



**Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
“Extensión Chone”**

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**TESIS DE GRADO**

**Previo a la Obtención del Título de:**

**INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:**

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC DE UNA PASTEURIZADORA DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS Y REALIZAR PRÁCTICAS DIRECTAS OBTENIENDO UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y FUNCIONAL EN LAS FUTURAS GENERACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”.**

**AUTOR:**

**FLORES DE VALGAZ CASANOVA CÉSAR MARTÍN**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. LUCIO ALFREDO VALAREZO MOLINA**

**CHONE - MANABÍ - ECUADOR**

**2013**

## **APROBACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.**

Ing. Lucio Valarezo Molina, Docente de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, en calidad de director de tesis,

### **CERTIFICO**

Que la presente TESIS DE GRADO titulada:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC DE UNA PASTEURIZADORA DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS Y REALIZAR PRÁCTICAS DIRECTAS OBTENIENDO UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y FUNCIONAL EN LAS FUTURAS GENERACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”**, ha sido exhaustivamente revisada en varias sesiones de trabajo, se encuentra lista para su presentación y apta para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en esta Tesis de Grado son fruto del trabajo, perseverancia y originalidad de su autor Flores de Válgaz Casanova César Martín, siendo de su exclusiva responsabilidad.

Chone, Abril de 2013

---

Ing. Lucio Alfredo Valarezo Molina  
TUTOR

## **AUTORIA DE LA TESIS**

Dejo constancia que la presente tesis de grado con el tema:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC DE UNA PASTEURIZADORA DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS Y REALIZAR PRÁCTICAS DIRECTAS OBTENIENDO UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y FUNCIONAL EN LAS FUTURAS GENERACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”.**

Es el resultado del trabajo de investigación realizado por el autor y cuya responsabilidad la asumo.

Chone, Abril de 2013

---

**Martín Flores de Válgaz Casanova**



**UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ  
“EXTENSIÓN CHONE”**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC DE UNA PASTEURIZADORA DEL LABORATORIO DE ALIMENTOS PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS Y REALIZAR PRÁCTICAS DIRECTAS OBTENIENDO UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO Y FUNCIONAL EN LAS FUTURAS GENERACIONES DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS DE LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE”**, elaborado por el egresado Flores de Válgaz Casanova César Martín de la escuela de Ingeniería Eléctrica.

Chone, Abril de 2013

Dr. Marcos Zambrano Zambrano Mgs. Die  
DECANO

Ing. Lucio Valarezo Molina  
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Freddy Triviño Jarre  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Campozano Domínguez  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tec. Fátima Saldarriaga Santana  
SECRETARIA DE LA EXTENSIÓN

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo se lo dedico con gran cariño a mis padres familiares y amigos que me brindaron fuerzas para continuar.

A mi esposa e hija que representaron gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio.

En especial a mis padres con mucho cariño y amor les dedico todo mi esfuerzo y trabajo puesto para la realización de esta tesis.

**Martín Flores de Válgaz Casanova.**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios que con su silencio y compañía me permitieron culminar una etapa más de mi vida.

A mis padres quienes han velado por mi bienestar y educación brindándome apoyo y motivación, hasta hoy poder alcanzar uno de mis mayores logros, gracias por la confianza depositada en cada reto que se me presentaba sin dudar en mis habilidades y capacidad.

A mi esposa por todo su apoyo moral, cariño, amor y comprensión. Por sus consejos y por sobre todo por creer en mí y a mi hija por ser la razón de seguir adelante que es mi vida y fuente de inspiración.

A mis profesores a quienes sin duda les debo gran parte de mi formación académica.

A mis amigos y familiares por estar siempre hay en todo momento.

Gracias.

**Martín Flores de Válgaz Casanova.**

## ÍNDICE GENERAL

Temas.	Pág.
<b>1.</b> Introducción_____	1
<b>2.</b> Planteamientos del problema_____	3
<b>2.1.</b> Contextos_____	3
2.1.1. Contexto Macro_____	3
2.1.2. Contexto Meso_____	4
2.1.3. Contexto Micro_____	4
<b>2.2.</b> Formulación del Problema_____	5
<b>2.3.</b> Delimitación del Problema_____	5
2.3.1. Campo_____	5
2.3.2. Área_____	5
2.3.3. Aspecto_____	5
2.3.4. Término de relación_____	5
<b>2.4.</b> Interrogantes de la Investigación_____	6
<b>3.</b> Justificación_____	6
<b>4.</b> Objetivos_____	7
<b>4.1.</b> Objetivo General_____	7
<b>4.2.</b> Objetivos Específicos_____	7

## CAPÍTULO I

<b>5.</b> Marco Teórico_____	8
<b>5.1.</b> Diseño y Construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del Laboratorio de Alimentos_____	8
5.1.1. Automatización_____	8
5.1.1.1. Parte de Mando_____	8
5.1.1.2. Objetivos de la Automatización_____	9
5.1.1.3. Parte operativa_____	10

5.1.1.4.	Detectores y captadores_____	10
5.1.1.5.	Accionadores y preaccionadores_____	10
5.1.1.6.	Tecnologías cableadas_____	11
5.1.1.7.	Tecnologías programadas_____	12
5.1.1.7.1.	Los ordenadores_____	12
5.1.2.	Sistemas de Control_____	13
5.1.2.1.	Necesidades y aplicaciones de los sistemas de control_____	14
5.1.2.2.	Representación de los sistemas de control_____	14
5.1.2.3.	Tipos de sistemas de control_____	16
5.1.2.3.1.	Sistemas de control en lazo abierto_____	16
5.1.2.3.2.	Sistemas de control en lazo cerrado_____	18
5.1.3.	Automatas Programables_____	22
5.1.3.1.	Unidad central de procesos_____	23
5.1.3.1.1	Memoria del autómata_____	23
5.1.3.1.2.	Memoria de programa_____	24
5.1.3.1.3.	Función del autómata programable_____	24
5.1.4.	Descripción General de un PLC_____	25
5.1.4.1.	Origen_____	25
5.1.4.2.	Programación del PLC_____	27
5.1.4.2.1.	Programa y lenguaje de programación_____	28
5.1.4.2.2.	Tipos de lenguajes de programación de PLC_____	29
5.1.4.2.3.	La norma IEC 1131-3_____	29
5.1.4.2.4.	Lenguaje LADDER_____	30
5.1.4.2.5.	Lenguaje booleano_____	33
5.1.4.2.6.	Diagrama de funciones_____	34
5.1.4.3.	Estructura básica del PLC_____	35
5.1.4.3.1.	Características del hardware_____	35
5.1.4.3.1.1.	Fuente de alimentación_____	36
5.1.4.3.1.2.	CPU_____	36

5.1.4.3.1.3. Módulos inteligentes_____	36
5.1.4.3.1.4. Consola de programación_____	37
5.1.4.3.1.5 Módulo de entrada_____	38
5.1.4.3.1.6. Módulo de salida_____	38
5.1.4.4. Técnicas de automatización del PLC_____	38
5.1.4.4.1. Lógica cableada_____	38
5.1.4.4.2. Estados OFF/ON_____	39
5.1.4.4.3. Lógica programada_____	40
5.1.4.4.4. Fuente de poder_____	41
5.1.4.4.5. Bastidor de entrada y salida_____	41
5.1.4.4.6. Señales analógicas y digitales_____	41
5.1.4.4.7. Ventajas de PLC_____	42
<b>5.2. Optimización de los recursos y realización de las prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la Escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone_____</b>	<b>43</b>
5.2.1. Definición de Pasteurización_____	43
5.2.1.1. Proceso de pasterización_____	44
5.2.1.2. Proceso de pasteurización de la leche en el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos_____	45
5.2.1.3. Partes principales que conforman la pasteurizadora_____	46
5.2.1.3.1. Caldera_____	46
5.2.1.3.2. Congelador_____	46
5.2.1.3.3. Tanque o tina de proceso_____	47
5.2.1.3.4. Tipos de pasteurización_____	48
5.2.1.4. Situación actual de la pasteurizadora en el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos_____	49

5.2.1.4.1.	Objetivo de la planta	49
5.2.1.4.2.	Funciones	49
5.2.2.	Protecciones de la Pasteurizadora del Laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos	52
5.2.2.1.	Breaker riel Mg 32 Amp	52
5.2.2.2.	Fusible cilíndrico CSC 2 Amp	52
5.2.2.3.	Electroválvula	53
5.2.2.3.1.	Clases y funcionamiento	54
5.2.2.4.	Control de temperatura CAMSCO	55
5.2.2.5.	Termocupla CSC 0-800°C	55
5.2.3.	Diseño y construcción del sistema de control automático de la Pasteurizadora	56
5.2.3.1.	Estructura inicial de la pasteurizadora	56
5.2.3.2.	Sistema automático de la pasteurizadora	57
5.2.3.3.	Diagrama	58
5.2.3.4.	Relés inteligentes programables	59
5.2.3.5.	Zelio SR2 compacto	59
5.2.3.5.1.	Descripción	60
5.2.3.5.2.	Conexión de las entradas analógicas	62
5.2.3.5.3.	Curvas	62
5.2.3.5.4.	Su programación	63
5.2.3.5.5.	Retroiluminación de la pantalla LCD	63
5.2.3.5.6.	Autonomía	63
5.2.3.5.7.	Modos de introducción de los esquemas de mando	63
5.2.3.6.	Relé Universal enchufable RUM-C2AB1F7 Telemecanique	64
5.2.3.6.1.	Descripción del relé	64
5.2.3.6.2.	Descripción de la base	65
5.2.3.7.	Funcionamiento de la pasteurizadora	67
5.2.3.8.	Otros tipos de Funcionamiento que se le puede dar a la pasteurizadora	67

5.2.3.8.1. Elaboración de queso fresco pasteurizado	67
5.2.3.8.2. Fabricación del queso Mozzarella (Pasta Hilada)	69
5.2.3.8.3. Elaboración de dulce de leche	72

## **CAPÍTULO II**

<b>6.</b> Hipótesis	74
<b>6.1.</b> Variables	75
6.1.1. Variable independiente	75
6.1.2. Variable dependiente	75
6.1.3. Término de relación	75

## **CAPÍTULO III**

<b>7.</b> Metodología	76
<b>7.1.</b> Tipo de investigación	76
<b>7.2.</b> Nivel de investigación	76
<b>7.3.</b> Métodos	76
7.3.1. El método bibliográfico	77
7.3.2. El método experimental	77
7.3.3. El método explicativo	77
<b>7.4.</b> Técnicas de recolección de información	78
7.4.1. Observación	78
7.4.2. Encuesta	78
7.4.3. Entrevista	78
<b>7.5.</b> Población y muestra	79
7.5.1. Población	79
7.5.2. Muestra	79
<b>8.</b> Marco Administrativo	80
<b>8.1.</b> Recursos Humanos	80

<b>8.2</b>	Recursos materiales_____	80
<b>8.3.</b>	Recursos Financiero_____	81
<b>8.4.</b>	Recursos institucionales_____	82

#### **CAPÍTULO IV**

<b>9.</b>	Resultados obtenidos y análisis de datos_____	83
<b>10.</b>	Comprobación de la hipótesis_____	93

#### **CAPÍTULO V**

<b>11.</b>	Conclusiones_____	94
<b>12.</b>	Recomendaciones_____	95
<b>13.</b>	Bibliografía_____	96
<b>14.</b>	Anexo_____	99

## 1. INTRODUCCIÓN

La elaboración de esta tesis pretende la obtención de información válida y práctica para posteriores generaciones en cuanto cómo se realiza el diseño y construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone y su incidencia en la optimización de recursos, reduciendo los costes de producción para mejorar la calidad de los productos. Pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.

Por otro lado la conveniencia obtenida con la elaboración del diseño y construcción de un sistema de automatización mediante PLC de la pasteurizadora, permitirá establecer que se pretende el tener instalaciones óptimas que sean de ayuda para el servicio académico de la Universidad en el área de Ingeniería en Alimentos y también de servicio a la comunidad, por las utilidades prácticas que se podrán obtener de la misma, realizando operaciones imposibles de controlar intelectualmente o manualmente, mejorando las condiciones de trabajo e incrementando la seguridad como lo nombramos más adelante en el capítulo 5.2.2.

En el capítulo 5.2.3. hablamos de la vital importancia que tiene la elaboración del estudio de la instalación, el diseño y construcción de un sistema de automatización mediante PLC de la pasteurizadora con fines semi industriales e industriales para procesar el pasteurizaje del queso, ya que de ella depende la buena y óptima elaboración del producto, utilizando bien los tiempos, medidas y temperaturas exactas para el correcto pasteurizaje ya que de estos parámetros dependerá la calidad de la misma donde deberán ser eliminados los M.O.P. (Micro Organismo Patógeno) conservando las proteínas y nutrientes.

Además de la obtención de conocimientos prácticos para académicamente dar una información y un estudio profundizado sobre automatización que lo veremos en el

capítulo 5.1.1., donde hablaremos de sus partes y la tecnología que se utiliza, sabiendo que esto será la base para implementar nuevos procedimientos y técnicas en la ejecución de los procesos productivos, dando como resultado una distribución adecuada y así mismo un beneficio óptimo para el mejoramiento continuo de la facultad tanto industriales como de servicio.

Esperando obtener un aprendizaje significativo y funcional sobre la relación hombre – máquina analizaremos y veremos la descripción de los PLC en el capítulo 5.1.4., su lenguaje de programación, la formación de los diagramas, tipos y características que encontramos en el mercado industrial, semi industrial y de servicio, buscando ser referentes técnicos en el aseguramiento de calidad y seguridad de la producción que se exporte.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Contextos**

#### **2.1.1. Contexto macro.**

Pamela Urra, en su Tesis de la Universidad de Chile<sup>1</sup>, manifiesta que: “Louis Pasteur define la pasteurización a mediados del siglo XIX realizó estudios sobre los fundamentos del efecto letal del calor sobre los microorganismos y el uso del tratamiento térmico como técnica de conservación” (2006: pág. 1). A pesar de esto; los científicos en todas partes estaban de acuerdo en que era necesario un cierto grado de tratamiento térmico, el tratamiento fue eficientemente controlado en la práctica comercial durante largo tiempo.

Los autores de un trabajo referente a la Automatización Industrial y Proceso de Pasteurización, explican que: “en el proceso de pasteurización, los microorganismos que son utilizados para la fermentación son mayoritariamente eliminados mediante temperaturas elevadas” (2010: Resumen).

Por lo tanto; en un sistema industrial se deben considerar dos procesos, el de pasteurización y el de limpieza de los equipos e instrumentos del sistema. El fin de este trabajo es que la pasteurización se lo realice de forma automática obteniendo así ventajas en costes, producción y sobre todo calidad del producto final. Para esto se considera un Controlador Lógico Programable para la adquisición, tratamiento y procesamiento de las señales generadas por los instrumentos de campo.

El tema es importante, porque actualmente el uso de los diversos tratamientos térmicos, juntos con otras tecnologías, como la refrigeración, hace posible la existencia de productos sanos de larga vida comercial y se realizará un estudio

---

<sup>1</sup> URRÁ, Pamela, Tesis de Evaluación Económica-Sensorial del Reemplazo de un equipo de esterilización, Editorial de la Universidad de Chile, 2008, Pág. 2.

sistemático del proceso de pasteurización de los alimentos seleccionados, analizando las variables físicas del proceso para poder realizar el control respectivo, haciendo uso de instrumentos de medición en las variables de nivel, flujo, conductividad, presión y temperatura.

### **2.1.2. Contexto meso.**

En el Ecuador y en cualquier parte del mundo nos encontramos con la competencia empresarial y tecnológica que son muy exigentes, una empresa necesita sacar el mayor provecho a toda su maquinaria, mano de obra y recursos para llegar a ser competitiva en el mercado y poder seguir creciendo como empresa; y la tecnología, requiere de su cuidado, mantenimiento y renovación en su parte física.

Para elaborar y brindar productos ya sean estos lácteos o industriales se los debe de hacer brindándolos de calidad, con altos nutrientes para satisfacer a los y las ecuatorianas empleando materia prima de la mejor calidad, recursos tecnológicos de vanguardia y con un equipo humano profesional y comprometidos con la salud e higiene que se requiere para la elaboración de productos que acompañaran a las familias ecuatorianas.

### **2.1.3. Contexto micro.**

La necesidad e importancia de desarrollar un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del laboratorio de alimentos para optimizar los recursos y realizar prácticas directas en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí de la extensión Chone; radica en que se está perdiendo tiempo en la producción de los alimentos, debido a las múltiples fallas; menciona Nelly Salazar y Celinda Vera, en su Tesis de Análisis de la Producción y Comercialización de los

Productos Lácteos,<sup>2</sup> definen entre otras cosas: “...hoy en día es menor el consumo de leche fresca en la comunidades urbanas ya que suele tornarse agria y se contamina con facilidad, pero gracias a los avances tecnológicos la leche es sometida a una serie de procesos tales como la pasteurización...” (2009:16).

Este proyecto de automatización mediante PLC no solo ayudará a optimizar tiempo y recursos sino que brindará un mejor servicio a la comunidad salvaguardando las características agrícolas y ecológicas de la región, es de vital importancia ya que indica el uso de una pasteurizadora sin el manejo directo del hombre la cual posee un tanque de hierro recubierto de acero inoxidable en el que se almacenará la leche, electroválvulas que facilitaran el manejo de entrada y salida del agua y vapor. Con esta implementación se brindaran productos de calidad para la ciudad de Chone.

## **2.2. Formulación del Problema**

¿ Cómo influye el diseño y construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del laboratorio de alimentos para optimizar los recursos y realizar prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone?

## **2.3. Delimitación del problema**

**2.3.1. Campo:** Educación

**2.3.2. Área:** Ingeniería

**2.3.3. Aspecto:** Alimento

---

<sup>2</sup> SALAZAR BERMÚDEZ Nelly Lourdes y VERA VILLAMAR Celinda Asunción, *Análisis de la Producción y Comercialización de los Productos Lácteos*, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo 2009, Pág. 16.

#### **2.4. Interrogantes de la Investigación**

¿El modelo actual de la pasteurizadora presta las debidas seguridades de protección y control dentro del laboratorio de alimentos?

¿Cree usted que será necesario estructurar un sistema de control automático para la pasteurizadora de la escuela de Ingeniería en Alimentos?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El laboratorio de alimentos de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone representa para los y las estudiantes no solo un escenario de adquisición de saberes y destrezas, también representa un compromiso hacia la facultad ya que los productos elaborados constituyen una fuente importante y confiable dentro del cantón Chone.

En la actualidad el laboratorio de alimentos elabora productos utilizando controles manuales con recursos humanos, los cuales son comercializados en el cantón teniendo una buena aceptación por las familias Chonenses.

Una de las principales metas de la facultad de ingeniería en alimentos es poder brindar variedad de productos con una lata calidad y las normas de higiene que toda empresa debe constituir, para satisfacer las necesidades de la sociedad, apoyándose en el compromiso de sus encargados y adoptando tecnologías de vanguardia.

Por esta razón el laboratorio de alimentos debe estar a la par con los avances tecnológicos de la actualidad, de ahí surge la necesidad de automatizar la planta pasteurizadora de alimentos mediante PLC permitiendo realizar operaciones imposibles de controlar manualmente, incrementando la seguridad y mejorando las condiciones de trabajo del personal de una manera automática.

Creándose un fusionamiento hombre - máquina para de esta manera coordinada lograr la eficacia, productividad y seguridad de este sistema.

Con este proyecto no solo se pretende integrar gestión y producción de una forma efectiva y eficiente, se desea que los y las estudiantes realicen prácticas directas creando una interfaz práctica – conceptos y de esta manera interiorizar los conocimientos adquiridos obteniendo un aprendizaje significativo y funcional.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **4.1. Objetivos General**

Diseñar y Construir un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del laboratorio de alimentos para optimizar los recursos y realizar prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la Escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

##### **4.2. Objetivos Específicos**

- El modelo actual de la pasteurizadora no prestaba las debidas seguridades de protección y control dentro del laboratorio de alimentos por lo que se realizó los estudios con las debidas protecciones y control que cubre las necesidades de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ext. Chone.
- Si era necesario estructurar el sistema de control automático para la pasteurizadora de la escuela de Ingeniería en Alimentos, por lo tanto es factible ola elaboración de este proyecto para el laboratorio de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí ext. Chone.

## CAPÍTULO I

### 5. MARCO TEÓRICO

#### 5.1. Diseño y Construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del Laboratorio de Alimentos

##### 5.1.1. Automatización

(**Automatización**; del griego antiguo **auto**: guiado por uno mismo) es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias y/o procesos industriales sustituyendo a operadores humanos. Facilitando el trabajo, ahorrando tiempo y esfuerzos realizados para la elaboración de un producto.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos, realizándose estas tareas en la cantidad y el tiempo programado sin la necesidad de que operadores humanos estén presentes en todo el proceso de la elaboración del producto.

La automatización como una disciplina de la ingeniería que es más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

En 1801, la patente de un telar automático utilizando tarjetas perforadas fue dada a Joseph Marie Jacquard, quien revolucionó la industria del textil.

La parte más visible de la automatización actual puede ser la robótica industrial. Algunas ventajas son repetitividad, control de calidad más estrecho, mayor eficiencia, integración con sistemas empresariales, incremento de productividad y reducción de

trabajo. Algunas desventajas son requerimientos de un gran capital, decremento severo en la flexibilidad, y un incremento en la dependencia del mantenimiento y reparación. Por ejemplo, Japón ha tenido necesidad de retirar muchos de sus robots industriales cuando encontraron que eran incapaces de adaptarse a los cambios dramáticos de los requerimientos de producción y no eran capaces de justificar sus altos costos iniciales. Lo que nos indica que todo este proceso necesita ser supervisado para garantizar un mejor resultado de producción por el recurso humano.

**5.1.1.1. Parte de mando.**- Suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema.

Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

**5.1.1.2. Objetivos de la automatización.**- La automatización tiene como objetivo:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.
- Integrar la gestión y producción.

**5.1.1.3. Parte operativa.**- Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

**5.1.1.4. Detectores y captadores.**- Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

- La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.
- El estado físico de sus componentes.

Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores.

Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

- **Transductores todos o nada:** Suministran señales binarias claramente diferenciadas. Los finales de carrera son transductores de este tipo.
- **Transductores numéricos:** Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los encoders son transductores de este tipo.
- **Transductores analógicos:** Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, fotocélulas, pulsadores, encoders, etc.

**5.1.1.5. Accionadores y preaccionadores.**- El accionador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso.

Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.

Los accionadores pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos.

Los accionadores más utilizados en la industria son: Cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc.

Los accionadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún pre accionamiento para amplificar la señal de mando. Este pre amplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al accionador.

Los preaccionadores disponen de la parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia.

**5.1.1.6. Tecnologías cableadas.**- Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Esta fue la primera solución que se utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes.

Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- Relés electrónicos
- Módulos lógicos neumáticos.
- Tarjetas electrónicas.

**5.1.1.7. Tecnologías programadas.**- Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. En la realización de automatismos, los equipos realizados para este fin son:

**5.1.1.7.1. Los ordenadores.** - El ordenador, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificaciones de proceso. Pero, al mismo tiempo, y debido a su diseño no específico para su entorno industrial, resulta un elemento frágil para trabajar en entornos de líneas de producción.

### **5.1.2. Sistemas de Control**

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

Actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

Para explicar el fundamento de un sistema de control se puede utilizar como ejemplo un tirador de arco. El tirador mira a la diana, apunta y dispara. Si el punto de impacto resulta bajo, en el próximo intento levantará más el arco; si la flecha va alta, en la siguiente tirada bajará algo más el arco; y así sucesivamente, hasta que consiga la diana. El tirador sería el elemento de mando (da las órdenes de subir o bajar el brazo) y su brazo el elemento actuador.

En el ejemplo expuesto se observa que el objetivo se asegura mediante el método de prueba y error. Lógicamente los sistemas de control, al ser realizados por ordenadores o por otros medios analógicos, son más rápidos que en el caso del tirador.

Se puede mejorar el modelo sustituyendo el tirador por un soldado con un arma láser, que está continuamente disparando.

El soldado es el elemento de mando en el sistema, y la mano con la que se sostiene el arma el elemento actuador.

En Automática se sustituye la presencia del ser humano por un mecanismo, circuito eléctrico, circuito electrónico o, más modernamente por un ordenador.

El sistema de control será, en este caso automático.

Un ejemplo sencillo de sistema automático lo constituye el control de temperatura de una habitación por medio de un termostato, en el que se programa una temperatura de referencia que se considera idónea.

Si en un instante determinado la temperatura del recinto es inferior a la deseada, se producirá calor, lo que incrementará la temperatura hasta el valor programado, momento en que la calefacción se desconecta de manera automática.

**5.1.2.1. Necesidades y aplicaciones de los sistemas de control.**- En la actualidad los sistemas automáticos juegan un gran papel en muchos campos, mejorando nuestra calidad de vida:

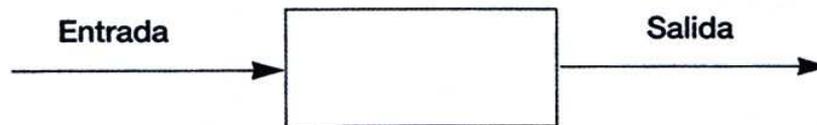
- En los procesos industriales:
- Aumentando las cantidades y mejorando la calidad del producto, gracias a la producción en serie y a las cadenas de montaje.
- Reduciendo los costes de producción.
- Fabricando artículos que no se pueden obtener por otros medios.
- En los hogares: Mejorando la calidad de vida.

**5.1.2.2. Representación de los sistemas de control (diagramas de bloques).**- Un proceso o sistema de controles un conjunto de elementos interrelacionados capaces de realizar una operación dada o de satisfacer una función deseada.

Los sistemas de control se pueden representar en forma de diagramas de bloques, en los que se ofrece una expresión visual y simplificada de las relaciones entre la entrada y la salida de un sistema físico.

A cada componente del sistema de control se le denomina elemento, y se representa por medio de un rectángulo.

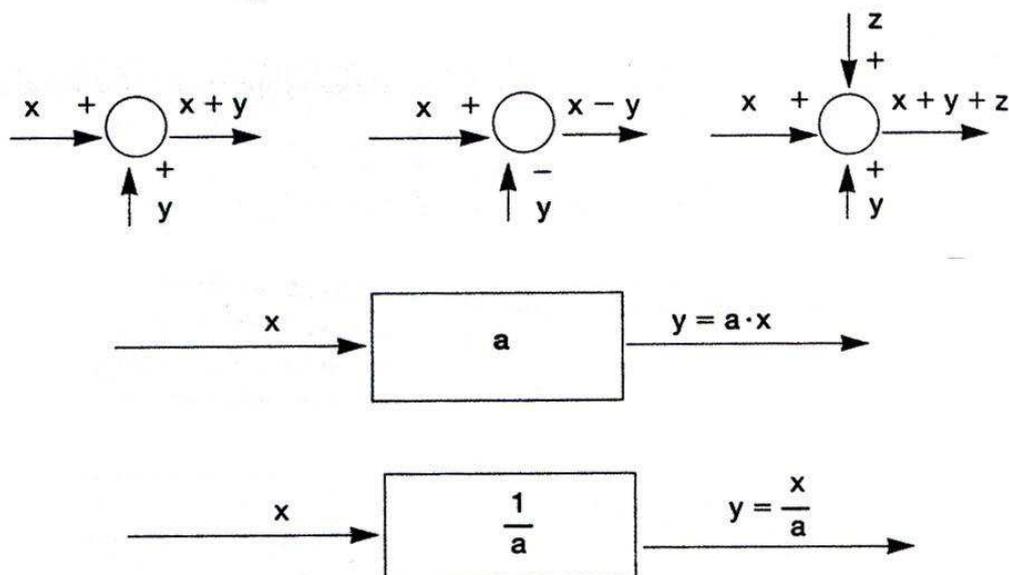
El diagrama de bloques más sencillo es el bloque simple, que consta de una sola entrada y de una sola salida.



La interacción entre los bloques se representa por medio de flechas que indican el sentido de flujo de la información.

En estos diagramas es posible realizar operaciones de adición y de sustracción, que se representan por un pequeño círculo en el que la salida es la suma algebraica de las entradas con sus signos.

También se pueden representar las operaciones matemáticas de multiplicación y división como se muestra en la siguiente figura:



**5.1.2.3. Tipos de sistemas de control.-** Los sistemas de regulación se pueden clasificar en:

Sistemas de bucle o lazo abierto: son aquellos en los que la acción de control es independiente de la salida.

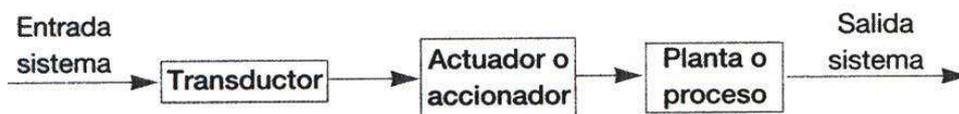
Sistemas de bucle o lazo cerrado: son aquellos en los que la acción de control depende en cierto modo, de la salida.

**5.1.2.3.1. Sistemas de control en lazo abierto.-** Un sistema de control en lazo o bucle abierto es aquél en el que la señal de salida no influye sobre la señal de entrada. La exactitud de estos sistemas depende de su calibración, de manera que al calibrar se establece una relación entre la entrada y la salida con el fin de obtener del sistema la exactitud deseada.

El diagrama de bloque de un sistema en lazo abierto es:



El sistema se controla bien directamente, o bien mediante un transductor y un actuador. El esquema típico del sistema será, en este caso:



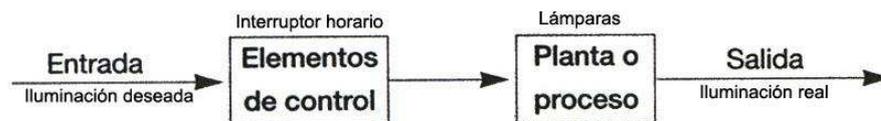
El transductor modifica o adapta la naturaleza de la señal de entrada al sistema de control.

En el caso del sistema de control de la temperatura de una habitación, para que sea un sistema abierto es necesario que no exista termostato, de manera que siga funcionando permanentemente. La entrada del sistema sería la temperatura ideal de la habitación; la planta o proceso sería la habitación y la salida sería la temperatura real de la habitación. El transductor podría ser un dial en el que definamos el tiempo de funcionamiento y el actuador el propio foco de calefacción (caldera o radiador).

El actuador o accionador modifica la entrada del sistema entregada por el transductor (normalmente amplifica la señal).

Una lavadora automática sería un claro ejemplo de sistema de control en lazo abierto. La blancura de la ropa (señal de salida) no influye en la entrada. La variable tiempo presenta una importancia fundamental: si está bien calibrada, cada proceso durará el tiempo necesario para obtener la mejor blancura.

Otro ejemplo de sistema en lazo abierto sería el alumbrado público controlado por interruptor horario. El encendido o apagado no depende de la luz presente, sino de los tiempos fijados en el interruptor horario.



Como vemos los sistemas de lazo abierto depende del variable tiempo y la salida no depende de la entrada.

El principal inconveniente que presentan los sistemas de lazo abierto es que son extremadamente sensibles a las perturbaciones. Por ejemplo si en una habitación se ha conseguido una temperatura idónea y se abre una puerta o ventana (perturbación)

entraría aire frío, de manera que el tiempo necesario para obtener dicha temperatura sería diferente.

**5.1.2.3.2. Sistemas de control en lazo cerrado.**- Si en un sistema en lazo abierto existen perturbaciones, no se obtiene siempre la variable de salida deseada. Conviene, por tanto, utilizar un sistema en el que haya una relación entre la salida y la entrada.

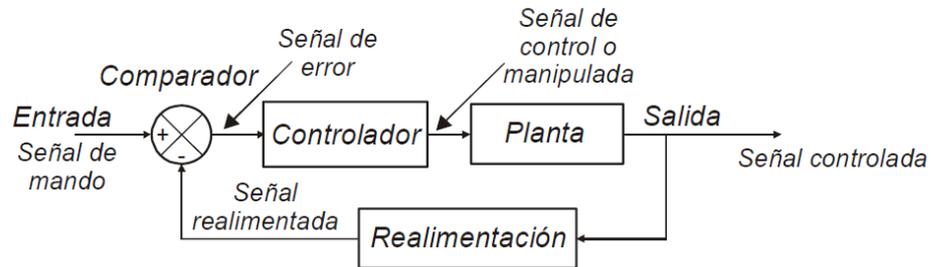
Un sistema de control de lazo cerrado es aquél en el que la acción de control es, en cierto modo, dependiente de la salida. La señal de salida influye en la entrada. Para esto es necesario que la entrada sea modificada en cada instante en función de la salida. Esto se consigue por medio de lo que llamamos realimentación o retroalimentación (feedback).

La realimentación es la propiedad de un sistema en lazo cerrado por la cual la salida (o cualquier otra variable del sistema que esté controlada) se compara con la entrada del sistema (o una de sus entradas), de manera que la acción de control se establezca como una función de ambas.

A veces también se le llama a la realimentación transductor de la señal de salida, ya que mide en cada instante el valor de la señal de salida y proporciona un valor proporcional a dicha señal.

Por lo tanto podemos definir también los sistemas de control en lazo cerrado como aquellos sistemas en los que existe una realimentación de la señal de salida, de manera que ésta ejerce un efecto sobre la acción de control.

El diagrama de bloques correspondiente a un sistema de control en lazo cerrado es:

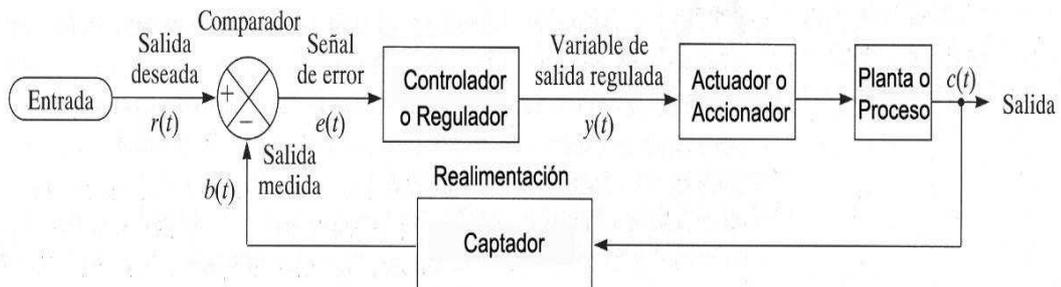


El controlador está formado por todos los elementos de control y a la planta también se le llama proceso.

En este esquema se observa cómo la salida es realimentada hacia la entrada. Ambas se comparan, y la diferencia que existe entre la entrada, que es la señal de referencia o consigna (Señal de mando), y el valor de la salida (señal realimentada) se conoce como error o señal de error. La señal que entrega el controlador se llama señal de control o manipulada y la entregada por la salida, señal controlada.

El error, o diferencia entre los valores de la entrada y de la salida, actúa sobre los elementos de control en el sentido de reducirse a cero y llevar la salida a su valor correcto. Se intenta que el sistema siga siempre a la señal de consigna.

El diagrama de bloques anterior se puede sustituir por el siguiente:



La salida del sistema de regulación se realimenta mediante un captador. En el comparador o detector de error, la señal de referencia (salida del transductor) se compara con la señal de salida medida por el captador, con lo que se genera la siguiente señal de error:

$e(t) = r(t) - b(t)$  donde  $e(t)$  es la señal de error,  $r(t)$  la señal de referencia y  $b(t)$  la variable realimentada.

Pueden suceder dos casos:

- Que la señal de error sea nula, en este caso la salida tendrá exactamente el valor previsto.
- Que la señal de error no sea nula. Esta señal de error actúa sobre el elemento regulador que a su salida proporciona una señal que, a través del elemento accionador, influye en la planta o proceso para que la salida alcance el valor previsto y de esta manera el valor se anule.

En el ejemplo de control de temperatura de una habitación, el sistema, planta o proceso es la habitación que se quiere calentar, el transductor puede ser un dial con el que se define el grado de calentamiento, el actuador o accionador una caldera o un radiador y el captador puede ser un termómetro.

Este último actúa como sensor midiendo la temperatura del recinto, para que pueda ser comparada con la de referencia.

El regulador o controlador es el elemento que determina el comportamiento del bucle, por lo que debe ser un componente diseñado con gran precisión. Es el cerebro del bucle de control.

Mientras que la variable controlada se mantenga en el valor previsto, el regulador no actuará sobre el elemento accionador. Pero si el valor de la variable se aleja del

prefijado, el regulador modifica su señal, ordenando al accionador que actúe sobre la planta o proceso, en el sentido de corregir dicho alejamiento. El termostato del ejemplo anterior realizaría esta función.

Los sistemas en lazo cerrado son mucho menos sensibles a las perturbaciones que los de lazo abierto, ya que cualquier modificación de las condiciones del sistema afectará a la salida, pero este cambio será registrado por medio de la realimentación como un error que es en definitiva la variable que actúa sobre el sistema de control. De este modo, las perturbaciones se compensan, y la salida se independiza de las mismas.

### **5.1.3. Autómatas Programables**

Son equipos electrónicos, en general basados en microprocesadores, que aceptan señales de entrada para evaluar y generar salidas apropiadas para controlar máquinas o procesos.

Los controladores programables son de control lógico y su función lógica queda determinada por un programa introducido por el usuario en el que se indica el modo en que los dispositivos de salida funcionan en respuestas a los de entrada.

El programa se almacena en una memoria de lectura-escritura, por lo que puede introducirse una modificación en el proceso controlado mediante la programación

Para NEMA (The National Electrical Manufacturers Association), un autómata programable es un aparato electrónico que opera digitalmente y usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones, para implementar funciones específicas tales como lógica, secuencia, temporalización, conteo y aritmética para controlar máquinas o procesos por medio de módulos de entradas o salidas, analógicas o digitales.

Los primeros autómatas pretendían, básicamente, sustituir a los sistemas convencionales con relés o circuitos lógicos, con las ventajas evidentes que suponía tener un hardware estándar. Por ello nacieron los autómatas actuales que han mejorado sus prestaciones respecto a los primeros en muchos aspectos, pero fundamentalmente a base de incorporarse un juego de instrucciones más potente, mejorar la velocidad de respuesta y dotar al autómata de capacidad de comunicación.

**5.1.3.1. Unidad central de procesos (CPU).**- La CPU (Central Processing Unit), construida alrededor de un sistema microprocesador, es la encargada de ejecutar el programa de usuario y de ordenar la transferencia de información en el sistema de entradas/salidas.

Adicionalmente, puede también establecer comunicación con periféricos externos, como son la unidad de programación, monitores LED/LCD o TRC, otros autómatas u ordenadores, etc.

Para ejecutar el programa, CPU adquiere sucesivamente las instrucciones una a una desde memoria, y realiza las operaciones especificadas en las mismas.

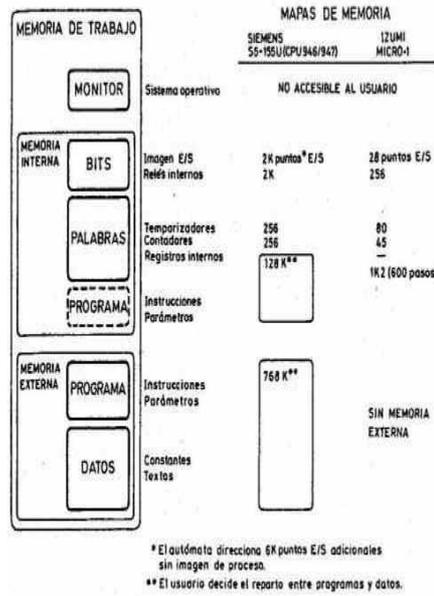
Esta decodificación puede realizarse mediante un sistema de lógica estándar con microprocesador más memoria, o puede estar programada por hardware (cableada) en el propio procesador, según diseño propio del fabricante utilizando tecnologías custom o personalizadas.

**5.1.3.1.1. Memoria del autómata.**- Según Pino Julián, en su tesis de Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua Salada <sup>3</sup>de la estación de descarga bared Universidad de Oriente, Barcelona, 2009, Pág. 28, 29, 30. La memoria de un trabajo es el almacén donde el autómata guarda todo cuanto necesita para ejecutar la tarea de control.

Una memoria de semiconductor es un dispositivo electrónico capaz de almacenar datos binarios (señales de niveles altos y bajos “unos” y “ceros”, denominadas bits), que pueden ser leídos posición a posición (bit a bit), o por bloques de ocho (byte) o dieciséis posiciones (Word).

---

<sup>3</sup> PINO VILLARROEL, Julián Antonio, Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua Salada de la estación de descarga bared Universidad de Oriente, Barcelona, 2009, Pág. 28, 29, 30.



**5.1.3.1.2. Memoria de programa.-** La memoria de programa, normalmente externa y enchufable a la CPU, almacena el programa escrito por el usuario para su aplicación. Adicionalmente puede contener datos alfanuméricos y textos variables, y también información parametrizada sobre el sistema, por ejemplo nombre o identificador del programa escrito, indicaciones sobre la configuración de E/S o sobre la red de autómatas, si existe, etc.

**5.1.3.1.3. Función del autómata programable.-** El autómata programable es un dispositivo de control principal de los sistemas automatizados. El autómata programable es un dispositivo de control principal de los sistemas automatizados en la industria. Controla las secuencias de arranque, operación y parada. Mediante el almacenamiento de los programas de control del equipo lógico y los datos del monitoreo de la condición de funcionamiento y los datos solicitados por el operador, el controlador envía comando a los dispositivos de control para regular la velocidad, la temperatura, la carga, el nivel y otras condiciones del sistema.

#### **5.1.4. Descripción general de un PLC.**

Por Lógica programable se entiende a los mecanismos con capacidad de realizar las principales funciones lógicas necesarias para la conducción de una máquina o un proceso, de acuerdo a un determinado programa memorizado y con un grado de flexibilidad extremadamente elevado.

El avance de la tecnología y el descenso de los costos permitieron el desarrollo de controladores capaces de suplantar en los sistemas de automatización de contactos, la lógica cableada por la lógica programada (Programmable Logic Controller).

Existen PLC que ofrecen las más variadas prestaciones, en principio solo podían manejar módulos de entrada/salida digital, y reemplazaban los mandos a contactores, a medida que fueron popularizándose, comenzaron a manejar otro tipo de información, por medio de módulos de entrada/salida analógicos, contadores, controladores de periféricos, redes, módulos de visión, controladores de servomecanismos, etc.

**5.1.4.1. Origen.-** El PLC (Control Lógico Programable) apareció con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays) a finales de los años 60.

La empresa Bedford Associates (Bedford, MA) propuso un sistema al que llamó Modular Digital Controller o MODICON a una empresa fabricante de autos en los Estados Unidos.

El MODICON 084 fue el primer PLC producido comercialmente.

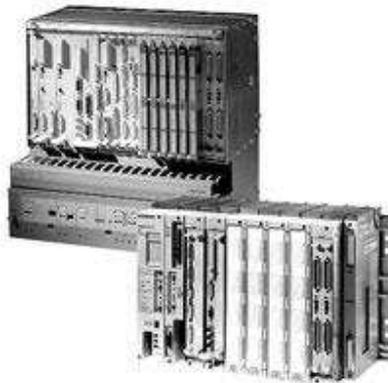
Con este Sistema cuando la producción necesitaba variarse, entonces se variaba el sistema y ya.

En el sistema basado en relés, estos tenían un tiempo de vida limitado y se necesitaba un sistema de mantenimiento muy estricto.

El alambrado de muchos relés en un sistema muy grande era muy complicado, si había una falla, la detección del error era muy tediosa y lenta.

Este nuevo controlador (el PLC) tenía que ser fácilmente programable, su vida útil tenía que ser larga y ser resistente a ambientes difíciles. Esto se logró con técnicas de programación conocidas y reemplazando los relés por elementos de estado sólido.

A mediados de los años 70, la AMD 2901 y 2903 eran muy populares entre los PLC MODICON. Por esos tiempos los microprocesadores no eran tan rápidos y sólo podían compararse a PLC pequeños.



Con el avance en el desarrollo de los microprocesadores (más veloces), cada vez PLC más grandes se basan en ellos.

La habilidad de comunicación entre ellos apareció aproximadamente en el año 1973. El primer sistema que lo hacía fue el Modbus de Modicon.

Los PLC podían incluso estar alejados de la maquinaria que controlaban, pero la falta de estandarización debido al constante cambio en la tecnología hizo que esta comunicación se tornara difícil.

En los años 80 se intentó estandarizar la comunicación entre PLC con el protocolo de automatización de manufactura de la General Motors (MAP).

En esos tiempos el tamaño del PLC se redujo, su programación se realizaba mediante computadoras personales (PC) en vez de terminales dedicadas sólo a ese propósito.

En los años 90 se introdujeron nuevos protocolos y se mejoraron algunos anteriores.

El último estándar (IEC 1131-3) ha intentado combinar los lenguajes de programación de los PLC en un solo estándar internacional.

Ahora se tiene PLC que se programan en función de diagrama de bloques, listas de instrucciones, lenguaje C, etc. al mismo tiempo. También se ha dado el caso en que computadoras personales (PC) han reemplazado a PLC.

La compañía original que diseñó el primer PLC (MODICON) ahora crea sistemas de control basados en PC.

**5.1.4.2. Programación del PLC.-** Los programas de aplicación que crean los usuarios están orientados a ejecutar, a través del controlador, tareas de automatización y control. Para ello, el usuario escribe el programa en el lenguaje de programación que mejor se adapte a su trabajo y con el que sienta poseer un mejor dominio.



En este punto es importante señalar, que algunos fabricantes no ofrecen todas las formas de representación de lenguajes de programación, por lo que el usuario deberá adaptarse a la representación disponible

Por otro lado, el conjunto de programas que realizan funciones operativas internas del controlador, incluyendo los traductores de lenguaje, reciben la denominación de programas del sistema o software del sistema.

Un elemento importante de éste, es el sistema operativo, cuyos servicios incluyen el manejo de los dispositivos de entrada y salida del PLC, el almacenamiento de la información durante largos períodos, el procesamiento de los programas del usuario, etc. Estos programas ya vienen escritos y están almacenados en una memoria No volátil dentro de la CPU, por lo tanto no se pierden ni alteran en caso de pérdida de alimentación al equipo. El usuario no tiene acceso a ellos.

**5.1.4.2.1. Programa y lenguaje de programación.**- Al igual como los PLC se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos.

Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y más versátiles instrucciones y con mayor poder de computación. Por ejemplo, los PLC pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevan cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque.

Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente.

Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

**5.1.4.2.2. Tipos de lenguajes de programación de PLC.-** En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLC que hay en el mercado. No obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación de PLC como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o Ladder
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones)
- Diagrama de funciones

Es obvio, que la gran diversidad de lenguajes de programación da lugar a que cada fabricante tenga su propia representación, originando cierta incomodidad al usuario cuando programa más de un PLC.

**5.1.4.2.3. La Norma IEC 1131-3.-** La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 1131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables. Uno de los objetivos del Comité fue crear un conjunto común de instrucciones que podría ser usado en todos los PLC. Aunque el estándar 1131 alcanzó el estado de estándar internacional en agosto de 1992, el esfuerzo para crear un PLC estándar global ha sido una tarea muy difícil debido a la diversidad de fabricantes de PLC y a los problemas de incompatibilidad de programas entre marcas de PLC.

El estándar IEC 1131-3 define dos lenguajes gráficos y dos lenguajes basados en texto, para la programación de PLC. Los lenguajes gráficos utilizan símbolos para programar las instrucciones de control, mientras los lenguajes basados en texto, usan cadenas de caracteres para programar las instrucciones.

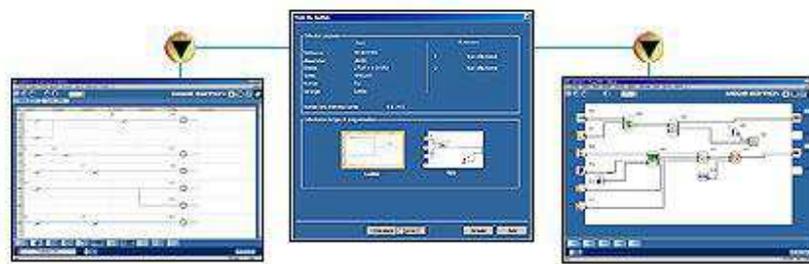
- Lenguajes Gráficos
- Diagrama Ladder (LD)
- Diagrama de Bloques de Funciones (FBD)

- Lenguajes Textuales
- Lista de Instrucciones (IL)
- Texto Estructurado (ST)

Adicionalmente, el estándar IEC 1131-3 incluye una forma de programación orientada a objetos llamada Sequential Function Chart (SFC). SFC es a menudo categorizado como un lenguaje IEC 1131-3, pero éste es realmente una estructura organizacional que coordina los cuatro lenguajes estándares de programación (LD, FBD, IL y ST).

La estructura del SFC tuvo sus raíces en el primer estándar francés de Grafset (IEC 848).

**5.1.4.2.4. Lenguaje LADDER.**- El LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes.



a) **Elementos de programación.**- Para programar un PLC con LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. En la siguiente

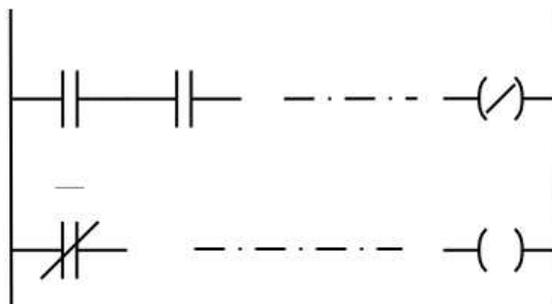
tabla podemos observar los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.

	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

b) **Programación.**- Una vez conocidos los elementos que LADDER proporciona para su programación, resulta importante resaltar cómo se estructura un programa y cuál es el orden de ejecución.

El siguiente esquema representa la estructura general de la distribución de todo programa LADDER, contactos a la izquierda y bobinas y otros elementos a la derecha.



En cuanto a su equivalencia eléctrica, podemos imaginar que las líneas verticales representan las líneas de alimentación de un circuito de control eléctrico.

El orden de ejecución es generalmente de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha, primero los contactos y luego las bobinas, de manera que al llegar a éstas ya se conoce el valor de los contactos y se activan si procede. El orden de ejecución puede

variar de un controlador a otro, pero siempre se respetará el orden de introducción del programa, de manera que se ejecuta primero lo que primero se introduce.

c) **Variables internas y bits de sistema.**- Las variables internas son bits auxiliares que pueden ser usados según convenga, sin necesidad de que representen ningún elemento del autómata. Se suele indicar mediante los caracteres B ó M y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas. Su número de identificación suele oscilar, en general, entre 0 y 255. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación.

Los bits de sistema son contactos que el propio autómata activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. Existe una gran variedad, siendo los más importantes los de arranque y los de reloj, que permiten que empiece la ejecución desde un sitio en concreto y formar una base de tiempos respectivamente. Su nomenclatura es muy diversa, dependiendo siempre del tipo de autómata y fabricante

**5.1.4.2.5. Lenguaje booleano.**- El lenguaje Booleano utiliza la sintaxis del Álgebra de Boole para ingresar y explicar la lógica de control. Consiste en elaborar una lista de instrucciones o nemónicos, haciendo uso de operadores Booleanos (AND, OR, NOT, etc.) y otras instrucciones nemónicas, para implementar el circuito de control. El lenguaje “Lista de Instrucciones” (IL) de la Norma IEC 1131-3, es una forma de lenguaje Booleano.

Ejemplo de programación Booleana:

A	I	2.3
A	I	4.1
O	I	3.2
=	Q	1.6

**5.1.4.2.6. Diagrama de funciones (FBD).**- Es un lenguaje gráfico que permite al usuario programar elementos (bloque de funciones del PLC) en tal forma que ellos aparecen interconectados al igual que un circuito eléctrico.

Generalmente utilizan símbolos lógicos para representar al bloque de función. Las salidas lógicas no requieren incorporar una bobina de salida, porque la salida es representada por una variable asignada a la salida del bloque.

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

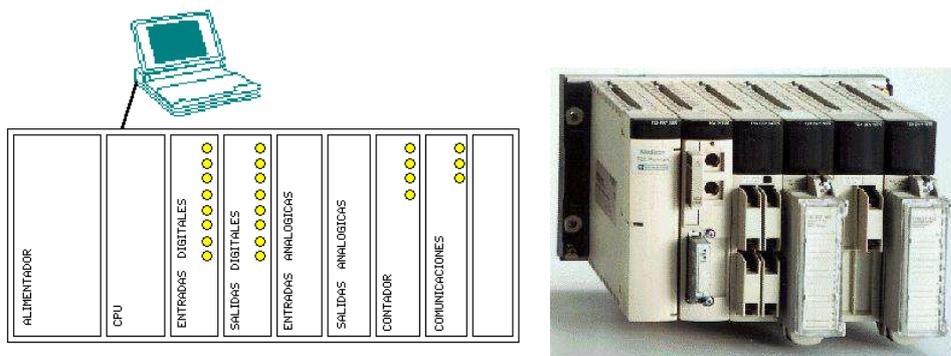
Adicionalmente a las funciones lógicas estándares y específicas del vendedor, el lenguaje FBD de la Norma IEC 1131-3 permite al usuario construir sus propios bloques de funciones, de acuerdo a los requerimientos del programa de control.

<b>TIMER AC</b> TIMER AC Temporizador. Función A/C (retraso en la apertura y el cierre)	<b>TIMER BH</b> TIMER BH Temporizador. Función BH (señal por impulsos ajustable)	<b>TIMER BW</b> TIMER BW Temporizador - Función BW (impulso en frontal)
<b>TIMER LI</b> TIMER LI Generador de impulsos (ajuste ON, ajuste OFF)	<b>BISTABLE</b> BISTABLE Función de telerruptor	<b>SET-RESET</b> SET-RESET Memoria biestable - Prioridad asignada al SET o al RESET
<b>BOOLEAN</b> BOOLEAN Permite crear ecuaciones lógicas entre las entradas conectadas	<b>CAM</b> CAM Programador de leva	<b>PRESET COUNT</b> PRESET COUNT Contador/descontador
<b>UP DOWN COUNT</b> UP DOWN COUNT Contador/descontador con preselección exterior	<b>PRESET H-METER</b> PRESET H-METER Contador horario (preselección de hora, minutos)	<b>TIME PROG</b> TIME PROG Programador horario, semanal y anual
<b>GAIN</b> GAIN Permite convertir un valor analógico mediante cambio de escala y offset	<b>TRIGGER</b> TRIGGER Define una zona de activación con histéresis	<b>MUX</b> MUX Funciones de multiplexado en 2 valores analógicos
<b>MAX COMP IN ZONE</b> MAX COMP IN ZONE Comparación de zona (Min. ◀ Valor ▶ Máx.)	<b>ADD/SUB</b> ADD/SUB Función de suma y/o resta	<b>MUL/DIV</b> MUL/DIV Función de multiplicación y/o división
<b>DISPLAY</b> DISPLAY Visualización de datos numéricos, analógicos, fecha, hora, mensajes para interface hombre-máquina.	<b>COMPARE</b> COMPARE Comparación de 2 valores analógicos gracias a los operadores =, >, <, <=, >=	<b>STATUS</b> STATUS Acceso a los estados del relé programable
<b>ARCHIVE</b> ARCHIVE Memorización de 2 valores simultáneamente	<b>SPEED COUNT</b> SPEED COUNT Contaje rápido hasta 1 kHz	
<b>Funciones SFC (2) (GRAFSET)</b>		
<b>RESET-INIT</b> RESET-INIT Etapa reinicializable	<b>INIT STEP</b> INIT STEP Etapa inicial	<b>STEP</b> STEP Etapa SFC
<b>DIV-OR 2</b> DIV-OR 2 Divergencia en O	<b>CONV-OR 2</b> CONV-OR 2 Convergencia en O	<b>DIV-AND 2</b> DIV-AND 2 Divergencia en Y
<b>CONV-AND 2</b> CONV-AND 2 Convergencia en Y		
<b>Funciones lógicas</b>		
<b>AND</b> AND Función Y	<b>OR</b> OR Función O	<b>NAND</b> NAND Función NO Y
<b>NOR</b> NOR Función NO O	<b>XOR</b> XOR Función O exclusivo	<b>NOT</b> NOT Función NO

**5.1.4.3. Estructura básica del PLC.-** El PLC es en toda su acepción del término, un computador especialmente diseñado para el entorno industrial, para ocupar el lugar de la unidad de mando del proceso productivo.

Consta sustancialmente de dos partes fundamentales, el hardware y el software.

**5.1.4.3.1. Características del hardware.-** El PLC se compone esencialmente de algunas partes comunes a todos los modelos, y otras que dependen de la envergadura del mismo y la aplicación en la cual será utilizado entre los cuales se compone:



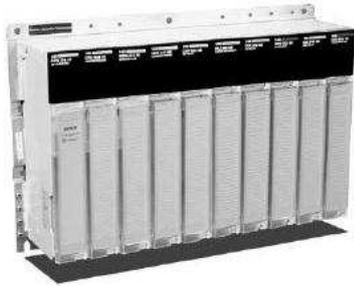
- Fuente de Alimentación.
- CPU.
- Módulos Inteligentes.
- Consola de programación.
- Módulo de Entrada.
- Módulo de Salida.
- Módulo Comunicaciones.



Podemos identificar dos tipos de autómatas de acuerdo a su estructura, pueden ser compactos o modulares.

En los compactos las interfaces de E/S son limitadas y el autómata no permite expansiones, generalmente son dispositivos de bajo costo.

En los modulares el PLC admite la configuración de hardware que esté disponible para su gama de productos correspondiente, y puede ser reconfigurado por medio de la incorporación o eliminación de módulos extraíbles.



PLC Modular



PLC Compacto

**5.1.4.3.1.1. Fuente de alimentación.**- Los alimentadores cumplen una tarea fundamental en la modulación ya que deben adaptar los niveles de alimentación de todo el rack, suministrada por la red.

**5.1.4.3.1.2. CPU.**- La Unidad Central de Procesos es el auténtico cerebro del sistema. Es el encargado de recibir órdenes del operario a través de la consola de programación y el módulo de entradas. Después las procesa para enviar respuestas al módulo de salidas.



**5.1.4.3.1.3. Módulos inteligentes.**- Basic: acepta programas en lenguaje básico y dispone de puentes de comunicaciones serie.

Permite la ejecución de operaciones complejas, cálculos estadísticos, gráficos, lectura de código de barras y puede conectarse a terminales, impresoras, etc.

ASCII transmite información en éste código con terminales, impresoras y dispositivos alfanuméricos no inteligentes.

Este módulo hace posible la interfaz con el usuario, ya que el PLC no dispone de cualidades para el manejo externo de información.

Entrada de alta velocidad posee condiciones para detectar memorizar y manipular trenes de pulsos que en razón de la alta velocidad con que se producen, la CPU no puede leer.

Los pulsos pueden provenir de encoders o detectores de alta velocidad., pueden detectar cambios de estado que se producen en 1 o 2 [mS].

**5.1.4.3.1.4. Consola de programación.**- La terminal o consola de programación es el que permite comunicar al operario con el sistema. Sus funciones son la transferencia y modificación de programas, la verificación de la programación y la información del funcionamiento de los procesos.

Por medio de las consolas de programación y un programa dedicado al PLC en particular, se pueden llevar a cabo los mandos operativos al PLC, on-line u off-line, a detallar:

- Posicionamiento en RUN del PLC
- Posicionamiento en STOP del PLC
- Lectura del programa
- Borrado del programa
- Transferencia del programa de y hacia los medios de almacenamiento externos / internos.

- Ingreso de las instrucciones
- Búsqueda de direcciones y parámetros
- Control de estado on/off de los I/O
- Control de almacenamiento de memoria
- Impresión del programa
- Control de la CPU
- Reinicialización del software

**5.1.4.3.1.5. Módulo de entrada.**- Aquí se unen eléctricamente los captadores (interruptores, finales de carrera...). La información que recibe la envía al CPU para ser procesada según la programación. Hay dos tipos de captadores conectables al módulo de entradas: los pasivos y los activos.

**5.1.4.3.1.6. Módulo de salida.**- Es el encargado de activar y desactivar los actuadores (bobinas de contactores, motores pequeños...). La información enviada por las entradas a la CPU, cuando está procesada se envía al módulo de salidas para que estas sean activadas (también los actuadores que están conectados a ellas). Hay tres módulos de salidas según el proceso a controlar por el autómeta: relés, triac y transistores.

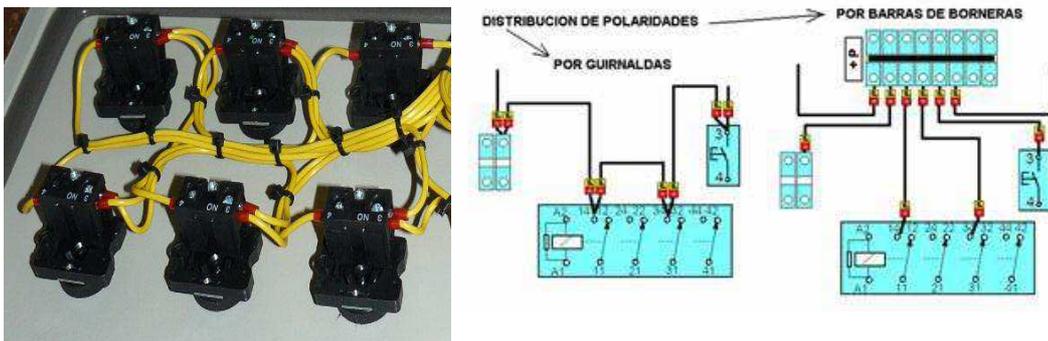
**5.1.4.4. Técnicas de automatización del PLC.**- Básicamente existen dos tecnologías que se emplean en la fabricación de automatismo.

**5.1.4.4.1. Lógica cableada.**- Denominamos conexión cableada a todos los controladores cuya función se determina mediante la conexión (cableado) de sus elementos individuales de conexión. Así, por ejemplo, se determina la función de control de un contactor mediante la selección de los elementos de conexión (abrir o

cerrar) y por las características de su conexión, (conexión en serie o conexión en paralelo).

Así el conocimiento de la lógica cableada es de fundamental importancia para quien programa un autómata programable o PLC. La lógica cableada más que una técnica, hoy en día constituye una filosofía que permite estructurar circuitos en forma ordenada, prolija y segura, sea en circuitos cableados o programados.

La estructura mecánica así como el cableado en el armario de distribución depende de la función del controlador. El montaje y cableado de un controlador programable puede efectuarse recién después de que se conozca su programa es decir, sus documentaciones de conexión.



**5.1.4.4.2. Estados OFF / ON.-** Desde un punto de vista teórico la lógica cableada opera de igual forma que la lógica tradicional, donde las variables solamente pueden tener dos estados posibles, “verdaderos” o “falsos”. En la lógica cableada “verdadero” es igual a un relé energizado o en ON, en el caso de los contactos el estado “verdadero” es el contacto CERRADO. En la lógica cableada un “falso” es igual a un relé des energizado o en OFF, para los contactos el estado “falso” es el contacto ABIERTO o estas puedes ser todas las estradas que cruzan por el circuito primario las abiertas.

Lógica	Circuito Digital	Lógica Cableada	Neumática / Óleo-Hidráulica
<b>FALSE</b> <i>falso</i>	<b>0</b> <i>cero</i>	OFF <i>contacto abierto</i> <i>relé desenergizado</i>	 <i>válvula cerrada</i>
<b>TRUE</b> <i>verdadero</i>	<b>1</b> <i>uno</i>	ON <i>contacto cerrado</i> <i>relé energizado</i>	 <i>válvula abierta</i>

En los circuitos electrónicos digitales o compuerta lógica, se utiliza el sistema numérico binario; donde verdadero es igual a “1” y falso es igual a “0”. Si se trata de un sistema neumático u óleo-hidráulico, “verdadero” es igual a una válvula ABIERTA y “falso” es igual a una válvula CERRADA. Si se trata del mando de la válvula, “verdadero” corresponde al mando accionado y “falso” corresponde al estado no accionado del mando.

**5.1.4.4.3. Lógica programada.**- En cambio la estructura y el cableado son ampliamente independientes de la función deseada del controlador. Al aparato de automatización se conecta todos los contactos emisores requeridos para la función del controlador (interruptores, pulsadores, barras de luz, etc.) y todos los aparatos activadores sujetos al controlador (contactores, válvulas, etc.).



**5.1.4.4.4. Fuente de poder.-** Este sistema juega uno de los mayores roles de operación total de controlador programable ya que su papel fundamental no es solamente la de suministrar los requerimientos de voltaje DC a los componentes del PLC (es decir, al procesador a la memoria y a las Entradas/Salidas), sino también, al monitor. Además debe regular el voltaje suministrado que permitirá operar al C.P.U.



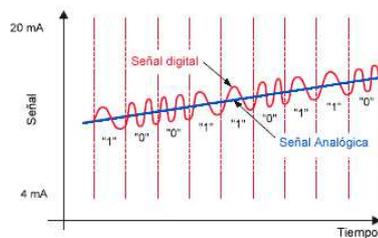
**5.1.4.4.5. Bastidor de entrada y salida.-** El bastidor de Entrada / Salida comprende el cableado del plano posterior y los conectores de borde del módulo que se requiere para dirigir la alimentación eléctrica y las señales de datos de hacia y desde los módulos instalados. La determinación del tamaño se refiere al número de módulos de Entradas / Salidas que pueden ser instalados en el bastidor además del módulo del PLC, el cual ocupa una ranura especial en la posición izquierda máxima del bastidor.

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

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos.

Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos.

Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767.



**5.1.4.4.7. Ventajas del PLC respecto de la lógica cableada.**- El mecanismo es de carácter standard, porque la variedad de los componentes que lo conforman es mínima, posibilita la ampliación y/o modificación del sistema mediante la sustitución o agregado de módulos.

En el caso de eliminación de una máquina/proceso, el sistema de control es reutilizable en otras aplicaciones.

Puede ser incorporado en máquinas/procesos ya funcionantes.

Es posible realizar modificaciones de programa con el sistema funcionando, lo que permite una óptima adaptación al proceso.

Posee interfaces de comunicaciones, impresoras y otros periféricos.

**5.2. Optimización de los recursos y realización de las prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la Escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.**

**5.2.1. Definición de Pasteurización**

El proceso de calentamiento recibe el nombre de su descubridor, el científico-químico francés Louis Pasteur (1822-1895). La primera pasteurización fue realizada el 20 de abril de 1864 por el propio Pasteur y su colega Claude Bernard.

Pasteurización, es el proceso térmico realizado a líquidos (generalmente alimentos) con el objeto de reducir los agentes patógenos que puedan contener: bacterias, protozoos, mohos y levaduras, que puedan estar en la mezcla reduciendo el número de los mismos, hasta un valor aceptable en condiciones tales que las temperaturas alcanzadas y el tiempo de exposición a las mismas permitan eliminar de las mezclas preparadas, los microorganismos peligrosos para la salud del ser humano.

Louis Pasteur mejoró la calidad de vida al hacer posible que productos alimenticios básicos, como la leche, se pudieran transportar largas distancias sin ser afectados por la descomposición. Y puedan ser consumidos por una población ayudando a fortalecer la dieta diaria a ingerir sin ocasionar daños a la salud. En la pasteurización, el objetivo primordial no es la "eliminación completa de los agentes patógenos" sino la disminución sustancial de sus poblaciones, reduciéndolas a niveles que no causen intoxicaciones alimentarias a los humanos (siempre que el producto pasteurizado se mantenga refrigerado correctamente y que se consuma antes de la fecha de caducidad indicada). Pasando estos productos por rigurosos controles de salud para garantizar su calidad y conservar sus nutrientes.

El objetivo de la pasteurización de la mezcla es la destrucción de las bacterias patógenas que tienen la capacidad de transmitir diversas enfermedades a los consumidores.

En la actualidad, la pasteurización de alimentos es objeto cada vez más polémicas por parte de ciertas agrupaciones de consumidores y nutricionistas en todo el mundo, debido a las dudas existentes sobre los controles de higiene y el grado de nutrición que estos aportan al desarrollo y crecimiento, cuestionándose el grado de destrucción de vitaminas y alteración de las propiedades organolépticas (sabor y calidad) de los productos alimenticios que se ofertan cada vez más en el mercado ofertando vitaminas en todos sus productos.

**5.2.1.1. Proceso de pasteurización.**- Consiste básicamente en someter a distintos alimentos a la acción del calor, para destruir cepas patógenas de microorganismos.

Muchos productos lácteos envasados han sido pasteurizados con métodos que prolongan su periodo de consumo sin riesgos conservando su calidad y valores nutricionales.

La pasteurización es un proceso térmico realizado a los alimentos: los procesos térmicos se pueden realizar con la intención de disminuir las poblaciones patógenas de microorganismos o para desactivar las enzimas que modifican los sabores de ciertos alimentos.

Hoy en día, la pasteurización se realiza a los alimentos en un proceso industrial continuo aplicado a alimentos viscosos, con la intención de utilizar la energía de manera eficiente y disminuir así también costes de producción.

La pasteurización, comprende la totalidad de los componentes: leche fluida, nata, leche en polvo, azúcares, estabilizadores, agua, etc. Lo correcto es la pasteurización total de la mezcla o mix.

Existen tres tipos de procesos bien diferenciados: pasteurización VAT o lenta, pasteurización a altas temperaturas durante un breve período (HTST, High Temperature/Short Time) y proceso a altas temperaturas (UHT, Ultra-High Temperature).

**5.2.1.2. Proceso de Pasteurizaje de la leche en el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos.**- Para realizar la pasteurización se debe llevar a cabo los siguientes pasos:

- Primero se calienta la leche con el vapor de agua que ingresa desde la caldera alcanzando temperaturas de entre 105 °C y los 112 °C, esto hace que la leche alcance los a 67 °C durante un tiempo aproximado de 10 a 12 minutos, una vez obtenido dicha temperatura cierra la llave de vapor, no puede pasar esta temperatura porque el sabor del queso sabría a cocinado.
- Se espera 30 minutos de cerrada la llave de vapor para que abran tres llaves al mismo tiempo, la trampa de condensa de vapor de agua, la llave de agua ambiente y la de desfogue o salida del agua ambiente este proceso dura 5 minutos pasado este tiempo se debe cerrar las tres llaves.
- Una vez cerradas todas las llaves se abre la de agua helada que ingresa desde el congelador a -5°C y al mismo tiempo se abra el retorno de agua helada al congelador que retorna con una temperatura de +5°C hasta que la leche alcance los 12°C para que la leche se pasteurice una vez alcanzada esta temperatura se procede al cierre las dos llaves heladas entrada y salida.

**5.2.1.3. Partes principales que conforman la pasteurizadora.**- Entre ellos tenemos la Caldera, Banco de hielo (Congelador) y el Tanque o tina de Proceso.

**5.2.1.3.1. Caldera.**- El caudal del vapor desde la caldera es de 10bhp pero la llave que entra el vapor por lo general la abren solo la mitad y entra a la pasteurizadora 2 a 3pci porque el tanque de acero solo soporta 4pci máximo 5pci.



**5.2.1.3.2. Congelador.**- Es aquella que alcanza bajas temperaturas, indispensable para la pasteurización, alcanza temperatura de hasta  $-10^{\circ}\text{C}$



**5.2.1.3.3 Tanque o tina de proceso.**- Es de acero inoxidable y soporta 4pci de presión puede llegar máximo a5pci, a presión más alta que esta se revienta la tina.

En todos los tipos de equipos, el calentamiento o la refrigeración se efectúan por intercambio de calor, a través de una pared metálica, entre la mezcla a pasteurizar, por una parte y un fluido refrigerante o calefactor por otra.

Los tipos de pasteurizadores se distinguen esencialmente por la extensión, la forma y la disposición de las superficies a través de las que tiene lugar el intercambio de calor. La cantidad de calor transmitida por la pared metálica está en función del coeficiente de transmisión de esta pared, de su superficie y de la diferencia de temperatura entre el mix y el fluido.



**5.2.1.3.4. Tipos de pasteurización.-** Como todos los productos lácteos, es obligatorio pasteurizar la mezcla por razones higiénicas. En cualquier caso, el calentamiento es necesario para disolver los ingredientes y para homogeneizarlos, por lo que la pasteurización no aumenta prácticamente el coste del proceso. El tratamiento se puede suministrar de varias formas distintas; las combinaciones más frecuentes son:

a. **Pasteurización baja.-** con una temperatura de 60 °C mantenido durante 30 minutos. Es un método lento y discontinuo, pero que presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche en los helados elaborados a partir de dicha materia prima. No se coagulan las albúminas ni las globulinas y el estado de los glóbulos grasos permanece inalterado. Este procedimiento se emplea muy poco; principalmente en las pequeñas fabricaciones.

b. **Pasteurización intermedia.-** A una temperatura de 70-72 °C durante 15 a 30 segundos.

c. **Pasteurización alta.-** A una temperatura de 83-85 °C durante 15-20 segundos. Este tratamiento es el que más se utiliza. Con este procedimiento se obtienen los mejores resultados; los helados presentan las mejores características geológicas y organolépticas, es el más económico y se adapta bien a las operaciones automatizadas.

Por lo tanto, las condiciones ideales de pasteurización dependen de diversos factores, como la composición de la mezcla y los ingredientes utilizados.

La pasteurización alta es preferida por su elevado efecto germicida, las modificaciones físico-químicas son bastante más acusadas que en la pasteurización intermedia, pues la mayoría de los fenómenos de desnaturalización se producen por encima de los 75 °C. Las pérdidas de vitaminas A, B1 y C se limitan al 20 %.

**5.2.1.4. Situación actual de la pasteurizadora en el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos.**- El taller de productos lácteos como se le denominó inicialmente, sirvió de base para llevar a cabo las actividades prácticas de la ULEAM del área de tecnología de los alimentos en la modalidad de procesamiento de lácteos, de tal manera que el taller solo se activaba cuando se hacían las prácticas del área ya referida, el resto del tiempo permanecía inactivo, fue hasta el año de 2009 que se procedió a la rehabilitación integral del taller que incluyó la infraestructura y el equipamiento así como la contratación de tres técnicos académicos para su operación, de esa época a la fecha la planta pasteurizadora e industrializadora de productos lácteos ha venido trabajando ininterrumpidamente, elaborando productos que son expendidos a la ciudadanía del cantón Chone.

**5.2.1.4.1. Objetivos de la planta.**- Tiene como objetivo:

- Servir de vínculo entre la producción primaria y la venta al consumidor.
- Convertirse en una planta modelo de industrialización láctea ante los productores de la región.
- Producir derivados lácteos con altos estándares de calidad e inocuidad.
- Apoyar la docencia, la investigación y la transferencia de tecnología.

**5.2.1.4.2. Funciones.**- La principal función de la planta tiene que ver con la transformación, a través de la cual se procura darle valor agregado al producto leche, este proceso constituye un eslabón de la cadena productiva.

Otra de las funciones importante que cumple la Planta Pasteurizadora e Industrializadora de Productos Lácteos, es la de apoyo a la docencia la cual incluye los programas de licenciatura y de postgrado. Del mismo modo, participa en proyectos de investigación.

Otra de las actividades donde se involucra a la planta tiene que ver con una función social, misma que se presenta a través de la impartición de cursos con lo cual se busca la transferencia de tecnología hacia los productores.

Producción: Con la transformación de la leche, se busca integrar los eslabones de la cadena productiva, y ofertar productos terminados inocuos.

Docencia: Dentro del sector, se identifican los elementos necesarios que permiten la formación académica de los alumnos. En este contexto se pueden ligar los elementos teóricos y prácticos de algunas Unidades de Enseñanza y Aprendizaje (ULEAM) Chone dentro de la formación curricular del Aprendizaje o la Maestría en Desarrollo.

En dicho programa curricular, se tienen contempladas actividades teórico-prácticas, para que en coordinación con los docentes que así lo requieran, sean apoyados para el desarrollo de las actividades académicas, involucrando aspectos de la producción con la transformación.

Por otro lado es importante destacar que para el total desarrollo en su formación, algunos alumnos buscan cumplir con su Servicio Social dentro de la Planta Pasteurizadora e Industrializadora de Productos Lácteos.

Investigación: Como parte de las actividades que se desarrollan dentro del sector, se encuentra el apoyo a los profesores e investigadores de la Facultad de Alimento, otras dependencias de la Universidad e incluso otras instituciones.

Además de ofrecer apoyo a los alumnos en la última parte de su formación, sobre todo aquellos que realizan trabajos de investigación con requisito para titularse o simplemente el desarrollo de proyectos de investigación.

Servicio: Existe dentro de la ULEAM Chone una constante preocupación por ofrecer a la sociedad una cultura de constante renovación, con ello una de las acciones que pretende la institución es mostrar a la comunidad un modelo productivo que conforme a las condiciones de la región muestren el ¿Cómo?, ¿Dónde? y ¿Por qué? producir y como ofertar diversos productos del área pecuaria, por lo tanto, dentro del sector se puede mostrar a las comunidades de la región cómo darle valor agregado al producto leche. Dentro de las actividades contempladas como parte de los servicios, se planea el desarrollo de cursos, pláticas y en general en la difusión técnicas entre los productores que lo soliciten.

## 5.2.2. Protecciones de la pasteurizadora del laboratorio de la escuela de ingeniería en alimentos

5.2.2.1. **Breaker Riel Mg 2P 32 Amp.** - Un disyuntor, interruptor automático (España), breaker o pastilla (México) es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o, en el que se ha producido un cortocircuito, con el objetivo de no causar daños a los equipos eléctricos.

A diferencia de los fusibles, que deben ser reemplazados tras un único uso, el disyuntor puede ser rearmado una vez localizado y reparado el daño que causó el disparo o desactivación automática.



5.2.2.2. **Fusible Cilíndrico CSC 10x38mm 2 Amp.**- En electricidad, se denomina fusible a un dispositivo, constituido por un soporte adecuado, un filamento o lámina de un metal o aleación de bajo punto de fusión que se intercala en un punto determinado de una instalación eléctrica para que se funda, por Efecto Joule, cuando la intensidad de corriente supere, por un cortocircuito o un exceso de carga, un

determinado valor que pudiera hacer peligrar la integridad de los conductores de la instalación con el consiguiente riesgo de incendio o destrucción de otros elementos.



**5.2.2.4. Electroválvula.-** Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoidal.

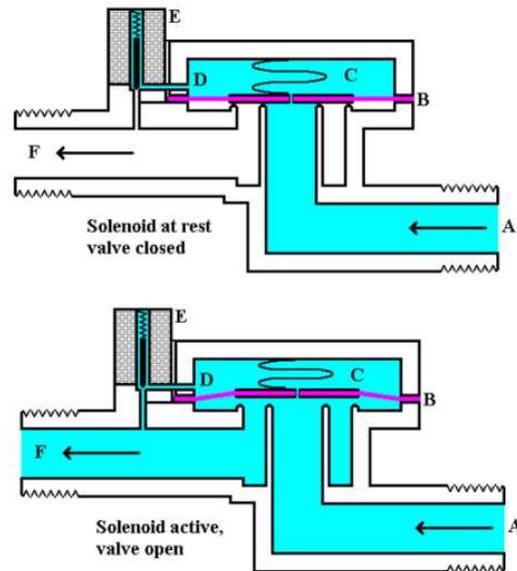
No se debe confundir la electroválvula con válvulas motorizadas, que son aquellas en las que un motor acciona el cuerpo de la válvula.



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

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

- a. **Entrada**
- b. **Diafragma**
- c. **Cámara de presión**
- d. **Conducto de vaciado de presión**
- e. **Solenoide**
- f. **Salida.**



**5.2.2.4. Control de temperatura digital TC – 72 N CAMSCO.**- Los Controles de Temperatura son un dispositivo preciso y confiable que permite controlar un rango específico de temperatura con altos requerimientos de exactitud y seguridad.



**5.2.2.5. Termocupla 0-800°C tipo k.**- Es la unión de dos metales en un extremo llamado junta de medición o junta caliente continuando hasta el extremo opuesto o junta de referencia / junta fría.

Se produce una fuerza electromotriz “FEM” que es resultado de la diferencia de temperatura entre la junta caliente y la junta fría.

TIPO K: El más usado en la industria debido a su confiabilidad y exactitud de calibración.

Muy buena respuesta en forma continua hasta 1260°C.

Se comporta muy bien en atmósferas oxidantes y es conveniente su protección en atmósferas reductoras.



### 5.2.3. Diseño y construcción del sistema de control automático de la pasteurizadora

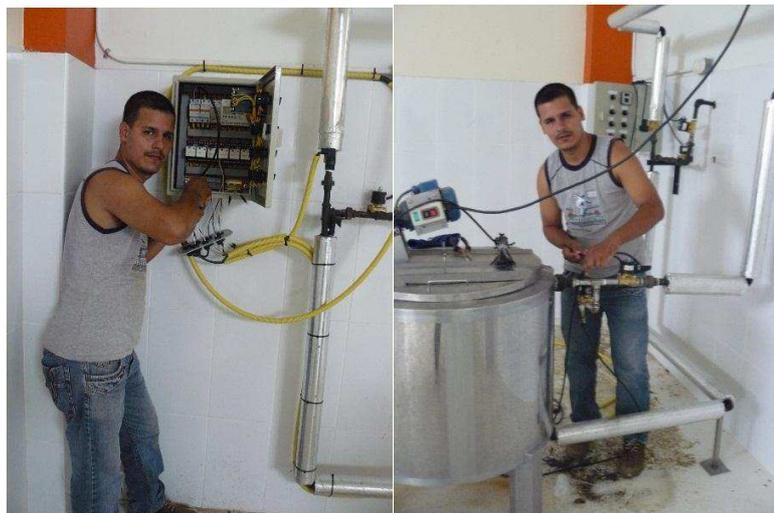
5.2.3.1. Estructura inicial de la pasteurizadora.- Los elementos que constituyen la pasteurizadora los nombramos a continuación:



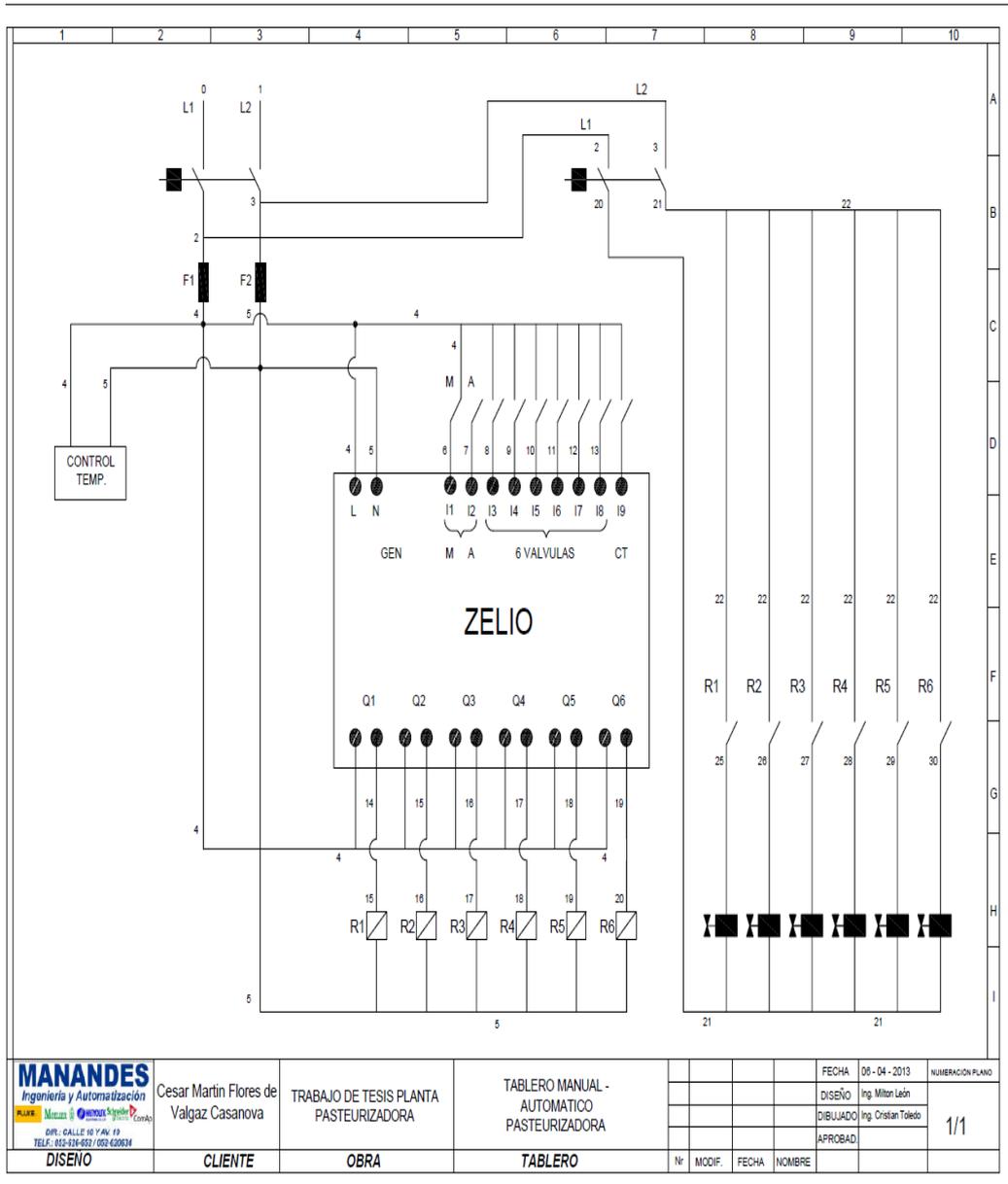
- 1 Llave de ½ pulgada de la entrada de Vapor.
- 2 Llave de ½ pulgada de la entrada de Agua Ambiente.
- 3 Llave de ½ pulgada de la entrada de Agua Helada.
- 4 Llave de ½ pulgada de retorno de Agua Helada.
- 5 Llave de ½ pulgada de Desfogue de Agua Ambiente.
- 6 Llave de ½ pulgada para la Trampa de Condensado de Vapor.
- 7 Tanque o tina de proceso.

**5.2.3.2. Sistema automático automatizada de la pasteurizadora.-**

Observamos el sistema que se utilizó para ser automatizado la pasteurizadora.



5.2.3.3. Diagrama.-



**5.2.3.4. Relés inteligentes programables.**- Los relés inteligentes programables pueden monitorear y controlar tus instalaciones sin personal a través de un módem GSM.

Una sola red universal para conectar los equipos al sistema de automatización, programa, simula, carga, modifica y supervisa cualquier instalación.



**5.2.3.5. Zelio SR2 Compact-A201FU.**- Los relés programables Zelio Logic están diseñados para realizar pequeñas aplicaciones de automatismos. Se utilizan en actividades industriales y del sector terciario.



**Zelio SR2 Compact**

[www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/ci/cap6.pdf](http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/ci/cap6.pdf)

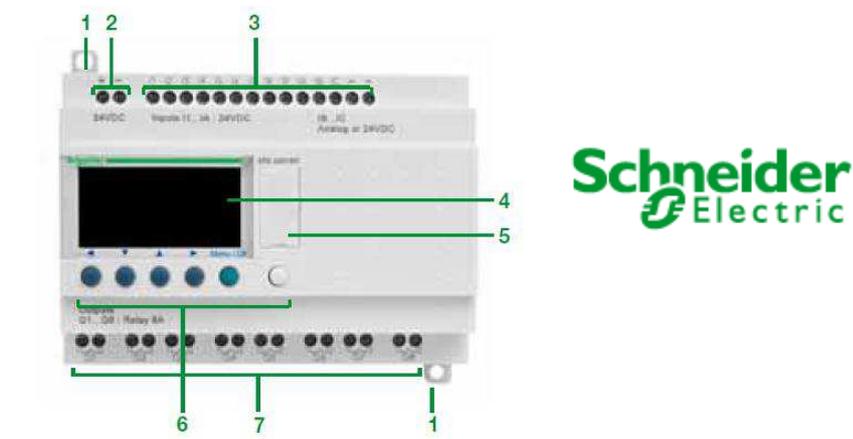
Se los utiliza en la industria en máquinas grandes y medianas (plástico, transformación de materiales), agrícolas (bombeo, irrigación, etc.) y de acabados pequeños como confección y ensamblaje.

En el sector terciario o edificios para la iluminación, puertas corredizas, climatización, etc.

Por ser compacto y fácil de instalar, supone una solución competitiva frente a otras de lógica cableada o de tarjetas específicas.

En esta ocasión lo utilice para programar el proceso la pasteurización de la pasteurizadora que está el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

**5.2.3.5.1 Descripción.-** Los módulos Zelio Logic compactos incluyen en la parte frontal:



1 Dos patas de fijación retráctiles.

2 Dos bornas de alimentación.

3 Bornas de conexión de las 12 entradas.

4 Un visualizador LCD retroiluminado de 4 líneas y de 18 caracteres.

5 Un emplazamiento para cartucho de memoria y conexión al PC o interface de comunicación por módem.

6 Un teclado de 6 teclas para la programación y el parametraje.

7 Bornas de conexión de las 8 salidas.

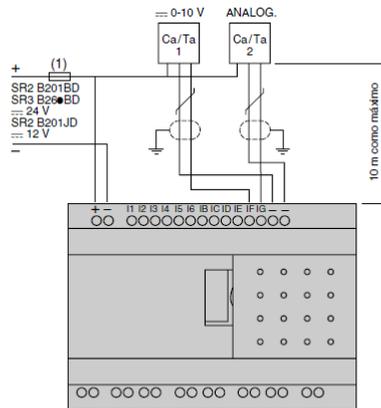
### Principal

Gama de producto	Zelio Relay
Nombre de serie	Universal
Tipo de producto o componente	Relé de conexión
Nombre de gama	RUM
LED de estado	Sin
Tipo de mando	Pulsador
Forma del pin	Cilíndrico
Tensión de circuito de control	120 V CA
Tipo de contactos y composición	2 C/A
Funcionamiento de contacto	Estándar
Supresión de interferencias de	Sin
Corriente térmica nominal	10 A en $\leq 55^\circ\text{C}$
Material de contactos	Aleación de plata (Ag/Ni)
Resistive rated load	10 A en 250 V AC 10 A en 28 V CC
Coefficiente de utilización	20 %
Límites tensión de funcionamiento nominal	96...132 V AC
Venta por cantidad indivisible	10

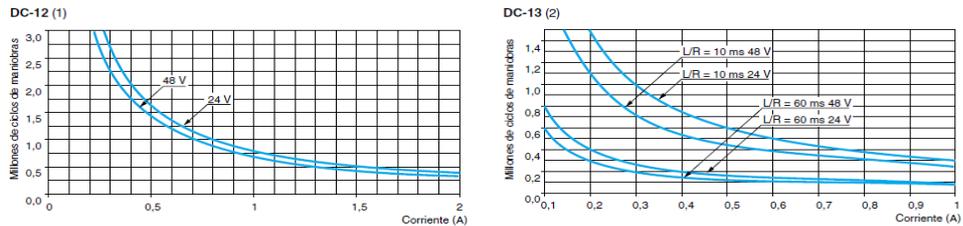
### Complementario

Tensión asignada de aislamiento	250 V de acuerdo con IEC 300 V de acuerdo con UL 300 V de acuerdo con CSA
[Uimp] Tensión asignada soportada al impulso	4 kV de acuerdo con IEC 61000-4-5
Intensidad asignada de empleo (Ie)	5 A (AC-1/DC-1) NC de acuerdo con IEC 10 A (AC-1/DC-1) NA de acuerdo con IEC 12 A en 28 V (DC-1) de acuerdo con UL 16 A en 277 V (AC-1) de acuerdo con UL
Corriente de conmutación mínim	10 mA
Tensión de conmutación máxima	250 V AC de acuerdo con IEC 250 V CC de acuerdo con IEC
Tensión de conmutación mínima	17 V
Capacidad de conmutación máxima	280 W , CC circuito 2500 VA , AC circuito
Capacidad de conmutación mínima	170 mW
Cadencia máxima	$\leq 200$ cyc/mn (sin carga) $\leq 30$ cyc/mn (en carga)
Durabilidad mecánica	5000000 cycles
Endurancia eléctrica	100000 cycles para resistivo carg
Consumo medio en W	1,4 W , CC circuito
Consumo medio en VA	2..3 , AC circuito
Umbral tensión desconexión	$\geq 0,15 U_c$ (AC control) $\geq 0,1 U_c$ (CC control)

**5.2.3.5.2. Conexión de las entradas analógicas.-** Estas conexiones se las realiza en la parte superior del Zelio compacto.

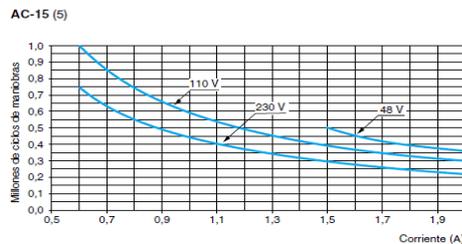
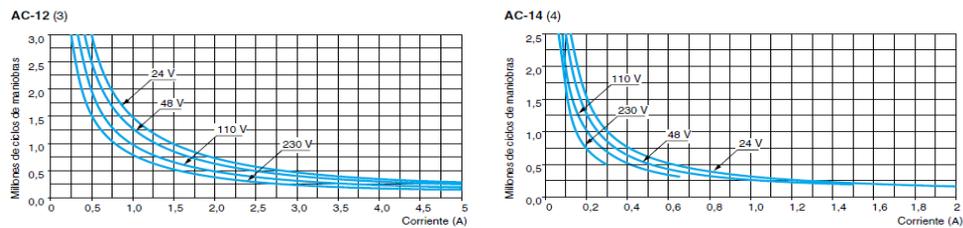


**5.2.3.5.3. Curvas.-** La durabilidad eléctrica de las salidas es en millones de ciclos de maniobras, según IEC 60947-5-1



(1) DC-12: control de cargas óhmicas y de cargas estáticas aisladas por fotoacoplador,  $L/R \leq 1$  ms.  
 (2) DC-13: control de electroimanes,  $L/R \leq 2 \times (U_e \times I_e)$  en ms,  $U_e$ : tensión de utilización,  $I_e$ : corriente de utilización (con un diodo de protección en la carga, es necesario utilizar las curvas DC-12 con un coeficiente 0,9 en el número de millones de ciclos de maniobras).

**Cargas alimentadas en corriente alterna**



**5.2.3.5.4. Su Programación.**- Su programación es sencilla, debido al carácter general de los lenguajes y cumple exigencias del diseñador de automatismos y las expectativas del Ingeniero Eléctrico. La programación se puede realizar de forma independiente utilizando el teclado del módulo Zelio SR2. En el PC con el software “Zelio Soft 2”.

En PC, la programación se puede efectuar bien en lenguaje de contactos (LADDER), bien en lenguaje de bloques de función (FBD).

**5.2.3.5.5. Retroiluminación de la pantalla LCD.**- La retroiluminación del visualizador LCD realiza activando una de las 6 teclas.

**5.2.3.5.6. Autonomía.**- La autonomía del reloj, garantizada por una pila de litio, es de 10 años.

La copia de seguridad de los datos (valores de preselección y valores actuales) queda garantizada mediante una memoria Flash EEPROM (10 años).

**5.2.3.5.7. Modos de introducción de los esquemas de mando.**- El modo “introducción Zelio” permite al usuario que ha programado directamente en el producto Zelio Logic recuperar la misma ergonomía cuando utiliza por primera vez el software.

El modo “introducción libre”, más intuitivo, es muy cómodo de utilizar y aporta numerosas funciones adicionales.

El modo “introducción libre” también permite crear nemotécnicos y comentarios asociados a cada línea de programa.

Se puede pasar de un modo de introducción a otro en cualquier momento con un movimiento del ratón.

Es posible programar hasta 120 líneas de esquemas de mando, con 5 contactos y una bobina por línea de programación.

**5.2.3.6. Relé Universal enchufable RUM-C2AB1F7 Telemecanique.**- El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

Fue inventado por Joseph Henry en 1835. Dado que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, como un amplificador eléctrico.

Como tal se emplearon en telegrafía, haciendo la función de repetidores que generaban una nueva señal con corriente procedente de pilas locales a partir de la señal débil recibida por la línea. Se les llamaba "relevadores" de ahí "relé"

**5.2.3.6.1. Descripción del relé.**- Describimos a continuación sus partes:



- 1 Un pulsador de impulso permite la prueba de los contactos (verde: c, rojo: a).
- 2 Un piloto mecánico permite ver el estado del relé.
- 3 Un pestillo extraíble permite el forzado mantenido de los contactos en el marco de secuencias de pruebas o de mantenimiento. En explotación, este pestillo debe estar siempre bajada.

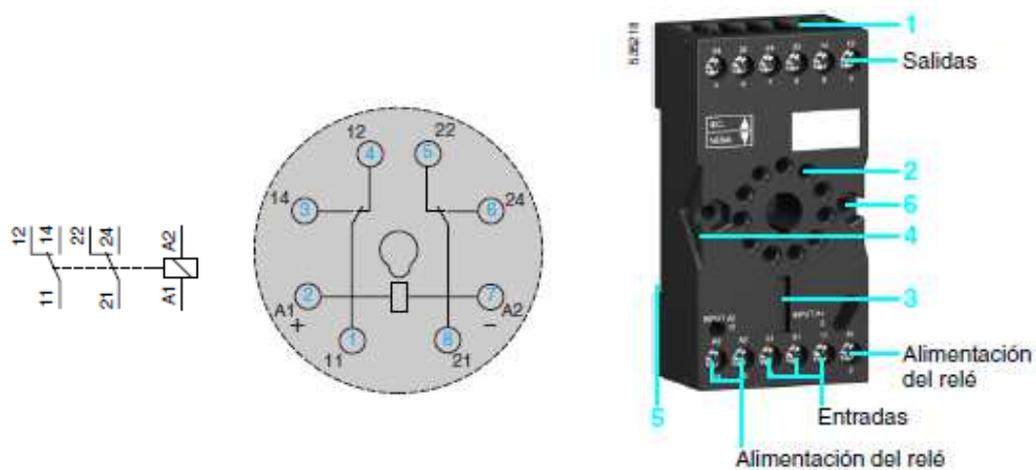
4 Un LED (según la versión) permite ver el estado del relé.

5 Una etiqueta extraíble permite referenciar el relé.

6 Ocho y once o catorce patillas de tipo Faston.

7 Una zona de sujeción del producto.

**5.2.3.6.2. Descripción de la base.-** Están constituidas de la siguiente manera en contactos mixtos y contactos separados.



**a. Bases con contactos mixtos**

1 Conexión mediante conector.

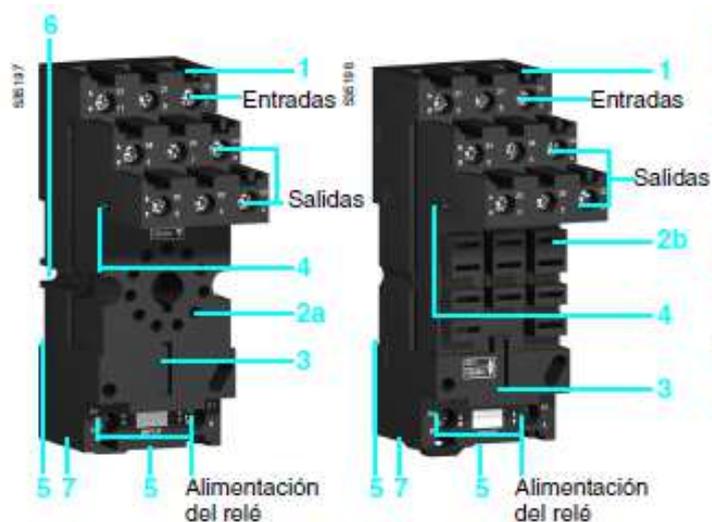
2 Ocho u once contactos hembra para las patillas cilíndricas del relé.

3 Emplazamiento para los módulos de protección o el módulo de temporizador.

4 Elemento de enclavamiento para el estribo metálico de mantenimiento.

5 Emplazamiento para montaje sobre perfil 5.

6 Dos taladros de fijación para montaje en panel.



#### **b. Bases con contactos separados**

1 Conexión mediante conector.

2 a Ocho u once contactos hembra para las patillas cilíndricas del relé.

2 b Once contactos hembra para las patillas planas del relé.

3 Emplazamiento para los módulos de protección o el módulo de temporizador.

4 Elemento de enclavamiento para el estribo metálico de mantenimiento.

5 Emplazamiento para montaje sobre perfil 5 con su clip de fijación.

6 Dos taladros de fijación para montaje en panel.

7 Emplazamiento para peines de conexión.

Las entradas se combinan con la alimentación del relé y las salidas de forma opuesta a la base.

Las entradas y salidas están separadas de la alimentación del relé.

**5.2.3.7. Funcionamiento de la pasteurizadora.**- Primero se calienta la leche con el vapor de agua que ingresa desde la caldera alcanzando temperaturas de entre 105 °C y los 112 °C, esto hace que la leche alcance los a 67 °C durante un tiempo aproximado de 10 a 12 minutos, una vez obtenido dicha temperatura cierra la electroválvula de vapor, no puede pasar esta temperatura porque el sabor del queso sabría a cocinado.

Se espera 30 minutos de cerrada la electroválvula de vapor para que abran tres electroválvulas al mismo tiempo, la electroválvula de la trampa de condensos agua, la electroválvula de agua ambiente y la electroválvula de desfogue o salida del agua ambiente este proceso dura 5 minutos pasado este tiempo se debe cerrar las tres electroválvulas.

Una vez cerradas todas las electroválvulas se abre la electroválvula de agua helada que ingresa desde el congelador a -5°C y al mismo tiempo se abra la electroválvula de retorno de agua helada al congelador que retorna con una temperatura de +5°C hasta que la leche alcance los 12°C para que la leche se pasteurice una vez alcanzada esta temperatura se procede al cierre las dos electroválvulas heladas, entrada y salida.

**5.2.3.8 Otros tipos de Funcionamiento que se le puede dar a la pasteurizadora.**- Entre ellos tenemos:

**5.2.3.8.1. Elaboración de queso fresco pasteurizado.**- El queso puede ser definido como el producto resultante de la concentración de una parte de la materia seca de la leche, por medio de una coagulación.

Salvo pocas excepciones, los métodos de fabricación y de control de la fermentación del queso fueron descubiertos y desarrollados empíricamente, y es así que resultan productos que son típicos de una determinada zona o clima o lugar; sin embargo, el

desarrollo tecnológico y de la microbiología hace que hoy día en cualquier lugar pueden reproducirse los quesos que en un tiempo resultaron típicos de un cierto lugar.

➤ **Materiales**

- Leche
- Cuajo
- $\text{CaCl}_2$
- Sal
- Marmita
- Lira
- Agitador
- Moldes
- Mesa de moldeo
- Balanza gramera
- Vaso de precipitación
- Fundas plásticas

➤ **Procedimiento**

- a. Recepción de la leche (debe cumplir con los requisitos, según norma INEN 09)
- b. Filtrar para retirar impurezas.
- c. Pasteurizar por el método LTLT, a marmita abierta.
- d. Enfriamiento hasta  $40\text{ }^\circ\text{C}$  , (en este punto se puede agregar fermento láctico)
- e. Adición de cloruro de calcio, según recomendaciones del fabricante. (en polvo generalmente de 20-30 g/l). Es aconsejable esperar unos 5 minutos para que actúe el calcio.
- f. Reposo: 30 a 40 min.

- g. Cortar la cuajada horizontal, vertical y transversalmente, tamaño haba 1.5 a 2 cm).
- h. Realizar un primer batido por 10 min, que sea lento al inicio y aumentar la intensidad gradualmente y luego dejar en reposo.
- i. Separar un volumen de suero correspondiente al 35% del volumen de leche original.
- j. Lavar la cuajada con agua sal a una temperatura alrededor de 50°C.
- k. Realizar un 2do. batido: 5 min.
- l. Separar un 75% del volumen de suero.
- m. Moldear llevando la cuajada a los moldes de acero inoxidable.
- n. Realizar un prensado natural por volteos. Completar 4 volteos.
- o. Salar en salmuera de 19 ° Be a 10 °C por un lapso de 1 – 2 horas.
- p. Escurrir los quesos y refrigerar hasta el siguiente día. Tomar el peso de una muestra.
- q. Enfundar los quesos. Pesarse la muestra y observar la pérdida de peso.

➤ **Resultados**

- a) Reportar el rendimiento del producto obtenido.
- b) Determinar el porcentaje de pérdida de peso después del moldeo hasta el empacado.
- c) Realizar el cálculo utilizando **las cifras significativas** de los componentes que pasan al queso para determinar la cantidad de leche necesaria para obtener 1 kg de queso fresco y comparar con datos bibliográficos.
- d) Realizar un balance de costos por kg de queso fresco.

**5.2.3.8.2. Fabricación del queso Mozzarella (Pasta Hilada)**.- Bajo esta denominación distintiva y especial, se comprenden los productos lácteos que, para su transformación en queso, han sufrido un proceso bioquímico especial que, ha dado por resultado que la leche coagulada, presente un aspecto, textura y consistencia

particulares, gracias a las que es posible extender e “hilar” la cuajada que ha adquirido oportunamente, una cierta plasticidad que permite, entonces extender y estimar la masa que, por otra parte mantiene casi intactas la composición y propiedades de la leche original, salvo la migración o pérdida de una parte de calcio primitivo que constituyó el fosfocaseinato de calcio de la leche.

El queso “Mozzarella” es uno de los más apreciados de procedencia Italiana que para su obtención se utilizaba exclusivamente la leche de búfala, animal que encontró magnífica aclimatación. Hoy en día se lo hace también y de preferencia con leche de vaca. El nombre de “Mozzarella” deriva del término “mozzare”, que significa cortar, quitar, trincar, quitar algo.

➤ **Materiales**

- Leche
- Cuajo
- Sal
- Fermento
- Marmita
- Lira
- Agitador
- Termómetro
- Moldes
- Mesa de moldeo.
- Lienzo

➤ **Procedimiento**

- a. La leche que se recibe debe ser pasada a través de un tamiz para eliminar las impurezas que llegan del lugar de origen, se mide el volumen y se procede a pasteurizar: 65 °C por 30 minutos pasado éste tiempo se enfría más o menos a

36°C, temperatura óptima para agregar y desarrollar el fermento añadido en una proporción del 1 %.

- b.** Se deja fermentar durante un tiempo suficiente que permita llegar la acidez a unos 50 – 60 °C Dornic (pH 5.0 -5.2), aproximadamente. (En otros países algo más).
- c.** Se procede a agregar CaCl<sub>2</sub>. Se añade el cuajo (Según la dosis que recomiende el fabricante del mismo).
- d.** Pasado el tiempo de coagulación, esto es, 30-45 minutos, hasta que se forme el gel o cuajada firme, se procede al corte de la misma valiéndose de una lira, el mismo debe hacerse en forma transversal y longitudinal para obtener cubitos de aproximadamente 1,5-2 cm, de espesor. Se bate por un lapso de 5 min y se deja en reposo para que libere el suero lo suficiente (5 minutos).
- e.** Calentar la cuajada por un tiempo de 20 min hasta 42 °C. Agitar durante el proceso.
- f.** Se procede a desuerar hasta que la cuajada permita ser recogida para trasvasar a una mesa inclinada. En éste instante la masa está lista para ser “hilada”.

El proceso de “hilado” consiste en someter a la masa (pH = 4.8 – 5.1), previamente troceada en agua a 70-80 °C, temperatura que permitirá que la masa estire y a la vez que se una formando una sola pasta manejable. Se estira todo el conjunto unas 3 a 4 veces y se procede a hilar obteniéndose “bolas” de queso de aproximadamente medio kilo.

Se procede al salado sumergiendo los quesos a una solución de salmuera del 18-20% por un tiempo de 1 a 2 horas.

Para cierta variedad de queso de pasta hilada como el “Provolone” el producto se ahúma en una cámara con las condiciones adecuadas para obtener más aroma y sabor.

**5.2.3.8.3. Elaboración de dulce de leche.**- El dulce de leche empezó siendo un postre tradicional criollo y casero, y desde inicios del siglo pasado fue iniciada su preparación industrial. Hoy en día es un producto de gran acogida comercial y de amplio uso.

Algunas veces se ha confundido los términos: dulce de leche, leche concentrado azucarado o leche condensada; pero es necesario distinguir que el dulce de leche es el resultado de la concentración de la leche sana que además es pura y fresca, con azúcar de caña o remolacha, efectuadas en recipientes abiertos, es decir a presión normal y por calentamiento a fuego directo, en Baño María, o a vapor, realizada con una agitación de la masa, hasta que alcance la concentración y la consistencia adecuada.

➤ **Objetivo.**- Aplicar la técnica de elaboración de productos concentrados para obtener dulce de leche con las características adecuadas.

➤ **Materiales**

- Cocina industrial
- Olla
- Termómetro
- Cernidor o tamiz
- Azúcar
- Bicarbonato de sodio
- Canela en polvo
- Envases

➤ **Procedimiento**

- a. Recepción: A más de cumplir con los requisitos generales, la leche no debe tener más de 20° Dornic.

- b.** Calentamiento: Se lleva la leche a la olla de cocción o al recipiente adecuado y se calienta hasta los 70°C. Luego se divide en dos partes la leche, el 50% que queda en la olla de cocción se agrega el azúcar y el bicarbonato, y se agita continuamente para disolver el azúcar. Este paso sirve para disolver completamente el azúcar y el bicarbonato. Si no se realiza correctamente este pasó, el azúcar tiende a caramelizar, especialmente aquella que queda junto a las paredes.
- c.** Filtrado: Se hace mediante un tamiz adecuado, tratando con esto que las impurezas especialmente del azúcar queden retenidas. En este punto deben unirse el otro 50% de la leche.
- d.** Cocción: Se realiza en la olla de cocción, llevando el producto a una vigorosa ebullición que durará aproximadamente 2 horas, tiempo en el cual se debe agitar constantemente, ya que la espuma puede salir del recipiente. Si se desea adicionar la canela en polvo para darle sabor al producto.  
La cocción finaliza cuando el refractómetro marca 68 - 70° Brix es decir el contenido de azúcares es alrededor del 70%.
- e.** Envasado: Realizar en caliente utilizando envases limpios y esterilizados, dejando un medio cm. del borde superior.
- f.** Enfriado: Debido a que el producto está caliente no es posible tapanlo inmediatamente, ya que el agua se condensara por el vapor del producto; se espera el tiempo necesario de enfriamiento para tapanlo.
- g.** Almacenamiento: Se almacena en un lugar fresco y ventilado, libre de humedad.

## **CAPÍTULO II**

### **6. HIPÓTESIS**

El diseño y la construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del laboratorio de alimentos ayudarán a optimizar los recursos y realizar prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

## **6.1. VARIABLES**

### **6.1.1. Variable Independiente**

Diseño y Construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del Laboratorio de Alimentos.

### **6.1.2. Variable Dependiente**

Optimización de los recursos y realización de las prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la Escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

### **6.1.3. Término de relación**

Ayudará.

## **CAPÍTULO III**

### **7. METODOLOGÍA**

En el desarrollo del proyecto la metodología que se aplicó en la automatización de la pasteurizadora en el Laboratorio de Alimentos la inicié con una investigación de campo ya que es un conjunto de métodos, técnicas y procedimientos sistemáticos que se utilizan para obtener respuestas al problema planteado.

Luego se aplicó una investigación bibliográfica por cuanto la investigación se apoya en información de libros, internet y en folletos, etc. Permitiéndome manejar a mi criterio las variables aplicadas en este proyecto.

#### **7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El proyecto lo realicé con una investigación propia de campo, ya que la misma se la obtiene de forma directa en el Laboratorio de Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone e investigativo en el momento de diseñar y construir las debidas protecciones y funcionamiento óptimo para la pasteurizadora.

#### **7.2. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

Se empleó el nivel implementativo ya que se instalaron las debidas protecciones y materiales para ser automatizada la pasteurizadora.

#### **7.3. MÉTODOS**

En el desarrollo del proyecto los métodos empleados son los siguientes; bibliográfico, experimental y explicativo.

**7.3.1. El método bibliográfico.**- Es el conjunto de técnicas y estrategias que se emplean para localizar, identificar y acceder a aquellos documentos que contienen la información pertinente para la investigación.

Este método me permite utilizar una serie de información detallada obteniendo los conocimientos necesarios para llevar a cabo el proyecto de forma más amplia y precisa con datos pertinentes relacionados con mi investigación.

**7.3.2. El método experimental.**- En este método el investigador interviene sobre el objeto de estudio modificando a esta directa o indirectamente para crear las condiciones necesarias que permitan revelar sus características fundamentales y sus relaciones esenciales, modificando las condiciones bajo las cuales tiene lugar el proceso o fenómeno que se estudia.

**7.3.3. El método explicativo.**- Busca encontrar las razones o causas que ocasionan ciertos fenómenos. Su objetivo es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste. Están orientados a la comprobación de hipótesis, identificación y análisis de las causales (variables independientes) y sus resultados, los que se expresan en hechos verificables (variables dependientes).

A través de este método se demuestra la capacidad de análisis, síntesis e interpretación.

#### **7.4. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

En la realización del proyecto se utilizaron varias técnicas al existir las debidas necesidades que me permitieron obtener datos reales sobre la necesidad de automatizar de la pasteurizadora y resolver el problema tales como: observación, entrevista, encuesta y la tabulación de los datos recolectados.

**7.4.1. Observación.** Se aplicó para identificar el sitio donde se iba a realizar el trabajo de investigación e implementación.

**7.4.2. Encuesta.** Se la realizó a los y las estudiantes de la escuela de ingeniería en alimentos.

**7.4.3. Entrevista.** Se la aplicó al inicio y durante el proceso de investigación a los encargados del laboratorio de la escuela de Ingeniería de Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

## 7.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

**7.5.1. Población.-** La población investigada para la realización del proyecto fue integrada por los alumnos y alumnas de la escuela de ingeniería en alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

**7.5.2. Muestra.-** Se encuestaron a 87 estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

Lugar	Población	Muestra	Porcentaje
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone	Estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos	87	100%
Total general		<b>87</b>	<b>100%</b>

## **8. MARCO ADMINISTRATIVO**

### **8.1. Recursos Humanos**

- Investigador: Flores de Válgaz Casanova César Martín.
- Sr Castro Richard encargado del Laboratorio de Alimentos.
- Sr Vera Fabián ayudante del encargado del Laboratorio de Alimentos.
- Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Ingeniero Eléctrico José Mendoza.
- Ingeniero Eléctrico Lucio Valarezo Molina Director de Tesis.
- Ingeniero Ramón Zambrano Coordinador de la escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Ingeniero Milton León Asesor Técnico de la empresa Manandes.
- Ingeniero Cristian Toledo Gerente General de la empresa Manandes.
- Ingeniero Wilson Gudiño ayudante de la instalación del módulo de la empresa Manandes.

### **8.2. Recursos Materiales**

- Internet.
- Computadora.
- Cámara.
- Materiales de oficina.
- Memoria externa.
- CD.
- Zelio de 100/240 VAC 12 entradas y 8 salidas.
- Relé de 8 pines de 120 VAC.
- Base para el relé.
- Breaker de 32 y 20 amperios.
- Porta fusible.

- Fusible de cilíndrico de 2 amperios.
- Riel.
- Canaleta.
- Puntera.
- Tablero metálico 40x30x20 cm.
- Cable # 18 y # 16 flexible.
- Electroválvula.
- Control de temperatura digital.
- Termocupla.

### 8.3. Recursos Financieros

<b>CANTIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	Zelio de 100/240 VAC	\$ 250,00	\$ 250,00
6	Relé de 8 pines	\$ 15,32	\$ 91,92
6	Base para el relé.	\$ 5,30	\$ 31,80
1	Breaker de 32 amperios.	\$ 12,22	\$ 12,22
1	Breaker de 20 amperios.	\$ 12,22	\$ 12,22
2	Porta fusible.	\$ 6,74	\$ 13,48
2	Fusible de cilíndrico de 2 amperios.	\$ 0,50	\$ 1,00
1	Riel.	\$ 3,10	\$ 3,10
2	Canaleta.	\$ 6,05	\$ 12,10
300	Puntera.	\$ 0,02	\$ 6,00
50	Cable # 18 flexible.	\$ 0,25	\$ 12,50
30	Cable # 16 flexible.	\$ 0,45	\$ 13,50
1	Tablero metálico 40x30x20 cm.	\$ 38,00	\$ 38,00
1	Electroválvula Genebre	\$ 320,00	\$ 320,00
5	Electroválvula normal	\$ 98,00	\$ 490,00

20	Cable # 16 concéntrico.	\$ 0,65	\$ 13,00
1	Control de temperatura digital	\$ 80,00	\$ 80,00
1	Termocupla.	\$ 75,00	\$ 75,00
1	Viáticos	\$ 200,00	\$ 200,00
1	Varios	\$ 50,00	\$ 50,00
1	Transporte	\$ 80,00	\$ 80,00
	SUBTOTAL		\$ 1805,84
	IVA 12 %		\$ 216,70
	TOTAL		\$ 2022.54

Presupuesto total \$ 2,022.54 financiado por el autor.

#### **8.4. Recursos Institucionales**

- Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

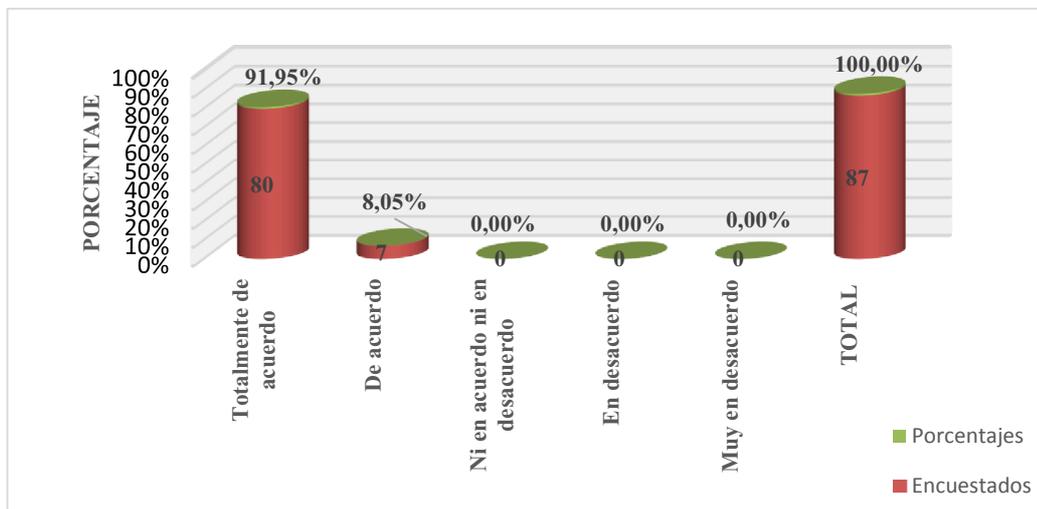
## CAPÍTULO IV

### 9. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE DATOS

La encuesta realizada fue integrada a los alumnos y alumnas de la escuela de ingeniería en alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, aportando sus conocimientos nos dieron los siguientes resultados.

a) **Pregunta # 1 ¿Considera usted que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos ayudará a los procesos industriales?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	80	91,95%
De acuerdo	7	8,05%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

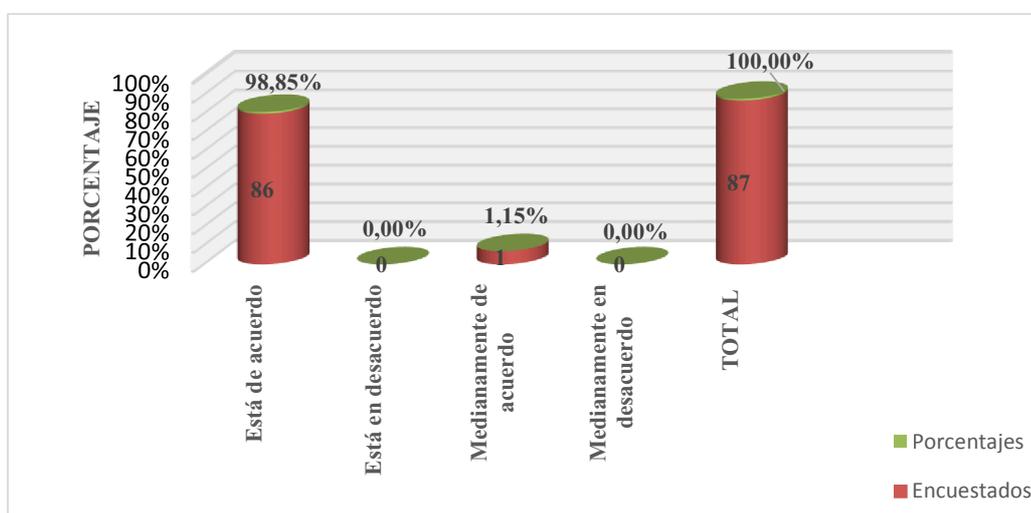
**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos visualizar el 91,95% de los y las estudiantes de Ingeniería en Alimentos están totalmente de acuerdo y consideran que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos ayudará a los procesos industriales, mientras que el 13,33% de los encuestados están de acuerdo en que la automatización de la pasteurizadora ayudará en los procesos industriales.

Estos datos me confirman la importancia de la automatización en los procesos industriales, lo que me indica que era factible la realización de esta tesis.

b) **Pregunta # 2 ¿Cree usted que la construcción de un sistema de automatización permitirá realizar prácticas directas en la pasteurizadora del laboratorio de alimentos?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Está de acuerdo	86	98,85%
Está en desacuerdo	0	0,00%
Medianamente de acuerdo	1	1,15%
Medianamente en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



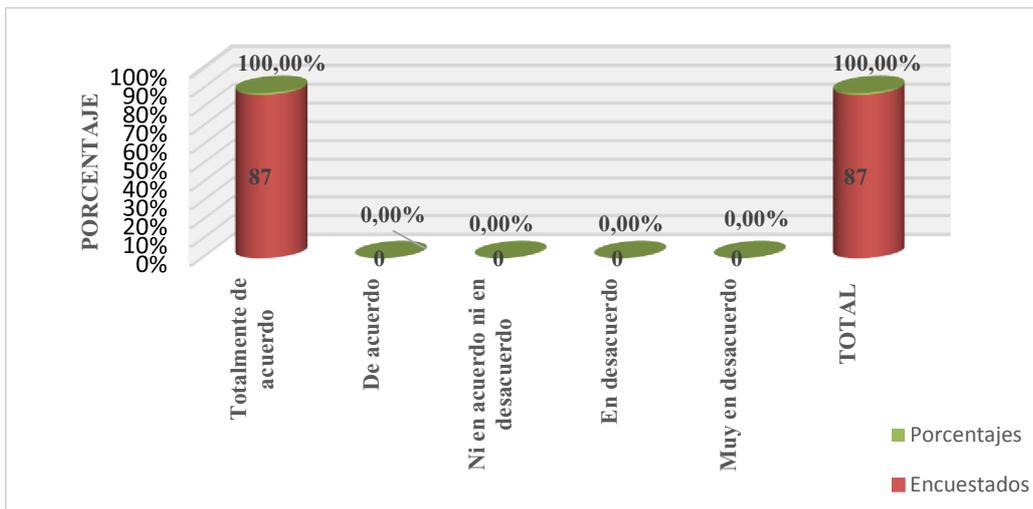
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos ver el 98,85% de los y las estudiantes de ingeniería en alimentos están de acuerdo que la construcción de un sistema de automatización les permitirá realizar prácticas directas en la pasteurizadora del laboratorio de alimentos, también podemos constatar que un 1,15% están medianamente de acuerdo, lo que nos indica que con la construcción del sistema de automatización los y las estudiantes podrán realizar prácticas directas ayudándolos a interiorizar más sus conocimientos.

c) **Pregunta # 3 ¿Considera usted necesario elaborar un diseño de automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos para mejorar la calidad del producto?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	87	100,00%
De acuerdo	0	0,00%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



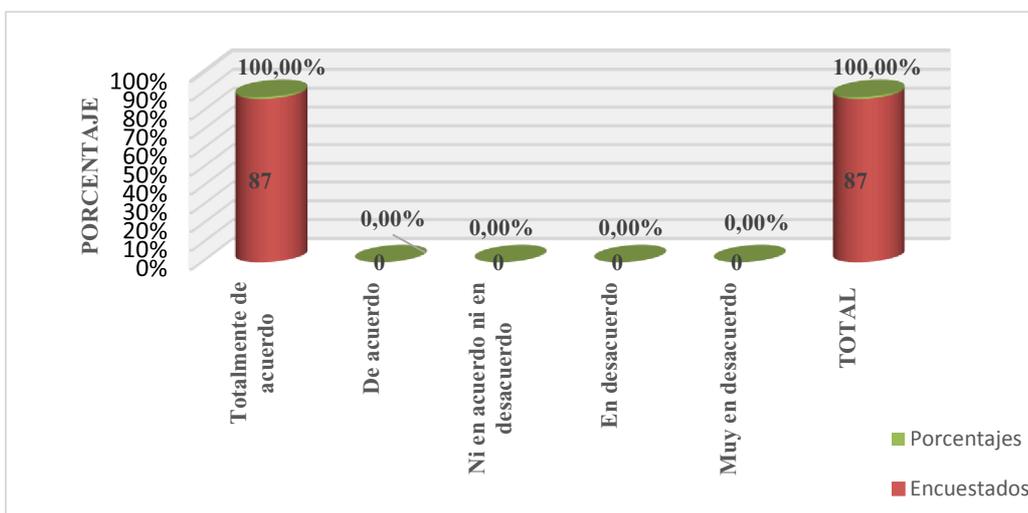
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como se podemos visualizar el 100,00% está totalmente de acuerdo que es necesario elaborar un diseño de automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos para mejorar la calidad del productos, notándose entonces que la elaboración del diseño de automatización de la pasteurizadora es importante, ya que con ello se podrá mejorar la calidad del producto que se elabora en este laboratorio de alimentos.

d) **Pregunta # 4 ¿Considera usted que el funcionamiento del proceso de pasteurización en el laboratorio de alimentos en la actualidad necesita ser automatizado**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	87	100,00%
De acuerdo	0	0,00%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



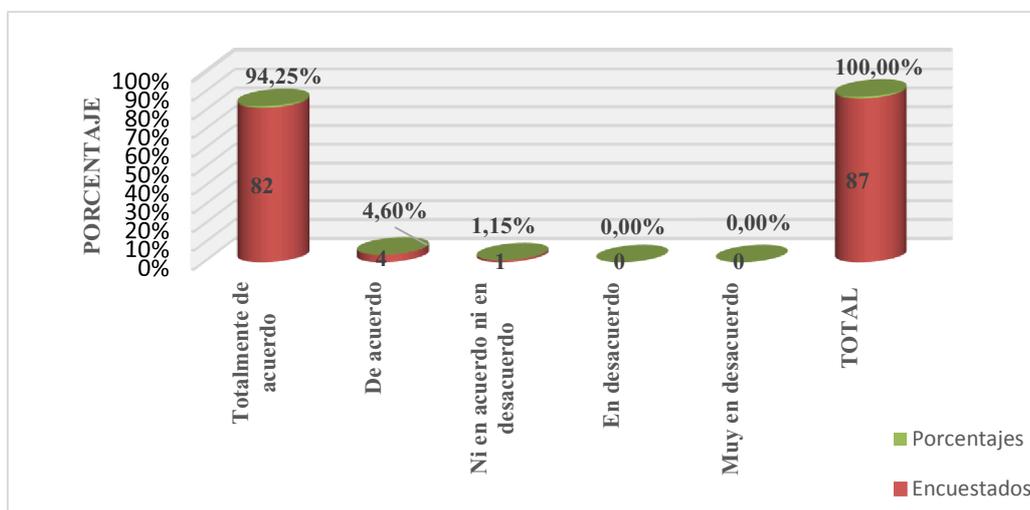
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos observar los y las estudiantes de las carreras de ingeniería en alimentos están de acuerdo en que el funcionamiento del proceso de pasteurización en el laboratorio de alimentos en la actualidad necesita ser automatizado. Y así poder brindar un mejor servicio.

e) **Pregunta # 5 ¿Cree usted que la práctica de los sistemas de automatización industriales son de utilidad en la vida profesional?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	82	94,25%
De acuerdo	4	4,60%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	1	1,15%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



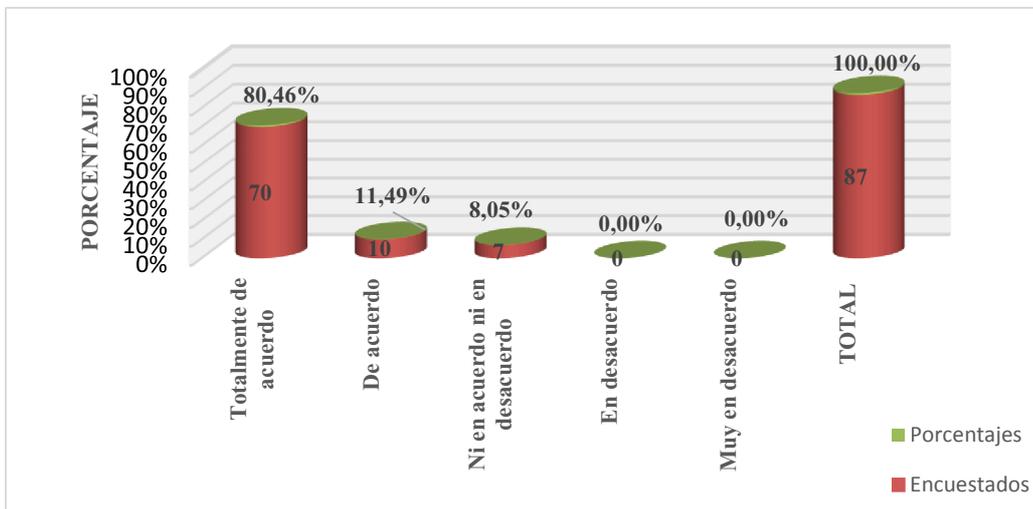
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos observar el 94,25% de los y las estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos están totalmente de acuerdo que la práctica de los sistemas de automatización industriales son de utilidad en la vida profesional, mientras que el 4,60% consideran estar de acuerdo y el 1,15% ni en acuerdo ni en desacuerdo, por lo tanto se debe realizar más prácticas para ser mejores profesionales.

f) **Pregunta # 6 ¿Considera usted que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos permitirá optimizar recursos?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	70	80,46%
De acuerdo	10	11,49%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	7	8,05%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



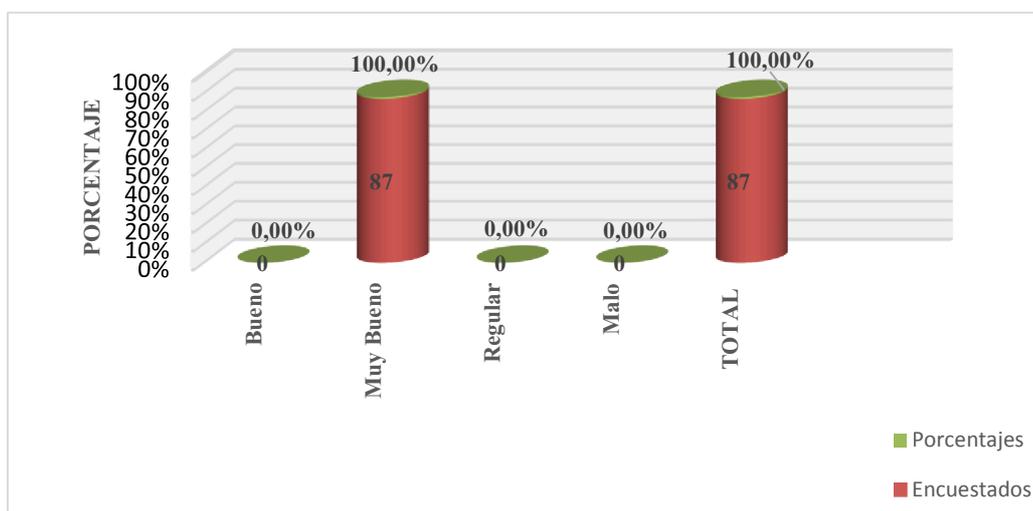
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos observar el 80,46% de los estudiantes de la carrera de ingeniería en alimentos están totalmente de acuerdo en que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos permitirá optimizar recursos, mientras el 11,49% están de acuerdo y el otro 8,05% están ni en acuerdo ni en desacuerdo en que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos permitirá optimizar recursos.

**g) Pregunta # 7 ¿Para su estimación, como considera el proceso de pasteurización de la leche en el laboratorio de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro ext. Chone?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Bueno	0	0,00%
Muy Bueno	87	100,00%
Regular	0	0,00%
Malo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



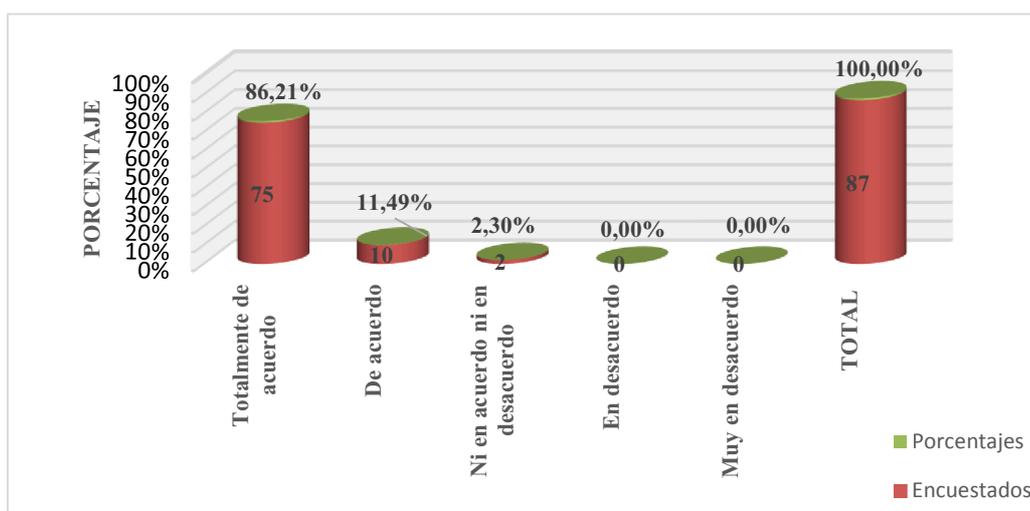
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis:** Como podemos observar los y las estudiantes de la carrera de Ingeniería en Alimentos consideran muy bueno el proceso de pasteurización de la leche en el laboratorio de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro extensión Chone.

h) **Pregunta # 8** ¿Considera usted que dentro del cronograma de estudios se debería incluir pasantías de automatización industriales para fusionar la teoría con la práctica?

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	75	86,21%
De acuerdo	10	11,49%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	2	2,30%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



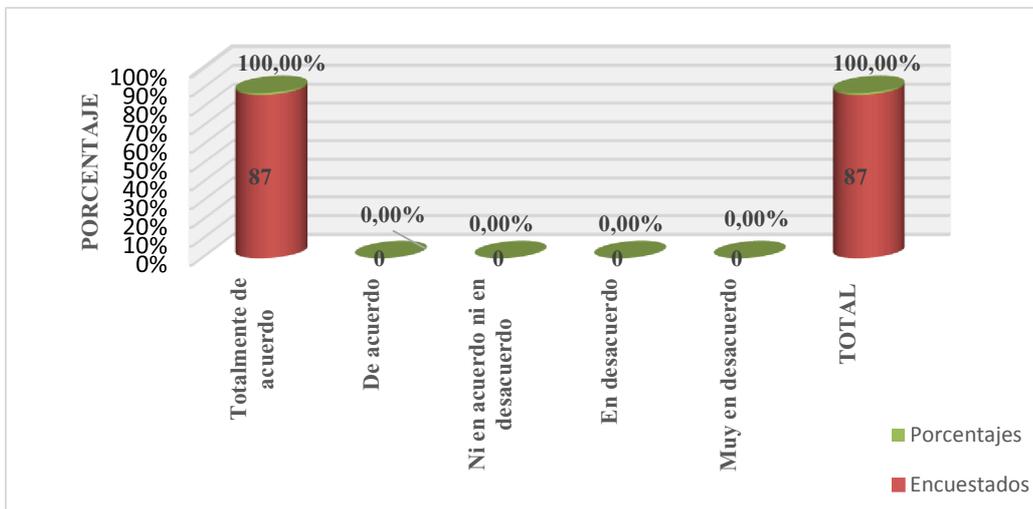
**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis 8** Como podemos observar los y las estudiantes de la carrera de ingeniería en alimentos el 86,21% están totalmente de acuerdo con que dentro del cronograma de estudios se deba incluir pasantías de automatización industriales para fusionar la teoría con la práctica, el 11,49% está de acuerdo y el 2,30% ni en acuerdo ni en desacuerdo.

i) **Pregunta # 9 ¿Cree usted que la práctica de los sistemas de automatización, nos permiten fortalecer los aprendizajes impartidos por los catedráticos?**

ALTERNATIVAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Totalmente de acuerdo	87	100,00%
De acuerdo	0	0,00%
Ni en acuerdo ni en desacuerdo	0	0,00%
En desacuerdo	0	0,00%
Muy en desacuerdo	0	0,00%
<b>TOTAL=</b>	<b>87</b>	<b>100,00%</b>



**Responsable:** César Martín Flores de Válgaz Casanova.

**Fuente:** Alumnos y alumnas de la escuela de Ingeniería en Alimentos.

**Análisis.** Como podemos apreciar los y las estudiantes de las carreras de ingeniería en alimentos están totalmente de acuerdo en que la práctica de los sistemas de automatización, nos permiten fortalecer los aprendizajes impartidos por los catedráticos.

## **10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

La hipótesis planteada “El diseño y la construcción de un sistema de automatización mediante PLC de una pasteurizadora del laboratorio de alimentos ayudará a optimizar los recursos y realizar prácticas directas obteniendo un aprendizaje significativo y funcional en las futuras generaciones de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone”.

La presente tesis es sostenible por cuanto se la realizó con la finalidad de automatizar la pasteurizadora de alimentos mediante PLC, obteniendo las debidas seguridades de protección y control a través de la estructura creada, lo que permitirá que los y las estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, realicen prácticas directas creando un fusiónamiento entre los conceptos adquiridos y la práctica realizada, obteniendo un aprendizaje significativo y funcional.

Y A su vez se podrá ofrecer a la comunidad variedad de productos elaborados con alta calidad y normas de higiene que se requieren para la elaboración de los mismos.

## CAPÍTULO V

### 11. CONCLUSIONES

Espero que esta tesis le sirva como aportación y adquisición de experiencia para los y las estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone.

La respectiva investigación se la realizó en los campus de la U.L.E.A.M. extensión Chone dentro del laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos, conociendo la situación actual de la pasteurizadora se pudo obtener las siguientes conclusiones:

- Que la pasteurizadora carecía de un sistema de control automatizado, la misma que trae como secuela altos costes de mantenimiento y manipulación para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por lo tanto ahora que está automatizado mejorará y optimizará los recursos y costes del proceso de pasteurización.
- Que no contaba con un control de temperatura y las debidas protecciones de acuerdo a las normas de funcionamientos de una pasteurizadora por lo tanto era necesario controlar la temperatura de la pasteurización mediante automatización.
- Que era necesario el diseño y la selección de los equipos de protección para la automatización de la pasteurizadora.
- Que una vez definido el diseño e instalado el sistema de control para la pasteurizadora, espero que a los y las estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, les sirva de impulso para adquirir los conocimientos necesarios usando la tecnología actual, haciendo válida esta tesis.

## 12. RECOMENDACIONES

Con la realización de las conclusiones podemos determinar:

- Que la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone realice prácticas directas a través de casa abierta con los estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos a otras carreras de la universidad y la colectividad chonense.
- Que la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone incorpore pasantías de automatización industriales en el pensum de estudio de la escuela de Ingeniería en Alimentos para fusionar la teoría con la práctica y así obtener mejores profesionales en el área industrial.
- Que se maneje adecuadamente el sistema automático de la pasteurizadora por parte de los catedráticos, de los y las estudiantes de la escuela de Ingeniería en Alimentos.
- Que la realización de esta tesis sea el inicio motivador para que todas las máquinas existentes en el laboratorio de la escuela de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone se automaticen.

### **13. BIBLIOGRAFÍA**

PINO VILLARROEL, Julián Antonio, Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua Salada de la estación de descarga bared Universidad de Oriente, Barcelona, 2009.

#### **CITAS BIBLIOGRÁFICAS**

PINO VILLARROEL, Julián Antonio, Propuesta de automatización y control para la planta de inyección de agua Salada de la estación de descarga bared Universidad de Oriente, Barcelona, 2009, Pág. 28, 29, 30.

SALAZAR BERMÚDEZ Nelly Lourdes y VERA VILLAMAR Celinda Asunción, Análisis de la Producción y Comercialización de los Productos Lácteos, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo 2009, Pág. 16.

URRA PARDO, Pamela Andrea, Tesis de Evaluación Económica – Sensorial del Reemplazo de un equipo de esterilización, Editorial de la Universidad de Chile, 2008, Pág. 2.

#### **WEBGRAFÍA**

- <http://www.aea.com.ar/Producto/AutoInte/MicrCon3.htm>
- <http://www.modicon.com/>
- <http://www.festo-usa.com/pneu/plcs.html>
- <http://www.ab.com/plclogic/>
- <http://www.upload.wikimedia.org/wikipedia/domus.23.jpg>.
- <http://www.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/75/L>
- <http://www.dspace.espol.edu.ec>

- <http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catálogos/ci/cap6.pdf>
- [http://www.schneider-electric.cl/Zelio\\_logic\\_SR2A01FU](http://www.schneider-electric.cl/Zelio_logic_SR2A01FU)
- [http://www.schneider-electric.cl/Zelio\\_Relay\\_RUMC2AB1F7](http://www.schneider-electric.cl/Zelio_Relay_RUMC2AB1F7)
- <http://www.schneiderelectric.es>
- <http://www.catálogoszeliorelay2006.pdf>
- <http://www.materias.fi.uba.ar/7566/automatización.pdf>
- [http://www.quiminet.com/articulo/que\\_es\\_la\\_automatización\\_27058.htm](http://www.quiminet.com/articulo/que_es_la_automatización_27058.htm)
- <http://www.oocities.org/zaguan200/método>
- <http://plczacatecas.blogspot.com/2013/03/la-norma-iec-1131-3.html>
- <http://www.sc.ehu.es/.../MEMORIA/ap73.jpg>
- <http://www.tcgroupinc.com/.../Refinery>
- [http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies\\_sierra\\_magina/d\\_tecnologia/bajas/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf#page=2&zoom=auto,0,120](http://www.juntadeandalucia.es/averroes/ies_sierra_magina/d_tecnologia/bajas/2%20bachillerato/SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf#page=2&zoom=auto,0,120)
- [http://www.Catalogo-Tarifa\\_2004\\_Zelio\\_PDF](http://www.Catalogo-Tarifa_2004_Zelio_PDF)
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Rel%C3%A9>
- <http://www.diprelsa.com/68.html#BREAKER>
- <http://www.es.wikipedia.org/wiki/Electroválvula>
- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solenoid\\_Valve.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solenoid_Valve.png)

- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jtecul.jpg>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Fusible>
- [http://www.olinsa.cl/product.php?id\\_product=161](http://www.olinsa.cl/product.php?id_product=161)
- <http://www.silse.com.ar/informacion/termocuplas.html>

## 14. ANEXOS

### Estructura inicial de la pasteurizadora



### Estructura Final Automatizada de la pasteurizadora





**En la construcción del sistema automático de la pasteurizadora**



**Haciendo las pruebas respectivas del sistema de control automático**



**Equipo de Manades que me ayudó en el montaje de los equipos del sistema de control**



## **Cambio de las llaves de pasa por las electroválvulas**



## **Haciendo el cableado de las electroválvulas**



**Culminando la instalación del sistema automático**





Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí  
“Extensión Chone”  
**ESCUELA DE INGIENERÍA EN ALIMENTOS**

Encuesta dirigida a los y las estudiantes de la escuela de Ingeniera en Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone.

**OBJETIVO:**

Conocer el criterio de los y las estudiantes de la carrera de ingeniería en Alimentos mediante una encuesta como previo requisito para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico.

**INSTRUCCIONES:**

Mucho agradeceré que responda con sinceridad marcando con una **X** dentro del paréntesis la respuesta que usted estime sea la indicada en cada caso.

**1.- DATOS INFORMATIVOS**

1.1. Lugar y fecha: Chone 7 de Marzo de 2013.

1.2. Ubicación: Rural ( ) Urbana ( X ) Urbana marginal ( )

1.3. Parroquia: Chone

**CUESTIONARIO:**

**1.- ¿Considera usted que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos ayudará a los procesos industriales?**

( ) Totalmente de acuerdo

( ) De acuerdo

( ) Ni en acuerdo ni en desacuerdo

( ) En desacuerdo

( ) Muy en desacuerdo

**2.- ¿Cree usted que la construcción de un sistema de automatización permitirá realizar prácticas directas en la pasteurizadora del laboratorio de alimentos?**

- Está de acuerdo
- Está en desacuerdo
- Medianamente de acuerdo
- Medianamente en desacuerdo

**3.- ¿Considera usted necesario elaborar un diseño de automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos para mejorar la calidad del producto?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**4.- ¿Considera usted que el funcionamiento del proceso de pasteurización en el laboratorio de alimentos en la actualidad necesita ser automatizado?**

- Está de acuerdo
- Está en desacuerdo
- Medianamente de acuerdo
- Medianamente en desacuerdo

**5.- ¿Cree usted que la práctica de los sistemas de automatización industriales son de utilidad en la vida profesional?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**6.- ¿Considera usted que la automatización de la pasteurizadora del laboratorio de alimentos permitirá optimizar recursos?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**7.- ¿Para su estimación, como considera el proceso de pasteurización de la leche en el laboratorio de alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro Ext. Chone?**

- Buena
- Muy Buena
- Regular
- Mala

**8.- ¿Considera usted que dentro del cronograma de estudios se debería incluir pasantías de automatización industriales para fusionar la teoría con la práctica?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

**9.- ¿Cree usted que la práctica de los sistemas de automatización, nos permiten fortalecer los aprendizajes impartidos por los catedráticos?**

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- Ni en acuerdo ni en desacuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo