gran ayuda para el desarrollo del proyecto.

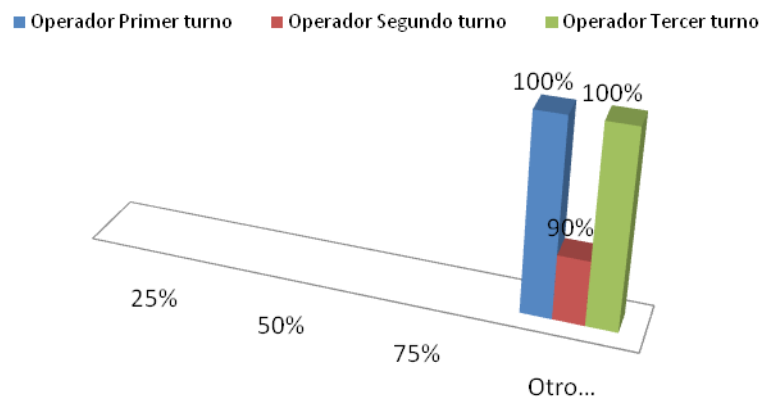
2. ¿En qué porcentaje Ud. opera (maneja) la máquina posicionadora de cajas Econopack?

	Operador Primer turno	Operador Segundo turno	Operador Tercer turno

25%			
50%			
75%			
Otro	100%	90%	100%
...			

**Tabla 9.- resultados encuesta a Operadores**

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA(%)**



**Gráfico 8.- resultados encuesta a Operadores**

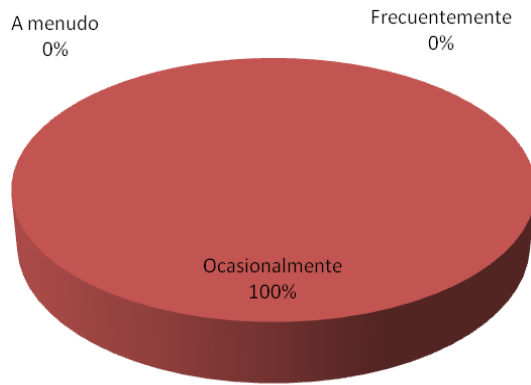
Los técnicos manejan la máquina alrededor de un 100%, lo cual servirá al momento del desarrollo del proyecto, pues conocen todos los elementos de la máquina.

3. ¿Con qué frecuencia se da capacitación al personal de esta área?

	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Representación (%)
Frecuentemente				
Ocasionalmente	X	X	X	100%
A menudo				

**Tabla 10.- resultados encuesta a Operadores**

REPRESENTACIÓN GRÁFICA(%)



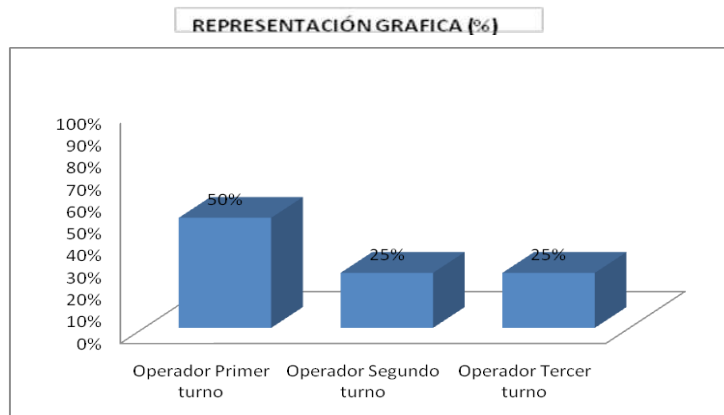
**Gráfico 9.- resultados encuesta a Operadores**

Los tres técnicos dan a conocer que la capacitación no es regular, lo cual influye en el funcionamiento; pues son ellos quienes están en contacto directo con la máquina.

4. ¿En qué porcentaje ayuda la capacitación de los técnicos para el mantenimiento correcto de la máquina?

	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno
25%		X	X
50%	X		
75%			
Otro...			

**Tabla 11.- resultados encuesta a Operadores**



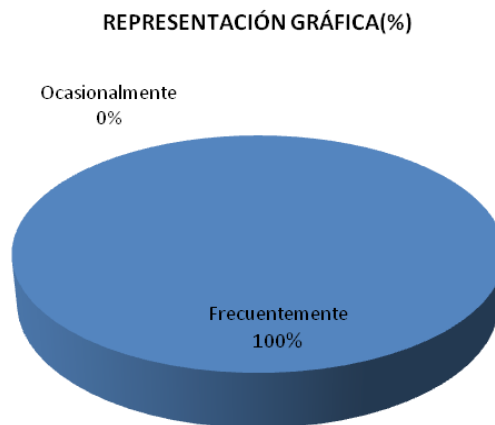
**Gráfico 10.- resultados encuesta a Operadores**

Según los datos, los técnicos del segundo y tercer turno indican que la capacitación no es de gran aporte al momento de realizar el mantenimiento a la máquina, el técnico del primer turno también da una calificación baja de lo que representa la capacitación.

5. Con qué frecuencia se da mantenimiento a la máquina posicionadora de cajas?

	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Representación (%)
Frecuentemente	X	X	X	100%
Ocasionalmente				

**Tabla 12.- resultados encuesta a Operadores**



**Gráfico 11.- resultados encuesta a Operadores**

La Empresa y el departamento de Mantenimiento planta, planifican un mantenimiento frecuente de la máquina, lo cual indica el interés para mantener la máquina en buenas condiciones, la encuesta a los técnicos lo afirma.

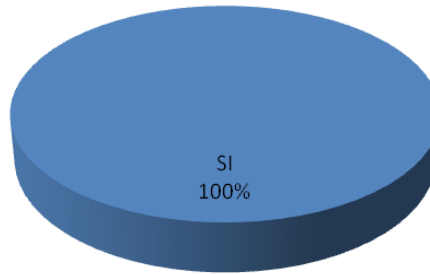
6. ¿Existe control sobre el manejo de la máquina?

	Primer turno	Segundo turno	Tercer turno	Representación (%)
SI	X	X	X	100%
NO				

*Tabla 13.- resultados encuesta a Operadores*

**REPRESENTACIÓN GRÁFICA (%)**

NO  
0%



*Gráfico 12.- resultados encuesta a Operadores*

El tipo de control de la máquina es el más correcto que la empresa puede llevar; manejan hojas de registro del personal que ingresa a la línea, la encuesta aplicada al coordinador lo confirma.

**PORCENTAJE DE DESECHO DE CAJAS DE 300 gr**

En la siguiente tabla se indican los resultados del porcentaje de desecho hasta la semana N°8 del año 2010, obtenidos con la implementación del sistema en la máquina Econopack:

<b>PRODUCCION TOTAL SEMANA 08 EN WET PACK 300 gr</b>			
PORCENTAJE DE DESECHO DE CAJAS DE 300 gr			
Fecha: Martes, 02 de Marzo de 2010		Producción en Kilos	
16:35			
<b>IGLO ALEMANIA</b>		<b>REWE ORGANICO</b>	
Total Producción	136347	Total Producción	7278
Total Desecho	4601	Total Desecho	87
% Desecho	3,37	% Desecho	1,20
<b>EDEKA ORGANICO</b>		<b>AUSTRIA FROST</b>	
Total Producción	1580	Total Producción	16592
Total Desecho	94	Total Desecho	287
% Desecho	5,95	% Desecho	1,73
<b>REWE</b>		<b>TOTAL % DESECHO PRODUCTOS</b>	
Total Producción	19202	Total Producción	180999
Total Desecho	1125	Total Desecho	6194
% Desecho	5,86	% Desecho	3,42

Fuente: Departamento Mantenimiento

**Tabla 14.- porcentaje de desecho de cajas de 300 gr**

El porcentaje de desecho antes de la implementación era de un 3.6%, según los datos obtenidos del departamento de Mantenimiento, el porcentaje de desecho ha disminuido en un 5%.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

Durante el periodo que se estableció para el desarrollo del proyecto se ha logrado:

- Determinar el tipo de sistema más adecuado para ser implementado en la máquina Econopack, para ello se ha estudiado diversos sistemas de control como eléctricos, electrónicos, mecánicos que son de gran importancia en el sector industrial, sirven para el control de procesos, reducir las probabilidades de fallos y obtener la reducción de inversión de mano de obra en tareas no especializadas, resultados buscados como el aumento del número de productos, mejorar la calidad de los productos.
- Seleccionar el controlador más adecuado para la implementación, el LOGO, su manejo y programación es sencilla, el mismo consta de una unidad de operación y visualización, fuente de alimentación, interfaz para módulos de ampliación, interfaz para módulos de programa y cable de PC, entre otras más.
- Analizar sobre la producción de una pieza defectuosa que se deba desechar en medio del proceso productivo, representa por un lado la pérdida de la inversión realizada en la pieza hasta que ha surgido el defecto, y con ello que es mucho más grave no detectar la pieza defectuosa cuando ésta se produce, la inversión que se realiza en la pieza va incrementándose, al final el coste del defecto va a ser superior.



- Establecer las mejoras en la producción, que se da mediante un absoluto control de calidad efectuado fundamentalmente por la maquinaria y por los propios trabajadores de tal forma que garantice que ninguna pieza defectuosa vaya al proceso siguiente.

## **5.2 Recomendaciones**

- Seleccionar correctamente todos los elementos para la implementación del sistema.
- Para la implementación y mantener operativa el sistema, el mantenimiento debe darse sólo por el personal calificado.
- De existir nuevas ideas para mejorar el pegado de las cajas, se debería diseñar su estructura e implementarla, puesto que en la empresa existen técnicos e ingenieros aptos para hacerlo.
- Realizar periódicamente el control del calibre de producto, y no permitir que exceda el tamaño de la caja que puede afectar la capacidad de producción de la máquina.
- Rotar al personal en toda la línea, con esto garantizamos que una caja defectuosa no pase al siguiente proceso.

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **Objetivo**

- ✓ Implementar un sistema de control que disminuya el desperdicio de materia prima tanto del producto como del cartón.

#### **Análisis de factibilidad**

El proyecto se enmarca dentro de la modalidad factible, se desarrolló una propuesta de solución al problema de modo directo, el trabajo se realizó en el tiempo previsto porque contó con el respaldo suficiente para la solución del problema.

#### **Fundamentación**

La propuesta tiene sus bases en la fundamentación teórica detallada a continuación:

#### **Controlador LOGO**

LOGO es el módulo lógico universal de Siemens.

LOGO lleva integrados

- Control
- Unidad de operación y visualización
- Fuente de alimentación

- Interfaz para módulos de ampliación
- Interfaz para módulos de programa y cable de PC
- Ciertas funciones básicas usuales en la práctica, p. ej. para activación/desactivación retardada, relé de impulsos e interruptor de software
- Temporizador
- Marcas binarias
- Determinadas entradas y salidas según el tipo del equipo

Mediante LOGO se resuelven tareas enmarcadas en la técnica de instalación y el ámbito doméstico como el alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates. Asimismo, LOGO se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para el procesamiento previo de señales en controles y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones para el control descentralizado de máquinas y procesos.

### **Modelos LOGO Basic**

**Modelos LOGO Basic** para dos clases de tensión:

Clase 1 < 24 V, es decir, 12 V CC, 24 V CC, 24 V CA

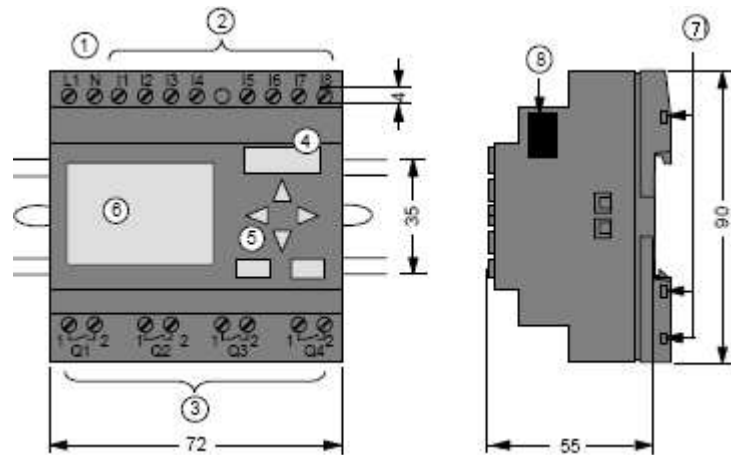
Clase 2 > 24 V, es decir, 115...240 V CA/CC

Cada modelo con sus dos variantes:

Variante con pantalla: 8 entradas y 4 salidas.

Variante sin pantalla: 8 entradas y 4 salidas.

### **Estructura de LOGO Basic (230 RC)**



**Fig.5 Estructura**

1. Alimentación de tensión
2. Entradas
3. Salidas
4. Receptáculo de Módulo con revestimiento
5. Panel de manejo
6. Display LCD
7. Codificación mecánica- conectores
8. Interfaz de ampliación

### Identificación de LOGO

La identificación de LOGO proporciona información acerca de las diversas propiedades:

- 12: versión de 12 V
- 24: versión de 24 V
- 230: versión de 115...240 V
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor)
- C: temporizador semanal integrado
- o: variante sin pantalla
- DM: módulo digital
- AM: módulo analógico
- FM: módulo de función

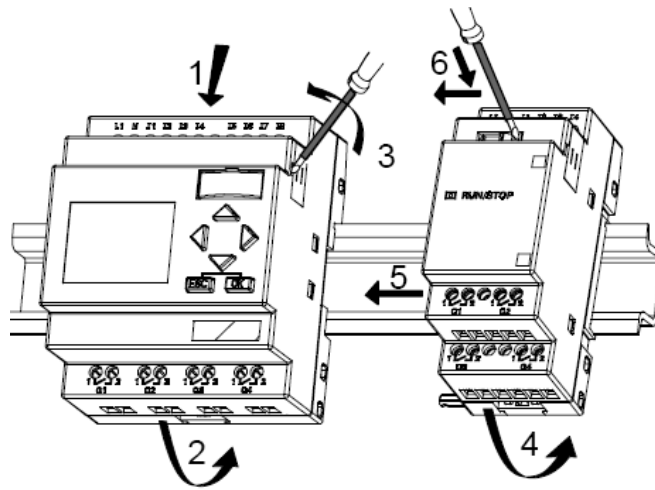
## Montaje y cableado de LOGO

### • Montaje de LOGO

Para montar un LOGO Basic y un módulo digital sobre un riel de perfil de sombrero:

LOGO Basic:

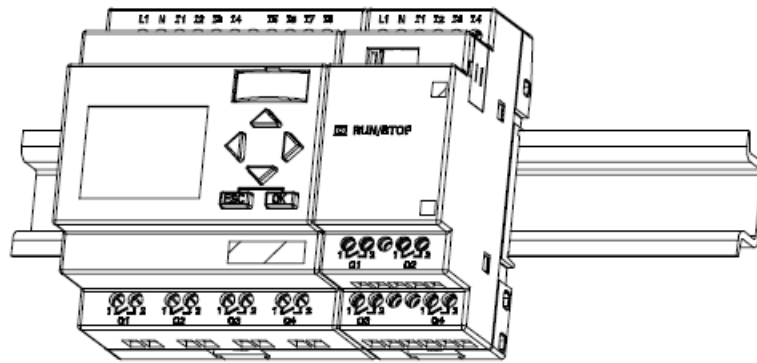
1. Coloque LOGO Basic sobre el riel de perfil de sombrero.
2. Gire LOGO Basic hasta introducirlo en el riel. La guía deslizante de montaje situada en la parte trasera debe encajar en el riel.



*Fig.6 Montaje*

Módulo digital LOGO:

3. Retire la cubierta de la clavija de conexión situada en la parte derecha de LOGO Basic o del módulo de ampliación LOGO
4. Coloque el módulo digital a la derecha de LOGO Basic.
5. Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta alcanzar el LOGO Basic.
6. Con un destornillador, presione la guía deslizante integrada y empújela hacia la izquierda. Cuando alcance la posición final, la guía deslizante se engatillará en LOGO Basic.



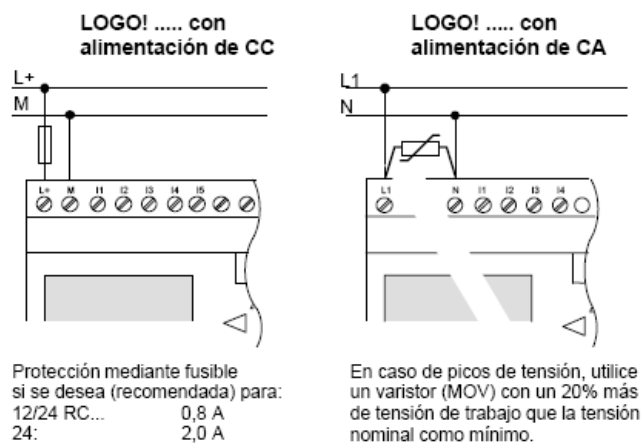
**Fig.7 Montaje(a)**

- **Cableado de LOGO**

Las variantes 230 de LOGO están indicadas para tensiones eléctricas con un valor nominal de 115 V CA/CC y 240 V CA/CC. Las variantes 24 y 12 de LOGO están indicadas para fuentes de alimentación de 24 V CC, 24 V CA o 12 V CC.

- **Conexión**

Para conectar LOGO a la red:



**Fig.8 Cableado**

- **Conexión de las entradas de LOGO**

Las entradas pueden ser: pulsadores, interruptores, barreras fotoeléctricas, reguladores de luz natural, etc.

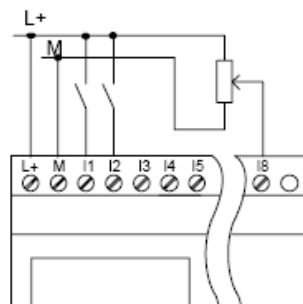
Las entradas digitales del LOGO 230 RC/RCo están divididas en dos grupos de 4 entradas cada uno. En todas las entradas de un mismo grupo se debe utilizar la misma fase. Sólo puede haber fases distintas entre los grupos.

Ejemplo: I1 a I4 en fase L1, I5 a I8 en fase L2.

- **Conexiones de sensores**

Para conectar los sensores a LOGO:

**LOGO! 12/24 ....**

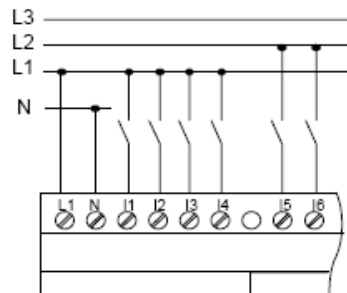


Las entradas de estos dispositivos no están libres de potencial, por lo que requieren el mismo potencial de referencia (masa) que la tensión de alimentación.

En LOGO! 12/24RC/RCo y LOGO! 24 es posible tomar señales analógicas entre la tensión de alimentación y la masa.

**Fig.9 Conexión entradas**

**LOGO! 230 ....**



Las entradas de estos dispositivos están divididas en dos grupos de cuatro entradas. Sólo puede haber fases distintas entre los bloques, no dentro de cada uno de ellos.

**Fig.10 Conexión entradas(a)**

- **Conexión de las salidas**

**LOGO ...R...**

Las salidas de LOGO...R... son relés. Los contactos de los relés están libres de potencial con respecto a la tensión de alimentación y a las entradas.

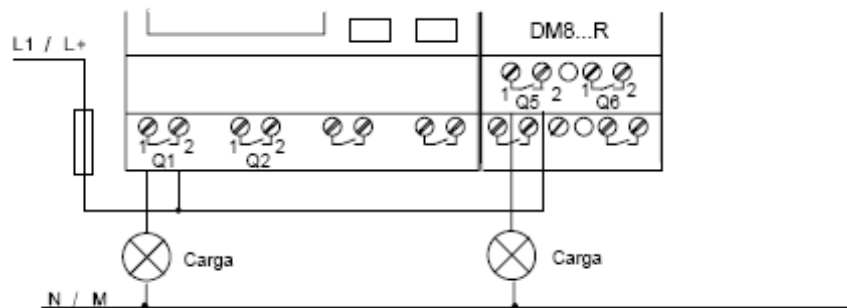
**Condiciones para las salidas de relé**

A las salidas se pueden conectar distintas cargas como lámparas, tubos fluorescentes, motores, contactores.

- La carga conectada a LOGO ...R... debe poseer las siguientes propiedades:
- La corriente de conmutación máxima depende de la clase de carga y de la cantidad de maniobras deseadas.
- LOGO Basic...R.: en estado ON ( $Q = 1$ ) puede circular una corriente de 10 amperios como máximo en caso de carga óhmica, y de 3 amperios como máximo en caso de carga inductiva (2 A si 12/24 V CA/CC).

### Conexión

Para conectar la carga a LOGO ...R...:



*Fig.11 Conexión salidas*

#### ➤ salidas de transistor

Las variantes de LOGO con salidas de transistor se reconocen por faltar la letra **R** en su designación de tipo. Las salidas son a prueba de cortocircuitos y de sobrecargas.

No es necesario aplicar por separado la tensión de carga, ya que LOGO asume la tensión de alimentación de la carga.

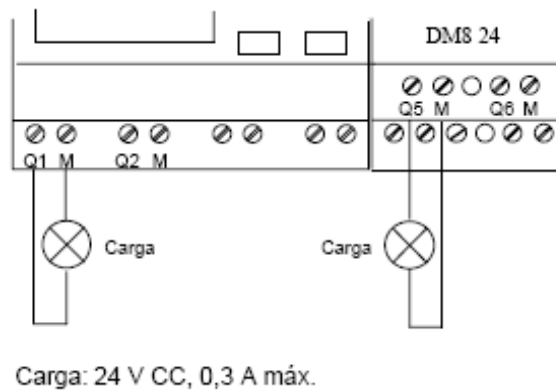
### Condiciones para las salidas de transistor

- La carga conectada a LOGO debe poseer las siguientes propiedades:
- La máxima corriente de conmutación es de 0,3 amperios por cada salida.

### Conexión

Para conectar la carga a un LOGO con salidas de transistor:





**Fig.12 Conexión salidas(a)**

### Aplicaciones posibles

- Control simultaneo de pistones
- Control de cintas transportadoras
- Control de una máquina dobladora
- Alumbrado de escaparates
- Instalación de timbres
- Supervisión de aparcamientos de automóviles
- Alumbrado de exteriores
- Control de persianas
- Control secuencial de máquinas para soldar cables de grandes secciones
- Interruptores escalonados
- Control secuencial de calderas de calefacción
- Dispositivos cortadores, p.ej. para mechas detonantes
- Control de una plataforma de elevación
- Impregnación de tejidos, activación de las cintas calentadoras y transportadoras
- Control de una instalación de carga en silo

## Sensor

Un sensor es un aparato capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, [pH](#), etc. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una [resistencia eléctrica](#) (como en una [RTD](#)), una [capacidad eléctrica](#) (como en un [sensor de humedad](#)), una [tensión eléctrica](#) (como en un [termopar](#)), una [corriente eléctrica](#) (como un [fototransistor](#)), etc.

Un sensor se diferencia de un [transductor](#) en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable sensada dentro de un rango (span), para fines de control de dicha variable en un proceso.

Puede decirse también que es un dispositivo que aprovecha una de sus propiedades con el fin de adaptar la señal que mide para que la pueda interpretar otro dispositivo. Como por ejemplo el [termómetro](#) de mercurio que aprovecha la propiedad que posee el mercurio de dilatarse o contraerse por la acción de la temperatura. Un sensor también puede decirse que es un dispositivo que convierte una forma de energía en otra.

### Características de un sensor

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:

- Rango de medida: [dominio](#) en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.
- Precisión: es el error de medida máximo esperado.
- *Offset* o desviación de cero: valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos

de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el *offset*.

- Linealidad o [correlación lineal](#).
- [Sensibilidad](#) de un sensor: relación entre la variación de la magnitud de salida y la variación de la magnitud de entrada.
- Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.
- Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.
- Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Por lo general, la señal de salida de estos sensores no es apta para su lectura directa y a veces tampoco para su procesado, por lo que se usa un circuito de acondicionamiento, como por ejemplo un [puente de Wheatstone](#), [amplificadores](#) y [filtros electrónicos](#) que adaptan la señal a los niveles apropiados para el resto de la circuitería.

### **Sensores Capacitivos**

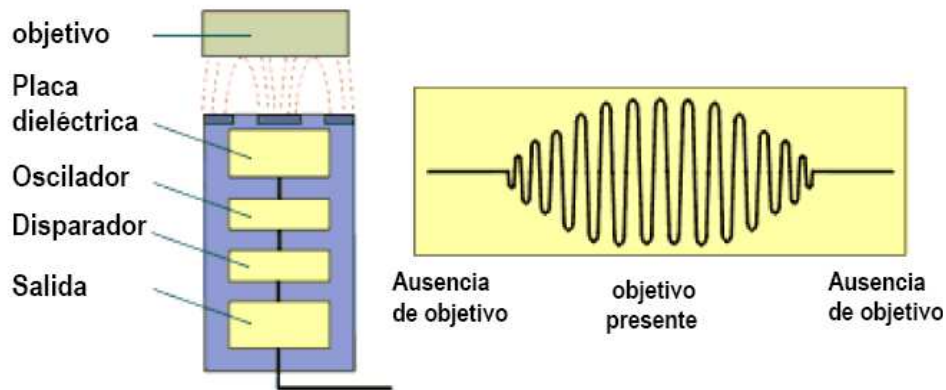
Las sustancias metálicas y las no metálicas, tanto si son líquidas como sólidas, disponen de una cierta conductividad y una constante eléctrica. Los sensores capacitivos detectan los cambios provocados por estas sustancias en el campo eléctrico de su área de detección.

Características

- Alto nivel de estabilidad con temperatura.
- Alcances de detección mejorados para reservas funcionales.
- Nivel elevado de inmunidad contra:
- Descarga electrostática, p. ej. en la producción de plástico o madera

- Interferencias electromagnéticas, p. ej., causadas por receptores radiotelefónicos y teléfonos móviles
- Voltaje de choque de interferencia causado por dispositivos de conmutación o válvulas solenoides
- Alta frecuencia conducida, p. ej. convertidores de frecuencia o fuentes de alimentación conmutadas.

### Teoría de operación de los sensores capacitivos



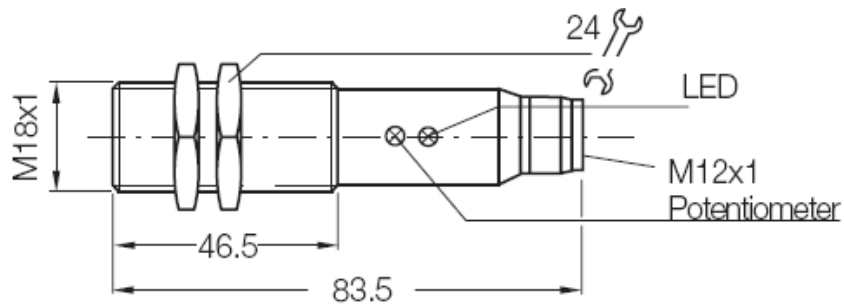
**Fig.13 Principio de funcionamiento**

La superficie de sensado del sensor capacitivo está formada por dos electrodos concéntricos de metal de un capacitor.

Cuando objeto se aproxima a la superficie de sensado y éste entra al campo electrostático de los electrodos, cambia la capacitancia en un circuito oscilador.

Esto hace que el oscilador empiece a oscilar. El circuito disparador lee la amplitud del oscilador y cuando alcanza un nivel específico la etapa de salida del sensor cambia.

Conforme el objetivo se aleja del sensor la amplitud del oscilador decrece, conmutando al sensor a su estado original.



**Fig.14 sensor capacitivo**

### **Electroválvula**

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un [fluido](#) a través de un conducto como puede ser una [tubería](#).

No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.

### **Clases y funcionamiento**

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

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un [muelle](#) y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del [muelle](#). Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo [energía](#) mientras la válvula deba estar abierta.

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

Las electroválvulas pueden ser *cerradas en reposo* o *normalmente cerradas* lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien

pueden ser del tipo *abiertas en reposo* o *normalmente abiertas* que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

### **Metodología**

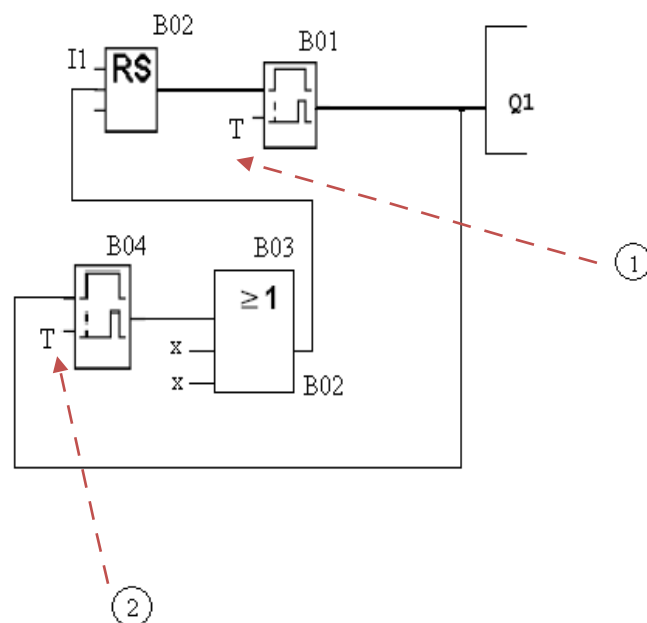
La metodología del proyecto se detalla en el capítulo III.

### **Modelo operativo**

#### **ELEMENTOS UTILIZADOS**

- Un Logo 6ED1 052- 1FBOO- OBA3 SIEMENS
  - o AC/DC 115...240V
  - o Input 8 x AC/DC
  - o Output 4 x RELAY/ 10 A
  - o Logo 230 RC
  
- Un Sensor capacitivo SICK
  - o DC 10-30V
  
- Un Pistón carrera de 2,7cm SMC
  - o Presión max: 1,0 MPa
  
- Una Electroválvula 5/2 FESTO
  - o Tipo: 9982 MFH 5-1/8
  - o Serie: 0685
  - o 1,8 bar....8 bar/26,1.....116 psi
  
- Bobina tipo MSFG FESTO
  - o 24 V DC
  - o 4,6 W
  
- 2 silenciadores FESTO 161419

- o Presión max: 10 bar
- 4 racor recto #8 FESTO
  - o 1 toma general de aire comprimido
  - o 1 ingreso a electroválvula P
  - o 1 ingreso pistón
  - o 1 salida pistón
- 2 racor en L #8 FESTO
  - o 1 terminal A
  - o 1 terminal B
- 4 m. manguera #8 FESTO
  - o Material Polyurethane
  - o 8mm x 5mm
  - o Presión max: 120 psi
- Estructura metálica Inoxidable
- **PROGRAMA LOGO**



**Fig.15 Programa Logo**

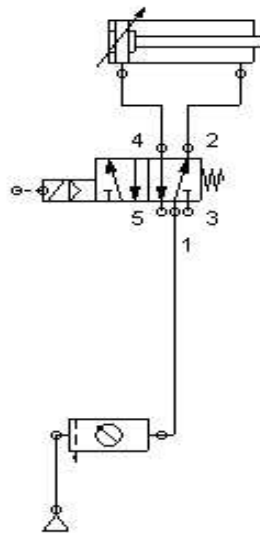
I1= señal del sensor

Q1= activación del pistón

① Tiempo de retardo para conectar el pistón, después que detecta la caja:  $T=0.20s$

② Tiempo de retardo para que se recupere el pistón:  $T=0.10 s$

➤ **ESQUEMA NEUMATICO DEL SISTEMA**



**Fig.16 Esquema neumático del sistema**



➤ ESQUEMA ELÉCTRICO DEL SISTEMA

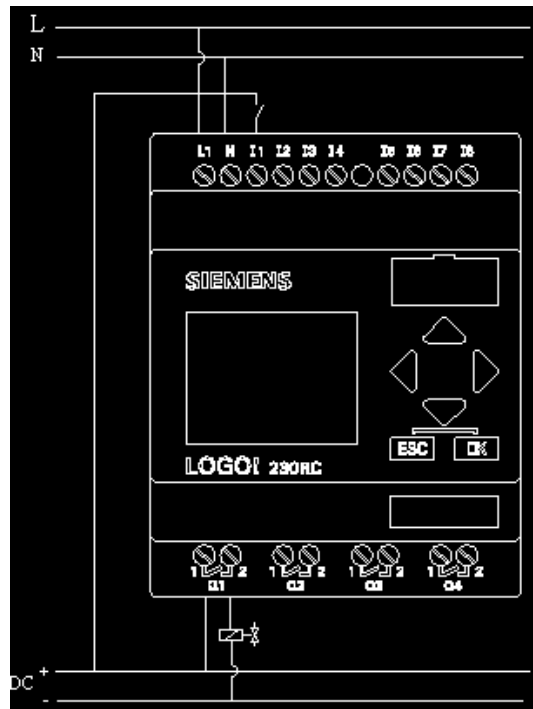


Fig.17 Esquema eléctrico del sistema

➤ CANTIDAD DE AIRE CONSUMIDA EN EL CILINDRO

**Formula:**

$$V = \left[ \frac{SD^2\pi}{4} + \frac{S(D^2 - d^2)\pi}{4} \right] n * Rc$$

V= cantidad de aire

S= longitud de carrera

n= ciclos por minuto

**D**= diámetro del émbolo

**d**= diámetro del vástago

**π**= pi 3,141592

**Rc**= relación de compresión

$$Rc = \frac{101.3Kpa + P.trabajo(Kpa)}{101.3Kpa}$$

**Datos:**

S= 27mm

n= 70 ciclos/min

D= 58mm

d= 20mm

Presión de trabajo: 6 bar    1bar=100Kpa

$$Rc = \frac{101.3Kpa + P.trabajo(Kpa)}{101.3Kpa}$$

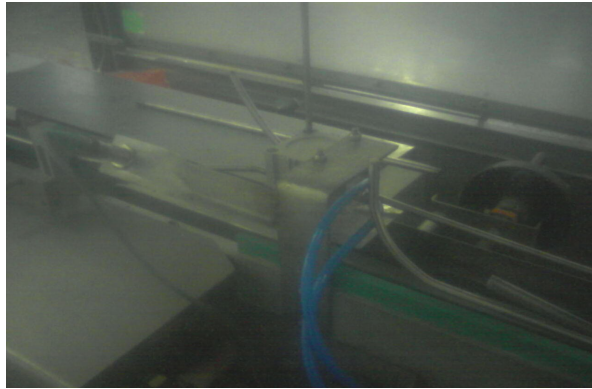
$$Rc = \frac{101.3Kpa + 600Kpa}{101.3Kpa} = 6.92$$

$$V = \left[ \frac{SD^2\pi}{4} + \frac{S(D^2 - d^2)\pi}{4} \right] n * Rc$$

$$V = \left[ \frac{27mm(58mm)^2\pi}{4} + \frac{27mm[(58mm)^2 - (20mm)^2]\pi}{4} \right] * 70 \frac{ciclos}{min} * 6.92$$

$$v = 65001611.78 \frac{mm^3}{min} \left| \frac{1cm^3}{(10mm)^3} \right| \frac{1l}{1000cm^3} = 65 \frac{l}{min}$$

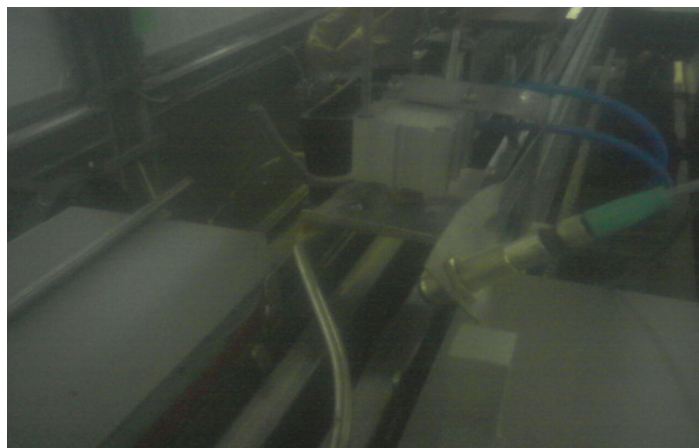
## MONTAJE



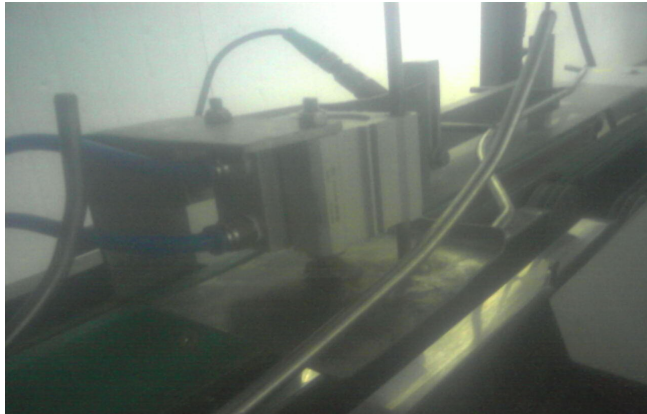
*Foto 7. Montaje pistón*



*Foto 8. Montaje estructura*



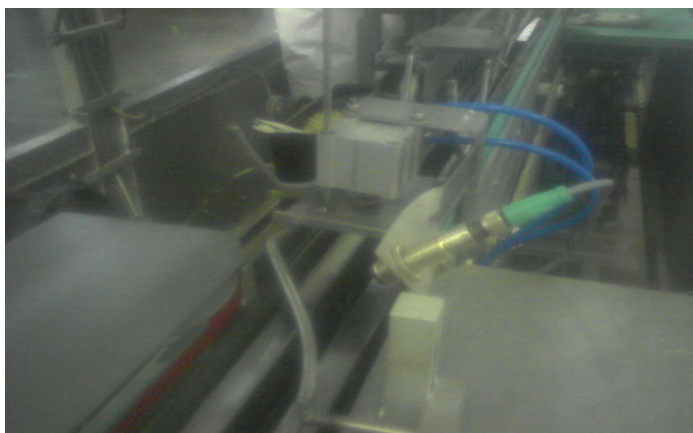
*Foto 9. Montaje pistón y sensor(a)*



*Foto 10.Montaje pistón y sensor(b)*



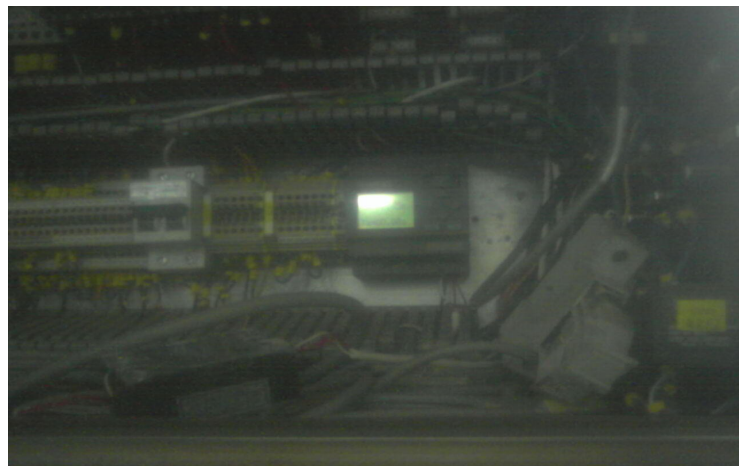
*Foto 11.Montaje pistón y sensor(c)*



*Foto 12.Montaje sensor*



*Foto 13.Montaje electroválvula*



*Foto 14.Montaje LOGO*

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Páginas Web**

BRASLAVSKY, Julio, Control Automático 1, [http://csd.newcastle.edu.au/SpanishPages/clase\\_slides\\_download/C01.pdf](http://csd.newcastle.edu.au/SpanishPages/clase_slides_download/C01.pdf)

FESTO, (2009), Electroválvula, <http://www.festo.com/es/ex>

LÓPEZ, Carlos, (2009), El Estudio de Tiempos y Movimientos, <http://www.gestiopolis.com/operaciones/estudios-de-tiempos-y-movimientos-en-las-empresas.htm>

SICK Optic Electronic S.A., (2009), Sensores Capacitivos, <http://www.sick.es/es/productos/sensores/capacitativos/es.html>

SIEMENS AG, (2008), Automatización Industrial [http://www.ad.siemens.de/logo/html\\_00/application.htm](http://www.ad.siemens.de/logo/html_00/application.htm).

SIEMENS AG, (2008), Automatización Industrial, <http://www.ad.siemens.de/logo>.

WIKIMEDIA, (2009), Sistema de control, [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_de\\_control](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_control)

[http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador\\_l%C3%B3gico\\_programable](http://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_l%C3%B3gico_programable)

[http://sig.utpl.edu.ec/download/data/PLC\\_paper.PDF](http://sig.utpl.edu.ec/download/data/PLC_paper.PDF)

<http://es.wikipedia.org/wiki/Electrov%C3%A1lvula>

<http://materias.fi.uba.ar/7628/Produccion2Texto.pdf>

<http://www.provefrut.com>

### **Libros**

SMC, (2008), Guía de Usuario, Actuadores de Carrera corta


Guía neumática, Manual Provefrut S.A.

MEDINA, Washington, Guía para el Desarrollo de Trabajos de Graduación

## ANEXO 1

### Electroválvula MFH Tiger Classic

Hoja de datos: válvulas de 5/2 vías

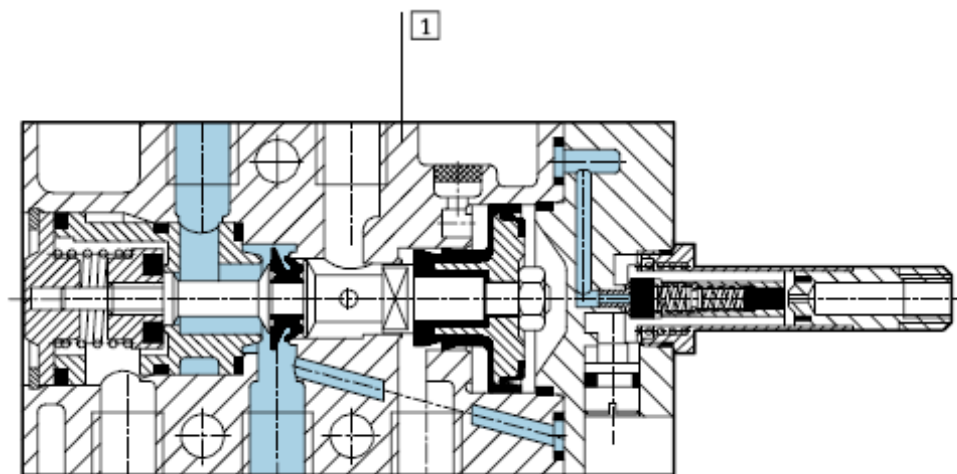
-  - Caudal  
500 ... 3 700 l/min



Datos técnicos generales				
Conexión neumática		G <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	G <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	G <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Función de válvula		Válvulas monoestables de 5/2 vías		
Construcción		Válvula de asiento		
Principio de estanquidad		Juntas de material sintético		
Tipo de accionamiento		Eléctrico		
Forma de reposición		Muelle mecánico		
Tipo de mando		Servopilotaje		
Sentido del flujo		Irreversible		
Alimentación del aire de pilotaje		Interna o externa		
Función de escape		Con estrangulación		
Accionamiento manual auxiliar		Enclavable		
Tipo de fijación		Mediante taladros		
Posición de montaje		Indistinta		
Diámetro nominal	[mm]	5	7	14
Caudal nominal	[l/min]	500	1 000	3 700
Peso del producto	[g]	270	290	1 135

Condiciones de funcionamiento y del entorno						
Conexión neumática			G1/8	G1/4	G1/2	
Fluido		Aire comprimido filtrado, lubricado o sin lubricar				
Presión de funcionamiento	Alimentación interna del aire de pilotaje	[bar]	1,8 ... 8	2,2 ... 8	2 ... 8	
	Alimentación externa del aire de pilotaje	[bar]	0 ... 10	0 ... 8	0 ... 8	
Presión de pilotaje		[bar]	1 ... 8	1,5 ... 8	1,5 ... 8	
Temperatura ambiente		[°C]	-5 ... +40			
Temperatura del fluido		[°C]	-10 ... +60			
Tiempos de respuesta de la válvula [ms]						
Conexión neumática	G1/8		G1/4		G1/2	
Alimentación del aire de pilotaje	Interna	Externa	Interna	Externa	Interna	Externa
Conexión	8	8	9	9	15	21
Desconexión	36	36	29	29	154	150
Datos eléctricos						
Bobinas F						
Conexión eléctrica			Lengüetas de conectores tipo zócalo MSSD-F, KMF			
Tensión de funcionamiento	Tensión continua	[V DC]	12, 24, 42, 48			
	Tensión alterna	[V AC]	24, 42, 48, 110, 230, 240 (50 ... 60 Hz)			
Valores característicos de las bobinas	Tensión continua	[W]	4,5			
	Tensión alterna	[VA]	Atracción: 7,5 Mantenimiento: 6			
Clase de protección según NE 60 529			IP65 (con conector tipo zócalo)			

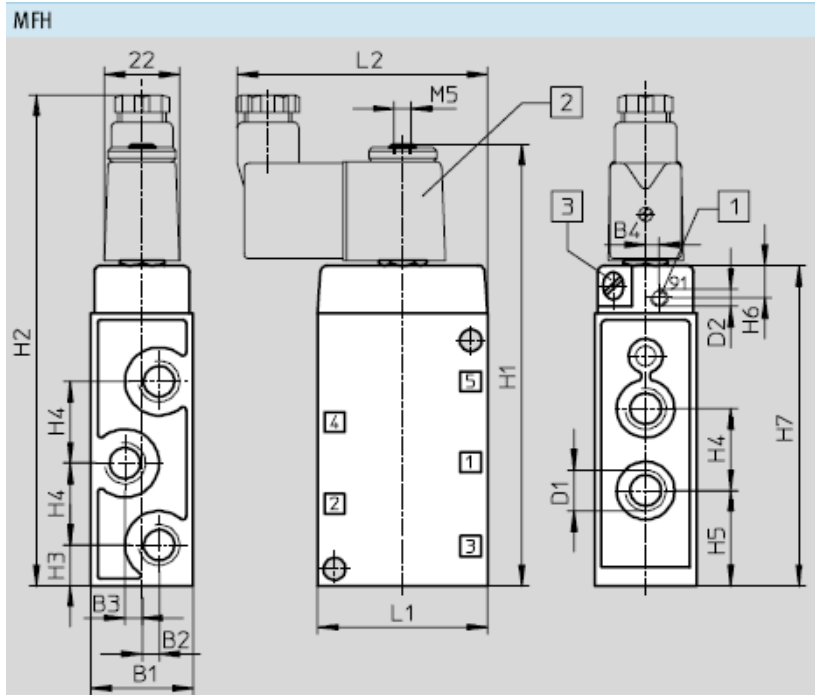
## Materiales



1	Cuerpo	Fundición de aluminio, anodizado
-	Juntas	Caucho nitrílico



## DIMENSIONES



- 1** Conexión adicional para aire de pilotaje externo para MFH-5-...-S
- 2** Bobina orientable en 360°
- 3** Accionamiento auxiliar manual girable en 180°

Conexión neumática	B1	B2	B3	B4	D1	D2	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	L1	L2
G $\frac{1}{8}$	26	3,5	3,5	2,7	G $\frac{1}{8}$	M5	117	131	13,5	19	23	9,5	83	45	71

Referencias				
Esquema de conexiones	Descripción	Conexión neumática	Nº de artículo	Tipo
	Sin bobina F <sup>1)</sup>	G $\frac{1}{8}$	9 982	MFH-5- $\frac{1}{8}$
	Alimentación interna del aire de pilotaje	G $\frac{1}{4}$	6 211	MFH-5- $\frac{1}{4}$
		G $\frac{1}{2}$	6 420	MFH-5- $\frac{1}{2}$

## ANEXO 2


## Bobina tipo MSF




### Código

		MSFG	-	24 DC	-	OD
<b>Tipo</b>						
MSFG	Bobina F, para corriente continua					
MSFW	Bobina F, para corriente alterna					
MSN1G	Bobina N1, para corriente continua					
MSN1W	Bobina N1, para corriente alterna					
<b>Tensión de funcionamiento</b>						
12DC	12 V DC					
24 DC	24 V DC					
24AC/12DC	12 V DC / 24 V AC					
24DC/42AC	24 V DC / 42 V AC					
42DC	42 V DC					
24AC	24 V AC					
48AC	48 V AC					
110AC	110 V AC					
230AC	230 V AC					
240AC	240 V AC					
<b>Dotación del suministro</b>						
OD	Sin conector					

### Hoja de datos

-  - Tensión  
12 ... 48 V DC  
24 ... 240 V AC

-  - Temperatura  
-5 ... +40 °C

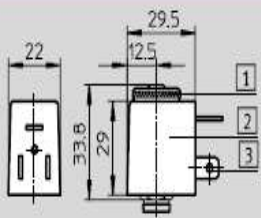
- Según norma VDE 0580 con clase de aislamiento F
- Sustitución sin interrumpir el circuito neumático
- Bajo consumo y poco calentamiento

Datos técnicos generales			
		Tensión continua	Tensión alterna
Tiempo de llamada mínimo	[ms]	10	
Tipo de fijación		Con tuerca moleteada	
Posición de montaje		Indistinta (sobre el núcleo de la bobina, girable en 360°)	
Peso del producto	[g]	65	55
Materiales		acero, cobre, plástico termoendurecido	

Datos eléctricos			
		Tensión continua	Tensión alterna
Conexión eléctrica		Lengüetas de conectores tipo zócalo MSSD-F, KMF	
Tensión de funcionamiento	Tensión continua [V DC]	12, 24, 42, 48	–
	Tensión alterna [V AC]	–	24, 42, 48, 110, 230, 240
Fluctuación admisible de la tensión	[%]	±10	
Valores característicos de las bobinas	12 V corriente continua [W]	4,1	–
	24, 42, 48 V [W]	4,5	–
	Tensión alterna [VA]	–	Atracción: 7,5 Mantenimiento: 6
Duración de conexión	[%]	100	
Factor de potencia $\cos\varphi$		–	0,7
Clase de protección según NE 60 529		IP65 con conector tipo zócalo	
Símbolo CEE		–	73/23/CEE (baja tensión)

Condiciones de funcionamiento y del entorno		
Temperatura ambiente	[°C]	–5 ... +40
Temperatura del fluido	[°C]	–10 ... +60

## Hoja de datos



**1** Tuerca de fijación (par de apriete mín. 100 Ncm, máx. 150 Ncm)

**2** Bobina (sobre el núcleo de la bobina, girable en 360°)

**3** Lengüetas para conectores tipo zócalo MSSD-F, KMF

Importante  
 Puesta en funcionamiento sólo con válvulas de aluminio con cuerpos de las siguientes dimensiones:  $\geq 26 \times 16 \times 14$  mm

## ANEXO 3

### Silenciadores

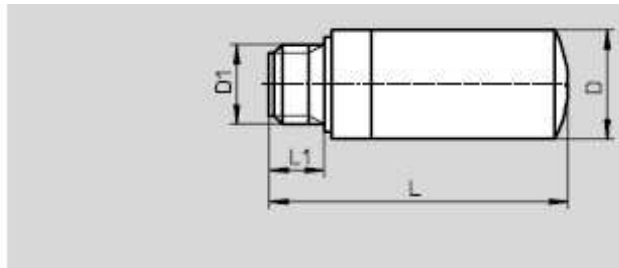
Presión de funcionamiento: 0 ... 10 bar

Temperatura: -10 ... +70 °C

#### Material:

Parte roscada: Polietileno

núcleo del silenciador: Polietileno



Datos técnicos y referencias										
Conexión neumática	Nivel de ruido <sup>1)</sup>	Diámetro nominal	Caudal nominal normal <sup>2)</sup>	Peso	D	L	L1	Nº de art.	Tipo	PE*
D1	[dB (A)]	[mm]	[l/min]	[g]	Ø					
M5	< 60	2,9	350	4	7,8	19,4	4,5	165 003	UC-M5	1
								534 217	UC-M5-50	50
M7	< 58	4,2	800	9	9,8	30	5,5	161 418	UC-M7	1
								534 218	UC-M7-50	50
G1/8	< 59	6,4	1 700	19	13,8	38	6,5	161 419	UC-1/8	1
								534 219	UC-1/8-50	50
G1/4	< 60	9,0	3 200	52	17,8	51	8,5	165 004	UC-1/4	1
								534 220	UC-1/4-20	20

## ANEXO 4

### Tubos de material sintético PUN, calibración del diámetro exterior



#### Hoja de datos

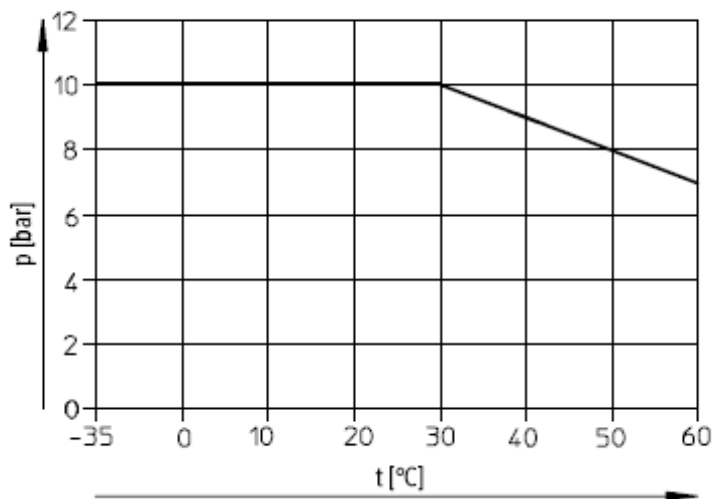
##### Tubo de material sintético PUN

Tubo de material sintético, altamente flexible.

— 🌡 — Temperatura  
-35 ... +60 °C

Material:  
Poliuretano  
Sin cobre ni PTFE ni silicona

#### Presión de funcionamiento p en función de la temperatura t



## Código

PUN	-		-	12x2	-		-	BL	-	200
<b>Material</b>										
PAN	Poliamida									
PFAN	Alcano alquídico perfluórico									
PLN	Poliétileno									
PUN	Poliuretano									
<b>Homologación</b>										
E	Economy									
CM	Antiestático									
H	Resistente a hidrólisis									
VO	Ignífugo según UL 94 VO									
<b>Diámetro exterior x grosor de la pared del tubo [mm]</b>										
<b>Pareja de tubos flexibles</b>										
DUO	Pareja de tubos flexibles									
<b>Color</b>										
SW	Negro									
BL	Azul									
GN	Verde									
RT	Rojo									
WS	Blanco									
GE	Amarillo									
BR	Marrón									
SI	Plateado									
NT	Natural									
BS	azul/negro									
<b>Unidades embaladas [m]</b>										

Dimensiones y referencias							
Diámetro exterior	Diámetro interior	Radio de curvatura mín.	Peso	Color	Nº de artículo	Tipo	PE*
[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m]				[m]
6,0	4,0	26,5	0,019	Plateado	152 586	PUN-6x1-SI	50
				Plateado	525 740	PUN-6x1-SI-500	500
				Azul	159 664	PUN-6x1-BL	50
				Azul	525 747	PUN-6x1-BL-500	500
				Negro	159 665	PUN-6x1-SW	50
				Amarillo	178 418	PUN-6x1-GE	50
				Verde	178 425	PUN-6x1-GN	50
				Rojo	178 411	PUN-6x1-RT	50
8,0	5,7	37,0	0,030	Plateado	152 587	PUN-8x1,25-SI	50
				Plateado	525 741	PUN-8x1,25-SI-400	400
				Azul	159 666	PUN-8x1,25-BL	50
				Azul	525 748	PUN-8x1,25-BL-400	400
				Negro	159 667	PUN-8x1,25-SW	50
				Amarillo	178 419	PUN-8x1,25-GE	50
				Verde	178 426	PUN-8x1,25-GN	50
				Rojo	178 412	PUN-8x1,25-RT	50
10,0	7,0	54,0	0,049	Plateado	152 588	PUN-10x1,5-SI	50
				Plateado	525 742	PUN-10x1,5-SI-300	300
				Azul	159 668	PUN-10x1,5-BL	50
				Azul	525 749	PUN-10x1,5-BL-300	300
				Negro	159 669	PUN-10x1,5-SW	50
				Amarillo	178 420	PUN-10x1,5-GE	50
				Verde	178 427	PUN-10x1,5-GN	50
				Rojo	178 413	PUN-10x1,5-RT	50
12,0	8,0	62,0	0,077	Plateado	152 589	PUN-12x2-SI	50
				Plateado	525 743	PUN-12x2-SI-200	200
				Azul	159 670	PUN-12x2-BL	50
				Azul	525 750	PUN-12x2-BL-200	200
				Negro	159 671	PUN-12x2-SW	50
				Amarillo	178 421	PUN-12x2-GE	50
				Verde	178 428	PUN-12x2-GN	50
				Rojo	178 414	PUN-12x2-RT	50
16,0	11,0	88,0	0,129	Plateado	152 590	PUN-16x2,5-SI	50
				Plateado	525 744	PUN-16x2,5-SI-100	100
				Azul	159 672	PUN-16x2,5-BL	50
				Azul	525 751	PUN-16x2,5-BL-100	100
				Negro	159 673	PUN-16x2,5-SW	50
				Amarillo	178 422	PUN-16x2,5-GE	50
				Verde	178 429	PUN-16x2,5-GN	50
				Rojo	178 415	PUN-16x2,5-RT	50

## ANEXO 5


### Racores rápidos




Para aplicaciones neumáticas con temperaturas de hasta 60 °C y con presiones de hasta 10 bar.

Diámetros exteriores de los tubos de 4, 6, 8, 10, 12 y 16 mm con roscas exteriores R\_... R\_y G\_... G\_.

### Datos técnicos

Materiales		
Vista en sección		
		
	Estándar QS	
1	Anillo para soltar	Policarbonato
2	Casquillo elástico	Caucho nitrílico
3	Cuerpo	Acero Polibutilenotereftalato Latón niquelado Aluminio anodizado
4	Segmento de aprisionamiento del tubo flexible	Latón Acero inoxidable
5	Pieza roscada	Latón niquelado Masa hermetizante de PTFE
6	Tubo de material sintético, calibración del diámetro exterior	PAN PUN PUN-H PUN-E

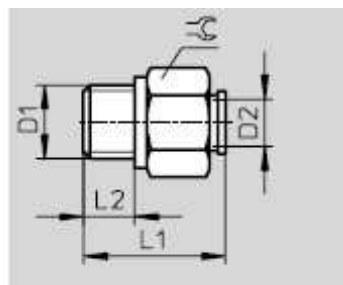
Profundidad al enchufar						
	Diámetro exterior del tubo flexible [mm]	4	6	8	10	12
QS estándar		15	17	18	21	23



Condiciones de funcionamiento y del entorno			Estándar QSK	Estándar QSR
Presión de funcionamiento	[bar]		0 ... +10	-0,95 ... +10
Temperatura de funcionamiento	[°C]		0 ... 60	
Resistencia a la corrosión	CRC <sup>1)</sup>		1	

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

Válida para piezas expuestas a peligro de corrosión. Protección para transporte y almacenamiento. Piezas con superficies sin fines decorativos, por ejemplo, por encontrarse en el interior o detrás de tapas o recubrimientos.

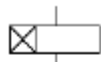
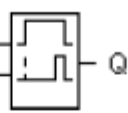

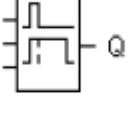
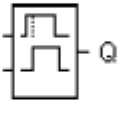
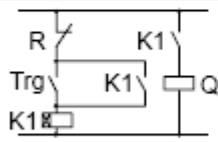
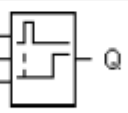
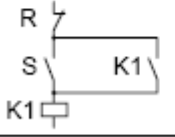
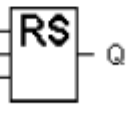
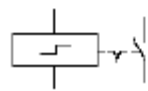
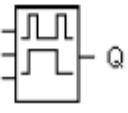


Dimensiones y datos para efectuar los pedidos									
Conexión	Diámetro nominal [mm]	Para tubo de diámetro exterior D2	D5 ∅	L1	L2	L3	≈	Peso/ unidad [g]	Nº de art. Tipo
Rosca G con anillo de junta									
G <sup>1</sup> / <sub>8</sub>	3	4	-	15,9	4,6	-	13	-	186 264 QSM-G <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -4
	4,6	6	-	17,9	4,6	-	13	-	186 265 QSM-G <sup>1</sup> / <sub>8</sub> -6

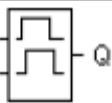

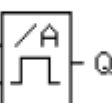
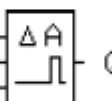
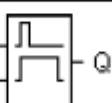
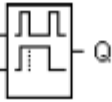

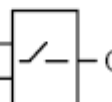
## ANEXO 6

### Lista de las funciones especiales – SF

Al introducir un programa en LOGO, en la lista SF aparecen los bloques de las funciones especiales. La tabla siguiente contiene además representaciones comparables de esquemas, indicándose también si la respectiva función posee remanencia parametrizable.

Representación en el esquema	Representación en LOGO!	Designación de la función especial
	Trg T  Q	Retardo a la conexión
	Trg R T  Q	Retardo a la desconexión
	Trg Par  Q	Retardo a la conexión/desconexión
	Trg R T  Q	Retardo de activación memorizable
	S R Par  Q	Relé autoenc-lavador
	Trg R Par  Q	Relé de im-pulsos

		Relé disipador
		Relé disipador activado por flancos
		Temporizador semanal
		Temporizador anual
		Contador adelante/atrás
		Contador de horas de funcionamiento
		Generador de reloj simétrico
		Generador de impulsos asíncrono

	<p>En Par</p> 	Generador aleatorio
	<p>Fre Par</p> 	Discriminador para frecuencias
	<p>Ax Par</p> 	Discriminador analógico
	<p>Ax Ay Par</p> 	Comparador analógico
	<p>Trg T</p> 	Interruptor de alumbrado para escalera
	<p>Trg Par</p> 	Pulsador de confort
	<p>En P Par</p> 	textos de aviso
	<p>En Par</p> 	Interruptor de software