



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**TEMA:**  
**AUTOMATIZACION Y MONTAJE DEL SISTEMA PARA CONTROLAR  
LOS TIEMPOS DE PROCESO EN UN MEZCLADOR AL VACIO DE  
PRODUCTOS CARNICOS EN LA EMPRESA CENTRO DE OPERACIONES  
GUAYAQUIL**

**AUTOR:**  
Molina Vera, Francisco Humberto

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de  
**INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA**

**TUTOR:**  
Ing. Bastidas Cabrera, Tomas Gaspar, M. Sc

Guayaquil, Ecuador

2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el actual trabajo fue elaborado en su totalidad por el sr. **Molina Vera, Francisco Humberto** como requisito para la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA.**

TUTOR

---

Ing. Bastidas Cabrera, Tomas Gaspar, M. Sc

DIRECTOR DE CARRERA

---

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, M. Sc

Guayaquil, 16 de septiembre del 2019



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**  
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Molina Vera, Francisco Humberto**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de titulación: **“Automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa centro de operaciones Guayaquil”**, previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Eléctrico Mecánica**, ha sido elaborado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consiguientemente el desarrollo de este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2019

EL AUTOR

---

**Molina Vera, Francisco Humberto**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Molina Vera, Francisco Humberto**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa centro de operaciones Guayaquil”**, cuyas ideas, criterios y contenido son de mi total y exclusiva autoría.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2019

EL AUTOR

---

**MOLINA VERA, FRANCISCO HUMBERTO**

# REPORTE DE URKUND

Informe del Trabajo de Titulación de la Carrera de Ingeniería Eléctrico-Mecánica, con 3% de coincidencias perteneciente al estudiante, FRANCISCO HUMBERTO MOLINA VERA.

**URKUND** ★ Probar Lista de fuentes 10/10/2019 Bloques Fernando Pineda Palacios (edwin\_palacios)

Documento: [Tema 14-06-2019.docx](#) (09324334)

Presentado: 2019-06-03 15:57 -05:00

Presentado por: fernandospm21@hotmail.com

Recibido: edwin.palacios.uzg@unaysn.arkund.com

Mensaje: Revisión TT Molina [Mostrar el mensaje completo](#)

1% de estas 36 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	<a href="#">Tema terminado.docx</a>
	<a href="http://www.uta.edu.ec/otomasm/123456789/14">http://www.uta.edu.ec/otomasm/123456789/14</a>
	1407703671_flemonia final.docx
	<a href="http://www.fao.org/ag/aps/af/temas/es/mae">http://www.fao.org/ag/aps/af/temas/es/mae</a>
	<a href="http://www.uta.edu.ec/otomasm/123456789/14">http://www.uta.edu.ec/otomasm/123456789/14</a>
Fuentes alternativas	
	<a href="#">tema en pdf.pdf</a>
	<a href="#">tema en urkund tema nuevo al francisco.docx</a>
	<a href="#">TEMA NUEVO AL FRANCISCO.docx</a>

99 Alimentación Revisión Exportar Compartir

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

MECÁNICA

TEMA: AUTOMATIZACIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA PARA CONTROLAR LOS TIEMPOS DE PROCESO EN UN MEZCLADOR AL VACÍO DE PRODUCTOS CARRICOS EN LA EMPRESA CENTRO DE OPERACIONES GUAYAQUIL.

AUTOR: Trabajo: Francisco Humberto Molina Vera

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA

TUTOR: Ing. Bastidas Cabrera, Tomas Gabar, Msc.

Guayaquil, Ecuador

Atte.

M. Sc. Tomas Bastidas Cabrera

TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

## **Agradecimiento**

En la elaboración del presente contribuyeron varias personas las cuales aportaron con su conocimiento, tiempo y experiencia. Agradezco al Ing. Bastidas Cabrera Tomas Gaspar por la dirección, entereza, observaciones y sus apropiadas correcciones en toda la elaboración del trabajo para titulación.

A mí querida esposa por su atenta lectura y recomendaciones sobre el trabajo para titulación. También a mis padres por ser un sostén durante mi tiempo de estudio, y obviamente a Dios por sobre todas las cosas, ya que con Él todo es posible.

Gracias a todos

EL AUTOR

---

**MOLINA VERA, FRANCISCO HUMBERTO**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el conductor en este proceso de obtener una de mis metas más deseadas. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Finalmente quiero dedicar este trabajo de titulación a mi esposa Elvia Patiño, por ser mi pilar fundamental, por apoyarme, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, a mis hijos Ysis y Christopher, quienes con su simple presencia me inspiran a seguir adelante, siempre los llevo en mi corazón.

EL AUTOR

---

**MOLINA VERA, FRANCISCO HUMBERTO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICO MECÁNICA

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. ROMERO PAZ, MANUEL DE JESÚS, M. Sc.**  
DECANO

---

**ING. PHILCO ASQUI, LUIS ORLANDO, M. Sc.**  
COORDINADOR DE TITULACIÓN

---

**ING. ROMERO ROSERO, CARLOS BOLÍVAR, M. Sc.**  
OPONENTE



## Lista de Contenidos

Lista de Contenidos.....	IX
Lista de Tablas .....	XII
Capítulo II: Fundamentación Teórica .....	XII
Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización .....	XII
Capítulo IV: Implementación del Proyecto .....	XII
Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización.....	XII
Lista de Figuras .....	XIII
Capítulo II: Fundamentación Teórica .....	XIII
Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización .....	XIII
Capítulo IV: Implementación del Proyecto .....	XIII
Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización.....	XIV
Resumen.....	XV
Abstract.....	XVI
Introducción .....	2
Capítulo I: El Problema de la Investigación.....	4
1.1. Antecedentes. ....	4
1.2. Definición del Problema.....	5
1.3. Justificación del Problema.....	5
1.4. Objetivos del Problema de Investigación. ....	6
1.4.1 Objetivo General. ....	6
1.4.2 Objetivos Específicos. ....	6
1.5. Hipótesis. ....	7
1.6. Metodología de investigación. ....	7
Capítulo II: Fundamentación Teórica .....	8
2.1. Introducción a la automatización .....	8
2.1.1. Objetivo y componentes básicos de los automatismos.....	9

2.1.3.	Ventajas y desventajas de la automatización.....	11
2.2.	Sistema de control .....	13
2.2.1.	Lógica cableada.....	14
2.2.2.	Lógica programada.....	15
2.3.	Autómata programable, plc, módulos lógicos .....	16
2.3.1.	Módulo Lógico.....	17
2.3.2.	Conexión de un módulo lógico siemens.....	18
2.3.3.	Módulo de expansión (dm8 230r) .....	18
2.3.4.	Conexión del módulo logo. ....	19
2.3.5.	Software logo soft confort.....	20
2.3.6.	Herramientas del software. ....	21
2.4.	Selección de la interfaz para comunicación .....	21
2.4.1.	Ethernet Industrial. ....	21
2.4.2.	Cable utilizado para conexiones Ethernet. ....	22
2.4.3.	Conector Rj45.....	23
2.4.4.	Interfaz hombre máquina (HMI) .....	23
2.5.	Dispositivos de mando y control .....	24
2.5.1.	Disyuntor para caja moldeada.....	24
2.5.2.	Breakers de 2 polos. ....	25
2.5.3.	Relés.....	26
2.5.4.	Transformador. ....	27
2.5.5.	Guardamotor. ....	28
2.5.6.	Contactador. ....	29
<b>Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización .....</b>		<b>32</b>
3.1.	Recopilación de datos.....	32
3.2.	Resultados obtenidos.....	36
3.3.	Valoración de la eficiencia global del equipo (OEE).....	40

<b>Capítulo IV: Implementación del Proyecto .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1. Dispositivos a implementarse .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2. Diseño del programa de automatización .....</b>	<b>43</b>
<b>4.3. Simulación del programa.....</b>	<b>45</b>
<b>4.4. Lógica de control .....</b>	<b>46</b>
<b>4.5. Diseño del programa en el interfaz hombre-máquina .....</b>	<b>47</b>
<b>4.6. Diseño del circuito unifilar .....</b>	<b>55</b>
<b>4.7. Diseño del tablero de control.....</b>	<b>56</b>
<b>Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización.....</b>	<b>59</b>
<b>5.1. Recopilación de datos.....</b>	<b>59</b>
<b>5.2. Resultados obtenidos.....</b>	<b>62</b>
<b>5.3. Valoración de la eficiencia global del equipo (OEE).....</b>	<b>66</b>
<b>Capítulo VI: Conclusiones Recomendaciones .....</b>	<b>67</b>
<b>6.1. Conclusiones .....</b>	<b>67</b>
<b>6.2. Recomendaciones .....</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>

## Lista de Tablas

### Capítulo II: Fundamentación Teórica

Tabla 2. 1 Ventajas de la Automatización .....	12
Tabla 2. 2 Desventajas de la Automatización .....	13
Tabla 2. 3 Clasificación.....	31
Tabla 2. 4 Tipo de carga.....	31

### Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización

Tabla 3. 1 Valores ideales del proceso.....	32
Tabla 3. 2 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable .....	32
Tabla 3. 3 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable .....	34
Tabla 3. 4 Unidades producidas vs unidades ideales .....	36
Tabla 3. 5 Unidades aceptadas vs unidades ideales .....	36

### Capítulo IV: Implementación del Proyecto

Tabla 4. 1 Cotización .....	42
-----------------------------	----

### Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización

Tabla 5. 1 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable .....	59
Tabla 5. 2 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable .....	61
Tabla 5. 3 Unidades producidas vs unidades ideales .....	62
Tabla 5. 4 Unidades aceptadas vs unidades ideales .....	63

## Lista de Figuras

### Capítulo II: Fundamentación Teórica

<i>Figura 2.1</i> Modelo de un sistema de control .....	10
<i>Figura 2.2</i> Transición desde la lógica cableada a la solución programada .....	14
<i>Figura 2.3.</i> Ejemplo de lógica cableada.....	15
<i>Figura 2.4.</i> Ejemplo de lógica programada .....	16
<i>Figura 2.5.</i> Módulo Logo SIEMENS .....	17
<i>Figura 2.6</i> Conexiones de entradas y salidas de un módulo LOGO.....	18
<i>Figura 2.7</i> Módulo de expansión SIEMENS .....	19
<i>Figura 2.8</i> Conexiones Módulo expansión.....	20
<i>Figura 2.9:</i> Herramientas del Logo Soft Confort .....	21
<i>Figura 2.10.</i> Redes de comunicaciones industriales.....	22
<i>Figura 2.11</i> Esquema de conexión para cables cruzados RJ45 .....	22
<i>Figura 2.12</i> Conector RJ45.....	23
<i>Figura 2.13.</i> Pantalla HMI.....	24
<i>Figura 2.14.</i> Interruptor para caja moldeada EZC100N 60A .....	25
<i>Figura 2.15.</i> Breakers Siemens de 2 polos 5SL3204-7 .....	25
<i>Figura 2.16</i> Simbología de un Relé .....	26
<i>Figura 2.17.</i> Relay LZX PT570730.....	27
<i>Figura 2.18</i> Transformador para control .....	28
<i>Figura 2.19</i> Guardamotor .....	29
<i>Figura 2.20</i> Contactor.....	30

### Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización

<i>Figura 3. 1</i> Cálculo de OEE.....	37
<i>Figura 3. 2.</i> Fórmulas para el cálculo de OEE.....	37
<i>Figura 3. 3</i> Cálculo de OEE.....	38
<i>Figura 3. 4</i> Cálculo de OEE.....	39
<i>Figura 3. 5</i> Valoración de la eficiencia global del equipo.....	40

### Capítulo IV: Implementación del Proyecto

<i>Figura 4. 1</i> Herramientas software .....	43
<i>Figura 4. 2</i> Programa para el control de tiempos en un mezclador al vacío.....	44

<i>Figura 4. 3</i>	Programa para el control de tiempos en un mezclador al vacío.....	45
<i>Figura 4. 4</i>	Lógica de control .....	46
<i>Figura 4. 5</i>	Asignación de IP para la comunicación.....	47
<i>Figura 4. 6</i>	Configuración del HMI.....	48
<i>Figura 4. 7</i>	Configuración de las variables .....	49
<i>Figura 4. 8</i>	Configuración de las variables .....	50
<i>Figura 4. 9</i>	Configuración del entorno Hombre-Máquina.....	51
<i>Figura 4. 10</i>	Configuración de los eventos.....	52
<i>Figura 4. 11</i>	Configuración de los indicadores (entradas y salidas).....	53
<i>Figura 4. 12</i>	Configuración de los botones.....	54
<i>Figura 4. 13</i>	Circuito unifilar.....	55
<i>Figura 4. 14</i>	Posicionamiento de elementos en tablero de control.....	56
<i>Figura 4. 15</i>	Cableado de elementos en tablero de control.....	56
<i>Figura 4. 16</i>	Cableado de elementos en tablero de control.....	57
<i>Figura 4. 17</i>	Cableado de elementos en tablero de control.....	58

#### **Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización**

<i>Figura 5. 1</i>	Cálculo de OEE.....	64
<i>Figura 5. 2</i>	Cálculo de OEE.....	65
<i>Figura 5. 3</i>	Valoración cualitativa para el indicador OEE.....	66

## Resumen

El presente trabajo de titulación se lo realiza con la finalidad de mejorar la falta de eficiencia en el control de las unidades producidas debido al manejo de tiempos de forma manual en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil, mediante la automatización y montaje de un sistema que permita controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos. Para desarrollarlo fue indispensable realizar la recopilación de información, análisis de los datos obtenidos en los turnos de trabajo antes de la automatización y el estudio de los problemas presentados día a día en la máquina; elaborar un programa utilizando como herramientas los softwares TIA PORTAL y LOGO SOFT COMFORT donde se utilizan para este efecto variables de entradas, salidas, marcas, tiempos y paro total; y finalmente efectuar pruebas con intervalos de tiempo después de la automatización, teniendo como resultado después de realizar la automatización, la mejora en los índices de productividad y calidad. Con esta mejora se busca optimizar los índices de productividad, elevar la eficiencia de la máquina mezcladora al vacío, tener mayor seguridad al momento de la producción, disminuir el rechazo y el reproceso del producto final. Esta ejecución es el preliminar para futuras implementaciones, beneficiando a todo el personal que trabaja en el centro ya que se incrementan los índices de eficiencia y calidad, por ende los porcentajes de rentabilidad de la empresa.

**Palabras claves:** *Mejora, automatización, productividad, implementación, eficiencia, rentabilidad.*

## **Abstract**

This titling work is carried out with the purpose of improving the lack of efficiency in the control of the units produced due to time management manually in the Centro de Operaciones Guayaquil, by automating and assembling a system that allows control process times in a vacuum mixer of meat products. To develop it, it was essential to collect information, analyze the data obtained in the work shifts before automation and study the problems presented day by day in the machine; develop a program using as tools the TIA PORTAL and LOGO SOFT COMFORT software where variables of inputs, outputs, brands, times and total unemployment are used for this purpose; and finally perform tests with intervals of time after automation, resulting in the improvement of productivity and quality indices after automation. This improvement seeks to optimize productivity rates, increase the efficiency of the vacuum mixing machine, and have greater safety at the time of production, decrease rejection and reprocessing of the final product. This execution is the preliminary one for future implementations, benefiting all the personnel that work in the center since the efficiency and quality indexes are increased, therefore the profitability percentages of the company.

**Keywords:** *Improvement, automation, productivity, implementation, efficiency, profitability.*



## Introducción

Desde el punto de vista nutricional la carne contiene minerales, vitaminas, grasas, proteínas, ácidos grasos y otros componentes bioactivos, así como pequeñas cantidades de carbohidratos, por tal razón es el producto pecuario de mayor valor. Su importancia proviene de la calidad de las proteínas, las cuales contienen aminoácidos esenciales, minerales y vitaminas de elevada biodisponibilidad. Según las proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (siglas en inglés FAO) para el año 2050 se duplicará la producción mundial de carne y se pronostica que los países en desarrollo, tales como Ecuador donde en los últimos años se ha observado un incremento en la producción, elaboración y comercialización de carne y productos cárnicos (FAO, 2019).

El constante desarrollo socio-demográfico, económico-productivo, de demanda y de preferencias alimentarias hace que el consumo de los productos y subproductos derivados de la carne tenga importantes variaciones en el consumo anual tanto en el mercado local como internacional. Y debido a este desarrollo, la comercialización de la carne y sus derivados presume un serio desafío para cumplir con las normas higiénicas. En ese sentido todos los actores vinculados a este sector están promoviendo sistemas inocuos, eficaces y sostenibles que permitan fortalecer el perfeccionamiento de las competencias mejorando y desarrollando sus técnicas para la elaboración de la carne y sus derivados (FAO, 2019).

Por lo antes expuesto, es de vital importancia prestar atención al mejoramiento de la inocuidad alimenticia, de la asistencia técnica y a las normativas que permitan no sólo mejorar los tiempos sino los índices y costos de producción en toda su cadena de valor; logrando así, altos estándares de calidad tanto en la elaboración como comercialización de la marca (FAO, 2019).

El proceso de elaboración de productos cárnicos se ha venido realizando desde hace mucho tiempo no sólo con el fin de precautelar la misma sino con el objeto de emplear métodos diferenciadores para las pautas de consumo y las preferencias de cocción local. En consecuencia para la transformación de embutidos se aprovecha al máximo la carne y los subproductos derivados de la matanza; puesto que, los tejidos animales y el músculo son algunos de los principales ingredientes para su elaboración. En ocasiones se complementan con ingredientes de origen vegetal (FAO, 2019)

Además de lo antes expuesto, en la elaboración de la carne se utiliza una serie de métodos de tratamiento físico y químico que van más allá del simple despiece de la carne. Las fases para la elaboración de los subproductos derivados de la carne pueden ser: Triturado y despiece, Curado, Mezclado, Embutido en tripas, Secado, Ahumado, Cocción (pasteurización, esterilización) (FAO, 2014).

Si bien es cierto se podría deducir que la elaboración de la carne puede ser básica, sencilla y que podría llevarse a cabo manualmente; sin embargo, requiere de un proceso más industrializado y con equipos especializados para el proceso de producción “Convertir la carne en embutidos”, el cual sin duda alguna ayuda a su preservación y proporciona un sabor exquisito (FAO, 2014).

Los objetivos para la elaboración de productos cárnicos son los siguientes: Para la conservación, Para comercializar partes del animal difíciles de vender, Desarrollar diferentes productos con valor agregado. Dependiendo de los ingredientes y las tecnologías que se manejen para su elaboración, el sabor de la carne varía. Adicional los diversos métodos de conservación y del empaque que se utilice influye directa e indirectamente en la inocuidad y calidad del producto terminado (Guanga Paredes, 2013).

Antes, durante y después de la comercialización del producto es imprescindible el control de todo el proceso de la cadena alimentaria, desde el origen de la materia prima, manipulación y almacenamiento de carne y productos derivados, hasta el momento de su consumo, con el objetivo de garantizar la inocuidad del producto. Para ello se toma como marco referencial la **NORMATIVA TECNICA SANITARIA PARA ALIMENTOS PROCESADOS** del Ecuador (Agencia Nacional de Regulación, Control y, 2015).

## **Capítulo I: El Problema de la Investigación**

### **1.1. Antecedentes.**

En los últimos años existe mayor demanda al consumo de embutidos y esto conlleva a tener un mayor compromiso en todos los aspectos. Por tal razón, las empresas que producen alimentos para consumo humano tienen muy altos estándares a cumplir. Siendo uno de ellos, el cumplimiento de los tiempos de entrega para cubrir la demanda del mercado, pero sin dañar la inocuidad y la calidad del producto final.

En el Centro de Operaciones Guayaquil, la producción cada día está en aumento, razón por la cual hay que ser más eficiente en cada una de las líneas de negocio, siendo uno de ellos el MEZCLADO AL VACÍO DE PRODUCTOS CÁRNICOS. La mejora en la calidad, la productividad y la competitividad son requerimientos para las organizaciones en un mundo cada día más globalizado (Gutiérrez Pulido, 2010).

Con el sistema que se encuentra actualmente funcionando y los ciclos de procesos de la máquina mezcladora al vacío no se está siendo 100% eficientes puesto que en algunos casos se debe reprocesar, parar la línea de producción o colocar más insumos “materia prima” para la fabricación del producto, debido a fallas del capital humano en lo concerniente a: inconvenientes en los periodos de tiempo, y/o en su defecto factores internos propios del proceso productivo.

Esta problemática es más evidente cuando existen aumentos en la producción, haciendo un seguimiento a las causas que determinan la improductividad “para de máquina y equipos”, se determina que en la planta no se cuenta con un sistema de automatización en los procesos que permita reemplazar el trabajo manual por equipos de alta tecnología o máquinas prototipos que operen adecuadamente en función de las demandas o requerimientos.

El trabajo de selección manual adolece de varias deficiencias. Entre otras pueden citarse las siguientes (Vilaboa, 1999).

Generalmente no se registran las causas del rechazo de la materia prima.

Resulta difícil el aprovechamiento de las modernas técnicas estadísticas para el control de calidad, por falta de información.

Existe una gran incertidumbre respecto de un adecuado cumplimiento de los estándares.

Existe un gran porcentaje de pérdidas como consecuencia del deterioro causado por una errada manipulación.

La mano de obra presenta altos costos, con salarios en alza, una creciente escasez en la oferta de personal calificado.

En ese sentido, dado que existen tecnologías que pueden mejorar estas deficiencias, surge la posibilidad de reemplazar inicialmente la selección manual de mezclado por sistemas automatizados que mejoren los tiempos improductivos en esta línea y directamente afectando los indicadores del centro

La mejora en el proceso de la máquina mezcladora al vacío, está encaminada a elevar la eficiencia del equipos en el Centro de Operaciones Guayaquil, por medio de un logo que cuenta con interfaces y tecnologías integradas que permita realizar retroalimentaciones automáticas en el equipo.

## **1.2. Definición del Problema.**

En el área de Producción del Centro de Operaciones Guayaquil, se encuentran diversos procesos, entre los cuales está la línea de Mezclado al vacío, la cual se encarga de homogenizar la masa mediante la extracción de vacío. En este proceso se viene evidenciando fallas en el control operacional, ya que el operador tiene que realizar el control del tiempo de forma manual. Dependiendo del ritmo de trabajo y la velocidad de la producción “alza de producción” pueden existir problemas en la operación del equipo, debido al extenso ritmo de trabajo teniendo como consecuencia el resultado de la mezcla, textura e imperfecciones que se reflejan en calidad y/o inocuidad del producto. Lo que implica una baja eficiencia del proceso de Mezclado al vacío.

## **1.3. Justificación del Problema.**

El Centro de Operaciones Guayaquil busca el mejoramiento constante en la calidad de los procesos y productos que comercializa; en sentido, la empresa no está exenta de esa filosofía. Para el 2017 el tema de sostenibilidad era una de las grandes prioridades, retos y

desafíos del grupo para lo cual utilizó herramientas de medición como Estándares del Global Reporting Initiative (GRI).

Esta metodología se basa en el contenido del Grupo de los Cuatro (G4) y mantiene sus requerimientos de calidad y de definición de la materialidad basados en el compromiso que se hiciera con la Organización de Naciones Unidas (ONU) en relación a los 10 principios del Pacto Mundial y el enfoque de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en materia de derechos humanos, trabajo, medio ambiente y anti-corrupción.

Por lo antes expuesto el presente trabajo se focalizará en mejorar los índices de productividad y calidad mediante la Automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil.

Dada la gran competencia y gran demanda existente en el mercado, las líneas que producen alimentos para consumo humano se ven en la necesidad de mejorar no sólo en el tiempo de respuesta para suplir tal demanda, sino también en la optimización de sus proceso, y dado que existen tecnologías que pueden mejorar estas deficiencias, surge la posibilidad de reemplazar la selección manual de mezclado por sistemas automatizados que mejoren los tiempos improductivos en esta línea y que afectan directamente los índices de producción, calidad y comercialización del producto que se origina en ese proceso.

#### **1.4. Objetivos del Problema de Investigación.**

##### **1.4.1 Objetivo General.**

Aumentar los índices de productividad y calidad mediante la Automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil.

##### **1.4.2 Objetivos Específicos.**

- 1) Realizar un análisis en el Centro de Operaciones Guayaquil antes de la automatización del proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos.

- 2) Elaborar un programa en un módulo Siemens (LOGO) para el control de los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil.
- 3) Efectuar pruebas con intervalos de tiempo después de la automatización del proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil.

### 1.5. **Hipótesis.**

La implementación del programa de automatización Plc-Logo contribuirá a aumentar los índices de producción, calidad y por ende disminuir las quejas, reclamos y reprocesos originados por esta causa. Se mejorará y optimizará el proceso de Mezclado, lo que generará un mayor control de sus variables, menor costo en la fabricación con productos de mejor calidad. Por lo cual, se plantea la siguiente hipótesis:

El sistema automatizado en el mezclador al vacío, se implementa con la finalidad de mejorar el proceso, el cual brindará al operador mayor facilidad de trabajo, aumentando la eficiencia del equipo, reduciendo el desperdicio de materia prima lo que aumenta la producción con productos de alta calidad.

### 1.6. **Metodología de investigación.**

El presente trabajo es, explicativo y de corte bibliográfico, tomando como marco de referencia: la recopilación de información de los datos obtenidos en el proceso productivo en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil; y, considerando los avances tecnológicos de los últimos 5 años de las industrias que producen cárnicos. Esta investigación establece que un *“sistema es la suma total de las partes que funcionan independientemente o conjuntamente para lograr ciertos objetivos”* (Perez Serrano, 2016), sobre todo cuando de producción y de cambios tecnológicos se trata y que guarda una estrecha relación en el resultado de los productos.

## Capítulo II: Fundamentación Teórica

### 2.1. Introducción a la automatización

En los procesos industriales debido a la creciente necesidad de mejorar la productividad y por el avance de la tecnología se han generado fuertes cambios, y a esto sumado que se debe ser más eficientes dentro de los procesos. Por lo cual la información relacionada a los nuevos avances de los sistemas, de los métodos de proceso y de las soluciones de errores debe ser constante. Los sistemas automatizados buscan acrecentar la productividad, decrecer en fallas, ganando así una mejor calidad para lograr sobresalir en un mercado cada día más competitivo.

La automatización es una operación mediante la cual las acciones ejecutadas en un proceso productivo por un operario se trasladan o transmiten a una máquina, que está administrada por un equipo cuyo enlace puede ser cableado o electrónico programado (Solbes i Monzo, 2014). La automatización es un medio de organizar o controlar los procesos de producción para lograr el uso óptimo de todos los recursos de la producción; mecánicos, materiales y humanos (Diebold, 2010).

El automatismo es un sistema que se forma por diferentes elementos que al recibir información generan comandos para que subsistemas receptores realicen su operación correspondiente dentro del marco de la activación global de señales de comando generadas por el automatismo (Escobar Guardado, Flores Cortez, & Romero, 2006). Los niveles de productividad se incrementan por la implementación de sistemas automatizados los cuales otorgan una ventaja competitiva al permitir la reducción del costo por unidad de producto (Vaughn, 1990).

“Mientras nuestros productos sean de mejor calidad que los de la competencia, puede ser razonable pagar por ellos un mayor precio, pero este no es el caso. La calidad de nuestros competidores es, en general, por lo menos tan buena como la nuestra, y a veces mejor. Con la automatización podemos reducir los costes unitarios y mejorar la calidad del producto. Por eso debemos automatizar o dar por perdida la batalla por los mercados internacionales”. (Vaughn, 1990)

En los procesos industriales la automatización puede darse en 4 niveles, los cuales se nombran a continuación:

**Nivel 1. Elemental - Nivel de Máquina:** a este nivel se automatizan operaciones específicas a realizar por dispositivos mecánicos.

**Nivel 2. Máquinas simples:** a este nivel se automatizan las tareas a realizar por máquinas destinadas a la realización de operaciones específicas como tornos y fresadoras.

**Nivel 3. Proceso:** a este nivel se automatizan las tareas combinadas de los diferentes dispositivos que participan en un determinado paso en la elaboración de un producto.

**Nivel 4. Nivel de Gestión Integrada:** a este nivel se combinan todos los elementos implicados en los procesos de fabricación de diferentes productos en una planta industrial (García Higuera, 2005).

En el proyecto se va a realizar la automatización del nivel 3.

### **2.1.1. Objetivo y componentes básicos de los automatismos.**

Podría decirse que el objetivo principal de un automatismo es la de tener el control total de un sistema o una planta sin que un operador intervenga de manera directa, y desde un punto de vista estructural está compuesto de dos partes (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008).

Estas partes son:

**Parte Operativa:** Es el conjunto de dispositivos, máquinas y/o subprocesos diseñados para realizar las funciones productivas que corresponden en su mayoría al circuito de potencia.

**Parte de Control:** Formada por los elementos de procesamiento y/o mando, interfaz de comunicación y de diálogo con el hombre.

En la figura 2.1 se muestra un diagrama de bloques con los diferentes elementos que constituyen una automatización.



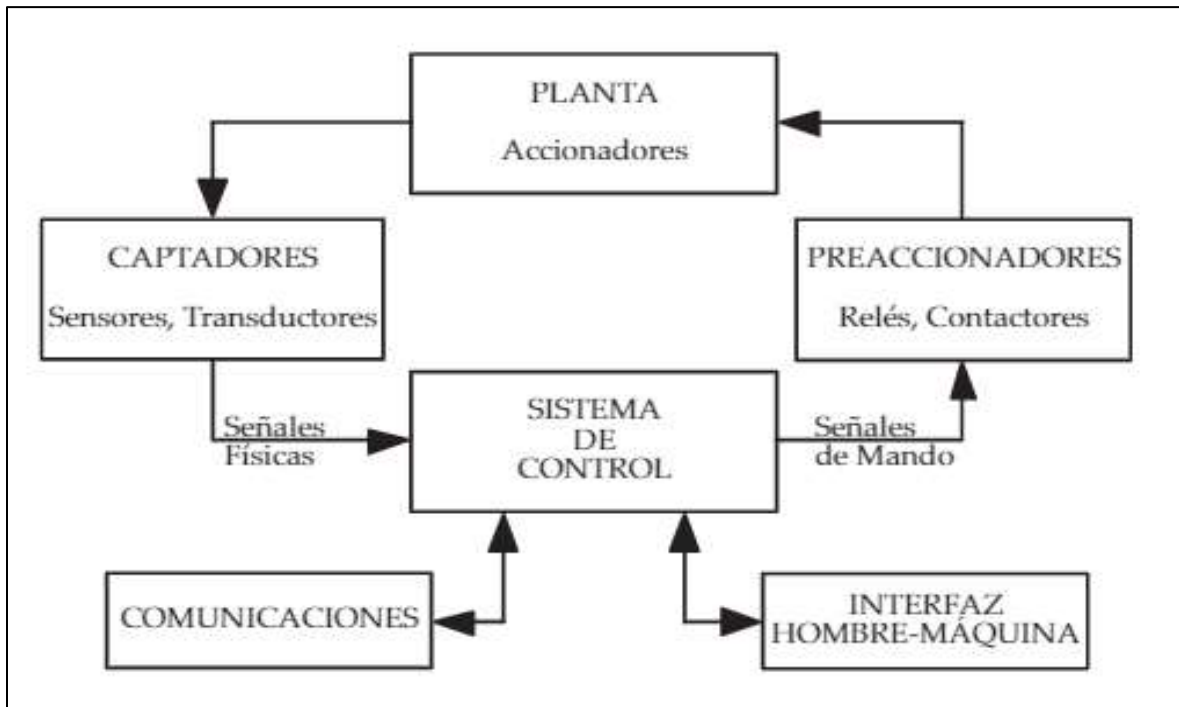


Figura 2.1 Modelo de un sistema de control  
Tomado de: (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008)

En la actualidad los automatismos utilizan gran cantidad de componentes y tecnologías, es decir, se trata de la integración de sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos, etc. De esta manera se exige que los sistemas sean capaces de un correcto acoplamiento entre ellos. Esta fuerte demanda ocasionó una dicotomía clara entre dos formas diferentes para la implementación de un automatismo. La cual da origen a la clasificación tecnológica de los sistemas de control en sistemas de Lógica Cableada y sistemas de Lógica Programada (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008).

Otros de los objetivos para automatizar son: En procesos repetitivos, la mejorar de su rendimiento, Optimar los intervalos de la producción, Aumentar velocidad, Continuidad de la producción, Ejecutar con mayor facilidad procesos que originalmente son difíciles de realizar manualmente (Torres, 2011)

### 2.1.2. Tipos de automatización.

Los cuales son: fija, programable y flexible (Araos Peñaloza, 2008).

**Automatización fija:** Se la realiza para producciones de gran volumen, y por tal razón son justificables económicamente los elevados costos del diseño. Un inconveniente es

su ciclo de vida porque va acorde a la circulación en el mercado del producto (Sergio, 2010).

**Automatización programable:** Se utiliza cuando el volumen de producción es bajo. Se diseña el sistema para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; por medio de un programa (software) se realiza la adaptación (Sergio, 2010).

**Automatización flexible:** Se utiliza cuando el volumen de producción es medio, contiene características de la fija y de la programable, están compuestos por estaciones de trabajo interconectadas entre sí, las cuales están controlados por una computadora. (Sergio, 2010).

### **2.1.3. Ventajas y desventajas de la automatización.**

Al momento de decidir si se automatiza o no un proceso industrial, o si será parcial o total, se deben considerar diferentes factores. Debido a que cada empresa es diferente y tiene sus particularidades, los procesos industriales se tienen que adaptar a cada una para cumplir con el mínimo detalle las especificaciones técnicas (Grup MCR, 2016). En la tabla 2.1 se muestran las ventajas de la automatización.

**Tabla 2. 1 Ventajas de la Automatización**

<b>VENTAJAS</b>	
<b>Repetición permanente</b>	En los procesos que se repiten continuamente de forma ininterrumpida con una disponibilidad 24 h. Es interesante en empresas con una marcada estacionalidad en la producción.
<b>Niveles de calidad óptimos</b>	Mejor nivel de precisión que en un proceso manual. No se producen tiempos muertos por errores o cambios en el proceso.
<b>Ahorro de costes</b>	Se necesita menos personal, aumenta la eficiencia energética y de uso de materias primas. Reduciendo los costes asociados a suministros y stock.
<b>Tiempo de producción</b>	Se reduce significativamente el tiempo de producción.
<b>Seguridad del personal</b>	Se incrementa la seguridad del personal, especialmente en procesos que incluyen grandes pesos, temperaturas elevadas o entornos peligrosos.
<b>Producción más flexible</b>	Permite adaptar a los requerimientos específicos de cada empresa.
<b>Mejora del flujo de datos</b>	Mejora en la comunicación de datos, ayuda a tomar decisiones más precisas.
<b>Ventaja competitiva</b>	Todo lo expuesto aumenta la competitividad en el mercado, mejor respuesta, ofrecer productos de mejor calidad en menor tiempo.

Fuente: (Grup MCR, 2016)

En la tabla 2.2 se muestran las desventajas de la automatización.

**Tabla 2. 2 Desventajas de la Automatización**

<b>DESVENTAJAS</b>	
<b>Personal especializado</b>	El personal es más especializado, por lo que puede ser más difícil de encontrar y más caro de contratar.
<b>Coste de la inversión</b>	Para algunas empresas, el coste inicial de la inversión puede percibirse como elevado, si no tienen en cuenta el retorno sobre inversión.
<b>Dependencia tecnológica</b>	La empresa puede verse ligada por contratos de mantenimiento o necesidades de desarrollo específicas, dada la elevada especialización de alguna maquinaria
<b>Obsolescencia tecnológica</b>	En la industria existe el riesgo de obsolescencia, por lo que el proyecto inicial debe tener en cuenta la amortización de la inversión y el retorno sobre inversión, entre otros factores.

Fuente: (Grup MCR, 2016)

## **2.2. Sistema de control**

Es un conjunto de dispositivos los cuales regulan su propia actividad así como la de un distinto sistema para obtener una situación predeterminada, de modo que los posibles daños se minimicen obteniendo resultados esperados.

Es cualquier interconexión de elementos eléctricos que cumplan una función dada, formando conjuntos que se representan en forma de rectángulos o bloques con las entradas y salidas en forma de flechas (OGATA, 2010).

Hoy en día los sistemas automatizados están evolucionando, son más habituales las soluciones que aprovechan los nuevos avances en informática, es decir, utilizan programas que se basan en un tratamiento secuencial del problema, ver figura 2.2 (García Higuera, 2005)

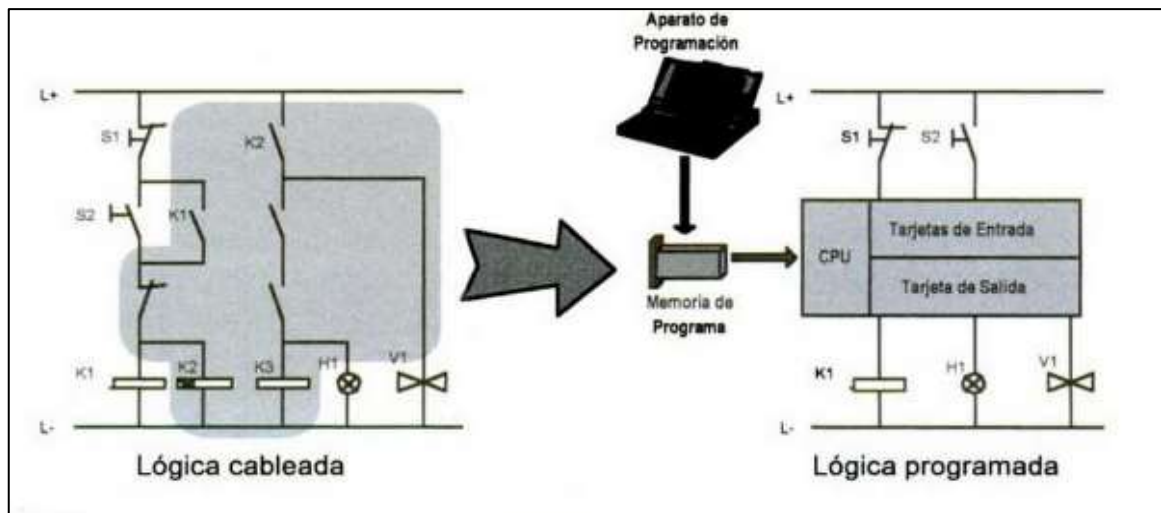


Figura 2.2 Transición desde la lógica cableada a la solución programada  
Tomado de: (García Higuera, 2005)

### 2.2.1. Lógica cableada.

Su nombre viene debido a la naturaleza de las conexiones entre los diferentes componentes del sistema, los cuales pueden ser de origen eléctrico, electrónicos, neumáticos, hidráulicos. En los que son de origen eléctrico entonces la conexión entre relés, interruptores, finales de carrera, etc., se realiza mediante conductores eléctricos. En los que son de origen neumático e hidráulico, las conexiones se realizan mediante ductos por donde corre el elemento fluido (Sanchis, Romero, & Arriño, 2010)

El sistema de lógica cableada es aceptado entre los desarrolladores de automatismos para la creación de sistemas con poca complejidad. Sin embargo, cuando se necesita desarrollar sistemas robustos muestra grandes dificultades, debido a que no facilita la integración aritmética, tiene poco control sobre la ejecución de instrucciones, creación de secuencias complejas y presenta una deficiencia para la realización de programas estructurados y jerárquicos (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008)

En la figura 2.3 se observa un sistema con lógica cableada.

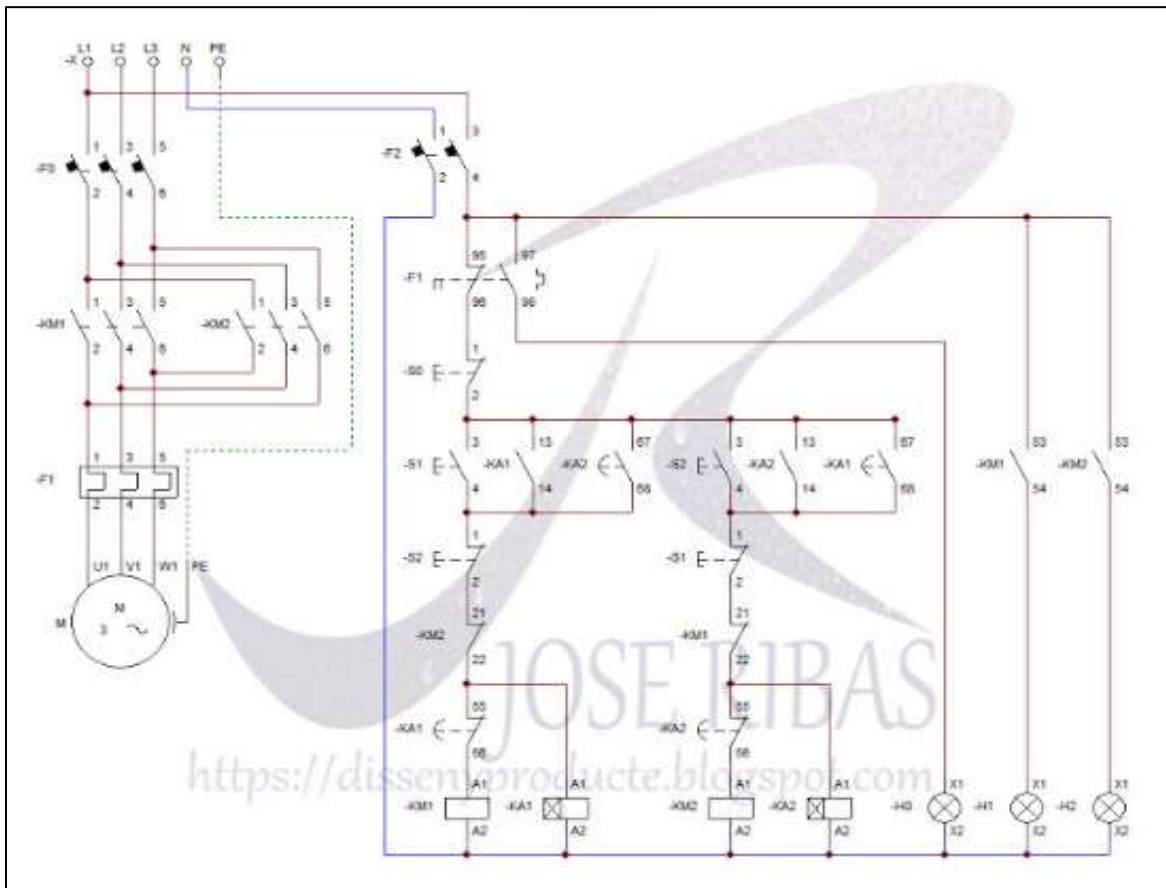


Figura 2.3. Ejemplo de lógica cableada  
Tomado de: (Ribas, 2010)

### 2.2.2. Lógica programada.

Debido a la aparición de los microprocesadores y los sistemas desarrollados a partir de estos: los controladores lógicos, los autómatas programables y el computador, se alcanzó, un alto nivel de integración en los componentes electrónicos, y cada día allana más la integración de diversos sistemas, donde se pueden realizar cálculos científicos, la implementación de algoritmos en diversos sistemas de gestión y comunicación. Por el creciente desarrollo de estas tecnologías, el mercado trató de ofrecer diversos sistemas amigables que al inicio funcionaron bien para cada uno de los sistemas a controlar, pero por el progresivo desarrollo de la industria que requiere la integración entre sistemas de diferentes naturalezas, se creó un marco referencial para los diferentes lenguajes de programación (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008).

Debido a lo anterior se produjo la publicación del estándar IEC 1131-3 en Marzo de 1993, hoy denominado IEC 61131-3, donde se define la forma en la cual deben ser programados los sistemas de control basados en PLCs y que además permite que los programas

y comportamientos de las plantas bajo control sean de fácil entendimiento por personal de diferentes industrias (Ortega, 2015).

Existen tres maneras para la implementación de este sistema: Autómatas programables (PLCs), ordenadores (PC industriales) y micro controladores (Sanchis, Romero, & Arriño, 2010).

En la figura 2.4 se observa un sistema con lógica programada.

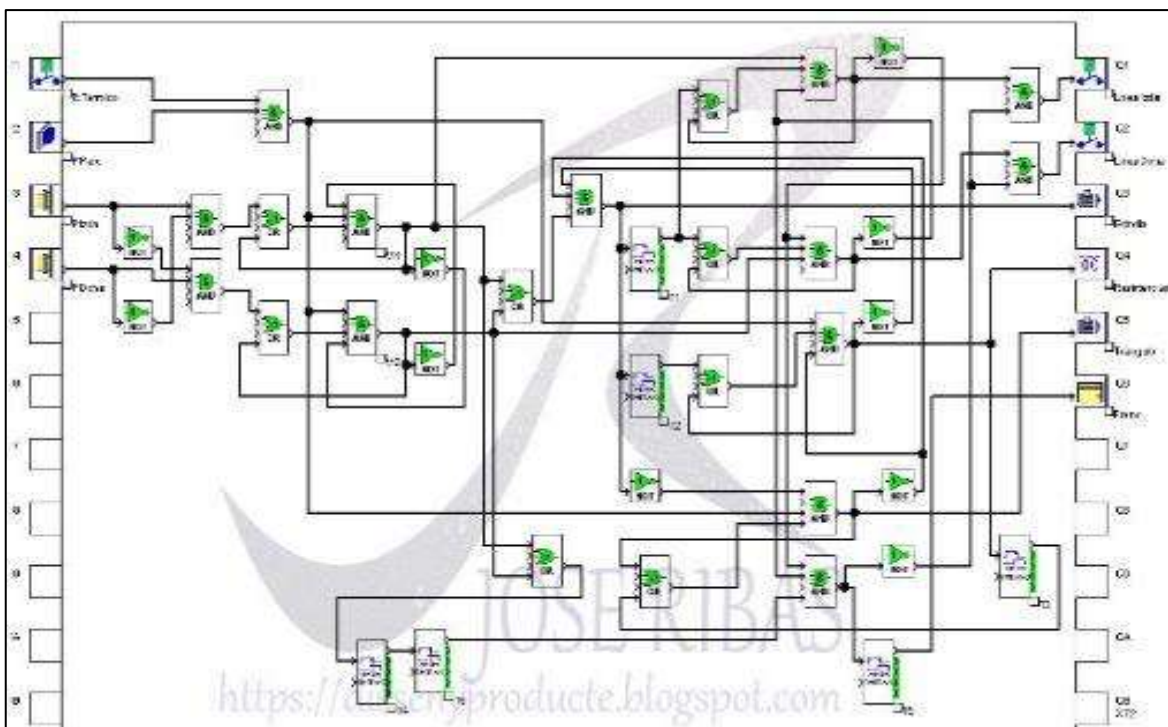


Figura 2.4. Ejemplo de lógica programada  
Tomado de: (Ribas, 2010)

### 2.3. Autómata programable, plc, módulos lógicos

Son unidades electrónicas que tienen la capacidad de ejecutar tareas definidas por un programador. Las tareas de control son desarrolladas mediante un software, las cuales permiten la ejecución de trabajos secuenciales que se realizan en los diferentes procesos productivos (Mateos, 2004).

Los Controladores Lógicos Programables son unidades electrónicas que realizan funciones lógicas, combinacionales y secuenciales. Son los elementos básicos para la automatización y control de aplicaciones de toda complejidad (Álvarez Pulido, 2004).

En la industria, el Controlador Lógico Programable se lo emplea para numerosas tareas. Las cuales pueden ser: para control, para monitoreo, para movimientos repetitivos, etc. Está diseñado con un microprocesador que obedeciendo a las necesidades realiza diversas actividades, su versatilidad y funcionalidad permite utilizarlos en sistemas residenciales y edificios inteligentes.

Es un circuito eléctrico el cual sigue una secuencia predefinida, por tal motivo para el proyecto se plantea utilizar un miniPLC módulo lógico programable, ver figura 2.5.



Figura 2.5. Módulo Logo SIEMENS  
Tomado de: (SIEMENS, 2019)

### 2.3.1. Módulo Lógico.

El módulo 230 RCE - 6ED1052-1FB00-0BA8 viene con pantalla y con conexión Ethernet, tiene IP 20, trabaja con tensión de 115/230 V AC/DC. Configurable hasta 400 bloques de funciones (SIEMENS, 2019).



Tiene 8 entradas digitales, 4 analógicas (0...10 V) y 4 salidas digitales (relé). La instalación es fácil, se puede adicionar módulos de expansión sobre carril DIN. Se lo utiliza en diversos procesos industriales donde se deba tener secuencias bajo control (Siemens, 2016).

Las características del Logo SIEMENS se adjuntan en el anexo 1.

### 2.3.2. Conexión de un módulo lógico siemens.

Las conexiones para las entradas y salidas se muestran en la figura 2.6.

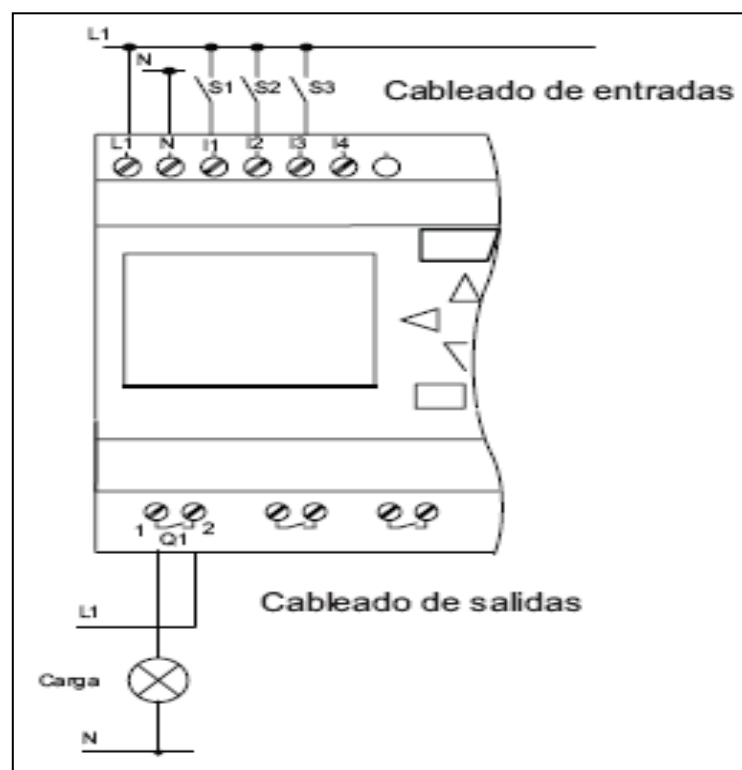


Figura 2.6 Conexiones de entradas y salidas de un módulo LOGO  
Tomado de: (Siemens, 2016)

En las entradas, se encuentran L1 y N. Para la activación de los elementos, la conexión debe ser en paralelo, Cuando las salidas del módulo programable son insuficientes, se utilizan módulos de expansión. En el anexo 2 se muestran los diversos modelos existentes.

Se utilizó en el proyecto el modelo DM8 230R - 6ED1055-1FB00-0BA2.

### 2.3.3. Módulo de expansión (dm8 230r)

Posee 4 entradas y 4 salidas, todas digitales. Se lo utiliza para contralar maquinarias, domótica, etc (SIEMENS, 2019). (Ver figura 2.7)



Figura 2.7 Módulo de expansión SIEMENS  
Tomado de: (Masvoltaje, 2018)

Las características del módulo para expansión se muestran en el anexo 3

#### **2.3.4. Conexión del módulo logo.**

Las conexiones de entradas y salidas del módulo para expansión se muestran en la figura 2.8.

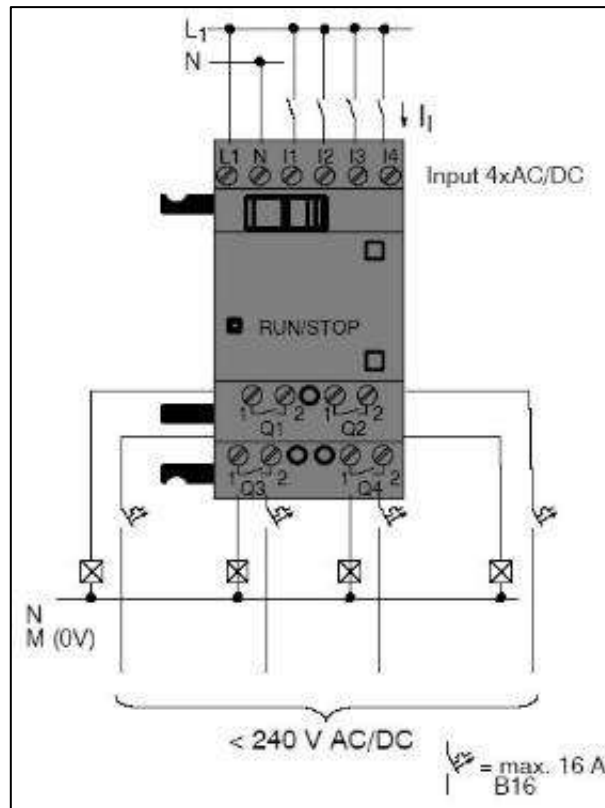


Figura 2.8 Conexiones Módulo expansión  
Tomado de: (promspecrele, 2019)

El montaje para la puesta en marcha se muestra en el anexo 4.

### 2.3.5. Software logo soft confort

El software dispone de las siguientes funciones:

Interfaz gráfica

Fácil configuración de bloques

Transferencia del programa en ambos sentidos:

De LOGO! al PC

Del PC a LOGO!

Contador para horas

Visualización de los cambios de estado (Siemens, 2014).

Tras iniciar el software LOGO! Soft Comfort, y crear un nuevo programa se escoge en el menú Archivo -> Nuevo o simplemente se presiona el botón Nuevo en la barra de herramientas lo que abrirá el editor de diagramas, en el que se puede emprender el proyecto con

la creación del programa en la interfaz de programación. Para la programación el primer paso consiste en seleccionar los bloques necesarios en el menú de herramientas, bosquejando el programa de la manera más versátil posible.

### 2.3.6. Herramientas del software.

En la figura 2.9 se muestran las herramientas:

<p><b>Conectores</b> Sirven para conectar los bloques de entrada y salida.</p>
<p><b>Constantes</b> Se usa para posiciona los bloques de entrada y salida en la interfaz de programación. Ver apéndice 5.</p>
<p><b>Funciones básicas</b> Se utilizan para ubicar los bloques lógicos en la interfaz de programación. Generan condiciones en las entradas Los bloques de esta herramienta se muestran en el apéndice 6.</p>
<p><b>Funciones especiales</b> Son para ubicar bloques adicionales con remanencia o comportamiento de tiempo en la interfaz de programación.</p>
<p><b>Entradas lógicas</b> Contiene conectores para crear un vínculo lógico con otros bloques o las entradas del dispositivo LOGO. Ver apéndice 7.</p>
<p><b>Otras funciones especiales</b> En el apéndice 8 se muestra los bloques de esta herramienta.</p>

Figura 2.9: Herramientas del Logo Soft Confort  
Tomado de: (Siemens, 2014)

## 2.4. Selección de la interfaz para comunicación

### 2.4.1. Ethernet Industrial.

Para cubrir las grandes distancias, las redes de comunicación utilizan Ethernet ya que aprovecha y permite utilizar las variadas ventajas del universo digital. Nos permite automatizar y controlar procesos de la producción de una manera eficaz, y esto es una mejora notable ya

que se incrementa el feedback de información desde el proceso hasta los diversos canales de la empresa, ver figura 2.10.

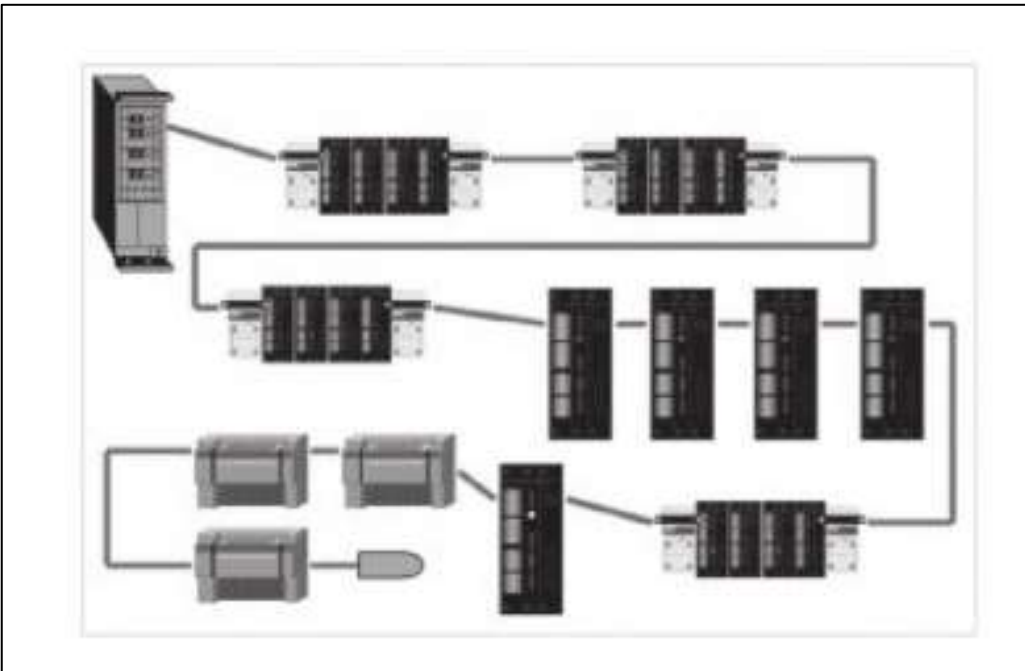


Figura 2.10. Redes de comunicaciones industriales  
Tomado de: (ALONSO & OLIVA, 2013)

**2.4.2. Cable utilizado para conexiones Ethernet.**

Para las conexiones PC-Autómata se utiliza lo que se conoce como un cable cruzado, (Ver figura 2.11).

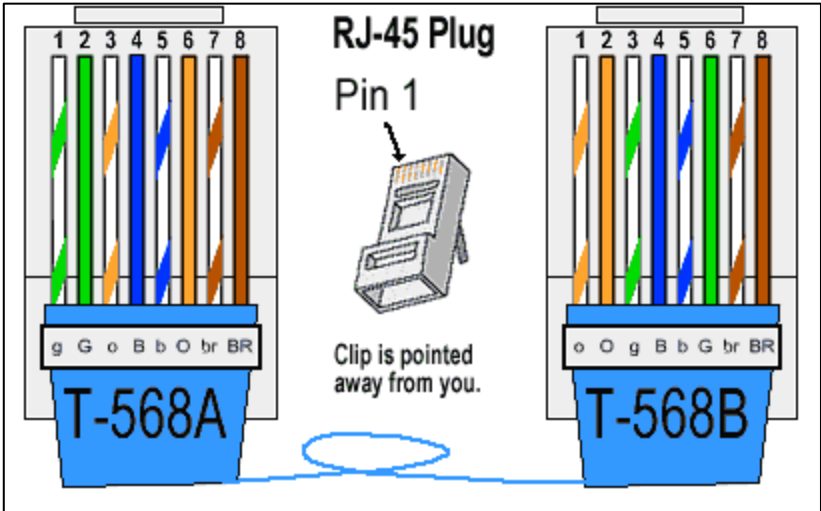


Figura 2.11 Esquema de conexión para cables cruzados RJ45  
Tomado de (jeanneteguadalupeca, 2014)

### 2.4.3. Conector Rj45.

Tiene 8 pines, conecta redes de cables con extremos de par trenzado. Utilizado comúnmente en cables de 4 pares, ver figura 2.12.



*Figura 2.12* Conector RJ45  
Tomado de: (RS, 2019)

### 2.4.4. Interfaz hombre máquina (HMI)

Es esencialmente una pantalla donde el operador controla y supervisa los diversos procesos industriales. Es decir, que es el instrumento donde el personal operativo y las diversas jefaturas convierten las variables en información que se puede aprovechar y utilizar para medir o mejorar dichos procesos (AVEVA Group, 2019).

#### *¿Para qué sirve un sistema HMI?*

Su principal función es que en tiempo real muestra información, facilitando gráficos visuales y parámetros de una producción. Es decir, proveen información, control y optimización del proceso Se define al HMI en: operar y observar (Autycom, 2019).

En la figura 2.13 se adjunta un panel H.M.I.



Figura 2.13. Pantalla HMI  
Tomado de (solucionesyservicios, 2019)

## 2.5. Dispositivos de mando y control

### 2.5.1. Disyuntor para caja moldeada.

Cuando la corriente que pasa por un conductor supera a la corriente nominal del mismo, la potencia absorbida es superior a la prevista y en ese momento se produce una sobrecarga. En este tipo de fallos la protección puede ser lenta, debido a que es un fenómeno de acción lenta (RIO, 2013). Pero ante una sobre corriente elevada (cortocircuito), el modo de actuar debe de ser instantáneo. Aquí es cuando un interruptor de Caja Moldeada protege contra las sobre intensidades con mayor seguridad en las instalaciones eléctricas, sin importar el valor mientras esté entre la intensidad nominal del interruptor y la correspondiente de su poder de ruptura. Estos elementos están diseñados para proteger sistemas industriales en baja tensión. La función principal es la de proteger los circuitos eléctrico contra sobrecargas y cortocircuitos (RIO, 2013), ver figura 2.14.



*Figura 2.14.* Interruptor para caja moldeada EZC100N 60A  
Tomado de: (Schneider Electric, 2019)

Las características de estos elementos están definidas de acuerdo a la norma IEC 60947-2, la cual establece una serie de tests en laboratorios para su conformidad.

### **2.5.2. Breakers de 2 polos.**

Son dispositivos ubicados en instalaciones eléctricas para proteger a los mecanismos y a las personas. Están diseñados para soportar descargas eléctricas. (Ver Figura 2.15).



*Figura 2.15.* Breakers Siemens de 2 polos 5SL3204-7  
Tomado de: (CATALOGO SIEMENS, 2019)



### 2.5.3. Relés.

Sirven para ayudar en el control de una instalación eléctrica, la bobina cambia entre el contacto NA y el contacto NC, tiene dos diferentes circuitos: Uno electromagnético, Uno de contactos.

Cuando se origina un campo magnético en la bobina por el paso de corriente, el núcleo de hierro se magnetiza, esto se conoce como fenómeno electromagnético. El cual atrae al inducido para que los contactos se unan, y vuelven a separarse cuando ya no existe el paso de corriente, En la figura 2.16 se muestran relés de 1 y dos circuitos, aunque existen relés que tienen una mayor cantidad de circuitos (Electronicafacil, 2019).

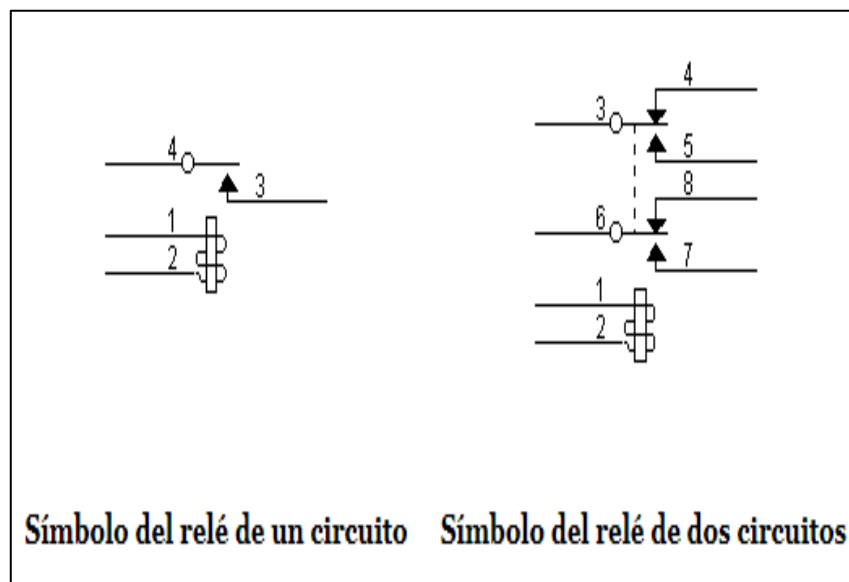


Figura 2.16 Simbología de un Relé  
Tomado de: (Electronicafacil, 2019)

#### ***Características técnicas.***

Podría decirse que se divide en de 2 partes: Parte electromagnética, Contactos o Parte mecánica, y la subdivisión de las partes se indica a continuación: Corriente de excitación, Tensión nominal, Tensión de trabajo, Consumo nominal de la bobina, Tensión de conexión, Intensidad de conexión, Intensidad máxima de trabajo (Electronicafacil, 2019).

### ***Tipos de relés.***

Dependiendo de su aplicación, pueden ser: tipo Reed, en encapsulado tipo DIP, de armadura,

Los de mayor uso son: DE ARMADURA y DE NÚCLEO MÓVIL

Sus aplicaciones pueden ser en: Electricidad, Automatismos eléctricos, Control de motores industriales, En electrónica, usados normalmente como enlaces para pc (Electronicafacil, 2019).

En el proyecto se utiliza un relé de armadura (Ver Figura 2.17), las características del relay se describen en el anexo 9.



*Figura 2.17.* Relay LZX PT570730  
Tomado de: (INDUSTRY SIEMENS, 2019)

### **2.5.4. Transformador.**

Los transformadores son máquinas estáticas cuya misión es la de transmitir mediante un campo electromagnético alterno, la energía eléctrica de un sistema, con determinada tensión, a otro sistema con tensión deseada (Ras Oliva, 1994).

Existen diversos tipos y se diseñan para diversas funciones. Entre los cuales se encuentra el transformador para control, son transformadores de aislamiento de tensión constante y tipo

seco. Se usan con los devanados primarios conectados a circuitos de distribución de baja tensión de 600 V o menos. La correcta elección de un transformador de control facilitará la alimentación con la potencia correcta a tensión reducida para cargas de alumbrado y de control hasta 250 VA (Concha, 2003).

En la figura 2.18 se observa un transformador para control.



*Figura 2.18* Transformador para control  
Tomado de: (TRAXCO, 2019)

### **2.5.5. Guardamotor.**

Es un mecanismo electromecánico (figura 2.19) utilizado para el control de motores el cual consta de los siguientes componentes: relé térmico y contactor. Los guardamotores deben energizarse de forma manual con los botones para arranque y paro. (NIVIHE S.A., 2019).



Figura 2.19 Guardamotor  
Tomado de (NIVIHE S.A., 2019)

### 2.5.6. Contactor.

Sobre este elemento se fundamenta una lógica de tipo “todo o nada”, afecta a operaciones del tipo “abierto o cerrado”, “ver-dadero o falso”, “1 ó 0”, “caliente o frío”, etc. Contiene: pares metálicos (unión o separación, representando así “todo o nada”. En el estado de “todo” habrá una resistencia ideal de cero entre los contactos, y en el estado de “nada” existirá una resistencia infinita entre los pares metálicos (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008).

El accionamiento de la parte móvil del electroimán puede ser rotacional, lineal o combinación de los dos anteriores. Una vez que se suspende la alimentación de la bobina, el circuito se desmagnetiza y regresa a su posición de reposo tanto en los mismos pares metálicos como en la parte móvil de la armadura, y de la acción de la misma gravedad en determinados equipos (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008).

#### *Partes constitutivas de un contactor:*

Son las siguientes: Electroimán, La Bobina., Pares Metálicos, Contactos Auxiliares: Se pueden identificar tres tipos básicos: Contactos instantáneos de cierre, Contactos instantáneos de apertura, Contactos instantáneos NA/NC, Contactos Principales, Sistema de Soplado. Ver figura 2.20.



*Figura 2.20* Contactor  
Tomado: (Adajusa, 2019)

También se tiene contactores únicamente con contactos auxiliares: NA, NC o NA y NC. Denominados contactores auxiliares o relés. Se los utiliza cuando un contactor no tiene suficientes contactos auxiliares y se debe optar por este tipo de dispositivos. Se los identificar mediante un sistema de números (Bernal, 2010).

NC, la entrada es (11, 21, 31, 41...) y la salida (12, 22, 32, 42...)

NA, la entrada es (13, 23, 33, 43...) y la salida (14, 24, 34, 44...)

***Clasificación:***

En la tabla 2.3 se muestra la clasificación:

**Tabla 2. 3 Clasificación**

---

<b>CLASIFICACIÓN DEL CONTACTOR</b>
Por tipo de corriente: AC o DC
Por la función y la clase de contactos:
Contactores principales (con contactos principales y auxiliares)
Contactores Auxiliares (con contactos únicamente auxiliares)
Por la carga que pueden maniobrar (o categoría de empleo).

---

Fuente: (Orozco, Guarnizo, & Holguín, 2008)

Para ello se toman en cuenta el tipo de carga que controla y las condiciones en las cuales se efectúan los cortes, ver tabla 2.4:

**Tabla 2. 4 Tipo de carga**

---

<b>TIPOS DE CARGAS</b>
AC1: cargas no inductivas, donde el factor de potencia mínimo es 0,95.
AC2: para arranques de motores de anillos, inversión de marcha, frenado por contracorriente, marcha a impulsos de motores de anillos, cuyo factor de potencia es de 0,3 a 0,7.
AC3: para el control de motores jaula de ardilla que se apagan a plena marcha y que en el arranque consumen de 5 a 7 veces la intensidad normal.
AC4: Arranque de motores de rotor en cortocircuito, inversión de marcha, marcha a impulsos, frenado por contracorriente

---

Fuente: (Electronicafacil, 2019).

### Capítulo III: Levantamiento de Datos Antes de la Automatización

Considerando que el presente trabajo se lo realiza para mejorar los índices de productividad y calidad, es necesario considerar varios datos a utilizar para poder medir con los resultados obtenidos, siendo los siguientes valores que se utilizaran: ideales del proceso, muestreo antes de la automatización, muestreo después de la automatización del equipo mezclador. En la tabla 3.1 se muestran los valores ideales del proceso.

**Tabla 3.1 Valores ideales del proceso**

<b>VALORES IDEALES DEL PROCESO</b>	
<b>Peso por lote</b>	700
<b>Ciclo (min)</b>	15
<b>Ciclos por hora</b>	3
<b>Jornada de trabajo</b>	14
<b>Peso de la unidad</b>	5
<b>Unidades por lote</b>	140
<b>Unidades por hora</b>	420
<b>Unidades por jornada de trabajo</b>	5880

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

#### 3.1. Recopilación de datos

Se procede a realizar un análisis del muestreo en el Centro de Operaciones Guayaquil antes de la automatización del proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en relación de unidades producidas por hora laborable. Se lo efectúa durante un tiempo de 24 días divididos en 14 horas diarias de proceso, dando un total de 336 muestras. En las tablas 3.2 y 3.3 se adjuntan los datos obtenidos.

**Tabla 3.2 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable**

<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>
1	405	58	408	115	383
2	408	59	405	116	415
3	418	60	407	117	397
4	420	61	404	118	394
5	395	62	405	119	400
6	397	63	399	120	405

7	400	64	400	121	401
8	404	65	398	122	409
9	397	66	385	123	399
10	420	67	400	124	388
11	412	68	405	125	394
12	415	69	380	126	405
13	408	70	408	127	388
14	418	71	405	128	401
15	412	72	407	129	420
16	420	73	395	130	385
17	415	74	394	131	416
18	14	75	388	132	395
19	416	76	394	133	407
20	412	77	401	134	404
21	411	78	402	135	401
22	408	79	398	136	395
23	368	80	394	137	407
24	388	81	407	138	404
25	404	82	394	139	410
26	405	83	400	140	395
27	378	84	420	141	420
28	406	85	418	142	404
29	410	86	417	143	397
30	400	87	408	144	418
31	399	88	417	145	415
32	395	89	420	146	394
33	397	90	394	147	405
34	385	91	397	148	407
35	405	92	400	149	411
36	407	93	399	150	396
37	406	94	395	151	404
38	408	95	392	152	385
39	410	96	394	153	415
40	408	97	396	154	405
41	407	98	391	155	420
42	409	99	389	156	415
43	408	100	390	157	411
44	405	101	394	158	414
45	404	102	387	159	404



46	401	103	395	160	392
47	400	104	420	161	401
48	405	105	415	162	407
49	404	106	419	163	386
50	420	107	411	164	394
51	418	108	404	165	410
52	412	109	405	166	414
53	415	110	397	167	407
54	417	111	395	168	401
55	415	112	400	169	395
56	414	113	404	170	394
57	418	114	397	171	407

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

**Tabla 3.3 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable**

<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>
172	389	230	399	288	374
173	404	231	404	289	395
174	401	232	401	290	408
175	395	233	407	291	401
176	400	234	393	292	386
177	401	235	404	293	401
178	394	236	402	294	420
179	408	237	396	295	415
180	407	238	394	296	371
181	402	239	398	297	378
182	400	240	404	298	404
183	404	241	407	299	401
184	400	242	410	300	386
185	411	243	409	301	401
186	420	244	411	302	396
187	414	245	415	303	404
188	407	246	420	304	402
189	408	247	375	305	393
190	394	248	401	306	391
191	395	249	416	307	405
192	399	250	395	308	407

193	384	251	371	309	415
194	401	252	386	310	420
195	407	253	391	311	411
196	410	254	384	312	374
197	415	255	409	313	380
198	420	256	383	314	396
199	408	257	404	315	391
200	404	258	376	316	405
201	396	259	392	317	401
202	394	260	398	318	415
203	416	261	408	319	417
204	395	262	387	320	420
205	408	263	391	321	392
206	402	264	400	322	397
207	404	265	402	323	401
208	394	266	415	324	404
209	318	267	420	325	410
210	394	268	394	326	418
211	407	269	411	327	411
212	405	270	398	328	402
213	415	271	408	329	396
214	407	272	404	330	371
215	401	273	420	331	392
216	396	274	402	332	401
217	397	275	407	333	420
218	404	276	405	334	395
219	408	277	396	335	384
220	400	278	392	336	378
221	415	279	382		
222	414	280	396		
223	405	281	398		
224	420	282	408		
225	416	283	418		
226	401	284	404		
227	405	285	407		
228	407	286	392		
229	402	287	381		

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

### 3.2. Resultados obtenidos

Se realizaron 336 muestras, en la tabla 3.4 se coloca un global de las unidades producidas versus el proceso ideal y el porcentaje de la eficiencia del equipo considerando la misma cantidad de muestras.

**Tabla 3. 4 Unidades producidas vs unidades ideales**

<b>UNIDADES PRODUCIDAS vs UNIDADES IDEALES</b>	
<b>Cantidad de muestras</b>	336
<b>Unidades ideales</b>	141120
<b>Unidades producidas</b>	135110
<b>Eficiencia del equipo</b>	95,70%

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

Aunque el porcentaje de la eficiencia del equipo es del 96%, se debe considerar adicional las unidades rechazadas por fallas derivadas del proceso de mezclado. Los datos obtenidos se adjunta en la tabla 3.5.

**Tabla 3. 5 Unidades aceptadas vs unidades ideales**

<b>UNIDADES ACEPTADAS vs UNIDADES IDEALES</b>	
<b>Cantidad de muestras</b>	336
<b>Unidades ideales</b>	141120
<b>Unidades producidas</b>	135110
<b>Unidades rechazadas</b>	10714
<b>Unidades aceptadas</b>	124396
<b>Eficiencia productiva</b>	88,10%

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

La eficiencia del equipo es del 88% una vez consideradas las unidades rechazadas. Esta es la manera fácil para calcular, por medio de cálculos en Excel. Para medir las pérdidas que se producen en el sistema productivo existen las fórmulas de la Eficiencia Global del Equipo (OEE) son un indicador vital en todo proceso (ingenieriaindustrialonline, 2016).

En la figura 3.1 se muestra a manera de escala cada uno de los componentes a utilizarse en el cálculo de la eficiencia

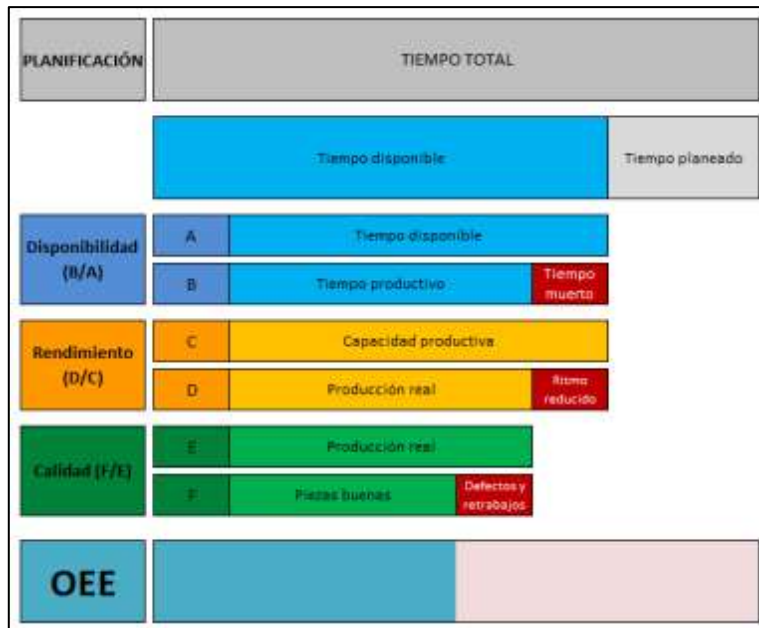


Figura 3. 1 Cálculo de OEE  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

En la figura 3.2 se muestran las fórmulas utilizadas para el cálculo del OEE:

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo total} &= \text{Tiempo disponible} + \text{Tiempo planeado} \\
 \text{Tiempo planeado} &= \text{Reuniones, comidas, MP, etc.} \\
 \text{Tiempo disponible} &= \text{Tiempo total} - \text{Tiempo planeado} \\
 \text{Tiempo productivo} &= \text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo muerto} \\
 \text{Tiempo muerto} &= \text{Tiempo de averías} + \text{Tiempo de cambio de producto} \\
 \text{Disponibilidad} &= \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \\
 \text{Capacidad productiva} &= \text{Tiempo productivo} \times \text{Capacidad estándar} \\
 \text{Producción real} &= \text{Tiempo productivo} \times \text{Capacidad real} \\
 \text{Eficiencia} &= \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}} \\
 \text{Calidad} &= \frac{(\text{Producción real} - \text{Unidades defectuosas})}{\text{Producción total}} \\
 \text{OEE} &= \text{Disponibilidad} \times \text{Eficiencia} \times \text{Calidad}
 \end{aligned}$$

Figura 3. 2. Fórmulas para el cálculo de OEE  
Tomado: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

En las figuras 3.3 y 3.4 se muestra el cálculo realizado en base a los datos recopilados.

EFECTIVIDAD TOTAL DE LOS EQUIPOS - OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)					
<i>Unidad de tiempo</i>	<i>Horas</i>				
<i>Tiempo estándar de fabricación</i>	420	<i>Unidades/hora</i>	<i>Tiempo disponible</i>	13	<i>Horas/turno</i>
<i>Tiempo por turno</i>	14	<i>Horas/turno</i>	<i>Tiempo muerto</i>	1,5	<i>Horas/turno</i>
<i>Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.)</i>	1	<i>Horas/turno</i>	<i>Tiempo productivo</i>	11,5	<i>Horas/turno</i>
<i>Tiempo de paradas</i>	0,5	<i>Horas/turno</i>	<i>Tiempo eficiente</i>	13	<i>Horas/turno</i>
<i>Tiempo de alistamiento</i>	0	<i>Horas/turno</i>	<i>Disponibilidad</i>	88,46%	<i>Tasa</i>
<i>Tiempo de cambios</i>	1	<i>Horas/turno</i>	<i>Capacidad productiva</i>	4830	<i>Unidades/turno</i>
<i>Tiempo de esperas</i>	0	<i>Horas/turno</i>	<i>Eficiencia</i>	116,54%	<i>Tasa</i>
<i>Producción real</i>	5629	<i>Unidades/turno</i>	<i>Calidad</i>	84,15%	<i>Tasa</i>
<i>Número de unidades defectuosas</i>	446	<i>Unidades/turno</i>	<i>Tiempo de calidad</i>	11,2785714	<i>Horas/turno</i>
<i>Número de unidades remanufacturadas</i>	446	<i>Unidades/turno</i>	<b>OEE</b>	<b>86,76%</b>	

Figura 3. 3 Cálculo de OEE  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

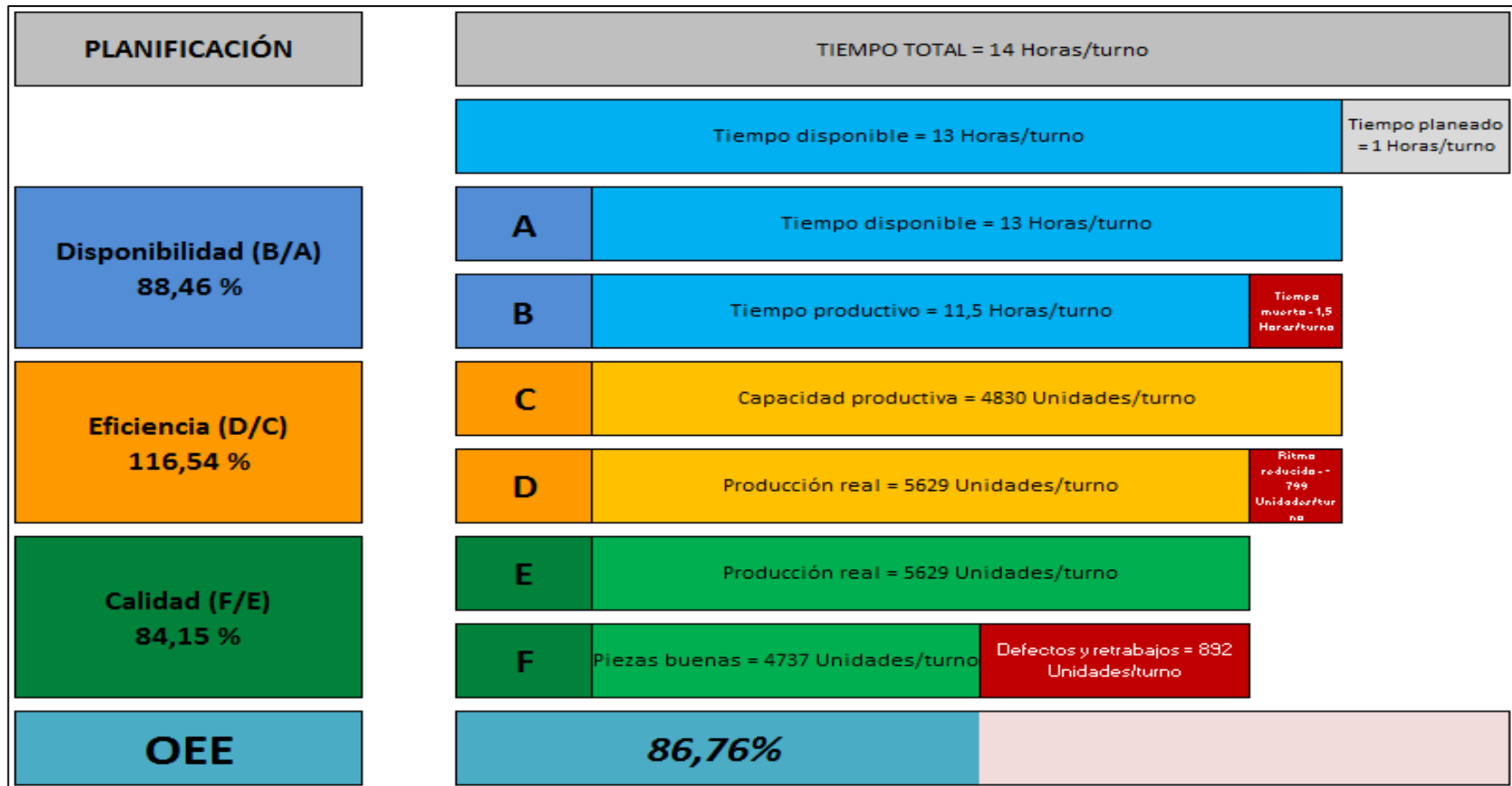


Figura 3. 4 Cálculo de OEE  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

Según el resultado de eficiencia un OEE de 86.76% puede considerarse con una valoración de buena competitividad.

### 3.3. Valoración de la eficiencia global del equipo (OEE)

En la figura 3.5 se adjunta la valoración del OEE.

OEE	Valoración	Descripción
0% - 64%	Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% - 74%	Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75% - 84%	Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% - 94%	Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95% - 100%	Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Figura 3. 5 Valoración de la eficiencia global del equipo  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

Tras su análisis posterior se trabaja para mejorar la productividad y eficiencia

Después de visualizar el estado del índice productivo del equipo se planteó a los gerentes de las diferentes áreas: General, Planta, Producción, Mantenimiento y Calidad el proyecto de AUTOMATIZACION Y MONTAJE DEL SISTEMA PARA CONTROLAR LOS TIEMPOS DE PROCESO EN UN MEZCLADOR AL VACIO; el cual fue revisado y analizado por el personal antes mencionado para la respectiva ejecución del proyecto.

## Capítulo IV: Implementación del Proyecto

La implementación del proyecto se realiza en diferentes etapas, las cuales se detallan a continuación: elección y cotización de los dispositivos a utilizar, diseño de los programas en los diferentes dispositivos electrónicos (Logo SIEMENS, HMI), diseño del circuito unifilar, diseño del tablero para control.

### 4.1. Dispositivos a implementarse

Los dispositivos que contiene el proyecto son:

Logo SIEMENS 6ED1052-1FB00-0BA8

Módulo SIEMENS 6ED1055-1FB00-0BA2.

Pantalla HMI.

Conector RJ45.

Pletinas de cobre

Barra paso soporte aislante

Transformador trifásico 440/220 V.

Interruptor para caja moldeada EZC100N 60A

Breaker Siemens de 2 polos 5SL3204-7

Guardamotor 13-18 A.

Contactador LC1D32

Relay de 14 pines SIEMENS LZX PT570730

Base LZS para relay SIEMENS LZX PT570730

Tablero para control

Cable para control

Pulsador on/off

Paro de emergencia

Selector

Luz piloto

En la tabla 4.1 se adjunta cotización de los componentes del proyecto.



**Tabla 4. 1 Cotización**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>
Logo SIEMENS 6ED1052-1FB00-0BA8	219	1	ud	219
Módulo SIEMENS 6ED1055-1FB00-0BA2.	107	1	ud	107
Pantalla HMI. PANEL BASIC COLOR KTP400 4"	750	1	ud	750
Conector RJ45.		2	ud	0
Pletinas de cobre 1/8x1/2 185A 3MTS	15,17	1	ud	15,17
Barra paso soporte aislante	0,55	3	ud	1,65
Transformador trifásico 440/220 V.		1	ud	0
Interruptor para caja moldeada EZC100N 60A	58,2	1	ud	58,2
Breaker Siemens de 2 polos SSL3204-7	26,48	1	ud	26,48
Guardamotor 13-18 A.	66,15	3	ud	198,45
Contactador LC1D32	46,63	3	ud	139,89
Relay de 14 pines SIEMENS LZX PT570730	7,35	3	ud	22,05
Base LZS para relay SIEMENS LZX PT570730	4,75	3	ud	14,25
Tablero para control	56,56	1	ud	56,56
Cable para control	0,148	100	m	14,8
Pulsador on/off	38,23	2	ud	76,46
Paro de emergencia	28,34	1	ud	28,34
Selector	14,73	2	ud	29,46
Luz piloto	16,3	3	ud	48,9
			<b>SUB TOTAL</b>	<b>1876,26</b>
		12%	<b>IVA</b>	<b>225,1512</b>
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2101,4112</b>

Fuente: Electro Comercial Mejia

## 4.2. Diseño del programa de automatización

Se diseña un programa por medio del software LOGO! Soft Comfort V8 en un módulo Siemens para el control de los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil, para lo cual se utilizó las siguientes herramientas. (Ver figura 4.1).

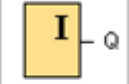



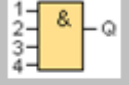

HERRAMIENTAS	BLOQUES	VARIABLE	IMAGEN
CONSTANTE DIGITAL	Entrada (12und)	I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12	
CONSTANTE DIGITAL	Salida (5und)	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5	
CONSTANTE DIGITAL	Marca (3und)	M1, M2, M3	
<b>FUNCIONES ESPECIALES:</b> TEMPORIZADORES	Retardo a la conexión (3und)	B004 B005, B006	
<b>FUNCIONES BÁSICAS:</b> EDITORES	Editor AND (9und)	B001, B002, B003, B008, B010, B011, B013, B014, B017	
<b>FUNCIONES BÁSICAS:</b> EDITORES	Editor OR (5und)	B009, B012, B015, B016, B018	

Figura 4. 1 Herramientas software  
Tomado de: (Siemens, 2014)

Escogidas las herramientas y determinados los valores necesarios en el software LOGO! Soft Comfort V8 el programa queda de la siguiente manera. (Ver figura 4.2)

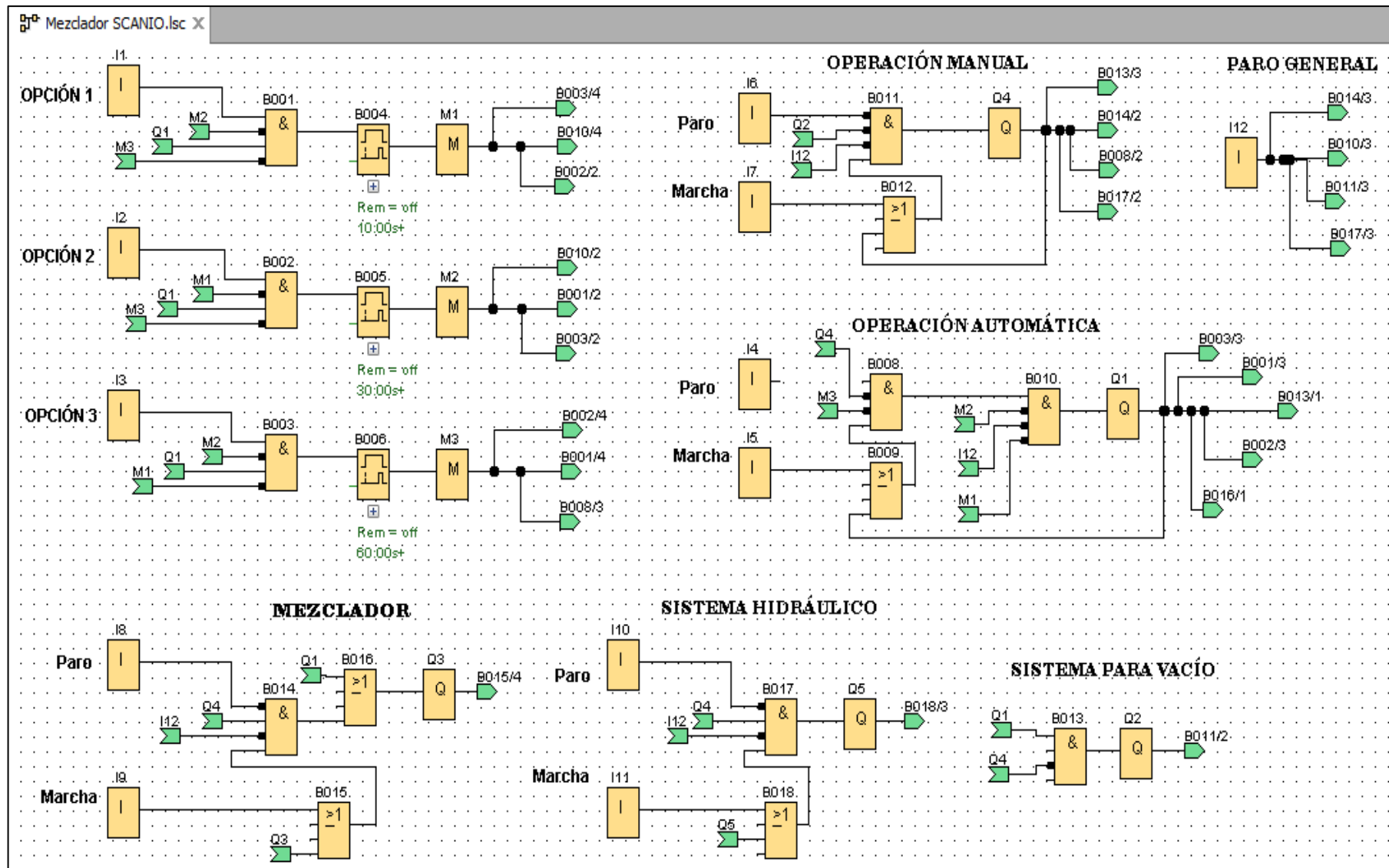


Figura 4. 2 Programa para el control de tiempos en un mezclador al vacío  
 Tomado de: (Siemens, 2014)

### 4.3. Simulación del programa

Antes de trasladar el programa al módulo lógico es indispensable realizar diferentes pruebas con la programación para revisar los posibles errores, y para supervisar y/o controlar el comportamiento del programa, ver figura 4.3.

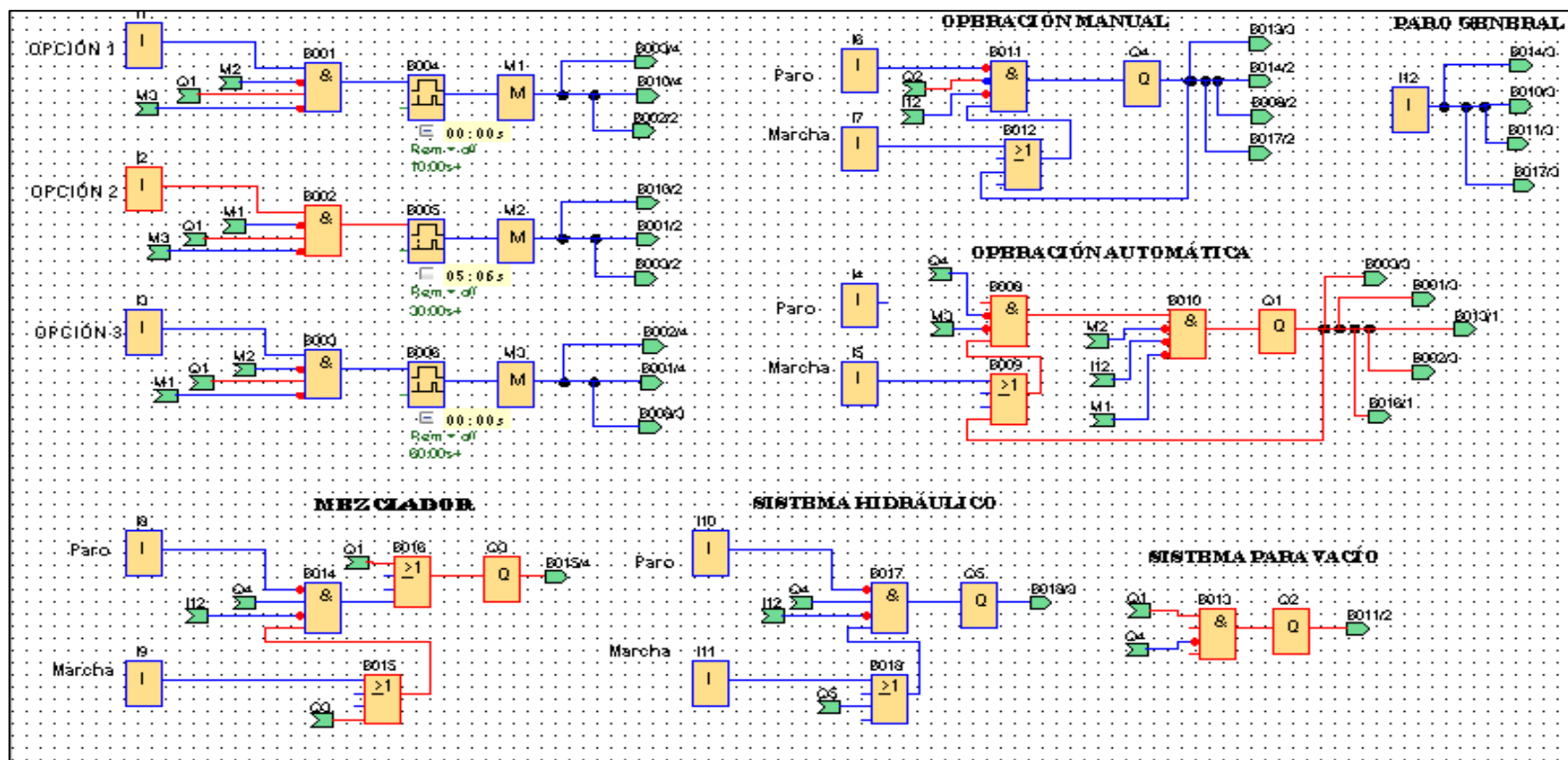


Figura 4.3 Programa para el control de tiempos en un mezclador al vacío  
Tomado de: (Siemens, 2014)

Se establece 3 entradas para control de los timers, de manera en la que se pueda representar un “Selector de 3 posiciones con retención”; los cuales van conectados a un conjunto de condiciones para poder habilitar un timer de tipo “Retardo a la conexión”. Se utiliza una Marca para cada uno de los temporizadores ya que se precisa simular los contactos del mismo.

En algunas compuertas es necesario negar su entrada para representar los contactos cerrados en futuras ampliaciones o mejoras del sistema.

#### 4.4. Lógica de control

En modo automático primero se deberá colocar el set de valor, después se da el pulso de paro para el arranque consecutivo y en caso de emergencia un paro.

En modo manual tendrá un contacto exclusivo para un arranque que a su vez habilitara la opción para manipular los actuadores “Hid” (hidráulico) y “Mix” (mezclador) dependiendo su necesidad, ver figura 4.4.

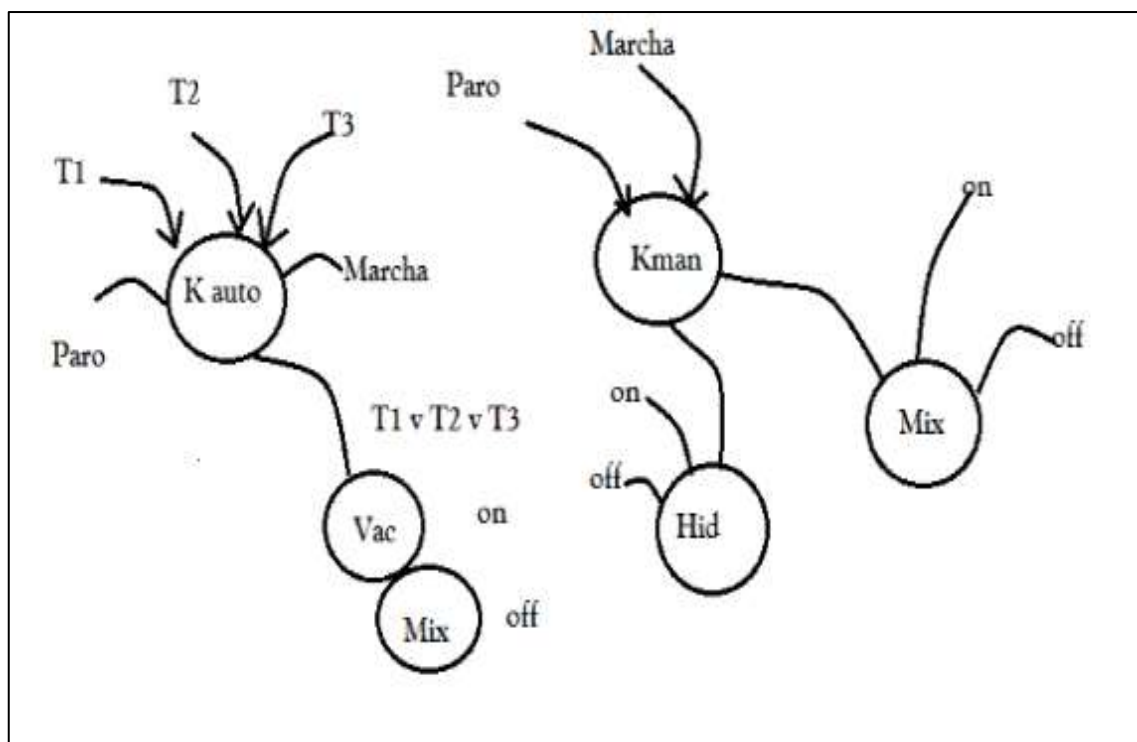


Figura 4. 4 Lógica de control

#### 4.5. Diseño del programa en el interfaz hombre-máquina

Se procede a la configuración de conexiones entre los dispositivos, en este caso KTP 400 Basic Color y su estación de servicio (Logo V8) siendo un driver que servirá de controlador. La comunicación se realiza mediante PROFINET y se procede a asignar una dirección IP, ver figura 4.5.

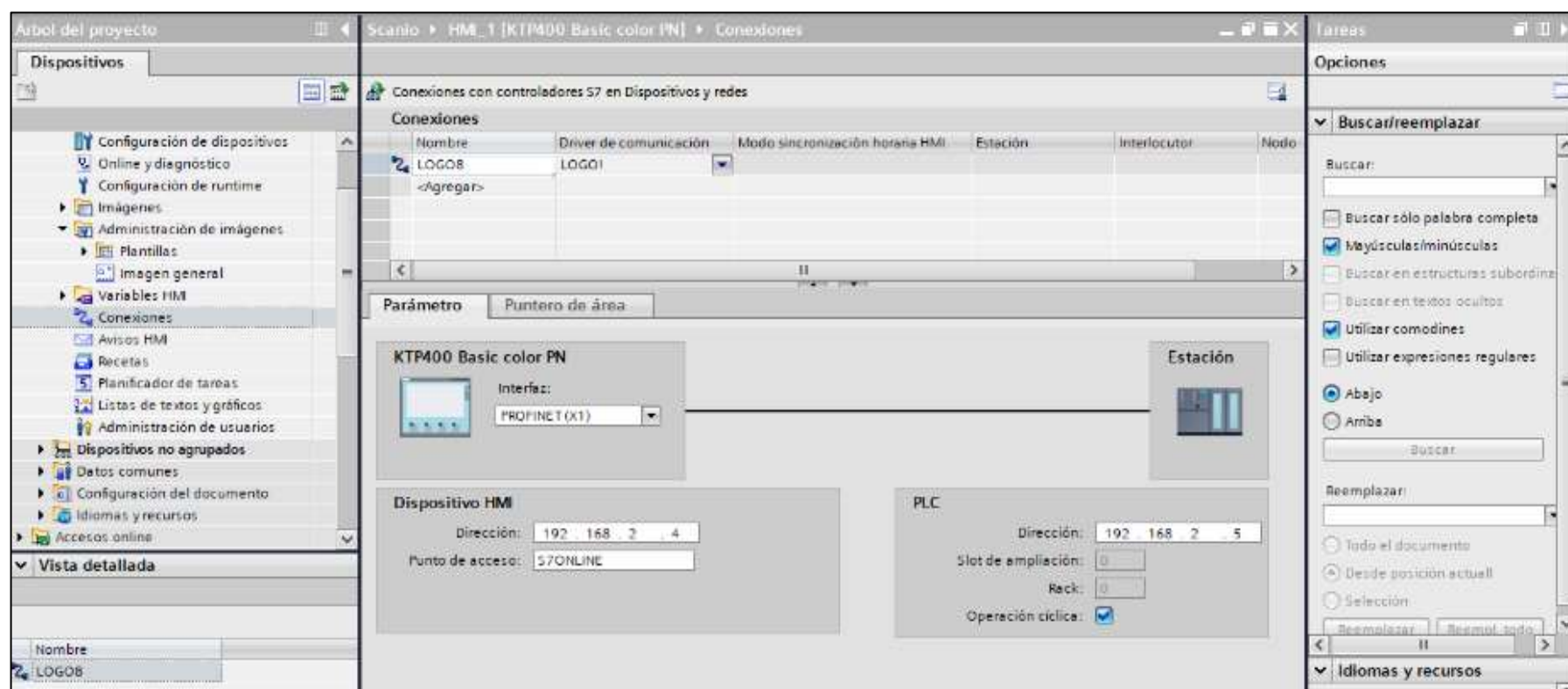


Figura 4. 5 Asignación de IP para la comunicación  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

Después se configura el puerto del HMI, dependiendo de la interfaz que se va a usar y se vuelve a direccionar con la misma IP, ver figura 4.6.

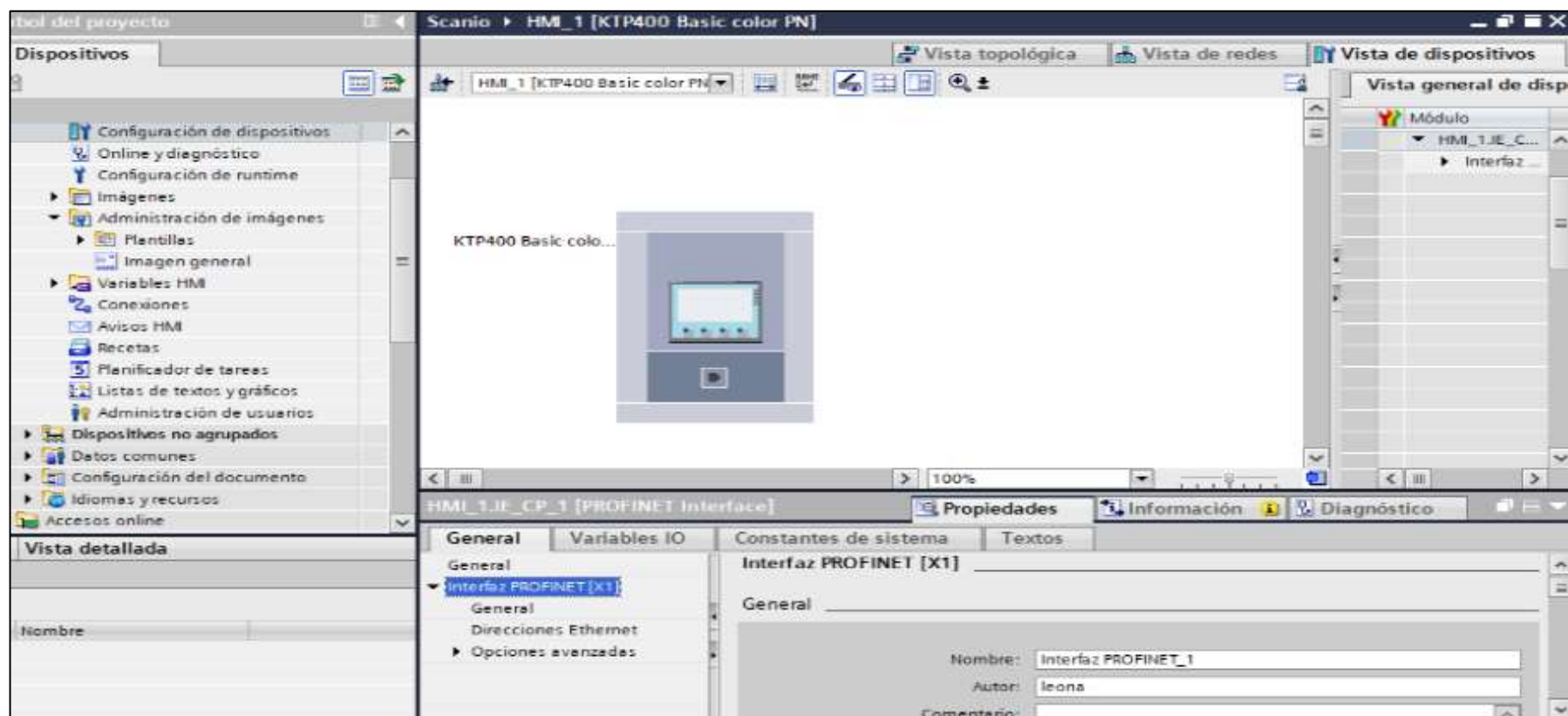


Figura 4. 6 Configuración del HMI  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

Se llena la tabla de variables que hay en el LOGO (entradas/salidas) con el tipo de datos y direccionamiento junto al tipo de almacenamiento, ver figuras 4.7 y 4.8.



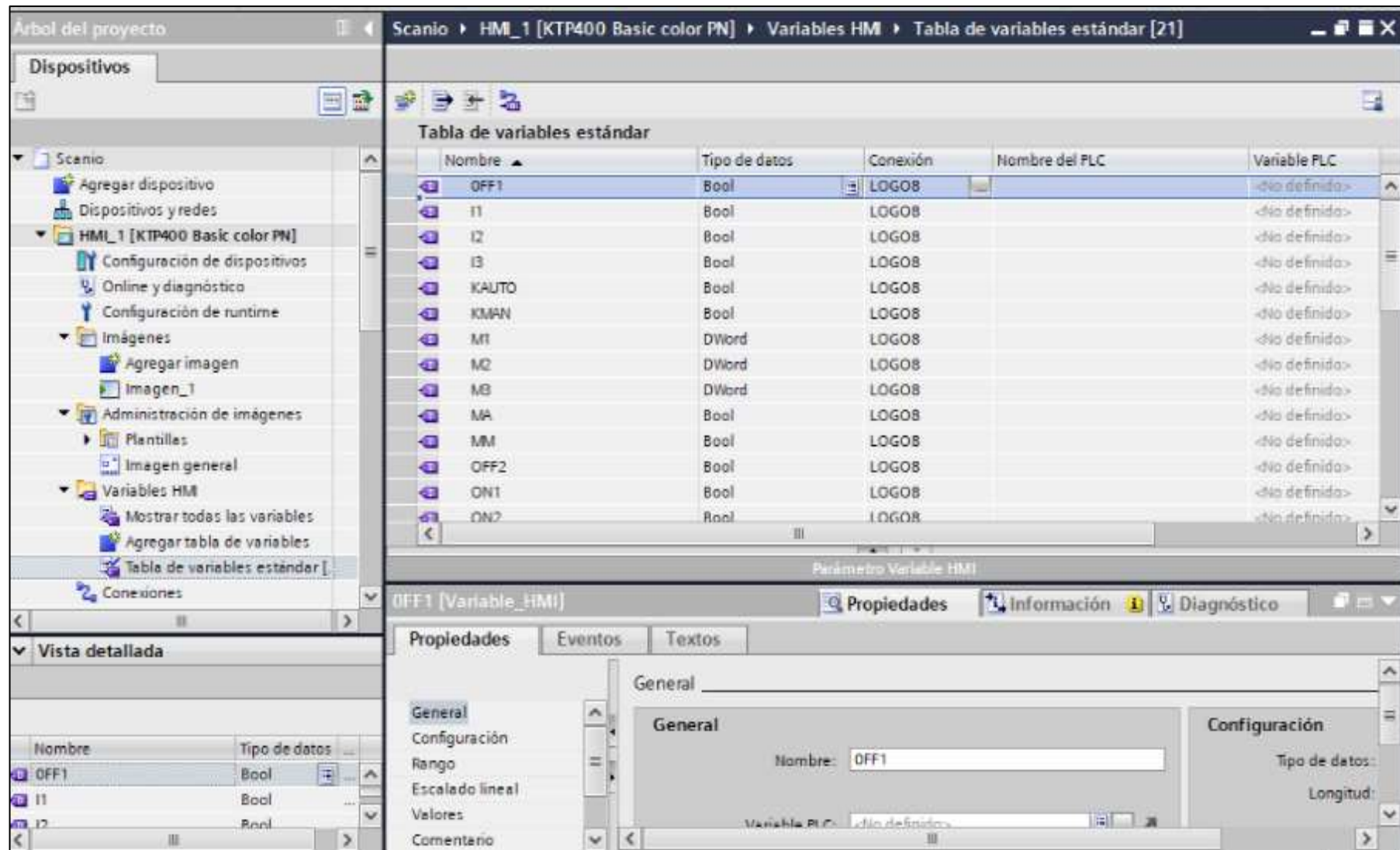


Figura 4. 7 Configuración de las variables  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)



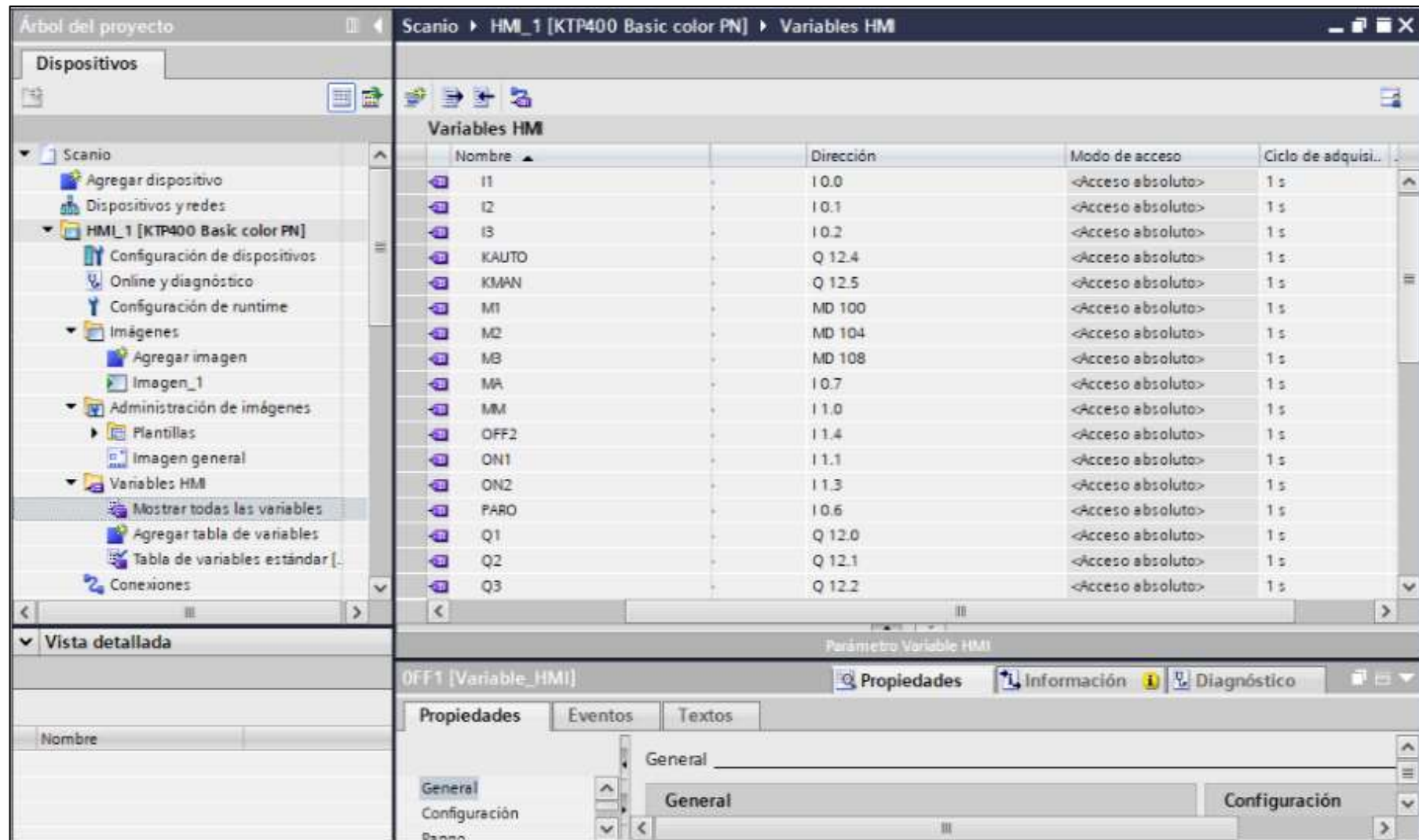


Figura 4. 8 Configuración de las variables  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

Una vez configuradas las variables: entradas, salidas, marcas, tiempos y paro total; se crea el entorno del HMI en el cual se fijan las imágenes y botones para la interacción con el operador, ver figura 4.9.

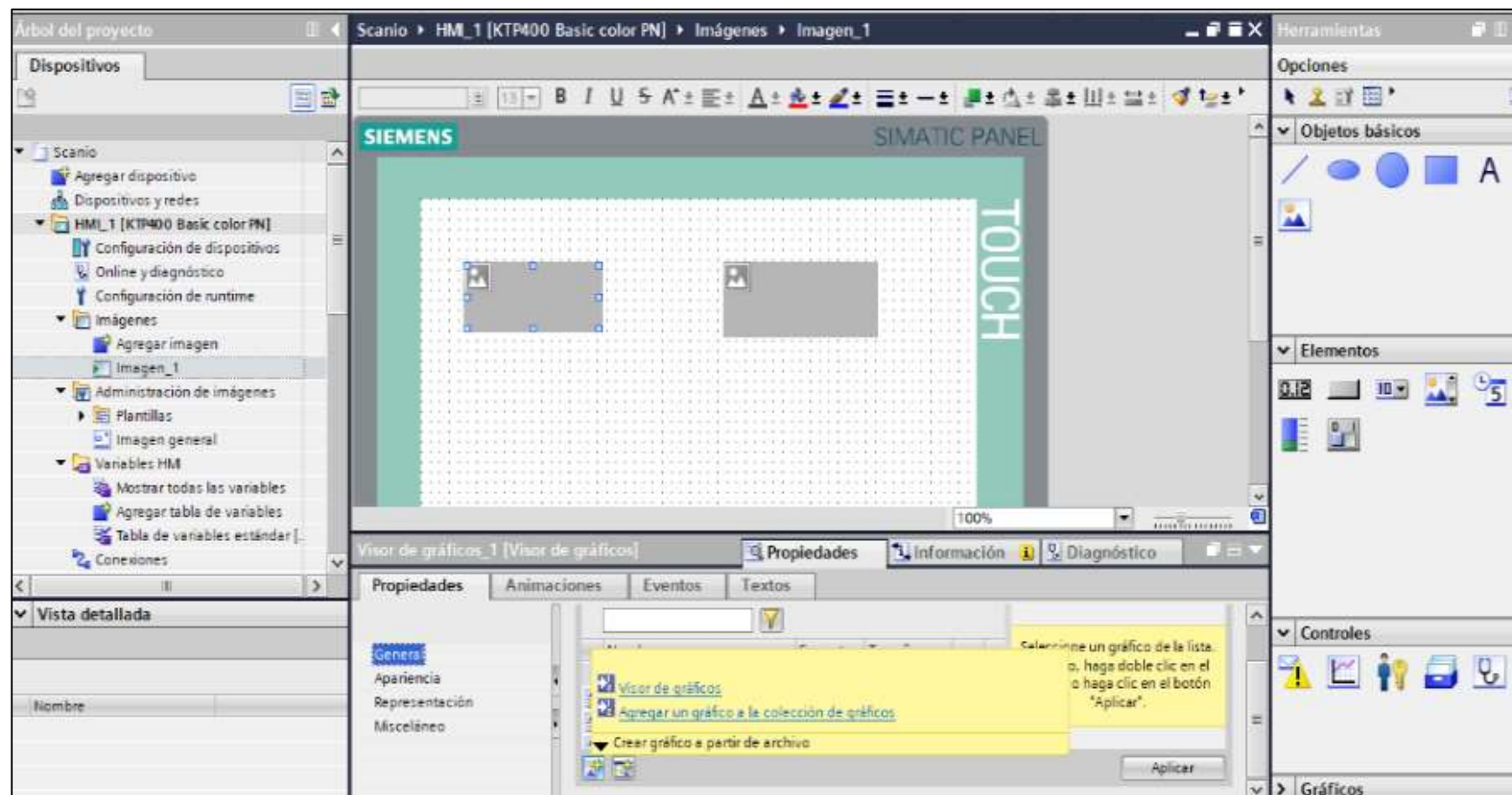


Figura 4. 9 Configuración del entorno Hombre-Máquina  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

La configuración de cada uno de los eventos entre las entradas y salidas se debe realizar acorde a la programación realizada, ver figura 4.10.

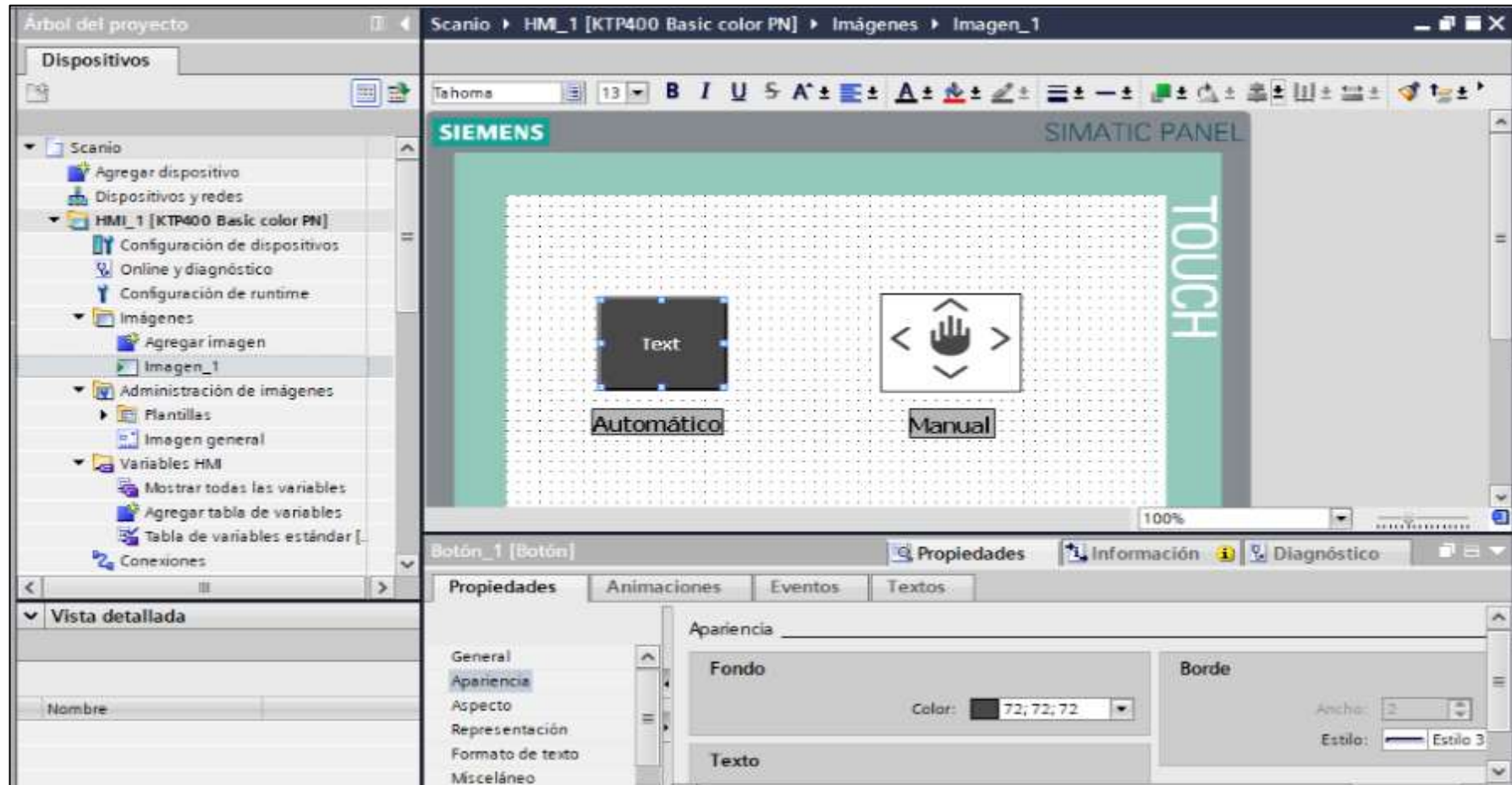


Figura 4. 10 Configuración de los eventos  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

En cada evento de los botones se accederá a cada una de los set conforme la operación que se va a asignar, usando indicadores los cuales se configuran como Entrada o Salida, ver figura 4.11.

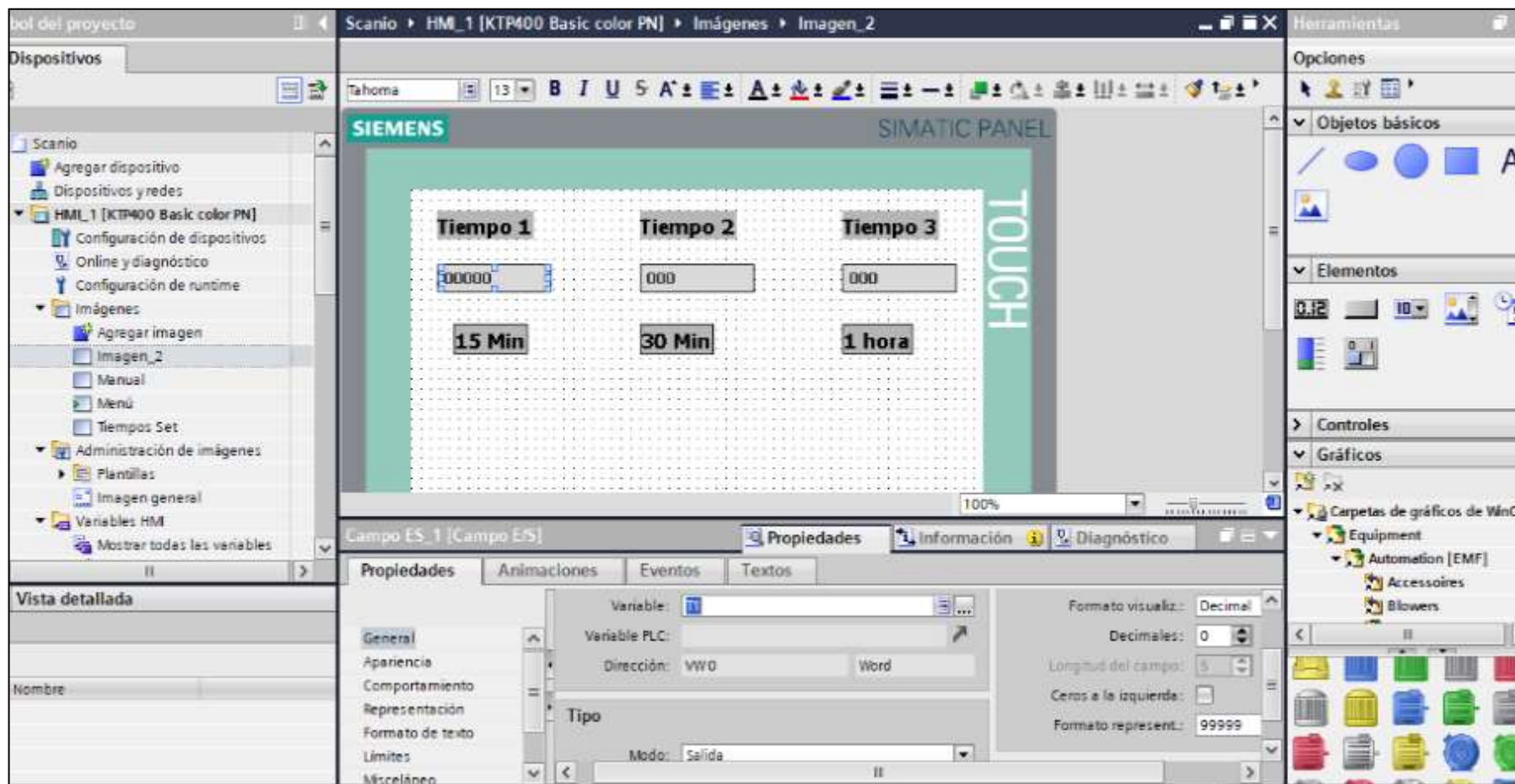


Figura 4. 11 Configuración de los indicadores (entradas y salidas)  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)

Dependiendo del confort y para facilitar el uso de cualquier usuario, se usan gráficos, ver figura 4.12.

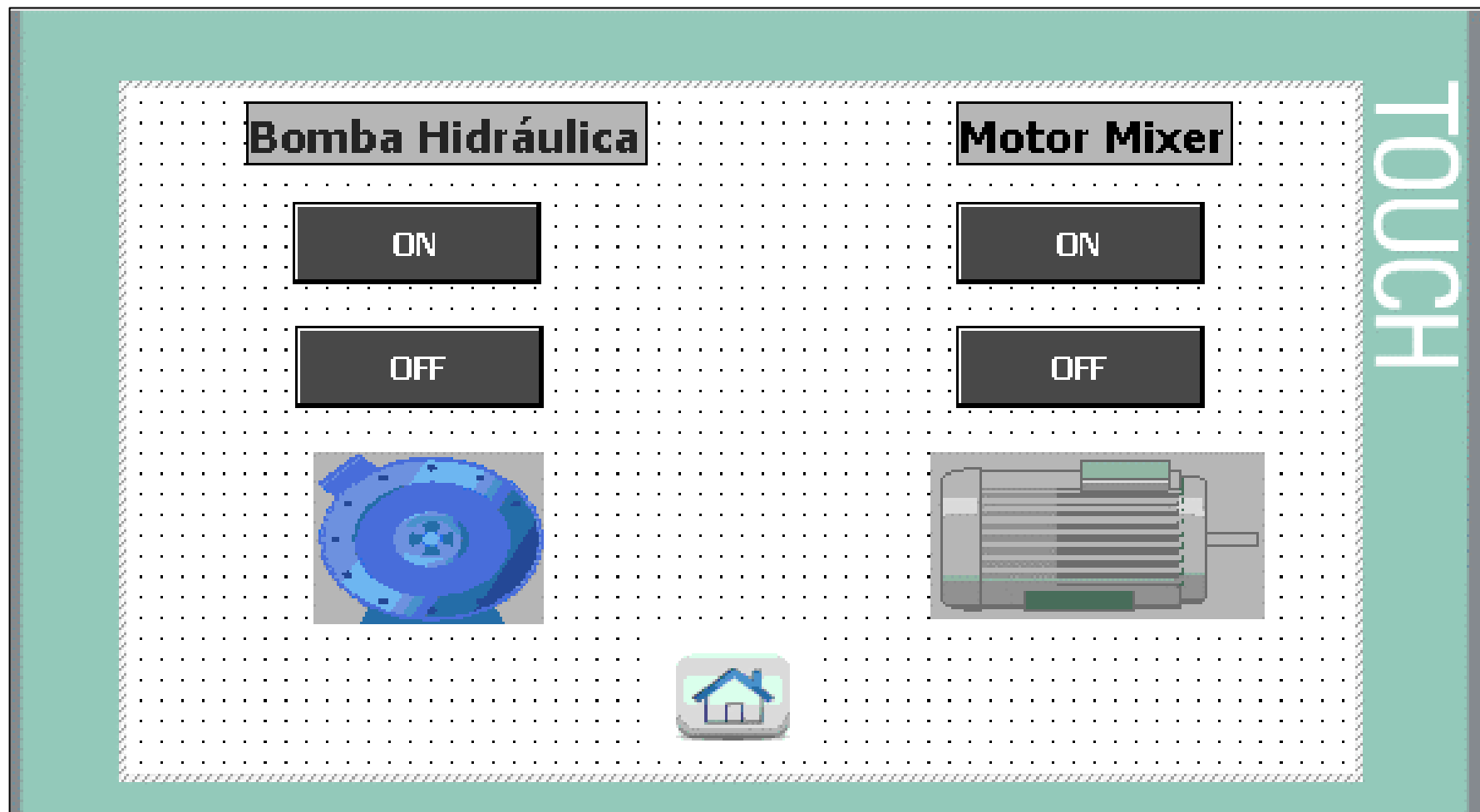


Figura 4. 12 Configuración de los botones  
Tomado de: (SIEMENS, 2016)



#### 4.6. Diseño del circuito unifilar

Se diseña el circuito unifilar, ver figura 4.13.

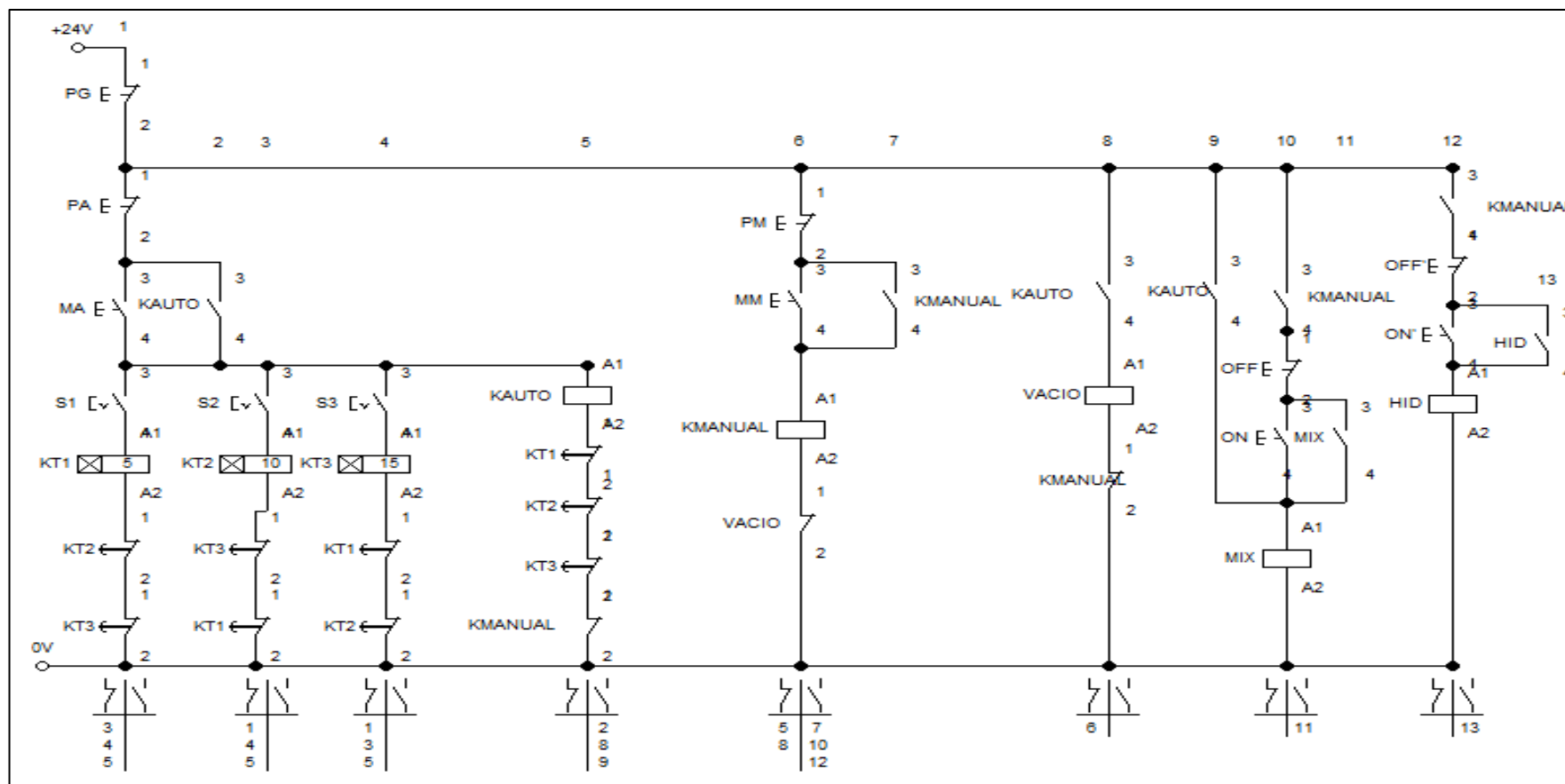


Figura 4.13 Circuito unifilar

#### 4.7. Diseño del tablero de control

Antes de iniciar el montaje de los elementos del circuito eléctrico para control, es indispensable organizar dentro del tablero los diferentes dispositivos eléctricos (Ver figura 4.14).



Figura 4. 14 Posicionamiento de elementos en tablero de control

Posteriormente se inicia el cableado del circuito eléctrico, (Ver figuras 4.15 y 4.16).



Figura 4. 15 Cableado de elementos en tablero de control



*Figura 4. 16* Cableado de elementos en tablero de control

En la figura 4.17 se muestra el desarrollo del sistema implementado en un diagrama de bloques.



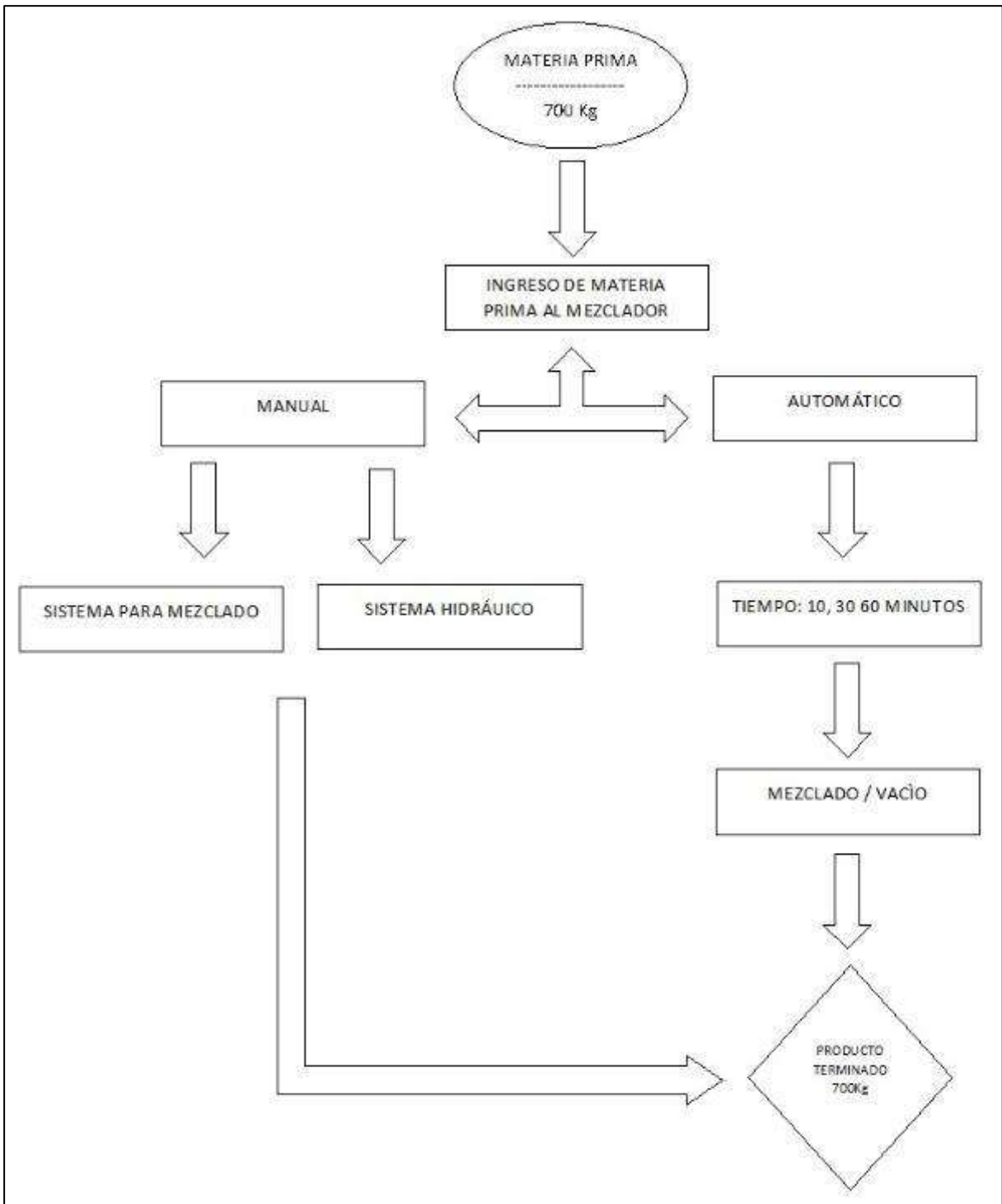


Figura 4. 17 Cableado de elementos en tablero de control

## Capítulo V: Levantamiento de Datos Después de la Automatización

Una vez que se realiza el levantamiento inicial de datos y se implementa el sistema mediante el software LOGO! Soft Comfort V8 en el proceso de mezclado al vacío de productos cárnicos en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil se efectúa pruebas con intervalos de tiempo después de la automatización.

### 5.1. Recopilación de datos

Se realiza un muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable. En las tablas 5.1 y 5.2 se adjuntan los datos obtenidos.

**Tabla 5.1 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable**

MUESTRA	UNIDADES POR MUESTRA	MUESTRA	UNIDADES POR MUESTRA	MUESTRA	UNIDADES POR MUESTRA
1	400	58	400	115	419
2	420	59	415	116	416
3	408	60	412	117	418
4	405	61	406	118	415
5	411	62	411	119	416
6	416	63	412	120	410
7	412	64	405	121	411
8	420	65	419	122	409
9	410	66	418	123	420
10	415	67	413	124	411
11	405	68	411	125	416
12	416	69	415	126	408
13	420	70	411	127	419
14	412	71	420	128	416
15	420	72	420	129	418
16	418	73	420	130	406
17	420	74	418	131	405
18	406	75	419	132	411
19	418	76	405	133	405
20	415	77	406	134	412
21	412	78	410	135	413
22	406	79	420	136	409

23	418	80	412	137	405
24	415	81	418	138	418
25	420	82	420	139	405
26	406	83	420	140	411
27	420	84	420	141	420
28	415	85	419	142	420
29	408	86	415	143	420
30	420	87	407	144	419
31	420	88	405	145	420
32	405	89	420	146	420
33	416	90	406	147	405
34	418	91	419	148	408
35	420	92	413	149	411
36	407	93	415	150	410
37	415	94	405	151	406
38	406	95	400	152	403
39	420	96	405	153	405
40	416	97	418	154	407
41	420	98	416	155	402
42	420	99	420	156	400
43	420	100	418	157	401
44	420	101	412	158	405
45	415	102	407	159	420
46	403	103	408	160	406
47	412	104	415	161	420
48	418	105	419	162	420
49	403	106	411	163	420
50	405	107	420	164	420
51	420	108	420	165	415
52	420	109	416	166	416
53	418	110	420	167	408
54	412	111	420	168	406
55	406	112	412	169	411
56	405	113	416	170	415
57	418	114	418	171	408

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

**Tabla 5. 2 Muestreo en relación de unidades producidas por hora laborable**

<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>UNIDADES POR MUESTRA</b>
172	416	230	418	288	410
173	419	231	406	289	415
174	420	232	419	290	412
175	420	233	412	291	418
176	406	234	418	292	404
177	408	235	412	293	415
178	411	236	420	294	413
179	415	237	420	295	407
180	408	238	414	296	405
181	420	239	420	297	409
182	420	240	415	298	415
183	420	241	412	299	418
184	419	242	411	300	420
185	420	243	412	301	420
186	420	244	407	302	420
187	420	245	415	303	420
188	420	246	413	304	420
189	420	247	404	305	406
190	420	248	402	306	412
191	420	249	416	307	420
192	420	250	418	308	406
193	419	251	420	309	418
194	401	252	420	310	412
195	419	253	420	311	402
196	415	254	419	312	420
197	416	255	419	313	420
198	400	256	407	314	405
199	417	257	402	315	415
200	420	258	416	316	410
201	411	259	412	317	403
202	410	260	420	318	409
203	406	261	420	319	419
204	408	262	420	320	420
205	419	263	403	321	402
206	416	264	408	322	411
207	418	265	412	323	413

208	417	266	415	324	420
209	419	267	420	325	420
210	420	268	420	326	405
211	419	269	420	327	420
212	418	270	413	328	409
213	420	271	407	329	419
214	419	272	406	330	415
215	416	273	403	331	420
216	415	274	412	332	413
217	412	275	420	333	418
218	411	276	406	334	416
219	416	277	420	335	407
220	415	278	420	336	412
221	420	279	412		
222	420	280	407		
223	420	281	409		
224	420	282	419		
225	420	283	420		
226	420	284	415		
227	420	285	418		
228	420	286	403		
229	419	287	409		

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

## 5.2. Resultados obtenidos

Se realizaron 336 muestras (igual cantidad de muestras antes de la automatización), en la tabla 5.3 se coloca un global de las unidades producidas versus el proceso ideal y el porcentaje de la eficiencia del equipo considerando la misma cantidad de muestras.

**Tabla 5. 3 Unidades producidas vs unidades ideales**

<b>UNIDADES PRODUCIDAS vs UNIDADES IDEALES</b>	
<b>Cantidad de muestras</b>	336
<b>Unidades ideales</b>	141120
<b>Unidades producidas</b>	139053
<b>Eficiencia del equipo</b>	98,5 %

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

Aunque el porcentaje de la eficiencia del equipo es del 98%, se debe considerar adicional las unidades rechazadas por fallas derivadas del proceso de mezclado. Los datos obtenidos se adjunta en la tabla 5.4.

**Tabla 5. 4 Unidades aceptadas vs unidades ideales**

<b>UNIDADES ACEPTADAS vs UNIDADES IDEALES</b>	
<b>Cantidad de muestras</b>	336
<b>Unidades ideales</b>	141120
<b>Unidades producidas</b>	139053
<b>Unidades rechazadas</b>	5948
<b>Unidades aceptadas</b>	133105
<b>Eficiencia productiva</b>	94,3%

Fuente: Centro de Operaciones Guayaquil

La eficiencia del equipo es del 94% una vez consideradas las unidades rechazadas. Esta es la manera fácil para calcular, por medio de cálculos en Excel. Para medir las pérdidas que se producen en el sistema productivo existen las fórmulas de la Eficiencia Global del Equipo (OEE) son un indicador vital en todo proceso (ingenieriaindustrialonline, 2016).

En las figuras 5.1 y 5.2 se muestra el cálculo realizado en base a los datos recopilados.

EFECTIVIDAD TOTAL DE LOS EQUIPOS - OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS)					
<i>Unidad de tiempo</i>	Horas				
<i>Tiempo estándar de fabricación</i>	420	Unidades/hora	<i>Tiempo disponible</i>	13	Horas/turno
<i>Tiempo por turno</i>	14	Horas/turno	<i>Tiempo muerto</i>	2	Horas/turno
<i>Tiempo planeado (comidas, reuniones, juntas, etc.)</i>	1	Horas/turno	<i>Tiempo productivo</i>	11	Horas/turno
<i>Tiempo de paradas</i>	1	Horas/turno	<i>Tiempo eficiente</i>	14	Horas/turno
<i>Tiempo de alistamiento</i>	0	Horas/turno	<i>Disponibilidad</i>	84,62%	Tasa
<i>Tiempo de cambios</i>	1	Horas/turno	<i>Capacidad productiva</i>	4620	Unidades/turno
<i>Tiempo de esperas</i>	0	Horas/turno	<i>Eficiencia</i>	125,41%	Tasa
<i>Producción real</i>	5794	Unidades/turno	<i>Calidad</i>	91,44%	Tasa
<i>Número de unidades defectuosas</i>	248	Unidades/turno	<i>Tiempo de calidad</i>	12,6142857	Horas/turno
<i>Número de unidades remanufacturadas</i>	248	Unidades/turno	<b>OEE</b>	<b>97,03%</b>	

Figura 5. 1 Cálculo de OEE

Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

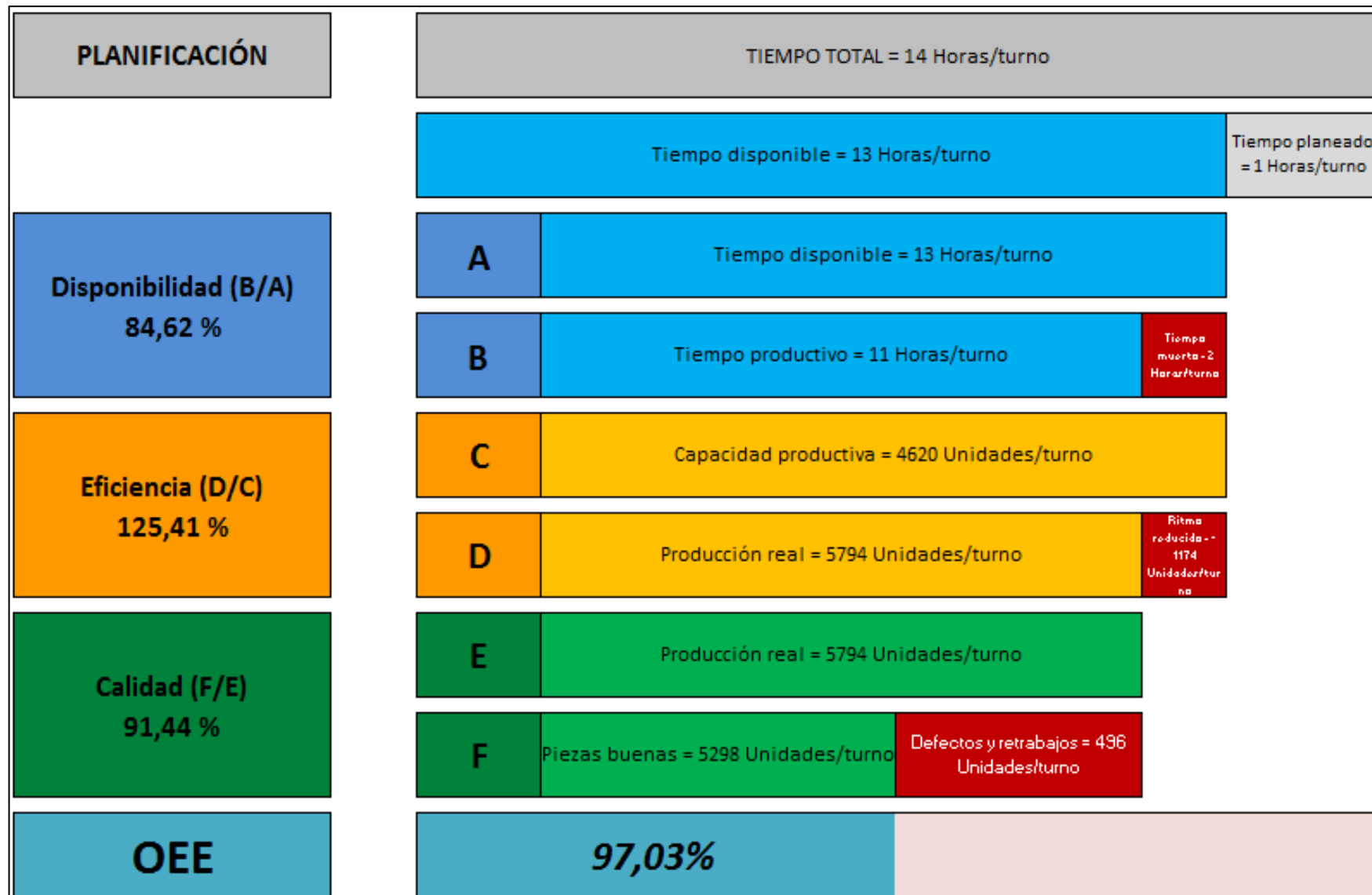


Figura 5. 2 Cálculo de OEE  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)



### 5.3. Valoración de la eficiencia global del equipo (OEE)

Según el resultado de eficiencia un OEE de 97.03% puede considerarse con una valoración de excelente competitividad.

En la figura 5.3 se adjunta la valoración del OEE.

<b>0% - 64%</b>	Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
<b>65% - 74%</b>	Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
<b>75% - 84%</b>	Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
<b>85% - 94%</b>	Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
<b>95% - 100%</b>	Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Figura 5. 3 Valoración cualitativa para el indicador OEE  
Tomado de: (ingenieriaindustrialonline, 2016)

## Capítulo VI: Conclusiones Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

En el proceso de implementación del proyecto se realiza un análisis del rendimiento por turno antes de la automatización, teniendo como promedio dentro de las 14 horas laborables un total de 5629 unidades. El objetivo de este análisis fue el de recolectar información para poder comparar con los resultados finales.

Para el proyecto se elabora un programa en el Logo Siemens, y con la creación de este sistema automatizado se plantea reducir el reproceso del producto final, además de proporcionar facilidad al operador para observar los tiempos de proceso por medio de la visualización de los parámetros en la interfaz hombre máquina (HMI) y así evitar paros de los equipos por la falta de control.

Después de la implementación se realiza un análisis del rendimiento teniendo como promedio dentro de las 14 horas laborables un total de 5794 unidades. Con esta nueva información se ejecuta una comparación entre el antes y el después, obteniendo un aumento de 165 unidades que representa un crecimiento del 3% en la eficiencia de la productividad. El departamento de calidad manifiesta que actualmente el rechazo de las unidades producidas ha disminuido en un 56%.

La ejecución de la automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa centro de operaciones Guayaquil contribuyó a mejorar la eficiencia global del equipo (OEE) en un 10,27%, lo que incide directamente en los índices de eficiencia de la productividad y calidad del centro.

Esta ejecución será el punto de partida para futuros proyectos de similares características, ya que al ejecutarlas, incrementan los índices y por ende los porcentajes de rentabilidad, lo cual beneficia al personal que labora en la empresa.

## **6.2. Recomendaciones**

Automatizar los diferentes procesos manuales existentes en el Centro de Operaciones Guayaquil acorde a los resultados actuales obtenidos en el subproceso de producción (mezclado al vacío).

Implementar nuevas tecnologías como los sistemas HMI/SCADA (Interfaz hombre-máquina / control de supervisión y adquisición de datos) que es un software especializado en la supervisión y control de variables en los procesos a distancia de forma automática, esta herramienta permitirá mejorar la efectividad y la calidad en las unidades producidas y por ende la eficiencia global de los equipos. Capacitar al personal operativo sobre la introducción de nuevos equipos, tales como: Termo-formadoras, Embutidoras; herramientas tecnológicas y de las ventajas que genera la automatización de los diferentes procesos, con el objetivo de mejorar los índices de producción.

Para futuras implementaciones en los diferentes procesos considerar la automatización del control de las unidades producidas, con la finalidad de optimizar los tiempos para la obtención de información.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adajusa. (2019). <https://adajusa.es>. Obtenido de <https://adajusa.es/contactores-schneider/contactador-trifasico-18a-bobina-230vac-schneider.html#>
- Agencia Nacional de Regulación, Control y. (2015). *NORMATIVA TECNICA SANITARIA PARA ALIMENTOS*. QUITO: LEXIS FINDER.
- ALONSO, M., & OLIVA, N. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*. MADRID: UNED.
- Álvarez Pulido, M. (2004). *CONTROLADORES LÓGICOS*. BARCELONA: MARCOMBO S.A.
- Araos Peñaloza. (2008). Clases de Automatización Industrial.
- Autycom. (2019). *Autycom.com*. Obtenido de <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>
- AVEVA Group. (2019). *wonderware.com*. Obtenido de <https://www.wonderware.com/es-es/hmi-scada/what-is-hmi/>
- Bernal, J. (7 de 2010). <http://repo.uta.edu.ec>. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1805/1/Tesis%20I.%20M.%2061%20-%20Bernal%20LLamuca%20Julio%20Javier.pdf>
- CATALOGO SIEMENS. (1 de 1 de 2019). *www.industry.siemens.com*. Obtenido de <https://www.industry.siemens.com/home/aan/es/ecuador/Documents/Cap4.%20Protección%20y%20Seccionamiento%20Siemens.pdf>
- Concha, P. (2003). <http://patricioconcha.ubb.cl>. Obtenido de [http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/gral\\_tipos\\_y\\_aplicaciones.htm](http://patricioconcha.ubb.cl/transformadores/gral_tipos_y_aplicaciones.htm)
- Diebold, J. (09 de 2010). *wordpress.com*. Obtenido de <https://teacherke.files.wordpress.com/2010/09/introduccion-a-la-automatizacion.pdf>

- Electronicafacil. (2019). *Electronicafacil.net*. Obtenido de <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-rele.php>
- Escobar Guardado, W., Flores Cortez, O., & Romero, O. (Febrero de 2006). Implementación de un laboratorio de automatización industrial para la escuela de Ingeniería Eléctrica. El Salvador.
- FAO. (25 de 11 de 2014). *fao.org*. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing\\_techn.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_techn.html)
- FAO. (15 de 03 de 2019). *fao.org*. Obtenido de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>
- FAO. (2019). <http://www.fao.org>. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing\\_techn.html](http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/Processing_techn.html)
- García Higuera, A. (2005). *El control automático en la industria*. Castilla: Univ de Castilla La Mancha.
- Grup MCR. (2016). Ventajas y desventajas de la automatización industrial. *Automatización Industrial*. Barcelona, España.
- Guanga Paredes, N. L. (2013). *repo.uta.edu.ec*. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6732/1/AL%20511.pdf>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *CALIDAD TOTAL Y PRODUCTIVIDAD* (Tercera ed.). MEXICO: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INDUSTRY SIEMENS. (2019). <https://mall.industry.siemens.com/>. Obtenido de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/es/Catalog/Product/?mlfb=LZX%3aPT5707>

- jeanneteguadalupeca. (2014). *jeanneteguadalupeca.blogspot.com*. Obtenido de <http://jeanneteguadalupeca.blogspot.com/2015/02/configuracion-cruzada-crossover.html>
- Masvoltaje. (2018). *masvoltaje.com*. Obtenido de <https://masvoltaje.com/home/1177-modulo-de-expansion-dm8-230r-alimentacion-230v-4-ed-a-230v-4-sd-a-rele-4034106029494.html>
- Mateos, F. (11 de 2004). *http://isa.uniovi.es*. Obtenido de <http://isa.uniovi.es/docencia/IngdeAutom/transparencias/PLC-Gral-2.pdf>
- NIVIHE S.A. (2019). *motores-electricos.com.ar*. Obtenido de <https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/>
- OGATA, K. (2010). *INGENIERÍA DE CONTROL MODERNO*. MADRID: PEARSON EDUCACIÓN S.A.
- Orozco, A., Guarnizo, C., & Holguín, M. (2008). *Automatismos Industriales*. Pereira: Taller de Publicaciones- Universidad Tecnológica de Pereira.
- Ortega, S. (2 de 2015). *http://dspace.unl.edu.ec*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/18160/1/Ortega%20Serrano%20%20Stal%C3%ADn%20Javier.pdf>
- Perez Serrano, G. (2016). *Diseño de Proyectos Sociales: Aplicaciones prácticas para su planificación, gestión y evaluación*. MADRID: Narcea Ediciones.
- promspecrele. (2019). *promspecrele.ru*. Obtenido de [https://promspecrele.ru/documents/dm8\\_230r.html](https://promspecrele.ru/documents/dm8_230r.html)
- Ras Oliva, E. (1994). *Transformadores de potencia, de medida y de protección 7ma edición*. Barcelono: BOIXAREU.

- Ribas, J. (2010). *dissenyproducte*. Obtenido de <https://dissenyproducte.blogspot.com/2010/12/logica-cableada-y-logica-programada.html>
- RIO, D. (2013). Interruptores de caja moldeada. *ELECTRA*, 24.
- RS. (2019). *es.rs-online.com*. Obtenido de <https://es.rs-online.com/web/p/conectores-rj45/3316386/>
- Sanchis, R., Romero, J., & Arriño, C. (2010). *Automatización industrial*. Castellón de la Plana, Spain: Sapientia.
- Schneider Electric. (14 de 06 de 2019). Ficha técnica.
- Sergio, A. (2010). *sergio527-tgs*. Obtenido de <http://sergio527-tgs.blogspot.com/2010/05/tipos-de-automatizacion.html>
- SIEMENS. (2003). *LOGO MANUAL*.
- Siemens. (29 de 06 de 2014). LOGO!Soft Comfort V8.
- SIEMENS. (2014). *www.promelec.ru*. Obtenido de <https://www.promelec.ru/pdf/6ED1055-1FB00-0BA2.pdf>
- Siemens. (2016). *LOGO Manual del Producto*. Alemania.
- SIEMENS. (2016). SIMATIC STEP 7 (TIA Portal) V14. Alemania.
- SIEMENS. (2019). *Ficha técnica*.
- SIEMENS. (2019). *mall.industry.siemens.com*. Obtenido de <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ED1055-1FB00-0BA2>
- Solbes i Monzo, R. (2014). *Automatismos Industriales. Conceptos y procedimientos*. Valencia, España: Nau Llibres.

solucionesservicios. (2019). *Solucionesservicios.biz/*. Obtenido de

[https://www.solucionesservicios.biz/epages/64466233.mobile/es\\_ES/?ObjectPath=/Shops/64466233/Products/6AV2123-2DB03-0AX0](https://www.solucionesservicios.biz/epages/64466233.mobile/es_ES/?ObjectPath=/Shops/64466233/Products/6AV2123-2DB03-0AX0)

Torres, F. (2011). *rua.ua.es*. Obtenido de

[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201\\_Introduccion.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18432/1/Tema%201_Introduccion.pdf)

TRAXCO. (2019). <https://www.traxco.es>. Obtenido de <https://www.traxco.es/transformador-principal/>

Vaughn, R. (1990). *Introducción a la ingeniería industrial*. IOWA: REVERTÉ.

Vilaboa, J. (1999). Automatización de la Selección de la Fruta en los Packing. *Revista Facultad de Ingeniería*, 3-8.



## GLOSARIO

**Automatización:** Es una operación mediante la cual las acciones ejecutadas en un proceso productivo por un operario se trasladan o transmiten a una máquina, que está administrada por un equipo cuyo enlace puede ser cableado o electrónico programado.

**Eficiencia:** Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

**Productividad:** Determina la capacidad de un sistema productivo para elaborar los productos requeridos y el grado en que los recursos empleados en el proceso productivo son aprovechados.

**Implementación:** Es la ejecución u/o puesta en marcha de una idea programada, ya sea, de una aplicación informática, un plan, modelo científico, diseño específico, estándar, algoritmo o política.

**Rentabilidad:** Relación existente entre los beneficios que proporciona una determinada operación o cosa y la inversión o el esfuerzo que se ha hecho; cuando se trata del rendimiento financiero; se suele expresar en porcentajes.


**Mezcladora al vacío:** Son máquinas que permiten manejar una gran variedad de productos, sobre todo los que pasaron por la picadora, para que se les adicione especias, aditivos, sal, agua y energía. Que en conjunto con el bombo de masaje y cúter, la carne pasa un tiempo más o menos prolongado, a la vez que sufre calentamiento y se traspa una energía mecánica, de la máquina, a la carne. Esta energía ayuda a un proceso necesario que se utiliza para extraer proteínas del interior de la célula muscular y sacarlas al exterior del producto. Esto genera que cuando la carne salga de la amasadora, se le vea compacta y permitirá la generación de un producto u otro, en función al manejo de la máquina, tiempos de trabajo, presencia o no de vacío, tipos de palas y velocidad de giro.

## ANEXOS

### ANEXO 1




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

Programadores horario	
• Cantidad	190
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
CEM	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Sí
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	
• IP20	Sí

Normas, homologaciones, certificados	
Marcado CE	Si
Homologación CSA	Si
Homologación UL	Si
Homologación FM	Si
desarrollado conforme a IEC 61131	Si
según VDE 0631	Si
Homologaciones navales	Si
Condiciones ambientales	
Temperatura ambiente en servicio:	
• mín.	0 °C; A partir de LOGO! 8 FS04: -20 °C
• máx.	55 °C
Dimensiones	
Ancho	71,5 mm
Alto	90 mm
Profundidad	60 mm
Última modificación:	02/08/2019 

## Características del Logo SIEMENS 6ED1052-1FB00-0BA8

### Anexo 2 Módulos

Símbolo	Nombre	Fuente de alimentación	Entradas	Salidas
	LOGO! DM8 12/24R	12/24 V DC	4 digitales	4 relés (5A)
	LOGO! DM8 24	24 V DC	4 digitales	4 de transistor 24V / 0,3A
	LOGO! DM8 24R <sup>3)</sup>	24 V AC/DC	4 digitales	4 relés (5A)
	LOGO! DM8 230R	115 ... 240 V AC/DC	4 digitales <sup>1)</sup>	4 relés (5A)
	LOGO! DM16 24	24 V DC	8 digitales	8 de transistor 24V / 0,3A
	LOGO! DM16 24R	24 V DC	8 digitales	8 relés (5A)
	LOGO! DM16 230R	115 ... 240 V AC/DC	8 digitales <sup>4)</sup>	8 relés (5A)
	LOGO! AM2	12/24 V DC	2 analógicas 0 ... 10V ó 0/4 ... 20mA <sup>2)</sup>	Ninguno
	LOGO! AM2 PT100	12/24 V DC	2 PT100 <sup>6)</sup> -50 grados C a +200 grados C	Ninguno
	LOGO! AM2 RTD	12/24 V DC	2 PT100 ó 2 PT1000 ó 1 PT100 más 1 PT1000 <sup>6)</sup> -50 grados C a +200 grados C	Ninguno
	LOGO! AM2 AQ	24 V DC	Ninguno	2 analógicas 0 ... 10 V DC ó 0/4...20mA <sup>5)</sup>

Fuente: (Siemens, 2016)

### Anexo 3 Características Técnicas.

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Supply voltage	
115 V DC	Yes
230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
115 V AC	Yes
230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible frequency range, upper limit	63 Hz
Digital inputs	
Number of digital inputs	4
Input voltage	
• Type of input voltage	AC/DC
• for signal "0"	< 40 V AC; < 30 V DC
• for signal "1"	> 79 V AC, > 79 V DC
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.06 mA
• for signal "1", typ.	0.37 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	40 ms
— at "1" to "0", max.	75 ms

Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays

Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• Lamp load, max.	1 000 W; 500 W at 115 V AC
Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
Parallel switching of 2 outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz

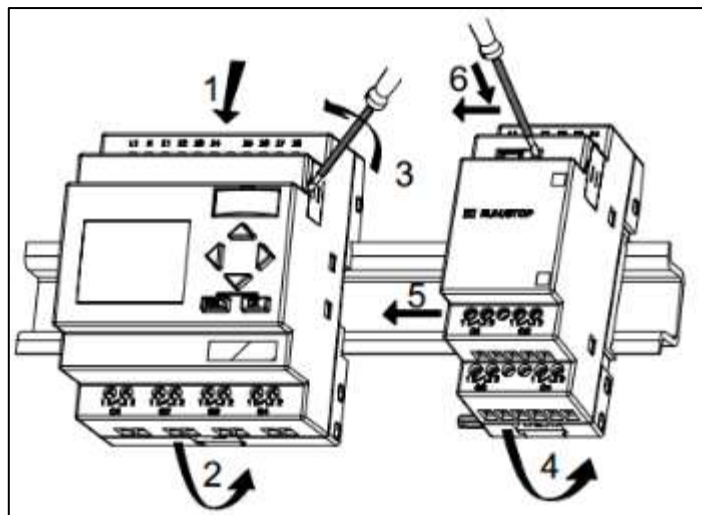
<b>Relay outputs</b>	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
<b>EMC</b>	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit class B)	Yes
<b>Degree and class of protection</b>	
IP20	Yes
<b>Standards, approvals, certificates</b>	
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
acc. to VDE 0631	Yes
<b>Marine approval</b>	
• Marine approval	Yes
<b>Ambient conditions</b>	
Operating temperature	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
<b>Dimensions</b>	
Width	35.5 mm
Height	90 mm
Depth	58 mm
<b>last modified:</b>	21.08.2014

Fuente: (SIEMENS, 2014)

## Anexo 4. Montaje sobre riel DIN


























### MONTAJE EN EL PERFIL SOPORTE

- Enganche el módulo base LOGO! en el perfil soporte.
- Empuje la parte inferior del módulo hacia abajo hasta que encaje en el perfil. La corredera ubicada en la parte posterior del módulo debe quedar enclavada.
- En el lado derecho del módulo base LOGO! o módulo de ampliación LOGO!, retire la tapa del conector.
- Disponga el módulo digital en el perfil soporte a la derecha del módulo base LOGO!.
- Montar y cablear LOGO!
- Deslice el módulo digital hacia la izquierda hasta que toque el módulo base LOGO!.
- Utilizando un destornillador, empuje la corredera hacia la izquierda. Cuando alcance la posición final, la corredera se enclavará en el módulo base LOGO! (SIEMENS, 2003)











Fuente: (SIEMENS, 2003)

### Anexo 5. Herramientas/ Constantes y conectores

Representación en el editor FUP	Representación en el editor KOP	Representación en el editor UDF
 <a href="#">Entradas</a>	 <a href="#">Contacto normalmente abierto</a>	 <a href="#">Niveles fijos</a>
 <a href="#">Teclas de cursor</a>	 <a href="#">Contacto normalmente cerrado</a>	 <a href="#">Conectores abiertos</a>
 <a href="#">Teclas de función del LOGO!TD/LOGO!TDE</a>	 <a href="#">Contacto analógico</a>	 <a href="#">Marcas</a>
 <a href="#">Bits de registro de desplazamiento</a>	 <a href="#">Bobina de relé</a>	 <a href="#">Marcas analógicas</a>
 <a href="#">Niveles fijos</a>	 <a href="#">Salida invertida</a>	
 <a href="#">Salidas</a>	 <a href="#">Salidas analógicas</a>	
 <a href="#">Conectores abiertos</a>	 <a href="#">Entradas de red (solo OBA7 y OBA8)</a>	
 <a href="#">Marcas</a>	 <a href="#">Entradas analógicas de red (solo OBA7 y OBA8)</a>	
 <a href="#">Entradas analógicas</a>	 <a href="#">Salidas de red (solo OBA7 y OBA8)</a>	
 <a href="#">Salidas analógicas</a>	 <a href="#">Salidas analógicas de red (solo OBA7 y OBA8)</a>	
 <a href="#">Marcas</a>		

Fuente: (Siemens, 2014)

### Anexo 6. Herramientas/ Funciones Básicas

 <a href="#">AND</a>	 <a href="#">OR</a>
 <a href="#">AND con evaluación de flancos</a>	 <a href="#">NOR</a>
 <a href="#">NAND</a>	 <a href="#">XOR</a>
 <a href="#">NAND con evaluación de flancos</a>	 <a href="#">NOT</a>







Fuente: (Siemens, 2014)

## Anexo 7. Herramientas/ Funciones Especiales

Temporizadores	Analógico
 <a href="#">Retardo a la conexión</a>	 <a href="#">Conmutador analógico de valor umbral</a>
 <a href="#">Retardo a la desconexión</a>	 <a href="#">Conmutador analógico de valor umbral diferencial</a>
 <a href="#">Retardo a la conexión/desconexión</a>	 <a href="#">Comparador analógico</a>
 <a href="#">Retardo a la conexión con memoria</a>	 <a href="#">Vigilancia del valor analógico</a>
 <a href="#">Relé de barrido (salida de impulsos)</a>	 <a href="#">Amplificador analógico</a>
 <a href="#">Relé de barrido activado por flancos</a>	 <a href="#">Multiplexor analógico</a>
 <a href="#">Reloj simétrico</a>	 <a href="#">Modulación de ancho de impulsos (PWM)</a>
 <a href="#">Generador de impulsos asíncrono</a>	 <a href="#">Instrucción aritmética</a>
 <a href="#">Generador aleatorio</a>	 <a href="#">Regulador PI</a>
 <a href="#">Interruptor de alumbrado para escalera</a>	 <a href="#">Rampa analógica</a>
 <a href="#">Interruptor bifuncional</a>	 <a href="#">Filtro analógico (solo 0BA7 y 0BA8)</a>
 <a href="#">Temporizador semanal</a>	 <a href="#">Máx/Mín (solo 0BA7 y 0BA8)</a>
 <a href="#">Temporizador anual</a>	 <a href="#">Valor medio (solo 0BA7 y 0BA8)</a>
 <a href="#">Reloj astronómico (solo 0BA7 y 0BA8)</a>	
 <a href="#">Cronómetro (solo 0BA7 y 0BA8)</a>	

Fuente: (Siemens, 2014)

## Anexo 8. Herramientas/ Funciones Especiales: OTROS

Otros
 <a href="#">Relé autoenclavador</a>
 <a href="#">Relé de impulsos</a>
 <a href="#">Texto de aviso (LOGO! 0BA4 y LOGO! 0BA5), Texto de aviso (LOGO! 0BA6 y LOGO! 0BA7), Texto de aviso (LOGO! 0BA8)</a>
 <a href="#">Interruptor software</a>
 <a href="#">Registro de desplazamiento (0BA4 a 0BA6), Registro de desplazamiento (0BA7 y 0BA8)</a>
 <a href="#">Detección de error de la instrucción aritmética</a>

Fuente: (Siemens, 2014)



## Anexo 9. Características de relay LZC: PT570730

<b>Hoja de datos</b>	<b>LZX:PT570730</b>
<b>Nombre comercial del producto</b>	SIRIUS
<b>Designación del producto</b>	Relé enchufable
<b>Denominación del tipo de producto</b>	LZX
<b>Datos técnicos generales</b>	
<b>Pérdidas [W] Total típico</b>	1 W
<b>Tensión de des excitación porcentual referida a la tensión de entrada</b>	30 %
<b>Resistencia a choques</b>	5g / 11 ms
<ul style="list-style-type: none"> <li>● según IEC 60068-2-27</li> </ul>	
<b>Comportamiento de conmutación</b>	monoestable
<b>Tipo de función de maniobra</b>	conmutador
<b>Tipo de función de maniobra con apertura positiva</b>	No
<b>Vida mecánica (ciclos de maniobra)</b>	20.000.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>● típico</li> </ul>	
<b>Vida eléctrica (ciclos de maniobra)</b>	250.000
<ul style="list-style-type: none"> <li>● con AC-15 con 230 V típico</li> </ul>	
<b>Corriente térmica</b>	6 A
<b>Designaciones de referencia según DIN 40719, ampliado según IEC 204-2 según IEC 750</b>	K
<b>Designaciones de referencia según IEC 81346- 2:2009</b>	K
<b>Designaciones de referencia según EN 61346-2</b>	K
<b>Circuito de control/ Control por entrada</b>	
<b>Tensión de alimentación del circuito de mando con AC</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● con 50 Hz valor asignado</li> </ul>	230 V
<ul style="list-style-type: none"> <li>● con 60 Hz valor asignado</li> </ul>	230 V
<b>Frecuencia de la tensión de alimentación de mando</b>	50 Hz
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1 valor asignado</li> <li>● 2 valor asignado</li> </ul>	60 Hz
<b>Frecuencia de la tensión de alimentación para circuito auxiliar y circuito de mando valor asignado</b>	50 ... 60 Hz
<b>Factor de rango de trabajo tensión de alimentación de mando valor asignado con AC con 50 Hz</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Valor inicial</li> <li>● valor final</li> </ul>	0,9 1,1
<b>Factor de rango de trabajo tensión de alimentación de mando valor asignado con AC con 60 Hz</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Valor inicial</li> <li>● valor final</li> </ul>	0,9 1,1
<b>Tipo de bobina de relé</b>	con polaridad
<b>Componente del producto zócalo enchufable</b>	No
<b>Circuito de corriente secundario</b>	

<b>Tipo de contacto</b>	Contacto conmutado
<b>Material de los contactos</b>	AgNi 90/10
<b>Número de contactos NC para contactos auxiliares</b>	0
<b>Número de contactos NA para contactos auxiliares</b>	0
<b>Número de contactos conmutados</b>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>• para contactos auxiliares</li> </ul>	
<b>Intensidad de empleo de los contactos auxiliares con AC-15</b>	2 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con 250 V</li> </ul>	
<b>Intensidad de empleo con DC-13</b>	4 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con 24 V valor asignado</li> </ul>	
<b>Intensidad de empleo de los contactos auxiliares con DC-13</b>	4 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con 24 V</li> </ul>	
Circuito de corriente principal	
<b>Tipo de corriente</b>	AC
Salidas	
<b>Intensidad máxima admisible del relé de salida con AC-15</b>	2 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con 250 V con 50/60 Hz</li> </ul>	
<b>Intensidad máxima admisible del relé de salida con DC-13</b>	4 A
<ul style="list-style-type: none"> <li>• con 24 V</li> </ul>	
Conexiones/ Bornes	
<b>Función del producto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• borne desmontable</li> </ul>	No
Instalación/ fijación/ dimensiones	
<b>Posición de montaje</b>	según las necesidades del usuario
<b>Tipo de fijación</b>	fijación en zócalo
<b>Altura</b>	28 mm
<b>Anchura</b>	22,5 mm
<b>Profundidad</b>	35 mm

Fuente: (INDUSTRY SIEMENS, 2019)



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Molina Vera, Francisco Humberto** con C.C: # 091232449-8 autor del Trabajo de Titulación: **AUTOMATIZACION Y MONTAJE DEL SISTEMA PARA CONTROLAR LOS TIEMPOS DE PROCESO EN UN MEZCLADOR AL VACIO DE PRODUCTOS CARNICOS EN LA EMPRESA CENTRO DE OPERACIONES GUAYAQUIL**, previo a la obtención del título de **INGENIERO EN ELÉCTRICO MECÁNICA** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 16 de septiembre del 2019

---

Molina Vera, Francisco Humberto

C.C: 091232449-8

## *REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Automatización y montaje del sistema para controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos en la empresa centro de operaciones Guayaquil.		
<b>AUTOR(ES)</b>	Molina Vera, Francisco Humberto		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Bastidas Cabrera, Tomas Gaspar, M.Sc		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería Eléctrico Mecánica		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Eléctrico Mecánico		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	16 de septiembre del 2019	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	83
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas de Control y Automatización		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Mejora, Automatización, Productividad, Implementación, Eficiencia, Rentabilidad.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT:</b>	<p>El presente trabajo de titulación se lo realiza con la finalidad de mejorar la falta de eficiencia en el control de las unidades producidas debido al manejo de tiempos de forma manual en la empresa Centro de Operaciones Guayaquil, mediante la automatización y montaje de un sistema que permita controlar los tiempos de proceso en un mezclador al vacío de productos cárnicos. Para desarrollarlo fue indispensable realizar la recopilación de información, análisis de los datos obtenidos en los turnos de trabajo antes de la automatización y el estudio de los problemas presentados día a día en la máquina; elaborar un programa utilizando como herramientas los softwares TIA PORTAL y LOGO SOFT COMFORT donde se utilizan para este efecto variables de entradas, salidas, marcas, tiempos y paro total; y finalmente efectuar pruebas con intervalos de tiempo después de la automatización, teniendo como resultado después de realizar la automatización, la mejora en los índices de productividad y calidad. Con esta mejora se busca optimizar los índices de productividad, elevar la eficiencia de la máquina mezcladora al vacío, tener mayor seguridad al momento de la producción, disminuir el rechazo y el reproceso del producto final. Esta ejecución es el preliminar para futuras implementaciones, beneficiando a todo el personal que trabaja en el centro ya que se incrementan los índices de eficiencia y calidad, por ende los porcentajes de rentabilidad de la empresa.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593994080688	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:fhm78@gmail.com">fhm78@gmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Philco Asqui, Luis Orlando		
	<b>Teléfono:</b> +593-980260875		
	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec">Luis.philco@cu.ucsg.edu.ec</a>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			