

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



### PROYECTO DE GRADO

#### AUTOMATIZACIÓN PARA DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS

**Caso: (Empresa A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones)**

Para optar al título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas  
**Mención: GESTIÓN Y PRODUCCIÓN**

**Postulante: Univ. Raul Jimenez Quispe**  
**Tutor Metodológico: Ing. Enrique Flores Baltazar**  
**Tutor Especialista: Ing. Yvan Lopez Aguilar**  
**Tutor revisor: Lic. Adrián E. Quisbert Vilela**

**EL ALTO – BOLIVIA**

**2020**

## **Dedicatoria**

**A Dios** sobre todas las cosas

**A mi Padre Raul Jimenez**, por ser mi ejemplo, mi guía y apoyo incondicional en todo momento.

**A mi familia**, Mi madre Pascuala, Mi hermana Gimena, por toda la confianza en lo que puedo lograr.

**A Ing. David Reynaga**, por su ilimitada confianza que deposito en mi persona al transcurso de este tiempo, por las oportunidades brindadas y sus soplos de ánimo...

A mi Amigo **Guillermo**.

A mis Amigos y todos aquellos que me han apoyado sinceramente y me han enseñado a ser mejor persona...

**Raul Jimenez Quispe.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Pública de El Alto, especialmente a la carrera de Ingeniería de Sistemas y todos sus docentes, por enseñarme las herramientas para contribuir a nuestra Sociedad.

Al Ing. Yvan Lopez Aguilar, por su enseñanza, paciencia y orientación durante la realización de este Trabajo Especial de Grado.

Al Ing. Enrique Flores Baltazar, por su paciencia y orientación durante la realización de los diferentes capítulos de este Trabajo Especial de Grado.

**A mis Padre** Raul Jimenez Vino por su ayuda en todo momento y colaboración.

**A mi Madre** Pascuala Quispe Rodríguez por su ayuda en todo momento y colaboración.

**A la empresa A&Tel Bolivia**, por brindarme la oportunidad de poder desarrollar e implementar mi proyecto de grado y orientación en los Procesos de Deshidratación de Alimentos.

A todo el personal de la empresa A&Tel Bolivia por el apoyo prestado para la construcción de determinadas secciones del Equipo Deshidratador, a Carlos Lopez, Diego Flores, David Reynaga y a todos los que colaboraron en este Proyecto.

**Muchas Gracias...**

## **RESUMEN**

En el presente Trabajo se muestra un modelo de automatización de un Equipo Deshidratador de Frutas, con todos los estudios previos de Diseño de cada elemento y su Construcción respectiva, selección de materiales y partes del mismo. Se toma en cuenta y en consideración la importancia que tiene los procesos de Conservación de Alimentos y la relevante en las propiedades y lo complejo del su comportamiento al ser Deshidratados. El Trabajo es totalmente aplicable y se realiza los ensayos y las pruebas para determina las características del lugar de Deshidratado referente a condiciones. Se sintetiza con tablas los equipos utilizados para construir el Equipo y se estructura la tabla con las secciones individuales del Equipo Deshidratador, se obtiene un Equipo novedoso que se puede Trasladar y desmantelar fácilmente, con la metodología Costo benefició para ver la viabilidad Se pone en marcha el Equipo construido y se determina las curvas de secado de los las Frutas.

**Palabra clave, Deshidratación, Alimentos, Automatización, PLC, Costo benefició.**

## **SUMMARY**

This Work shows a model of automation of a Fruit Dehydrating Equipment, with all the previous studies of Design of each element and its respective Construction, selection of materials and parts thereof. The importance of Food Preservation processes is taken into account and taken into consideration, as well as the relevant one in the properties and complexity of their behavior when Dehydrated. The Work is fully applicable and tests and trials are carried out to determine the characteristics of the Dehydrated site regarding conditions. The equipment used to build the Equipment is synthesized with tables and the table is structured with the individual sections of the Dehydrating Equipment, a novel Equipment is obtained that can be Easily moved and dismantled, with the Cost-benefit methodology to see the viability. the Equipment built and the drying curves of the Fruits are determined.

**Keyword, Dehydration, Food, Automation, PLC, Cost benefited.**

# INDICE

CAPÍTULO I.....	1
MARCO PRELIMINAR.....	1
1.1 Introducción: .....	2
1.2 ANTECEDENTES.....	3
1.2.1 Antecedentes de la Institución.....	3
1.2.2 Antecedentes a fines al proyecto.....	3
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1 Problema Principal .....	5
1.3.2 Problemas Secundarios .....	5
1.3.3 Formulación del Problema.....	5
1.4 OBJETIVO .....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5.1 TÉCNICA.....	6
1.5.2 ECONÓMICA .....	6
1.5.3 SOCIAL .....	7
1.6 METODOLOGÍA .....	7
1.6.1 Método Ingenieril.....	7
1.6.2 Método costo-beneficio .....	9
1.6.3 Método simulación y modelaje .....	9
1.7. HERRAMIENTAS .....	10
1.7.1 Lenguaje de Programación .....	10

1.7.1.1 lenguaje de Programación de PLC Siemens .....	10
1.7.1.2 Pantalla HMI TDE Siemens .....	11
1.8. ALCANCES.....	12
1.8.1 Alcances.....	12
1.9 APORTES.....	12
CAPÍTULO II .....	14
MARCO TEORICO .....	14
2.1 Generalidades.....	15
2.1.1 Prototipos de baja fidelidad .....	15
2.1.2 Prototipo de alta fidelidad .....	15
2.2 Automatización .....	15
2.2.1 Clases de automatización .....	16
2.3 Alimento .....	17
2.4 Deshidratación .....	17
2.5 Deshidratación de alimentos.....	17
2.6 Metodología .....	19
2.6.1 Método de observación .....	19
2.6.2 Método de ingeniería.....	20
2.6.2.1 Identificación del problema .....	20
2.6.2.2 Recopilación de la información .....	20
2.6.2.3 Soluciones creativas.....	21
2.6.2.4 Formulación de ideas a los diseños.....	21
2.6.2.5 Evaluación y selección de la solución.....	22
2.6.2.6 Análisis económico .....	22

2.6.2.7 Preparación de informes, planes y especificaciones .....	23
2.6.2.8 Implementación del diseño .....	23
2.6.3 Método costo beneficio.....	23
2.6.4 Método simulación y modelaje .....	26
2.7 HERRAMIENTAS .....	28
2.7.1 controlador plc LOGO 8.....	28
2.7.2 características generales.....	29
2.7.3 alimentación de los módulos lógicos .....	30
2.7.4 Entradas de los módulos lógicos Logo! 8 .....	31
2.7.5 pantalla LOGO TDE .....	31
2.7.6 Sonda de temperatura pt 100.....	32
2.7.6.1 Construcción y funcionamiento.....	32
2.7.6.2 Construcción y funcionamiento.....	33
2.7.6.3 Ventajas de las sondas PT100 .....	33
2.7.6.4 Conexiones sondas PT100.....	34
2.7.7 lenguaje de programación “LOGO!Soft Comfort” .....	34
2.8 MÉTRICAS DE CALIDAD .....	37
2.8.1 Norma ISO 9001:2018.....	39
2.8.2 beneficios de la Norma ISO 9001 gestión de calidad.....	40
2.8.3 Norma ISO 9004.....	40
2.8.4 Norma ISO 9126.....	41
2.8.5 Norma ISO 22000: 2015.....	42
CAPÍTULO III .....	43
MARCO APLICATIVO .....	43

3.1	Análisis de requerimientos .....	44
3.1.1	Cálculo de temperatura .....	45
3.1.2	Cálculo de Energía .....	46
3.1.3	Cálculo de las Resistencias.....	47
3.1.4	Dilatación Térmica de los Materiales del Equipo.....	48
3.1.5	Esquema de construcción .....	48
3.1.6	Esquema de automatización .....	49
3.2	Diseño del prototipo .....	50
3.2.1	Plc Logo 8 siemens .....	51
3.2.2	Pantalla TDE siemens.....	53
3.3	Simulación del prototipo.....	54
3.3.1	Recolección de datos .....	54
3.3.2	Implementación del modelo en el computador .....	54
3.3.3	Verificación y evaluación .....	55
3.3.4	Experimentación.....	55
3.3.5	Interpretación de resultados .....	56
3.4	Modelo del prototipo .....	56
3.5	DESARROLLO: .....	59
3.5.1	Programa en logo Soft Comfort (Bloques):.....	59
3.5.2	Programa en logo Soft Comfort (Ladder): .....	60
3.6	RELACIÓN DE LA NORMA ISO CON EL SISTEMA:.....	65
3.6.1	Norma ISO 9001.....	65
3.6.2	Norma ISO 9004.....	66
3.6.3	Norma ISO 22000: 2018.....	66

3.7 MÉTRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE:.....	66
3.7.1 Funcionalidad .....	66
3.7.1.1 Factores.....	66
3.7.1.2 Factores de complejidad (valoración) .....	68
3.7.2 Confiabilidad.....	71
3.7.3 Mantenibilidad .....	72
3.7.4 Usabilidad.....	72
3.7.5 Portabilidad .....	74
3.7.6 Evaluación Global.....	74
3.8 ANÁLISIS DE COSTOS:.....	75
3.8.1 Costo total del sistema: .....	77
3.8.2 Costo-beneficio:.....	77
3.9 IMPLEMENTACIÓN.....	79
3.10 COSTOS:.....	82
CAPÍTULO IV.....	84
PRUEBAS Y RESULTADOS .....	84
4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS: .....	85
CAPÍTULO V.....	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	90
5.2 Conclusiones: .....	91
5.3 Recomendaciones: .....	91
BIBLIOGRAFÍA .....	92
DISPONIBLE EN:.....	94
ANEXOS.....	96

MANUAL DE USUARIO.....102

## INDICE DE FIGURAS

Figura No 2.1 PLC logo Siemens 1.....	29
Figura No 2.2 Características PLC logo Siemens.....	30
Figura No 2.3 Entradas de alimentación PLC logo Siemens .....	30
Figura No 2.4 Características de Entradas PLC logo Siemens .....	31
Figura No 2.5 LOGO TDE Siemens.....	32
Figura No 2.6 LOGO Soft Comfort.....	36
Figura No 2.7 LOGO Soft Comfort herramientas .....	37
Figura No 3.1 Temperatura de fusión de materiales.....	45
Figura No 3.1 resistencia instalada actualmente. ....	47
Figura No 3.1 Temperatura de fusión de materiales.....	48
Figura No 3.2 Esquema de la construcción. ....	49
Figura No 3.3 Esquema de la Automatización.....	50
Figura No 3.4 Puertos ethernet de programación del PLC Logo 8 y pantalla TDE Siemens mediante el programa LOGO Soft Comfort.....	51
Figura No 3.5 PLC Logo versión 8 Siemens.....	51
Figura No 3.6 conexiones de pines de entrada y salida .....	52
Figura No 3.7 LOGO TDE - 6ED1055-4MH08-0BA0.....	53
Figura No 3.8 diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal .....	54
Figura No 3.9 diseño de la simulación de la sonda pt 100.....	55
Figura No 3.10 Verificación de los datos de la PT100 .....	55
Figura No 3.11 Verificación de las salidas de control de Q1, Q2 y Q3 .....	56
Figura No 3.12 Resultados arrojados por la simulación.....	56

Figura No 3.13 diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal .....	57
Figura No 3.14 diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal .....	57
Figura No 3.15 diseño del sistema de control y potencia eléctrico de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal .....	58
Figura No 3.16 Parte del programa la etapa de selección del contador de menús .....	79
Figura No 3.17 página del primer menú.....	79
Figura No 3.18 Esta parte del programa nos indica el desarrollo del primer menú .....	80
Figura No 3.19 Maquina Iniciada .....	80
Figura No 3.20 Muestro de temperatura actual ON .....	81
Figura No 3.21 Muestro de temperatura actual OFF .....	81
Figura No 3.22 Programación de la temperatura .....	82
Figura No 4.1 Gráficas obtenidas de la primera prueba de deshidratado .....	88
Figura No 4.2 Gráficas obtenidas de la segunda prueba de deshidratado .....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 3.1 Resultados mediante Carta Psicrométrica .....	46
Tabla No 3.2 Variables Calculo Funcionalidad .....	67
Tabla No 3.3 Valoración Atributos Funcionalidad .....	68
Tabla No 3.4 Valoración Funcionalidad .....	68
Tabla No 3.5 Valores .....	73
Tabla No 3.6 Ajustes de preguntas.....	73
Tabla No 3.7 Factor global.....	75
Tabla No 3.8 constantes .....	76
Tabla No. 3.10 Costos de automatización para deshidratador de alimentos. ....	82
Tabla No. 4.1 Medición de comparación de los sensores de temperatura .....	85



# **CAPÍTULO I**

## **MARCO PRELIMINAR**

## **1.1 Introducción:**

La deshidratación es una de las formas más antiguas de procesar alimentos en el tiempo los cuales no necesitan ser refrigerados y conservan mejor sus componentes nutricionales ya que el proceso es simple como fácil de realizar. Este método consiste en evaporar el agua de los alimentos hasta que su contenido se reduzca a un 10 o 20% con el objeto de prolongar la vida útil de los productos agrícolas

### **Disponible en**

<http://procadisaplicativos.inta.gob.ar/cursosautoaprendizaje/deshidratacion/l1.html>; martes 30; 20: 10p.m.

Los alimentos deshidratados se consideran de mucha importancia ya que nos permite alargar la vida útil de los alimentos para poder contar con ellos en épocas que normalmente no se producen. Con la ejecución de los conocimientos obtenidos en la Carrera de Ingeniería de Sistemas poder desarrollar una máquina industrial que satisfaga la necesidad del proceso de deshidratación para obtener un producto terminado para el mercado.

El documento señala que, en los procesos de operación, según la percepción de los operadores, no existe una precisión de temperatura deseable para obtener un producto deseado. Por lo que es necesario implementar como una medida de mejoramiento un sistema de automatización con un PLC enlazado a HMI siemens TDE, para implementar un controlador y sensor de temperatura en el proyecto desarrollado en la empresa “A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones”.

## **1.2 ANTECEDENTES**

### **1.2.1 Antecedentes de la Institución**

El proyecto de grado AUTOMATIZACIÓN PARA DESHIDRATADOR DE ALIMENTOS se realiza en la empresa “A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones”, la cual se encarga de realizar prototipos de proyectos para luego implementarlos en la industria.

Es también importante denotar que la empresa “A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones”, se encarga de realizar proyectos de automatización y control industrial como el mantenimiento de maquinaria, así como diversos proyectos de Telecomunicaciones utilizando energías alternativas en diferentes instituciones establecida en la ciudad de la paz.

### **1.2.2 Antecedentes a fines al proyecto**

A&Tel Bolivia Automatización y Telecomunicaciones cuenta con deshidratadores de alimentos manuales en todo proceso, no cuenta con tiempos exactos de producción, control de temperaturas acorde a cada producto debido que no cuenta con un control exacto y un mal diseño e implementó en las resistencias eléctricas debido a que no se cuenta con controlador que realice todas estas funciones.

## **INTERNACIONAL**

(Proyecto para alumnos del 4º año del Instituto Privado Amanecer Miguel Ángel Berezosky, 2014) EL SECADOR CONSTRUIDO ES DE GRAN VALOR EXPERIMENTAL, ya que nos es muy útil para probar diferentes procedimientos de preparación previa de los alimentos a deshidratar. Por ejemplo, para evitar la oxidación se puede utilizar una solución ácida (limón), para mejorar su sabor se pueden bañar con una solución salina, etcétera. También podemos experimentar los tiempos que deben permanecer los alimentos dentro de la cámara de secado. Finalmente, el conocimiento adquirido en la construcción del secador solar es muy útil para emprender la construcción de uno de mayor capacidad, mejorando

muchos aspectos con respecto del actual, por ejemplo, mejorar el flujo de aire ya sea con un mejor diseño de la chimenea, o auxiliarlo con un sistema de ventiladores movidos por una celda fotovoltaica.

(Estudiantes mexicanos de la Universidad Politécnica de Amozoc (Upam), 2015) DESARROLLAN UN PROTOTIPO DE SECADOR SOLAR MÁS VELOZ PARA PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE FRUTAS Y HORTALIZAS, El diseño del prototipo es rectangular y de color negro con una pared frontal de cristal con sensores para medir la temperatura. También tiene una cámara de secado donde se almacena el producto para su deshidratación, después de ser calibrado con un medidor de humedad. El especialista enfatizó el nulo impacto al medioambiente del aparato, aseverando que su sistema "está hecho de materiales sustentables, baratos y cualquier productor de baja escala puede tener un equipo como este".

## **NACIONAL**

(SAECSA, 2017) ENERGÍA SOLAR, diseña y desarrolla con tecnología exclusiva, el proceso de Deshidratado para la conservación de alimentos por medios naturales, empleando energía solar, lo que garantiza un proceso totalmente orgánico, dando así un valor agregado a su producto, Gobierno Autónomo Municipal de Quillacollo Cochabamba.

La forma tradicional del secado de alimentos es mediante gas, con la consecuente contaminación del producto por azufre y químicos que poseen el combustible o energía eléctrica, en ambos existe desprendimiento de dióxido de carbono que en algunos casos afecta el sabor, color, olor y pérdida de nutrientes.

## **1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.3.1 Problema Principal**

Existen pocas construcciones e innovaciones de Equipos deshidratadores construidas que permitan apoyar el sector alimentario, siendo necesario poder desarrollar Equipos para mantener y conservar alimentos por un largo tiempo, mejorando su vida útil y la calidad.

La preservación evita en cierto modo el desarrollo de microorganismos, y además contribuye a que el alimento no se deteriore durante el almacenaje.

Difícil acceso a un equipo deshidratador de calidad técnica, dado que los existentes tienen precios altos tanto para los emprendedores como para la empresa.

La oportunidad de negocio para desarrollar un sistema Deshidratador de frutas es de estudio y posiblemente apropiada debido a que esta área esta desarrollo y crecimiento continuo. Se debe determinar si es una opción para efectuar un proyecto sustentable en el tiempo como visión de negocio y poder crear una fuente de empleo alternativo.

### **1.3.2 Problemas Secundarios**

- Ineficiencia en el proceso al momento de operar la máquina para obtener el producto.
- Control de temperatura variable lo cual afecta en el transcurso del proceso.
- Existe una variación de producto deseado al producto final lo cual no es muy deseable.

### **1.3.3 Formulación del Problema**

¿De qué manera influye el no contar con deshidratadoras automatizadas para el proceso de deshidratación con sistemas de control automatizados y de monitoreo?

## **1.4 OBJETIVO**

### **1.4.1 General**

Diseñar e implementar un sistema de automatización para el control del tiempo y temperatura del proceso de deshidratación de productos alimenticios durazno, manzana y uvas.

### **1.4.2 Específicos**

- Establecer un rango de recetas para cada producto a seleccionar con valores de producción modificables.
- Monitoreo de temperatura en tiempo real, así como del tiempo de producción.
- Diseñar y construir un sistema eléctrico de potencia requerida para los calefactores requeridos en la deshidratación de alimentos.
- Plantear y construir un sistema de control en lazo cerrado para generar un sistema automatizado para este proceso.
- Puesta en marcha del diseño planteado de automatización.
- Automatizar el proceso de deshidratación.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

### **1.5.1 TÉCNICA**

- La automatización estará realizada por un PLC de gama media como ser el PLC logo siemens 12-24v de programación LADER o BLOQUES.
- El PLC estará enlazado a una pantalla HMI TDE interfaz máquina-humano para la visualización y modificación de datos.

### **1.5.2 ECONÓMICA**

- El PLC LOGO al ser de gama media no cuenta con un costo elevado y es de fácil programación, pero si es de un trabajo adecuado en el ámbito de procesos industriales y automatizados.

- La aplicación de una interfaz HMI en sistemas de control y automatización es muy continua por lo que no contara con un costo elevado ya que es muy comercial en el mercado.
- La implementación de la automatización abarcara con la reducción de la merma existente así mismo con el incremento de producción.

### **1.5.3 SOCIAL**

El desarrollo y puesta en funcionamiento de este proyecto traerá como efecto un sistema de automatización para un deshidratador de alimentos.

La aplicación de la automatización con monitoreo y controlado mediante un plc y arduino contribuirá a la verificación de los estados de alimentos y a su calidad dando a la empresa una alternativa de control. Lo que repercutirá en el ámbito social en distintos clientes.

## **1.6 METODOLOGÍA**

### **1.6.1 Método Ingenieril**

Al ser el presente trabajo un proyecto de grado que busca la aplicación real de conocimientos y avances tecnológicos, el método ingenieril se adecua de forma práctica, ya que enfoca el diseño de un sistema automatizado, y consta de las siguientes fases:

#### **b) Especificación del Problema**

El desarrollo de un sistema de seguridad automatizado está enfocado para la implementación de sistemas flexibles y de fácil operación para los

usuarios, además de brindar información histórica de días de actividad pasada, lo que servirá para mejorar y optimizar los resultados reales.

#### **b) Descomposición del Problema**

Un sistema de seguridad automatizado consta de cuatro partes importantes el nivel de monitorizado y controlado mediante plc, el nivel de operación actuador –

sensor, el nivel de control basado en una tecnología en nuestro caso el plc de siemens, el nivel de comunicación entre el sistema y la PC mediante una interface y final mente el sistema virtual para realizar la interface hombre – máquina.

### **c) Comparación con Productos, Servicios y Otros Semejantes**

Existe una variedad de productos en el mercado para dar un tratamiento adecuado, sin embargo, no existe ningún producto con un sistema de seguridad automatizado y controlado mediante un plc enlazado a una pantalla TDE implementado y total mente flexible, que permita dar seguridad a los operadores.

### **d) Generación de Ideas**

Al principio se dio la posibilidad de realizar el proyecto con PLC´s de gama alta (autómatas programables) pero su precio y su implementación son más costosos para realizar este proyecto, por lo que se eligió lo más accesible como ser un plc de gama media y de un costo accesible en nuestro medio además la implementación de un sistema flexible para poder aumentar distintos otros tipos de seguridad, lo que se puede conseguir con la implementación del presente proyecto.

### **e) Combinación de Ideas**

Final mente se dio dar solución a los diferentes enfoques tecnológicos y de seguridad para proponer el presente proyecto.

### **f) Evaluación y Selección de Ideas**

De acuerdo a la accesibilidad material y componentes electrónicos y dispositivos en el mercado se enfocó el proyecto con vistas a su realización.

### **g) Construcción de Prototipos**

La construcción del prototipo se realizará en función a lo expuesto en los puntos anteriores, considerando una aplicación real.

## **h) Pruebas y selección final**

De acuerdo a los resultados que se alcanzaran se verificara el cumplimiento de los objetivos, como también se llevara a cabo las modificaciones

### **1.6.2 Método costo-beneficio**

Proporcionar una medida de los costos en los que se incurre en el proyecto y compararlo con los beneficios actuales, consta de las siguientes fases:

#### **Costes**

Adquisición de hardware y software mantenimiento de hardware y software, comunicaciones, instalación, desarrollo, mantenimiento del sistema automatizado.

#### **Beneficios**

Algunos de los beneficios será el incremento de la productividad y así mismo el incremento de clientes, ahorro de gastos de mantenimiento, ahorro de adquisición y mantenimiento del hardware y software, incremento de ventas, disminución de costos, beneficios tangibles (ahorro de recursos externos de consultoría) y beneficios intangibles (incremento de calidad del producto).

### **1.6.3 Método simulación y modelaje**

Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular, es necesario hacer primeramente un análisis preliminar de este, con el fin de determinar la interacción con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio las fases son las siguientes.

- Formulación del modelo
- Colección de datos
- Validación
- Experimentación

- Interpretación
- Documentación

## **1.7. HERRAMIENTAS**

### **1.7.1 Lenguaje de Programación**

#### **1.7.1.1 lenguaje de Programación de PLC Siemens**

Los lenguajes de programación en los PLC's están disponibles por el modelo de equipo a usar, en la mayor parte de los equipos se pueden programar con más de 2 lenguaje diferentes, con excepción del micro PLC LOGO que solo se puede programar en dos tipos. Lo recomendable es empezar por un lenguaje de programación que más te parezca fácil de comprender, como es el grafico o lógico, pero el más utilizado en el mercado laboral sin duda el lenguaje LADDER (LD) o escalera. **Disponible en** <https://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B;> miércoles 15; 10: 33a.m.

#### **Características de Soft Comfort v8:**

- Funciones de referencia gráficas
- Tabla de estado incluyendo salvaguarda en un PC (formato CSV)
- Opciones de diagnóstico, comentarios y alineación de los bloques de función mejorada
- Importación / exportación de los nombres de puerto
- Sustitución de los bloques de función
- Teclado virtual para textos de aviso
- Reloj astronómico con retardo on/off configurable
- Macros (funciones definidas por el usuario) incluyendo comentarios, nombres de puerto, contraseña y transferencia de parámetros
- Simulación de red offline
- Posibilidad de trabajar con los sistemas operativos de Microsoft Windows desde XP hasta Windows 8 (32 y 64 bits), MacOSX desde 10.6 Snow

Leopard y Linux sobre todas las distribuciones Linux en las que Java 2 es ejecutable.

- Volcado del programa a través del cable de programación RS232, USB o Ethernet.
- Todas las versiones se pueden programar (LOGO 0BA0 a LOGO 8)
- Modo red y programa individual
- ¡Intercambio de datos entre los equipos LOGO! Basic a través de la función de arrastrar y soltar
- Representación gráfica de la red
- Configuración automática de la interfaz Ethernet e identificación automática de los nodos accesibles en la red
- Usabilidad e interfaz de usuario gráfica mejorada **Disponible en** <http://teoria-de-programacion.globered.com/categoria.asp?idcat=34>;  
martes 09; 09: 50a.m\_

#### **1.7.1.2 Pantalla HMI TDE Siemens**

El display de texto de 8 TDE está diseñado como una interfaz para los operarios de máquinas. ¡Se suministra con 2 interfaces Ethernet para conectar simultáneamente con LOGO! 8 módulos básicos. El display de texto TDE se suministra con funciones y diagnósticos incorporados que se adaptan a las necesidades de las aplicaciones. Los ajustes de parámetros y la solución de problemas también se gestionan fácilmente en LOGO 8 TDE.

- Display de hasta 50 mensajes en el LCD en placa de LOGO O display de texto externo o ambos
- Configura sencilla con el mismo bloque de funciones de texto para mensajes que en el código de programa
- Retroiluminación y contraste controlables
- Conjuntos de caracteres en varios idiomas
- Varias opciones de idioma (DE, EN, FR, IT, ES, NL, JP, TR, RU)
- 6 botones de entrada táctiles

- Función de reconocimiento de mensajes de alarma
- Protección por contraseña para cambiar entre modo de operador y el modo de administrador
- Para la conexión a LOGO Controlador, no se necesita módulo de comunicación dedicado
- Protección IP65 (si está correctamente instalado) **Disponible en** <https://es.slideshare.net/EquipoSCADA/programacin-de-plcs-lenguaje-escalera>; lunes 10; 13: 20p.m.

## **1.8. ALCANCES**

### **1.8.1 Alcances**

Se construirá una máquina en la que se puedan monitorear y controlar las variables: temperatura y tiempo de secado para diferentes productos al ser deshidratado le sea extraída la mayor cantidad de agua posible de su interior y conserve así algunas de sus características (sabor, olor, y propiedades internas).

La deshidratadora contará con un sistema mecánico de distribución del aire para hacer más eficaz el proceso, lo que se consigue con el uso del difusor a la entrada de la cámara. La máquina será capaz de visualizar, controlar y monitorear por medio de interfaz visual (HMI TDE) el desarrollo del proceso, además controlará automáticamente el proceso de secado. El control automático se hará desde un PLC siemens en el cual también es posible visualizar y monitorear las variables.

### **1.9 APORTES**

Utilizar la automatización de los elementos, permite controlar en todo momento, el valor que se requiere para que la deshidratación alcance la temperatura y humedad de una forma eficiente. El proyecto se centra en el ahorro energético junto con la correcta y optima utilización de los recursos naturales que se encuentran al alcance. Para ello se utiliza una estufa que simula las fuentes de calor que presenta un deshidratador, fuente de calentamiento, sol y dos ventiladores de potencia para simular los ventiladores que impulsan el aire hacia

dentro o hacia fuera de los deshidratadores reales. Se implementa un diseño electrónico total del sistema de control con arduino al utilizar una tarjeta de adquisición de datos con la que se tendrá control absoluto del sistema, como también una tarjeta de un sistema de control automático.



## **CAPÍTULO II**

# **MARCO TEORICO**

## **2.1 Generalidades**

Los prototipos son una representación limitada de un producto, permite a las partes probarlo en situaciones reales o explorar su uso, creando así un proceso de diseño que genera calidad.

Son útiles para comunicar, discutir y definir ideas entre los diseñadores y las partes responsables. Los prototipos apoyan la evaluación de productos, clarifican requisitos de usuario y definen alternativas.

### **2.1.1 Prototipos de baja fidelidad**

Utilizan materiales distintos al del producto final, son baratos, simples y fáciles de producir. Son particularmente útiles en las fases iniciales del desarrollo, durante el diseño conceptual.

### **2.1.2 Prototipo de alta fidelidad**

Son aquellos que se parecen al producto final y utiliza sus mismos materiales.

Marc Retting (1994) desaconseja el uso de prototipos de alta fidelidad porque:

- Necesitan mucho tiempo para crearse.
- Las pruebas tienden a centrarse en aspectos superficiales.
- Los desarrolladores se resisten a cambiar algo que los ha llevado horas crear.
- Crea excesiva expectativa.
- Un error puede parar un test.

**Disponible en:** [http://albertolacalle.com/hci\\_prototipos.htm](http://albertolacalle.com/hci_prototipos.htm); jueves22; 11:55a.m.

## **2.2 Automatización**

se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima, incluso sin intervención, del ser humano. Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a cambios en las condiciones externas en tres etapas: mediación, evaluación y control.

Las causas de la automatización son:

- Liberación de los recursos humanos para que realicen tareas que requieran mayores conocimientos
- Eliminación de trabajos desagradables – peligrosos

Los inconvenientes de la automatización es el incremento de costes fijos, incremento de mantenimiento, Reducción de flexibilidad de los recursos.

### **2.2.1 Clases de automatización**

Hay tres clases muy amplias de automatización industrial: automatización fija, automatización programable y automatización flexible.

**La automatización fija** se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, por tanto, se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto con rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Un posible inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado.

**La automatización programable** se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto; esta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).

**La automatización flexible** es más adecuada para un rango de producción medio. Estos sistemas poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Los sistemas flexibles suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre sí por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

**Disponible en:** <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-automatizacion-27058.htm>; jueves 22; 12:14 pm.

### **2.3 Alimento**

Un alimento es cualquier sustancia que toma o recibe un ser vivo para su nutrición; es el componente esencial de la vida desde el nacimiento hasta la muerte, porque proporciona una mezcla compleja de sustancias químicas que hace posible que el cuerpo construya y mantenga sus órganos y le suministra la energía para desarrollar sus actividades.

Nuestro cuerpo está compuesto por una serie de sustancias químicas, cuya reposición es fundamental para el continuo proceso de regeneración de tejidos y órganos. Las sustancias que se encuentran en el alimento y que aportan la energía necesaria para las funciones normales del cuerpo son conocidas como nutrientes.

**Disponible en:** <https://conceptodefinicion.de/alimento/>; jueves 22; 12:31 pm.

### **2.4 Deshidratación**

es la alteración o falta de agua y sales minerales en el plasma de un cuerpo, también se puede definir como la pérdida de agua corporal por encima del 3%. Puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores. También ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico.

**Disponible en:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Deshidratación>; jueves 22; 12:20 pm.

### **2.5 Deshidratación de alimentos**

Proceso en virtud del cual se extrae el agua de los alimentos para conservarlos o reducir su tamaño. Los alimentos de elevado contenido acuoso, tales como frutas, verduras, carne, leche y pescado, tienden a descomponerse a causa de la presencia en ellos de microorganismos, y enzimas que provocan rápidamente su putrefacción. Como quiera que el agua resulta necesaria para el desarrollo de tales microorganismos y enzimas, la deshidratación o extracción del agua evitará

el deterioro, por su acción, de los alimentos. En la Naturaleza encontramos un ejemplo de deshidratación en la reducción de la humedad del grano durante su periodo de maduración. El hombre imitó a la Naturaleza secando los alimentos al sol cuando las condiciones atmosféricas eran propicias. Este método de desecación se usa aún en algunos países en que predomina el tiempo soleado. La mayoría de las uvas pasas que se venden en el mercado se preparan exponiendo al sol los racimos de las variedades adecuadas. Otras frutas, como el albérchigo, melocotones y peras, se exponen a las emanaciones de la combustión del azufre para evitar un excesivo oscurecimiento en su desecación al sol.

Si las condiciones meteorológicas no son favorables para el secado al sol, se emplea el calor artificial. Para el secado de grandes cantidades de manzanas se construyen salas de evaporación o secaderos, en los que las manzanas mondadas, desprovistas de pepitas (endocarpio) y cortadas en rajadas, se extienden sobre un suelo entablillado hasta formar una capa de 7,5 a 30 cm de espesor. El aire caliente que circula a través de las tablillas del piso procede de unos serpentines conectados a un calentador. Durante la desecación, las manzanas se remueven periódicamente por medio de una pala o rastrillo a fin de que todas las superficies vayan secándose uniformemente. Este tipo de secaderos no podrá, sin embargo, utilizarse con éxito con otros frutos más blandos como el melocotón o la uva. **Disponible en:** [https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/deshidratacion\\_de\\_alimentos.php](https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/deshidratacion_de_alimentos.php); jueves 22; 12:25 pm.

## **2.6 Metodología**

### **2.6.1 Método de observación**

La observación como método, consiste en la utilización de los sentidos, para obtener de forma consciente y dirigida, datos que nos proporcionen elementos para nuestra investigación.

Constituye el primer paso del método científico, que nos permite, a partir de ello, elaborar una hipótesis, y luego vuelve a aplicarse la observación, para verificar si dicha hipótesis se cumple.

Siempre que vayamos a investigar, debemos partir de plantear el problema y los objetivos, ubicándolo dentro de un marco teórico. En base a ello se hará la observación, que puede ser cuantitativa y lo cualitativa.

El observador si bien cumple un rol activo, no interactúa con el objeto de su observación, sino que recolecta datos y patrones de conducta. En algunos casos, cuando se trata de sujetos, éstos pueden saber que están siendo observados, o desconocerlo.

La observación puede realizarse en su ámbito natural o en el laboratorio. La observación puede ser efectuada por seres humanos, o por dispositivos mecánicos.

Para que lo observado sea confiable, debe hacerse de la manera más objetiva posible (la objetividad total es imposible) estar planificada y orientada a un fin, para tomar en cuenta lo que es importante prestarle atención y desechar los aspectos inútiles. La observación debe estar sujeta a comprobación.

**Disponible**

**en:**

[https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el\\_m\\_todo\\_de\\_observaci\\_n.html](https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el_m_todo_de_observaci_n.html); jueves 22; 04:40 pm.

## **2.6.2 Método de ingeniería**

El ingeniero puede enfrentar varios problemas en el curso de las actividades de su trabajo cotidiano. No existe un procedimiento definitivo que se ajusten siempre a los problemas de ingeniería inmediatos.

Los ingenieros están preparados para pensar en términos analíticos y objetivos y abordar los problemas en forma metódica y sistemática. El método de diseño de ingeniería incluye:

- La identificación del problema.
- La recopilación de la información necesaria.
- La búsqueda de soluciones creativas.
- El paso de las ideas a los diseños preliminares (incluyendo el (opladdoded))
- La evaluación y la selección de la solución preferente.
- La preparación de informes, anteproyectos y especificaciones.
- Implementación del diseño.

### **2.6.2.1 Identificación del problema**

Una definición del problema incorrecta hará que el ingeniero pierda el tiempo, puede conducir a una solución que sea inapropiada. Las necesidades que se buscan satisfacer deben definirse a grandes rasgos y diferenciarse de las posibles soluciones. El problema debe definirse en términos objetivos.

El problema no debe tener restricciones innecesarias. Si se ponen demasiadas restricciones sobre el problema, puede hacerse que su solución sea muy difícil o aún imposible.

### **2.6.2.2 Recopilación de la información**

El tipo de información necesaria depende de la naturaleza del problema que se va a resolver. Podrían ser mediciones físicas, mapas, resultados de experimentos de laboratorio, patentes, resultados de encuestas de opinión u otros tipos

diversos de información. Esta fase del proceso de resolución de problemas incluye la recopilación y la evaluación de la información que ya está disponible.

En esta fase del proceso. Los ingenieros emprenden una investigación bibliográfica para determinar lo que otros han aprendido acerca de problemas relacionados.

### **2.6.2.3 Soluciones creativas**

El ingeniero está listo para comenzar a identificar las soluciones creativas. El desarrollo de ideas, productos o dispositivos nuevos puede resultar de la creatividad, un esfuerzo inconsciente, o de la innovación, un esfuerzo consciente.

### **2.6.2.4 Formulación de ideas a los diseños**

Se trata del punto central del proceso de diseño y es la fase que depende más de la experiencia y del juicio de ingeniería. Aquí se descartan las ideas impracticables y se moldean y modifican las ideas prometedoras para formar anteproyectos y diseños factibles. Se toman decisiones acerca de las dimensiones del producto y se dibujan bocetos conceptuales, se preparan anteproyectos preliminares y se reflexiona acerca de los materiales.

Los diseños preliminares pueden evolucionar por análisis o por síntesis. El análisis implica la separación de un todo en los constituyentes para su estudio individual.

La síntesis implica la combinación de hechos, principios o leyes en una idea completa que logre algún resultado deseado o que resuelva un problema.

Las soluciones posibles se examinan y se estudian cuidadosa y críticamente. En ciertos casos, el boceto preliminar de un dispositivo o el análisis informal de un proceso revelarán que no vale la pena seguir considerando una idea. En otros casos, puede ser necesario examinar un componente mediante ensayos de laboratorio.

En otras ocasiones, puede requerirse llevar a cabo un programa de investigación formal y completo, a fin de examinar la validez de una hipótesis o la eficacia de una propuesta.

El diseño suele utilizar modelos, que son cualquier descripción simplificada de un sistema o un proceso de ingeniería que puede ayudar en el análisis o en el diseño.

#### **2.6.2.5 Evaluación y selección de la solución**

El ingeniero abandona las posibilidades de prometedoras, obteniéndose así un conjunto progresivamente más pequeño de opciones. La retroalimentación, la modificación y la evaluación pueden ocurrir en repetidas ocasiones a medida que el dispositivo o el sistema evoluciona desde el concepto hasta el diseño final.

Si se trata de un producto, la seguridad, el costo, la confiabilidad y la aceptación del consumidor son de importancia capital. El diseñador debe tratar de identificar todos los eslabones débiles de un prototipo antes de aceptar o descartar la idea del diseño.

#### **2.6.2.6 Análisis económico**

Estos análisis intentan comparar los beneficios públicos de estos proyectos con los costos para realizarlos. Los estudios económicos pueden utilizarse para:

- Determinar la factibilidad de un proyecto.
- Comparar diseños alternativos.
- Determinar la prioridad de la construcción de un grupo de proyectos.
- Evaluar las características específicas del diseño.

En los análisis económicos es importante reconocer el valor del dinero en el tiempo. Este procedimiento se conoce como descuento, se hace con el uso de una tasa de interés adecuada de acuerdo con principios económicos establecidos.

Un enfoque consiste en comparar los beneficios y los costos sobre la base del valor presente.

Ha habido una consciencia creciente del impacto que las obras de ingeniería pueden tener sobre las personas y el ambiente. Algunos proyectos pueden ser la causa de la reubicación de familias y negocios o exponer a los ciudadanos al ruido, así como la contaminación del agua y del aire.

Se dispone de técnicas para ayudar al ingeniero a cuantificar estos impactos. Estas técnicas incluyen la jerarquización de los proyectos alternativos en una escala que se basa en algunos criterios previamente determinados.

#### **2.6.2.7 Preparación de informes, planes y especificaciones**

Después de que ha sido seleccionado el mejor diseño, debe comunicarse a quienes deben aprobarlo. Esta comunicación puede adoptar la forma de un anteproyecto.

Los informes de ingeniería se destinan a un cliente o un supervisor. El anteproyecto es el medio con que cuenta el ingeniero para describir a una división de manufactura o a un contratista los detalles suficientes acerca de un diseño para que pueda producirse o construirse.

#### **2.6.2.8 Implementación del diseño**

La fase final del proceso de diseño. Los ingenieros deben planificar y supervisar la producción de los dispositivos o productos y supervisar la construcción de los proyectos de ingeniería.

**Disponible en:** <http://quimiliks.blogspot.com/2011/11/el-metodo-de-ingenieria-para-la.html>; sábado 15; 14:10pm.

#### **2.6.3 Método costo beneficio**

El análisis del costo-beneficio es un proceso que, de manera general, se refiere a la evaluación de un determinado proyecto, de un esquema para tomar decisiones de cualquier tipo. Ello involucra, de manera explícita o implícita,

determinar el total de costos y beneficios de todas las alternativas para seleccionar la mejor o más rentable. Este análisis se deriva de la conjunción de diversas técnicas de gerencia y de finanzas con los campos de las ciencias sociales, que presentan tanto los costos como los beneficios en unidades de medición estándar usualmente monetarias para que se puedan comparar directamente.

La técnica del costo-beneficio se relaciona de manera directa con la teoría de la decisión. Pretende determinar la conveniencia de un proyecto a partir de los costos y beneficios que se derivan de él. Dicha relación de elementos, expresados en términos monetarios, conlleva la posterior valoración y evaluación.

Este método puede aplicarse no solo al mundo empresarial, sino también a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, entre otros, para lo cual se debe prestar atención a la importancia y cuantificación de las consecuencias económicas y/o sociales. La clave es encontrar o tomar la decisión adecuada, o sea, la que aportará mayor rentabilidad, de un conjunto de posibles soluciones o propuestas.

Es importante señalar que tomar una decisión implica elegir entre dos o más cursos de acción alternativos, por lo que el costo de oportunidad es otro factor a tener en cuenta, pues representa lo que se deja de ganar por haber rechazado el valor de la siguiente mejor opción. Siguiendo esta lógica, uno de los preceptos que propone el análisis costo-beneficio consiste en que no importa que tan adecuada sea la solución otorgada a un problema, la alternativa, o la propuesta, pues no dejará de tener un costo. En tal sentido, algunas cuestiones clave en el análisis serían:

- Si el costo de la solución sobrepasa el del problema.
- Si la solución es más cara, pero trae mejorías que no se cuantifican en términos monetarios e influyen en el aspecto social.

- ¿Se debe considerar aquella información que afecta los posibles cursos de acción?

En fin, cada análisis es diferente y requiere un pensamiento cuidadoso e innovador, pero eso no quiere decir que no se tenga una secuencia estándar de pasos y procedimientos a seguir. Los pasos comunes a realizar en el análisis costo-beneficio serían los siguientes:

- Formular los objetivos y metas que se persiguen con el proyecto.
- Examinar los requerimientos y limitaciones.
- Determinar y/o estimar en términos monetarios los costos y beneficios relacionados con cada opción.
- Incorporar toda la información importante además de los datos de costos y beneficios de cada una de las alternativas.
- Distribuir los costos y beneficios a través del tiempo.
- Convertir la corriente futura de costos y beneficios a su valor actual.
- Establecer una relación donde los beneficios sean el numerador y los costos el denominador (beneficios/costos).
- Realizar una comparación de las relaciones beneficios-costos en las diferentes propuestas. La mejor solución es la que ofrece el más alto nivel de relación.
- Determinar el beneficio neto de cada posible decisión. Se calcula mediante la diferencia entre los beneficios presentes y futuros y los costos en los que se incurre para su realización.
- Evaluar y comparar cada alternativa.
- Tomar la decisión en función del enfoque utilizado, las metas y los objetivos.

Para decidir la mejor alternativa se pueden considerar otras herramientas, entre las que se destaca la utilización de métodos y criterios de valoración de proyectos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Por otra parte, existen

diversos enfoques en el análisis del costo-beneficio, pero, en esencia, el objetivo es la cuantificación máxima posible de los beneficios y costos en términos monetarios. Por ende, para el logro de los pasos referidos, se deben dominar los conceptos de este análisis.

**Disponible en:** [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=La%20t%C3%A9cnica%20del%20costo%2Dbeneficio,la%20posterior%20valoraci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=La%20t%C3%A9cnica%20del%20costo%2Dbeneficio,la%20posterior%20valoraci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n;); jueves 25; 22:44pm.

#### **2.6.4 Método simulación y modelaje**

La simulación como tal es un proceso y en general consta de las siguientes etapas.

##### **Definición del sistema**

Para tener una definición exacta del sistema que se desea simular, es necesario hacer primeramente un análisis preliminar de éste, con el fin de determinar la interacción con otros sistemas, las restricciones del sistema, las variables que interactúan dentro del sistema y sus interrelaciones, las medidas de efectividad que se van a utilizar para definir y estudiar el sistema y los resultados que se esperan obtener del estudio.

##### **Formulación del modelo**

Una vez definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se definen y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo.

##### **Colección de datos**

Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir para producir los resultados deseados.

## **Implementación del modelo en la computadora**

Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como el fortran, algol, lisp, etc., o se utiliza algún paquete como Vensim, Stella y iThink, GPSS, simula, simscript, Rockwell Arena etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

## **Validación**

A través de esta etapa es posible detallar deficiencias en la formulación del modelo o en los datos alimentados al modelo. Las formas más comunes de validar un modelo son:

1. La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación.
2. La exactitud con que se predicen datos históricos.
3. La exactitud en la predicción del futuro.
4. La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real.
5. La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación.

## **Experimentación**

La experimentación con el modelo se realiza después que éste haya sido validado. La experimentación consiste en generar los datos deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos.

## **Interpretación**

En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y con base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de un estudio de simulación ayudan a soportar decisiones del tipo semiestructurado.

## **Documentación**

Dos tipos de documentación son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación del tipo técnico y la

segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado.

**Disponible en:** <https://sites.google.com/site/angelicaarandacastillo/metodologia-de-la-simulacion>; jueves 25; 22:44pm.

## **2.7 HERRAMIENTAS**

### **2.7.1 controlador plc LOGO 8**

Los módulos lógicos son dispositivos que se utilizan para realizar funciones sencillas de automatización de procesos. Tienen un tamaño reducido, lo que permite ahorrar espacio y los mismos pueden inclusive tener una pantalla y teclas para interactuar con el mismo.

El LOGO 8 es un módulo lógico de la firma Siemens. Estos módulos LOGO 0BA8 tienen un ancho de 71.5 milímetros y presentan un interfaz RJ45 para comunicación Ethernet. A través de esta interfaz se puede programar el LOGO 8, conectarlo a una aplicación SCADA o comunicarlo con otros PLC, HMI o LOGO. Los módulos LOGO 0BA8 pueden ser ampliados con extensiones soportando hasta un máximo de 24 entradas digitales, 20 salidas digitales, 8 entradas analógicas y 8 salidas analógicas. Presentan una pantalla integrada con 6 líneas por 16 caracteres con retroalimentación en tres colores. Además, cuenta con un reloj de tiempo real, posibilidad de colocarle una tarjeta SD para guardar registros de eventos del sistema en ficheros y un servidor web embebido.

Por otra parte, la línea LOGO 8 cuenta con una excelente herramienta de programación: LOGO Soft Comfort. Y uno del aspecto más novedoso de esta aplicación es ser multiplataforma o sea existen versiones para Windows, Linux y Mac OS.

- 8 unidades básicas para todos los voltajes, con o sin display.
- ¡Todas las unidades integran interfaz Ethernet, inclusive los equivalentes a LOGO! 6 (4TE) siendo compatible la comunicación con versiones previas.

- Web Server integrado en todas las unidades.
- 7 módulos de ampliación digital y 3 analógicos.
- Se incrementa el número de salidas digitales a 20 y 8 salidas analógicas.
- ¡Interfaz Ethernet integrado en toda la gama LOGO! 8, vía Ethernet, LOGO! podría comunicar con otros LOGO u otros equipos SIMATIC S7.
- El interfaz Ethernet elimina la necesidad de cables adicionales para la programación o la conexión con el TDE. Será suficiente con disponer de un cable estándar Ethernet.

**Figura No 2.1** PLC logo Siemens 1



**Fuente:**

(<https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/logo.html>)

### **2.7.2 características generales**

Todos los modelos básicos y puros de LOGO 8 tienen una tarjeta SD que permite hacer registro de eventos en ficheros (“datalogger”). Estos ficheros pueden almacenar hasta 20000 líneas, pero no se preocupe que cuando este límite es alcanzado automáticamente el módulo LOGO 8 crea un nuevo fichero y continúa guardando en el mismo. Además, tienen un servidor web embebido que le

permite al usuario conectarse desde cualquier dispositivo con un navegador web (PC, tableta, teléfono inteligente) y realizar configuraciones sobre el módulo.

Los modelos básicos tienen una pantalla de 6 líneas por 16 caracteres con retroalimentación en tres colores: blanco, ámbar y rojo.

**Figura No 2.2** Características PLC logo Siemens

LOGO!	Pantalla	SD	Web	Ethernet
LOGO! 12/24RCE	X	X	X	X
LOGO! 12/24RCEo		X	X	X
LOGO! 24CE	X	X	X	X
LOGO! 24CEo		X	X	X
LOGO! 24RCE	X	X	X	X
LOGO! 24RCEo		X	X	X
LOGO! 230RCE	X	X	X	X
LOGO! 230RCEo		X	X	X

**Fuente:** (<https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>)

### 2.7.3 alimentación de los módulos lógicos

**Figura No 2.3** Entradas de alimentación PLC logo Siemens

LOGO!	Alimentación	Rango permisible	Consumo corriente
LOGO! 12/24RCE LOGO! 12/24RCEo	12/24V DC	10.8V DC a 28.8V DC	30mA a 140mA (12V DC) 15mA a 90mA (24V DC)
LOGO! 24CE LOGO! 24CEo	24V DC	20.4V DC a 28.8V DC	15mA a 50mA (sin carga en la salida digital) 1.2A (con carga máxima en la salida digital)
LOGO! 24RCE LOGO! 24RCEo	24V AC/DC	20.4V AC a 26.4V AC 20.4V DC a 28.8V DC	15mA a 150mA (AC) 15mA a 130mA (DC)
LOGO! 230RCE LOGO! 230RCEo	115/240V AC/DC	85V AC a 265V AC 100V DC a 253V DC	15mA a 40mA (115V AC) 15mA a 25mA (24V AC) 5mA a 10mA (115V DC) 2mA a 8mA (240V DC)

**Fuente:** (<http://tuinformaciontecnica.blogspot.com/2017/06/logo-8-1-caracteristicas-de-los-modulos.html>)

### 2.7.4 Entradas de los módulos lógicos Logo! 8

En la columna uno se muestra el total de entradas digitales que en todos los casos es 8. La columna dos indica cuantas de estas entradas digitales pueden ser configuradas como entradas analógicas con un rango de medición de 0-10V DC. La columna señal 0 indica el valor a partir del cual es considerada la señal como un cero lógico en la entrada. La columna señal 1 indica el valor a partir del cual es considerada la señal como un uno lógico en la entrada.

**Figura No 2.4** Características de Entradas PLC logo Siemens

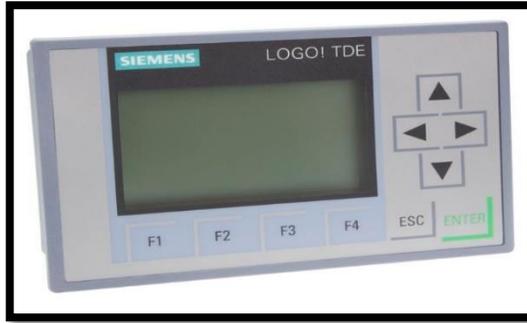
	Entradas	analógicas	Señal 0	Señal 1
LOGO! 12/24RCE LOGO! 12/24RCEo	8	4	menor de 5V DC	mayor de 8.5V DC
LOGO! 24CE LOGO! 24CEo	8	4	menor de 5V DC	mayor de 12V DC
LOGO! 24RCE LOGO! 24RCEo	8	0	menor de 5V AC/DC	mayor de 12V AC/DC
LOGO! 230RCE LOGO! 230RCEo	8	0	menor de 40V AC menor de 30V DC	mayor de 79V AC mayor de 79V DC

**Fuente:** (<http://codigoelectronica.com/blog/que-es-un-plc-siemens-logo>)

### 2.7.5 pantalla LOGO TDE

- ¡Nuevo LOGO! TDE con dos interfaces Ethernet.
- Misma dimensión de montaje que el anterior.
- Visualización mejorada con 6 líneas y 20 caracteres por línea. Ahora tiene más del doble de los caracteres que antes para los mensajes de texto sin formato.
- ¡Como en el LOGO! pantalla, el nuevo TDE ofrece blanco, naranja y rojo como luz de fondo, para enfatizar la visualización, etc.

**Figura No 2.5** LOGO TDE Siemens



**Fuente:** (<https://www.automation24.biz/siemens-logo-8-tde-6ed1055-4mh00-0ba1>)

### **2.7.6 Sonda de temperatura pt 100**

La PT100 es un sensor de temperatura que a 0 °C tiene 100 ohm y que al aumentar la temperatura aumenta su resistencia eléctrica. Este sensor PT100 es el corazón sensible a la temperatura de cualquier termómetro de resistencia. Aparte de la forma de montaje, son sus características las que básicamente determinan las propiedades técnicas de medida del sensor. El incremento de la resistencia de la PT100 no es lineal, pero si creciente y característico del platino de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde. Normalmente las sondas PT100 industriales se fabrican encapsuladas en la misma forma que los termopares, es decir dentro de un tubo de acero inoxidable u otro material (vaina). En un extremo está el elemento sensible (Sensor RTD) y en el otro está el terminal eléctrico de los cables protegido dentro de una caja redonda de aluminio.

#### **2.7.6.1 Construcción y funcionamiento**

Dependiendo de la forma de construcción, la parte bobinada de las PT100 en forma de hilo o cinta de platino, sensible a la temperatura, va encapsulada en un cuerpo cerámico o de vidrio, o bien se encuentra como fina capa sobre una plaquita cerámica. Los terminales del elemento de medida están unidos a la parte resistiva activa de forma que resistan a las vibraciones. En el caso de las PT100

múltiples, las bobinas respectivas se identifican por el diferente largo de los pares de terminales. El principio activo de las PT100 es la modificación de su resistencia eléctrica, que varía según la temperatura a la que son sometidas. Como elemento extendido, la PT100 recoge el valor medio de la temperatura existente a toda su longitud.

#### **2.7.6.2 Construcción y funcionamiento**

Todas las PT100 de platino suministradas y montadas por SRC cumplen con los valores básicos y las desviaciones admitidas de la norma DIN IEC 751. Los valores DIN rigen para un valor nominal de 100 Ohms.

La estabilidad de temperatura de la PT100 con respecto a sus valores medidos asimismo cumple o excede las exigencias DIN IEC.

#### **2.7.6.3 Ventajas de las sondas PT100**

Las PT100 siendo levemente más costosos y mecánicamente no tan rígidos como los termopares, los superan especialmente en aplicaciones de bajas temperaturas. (-100 a 200 °). Los sensores PT100 pueden fácilmente entregar precisiones de una décima de grado con la ventaja que la PT100 no se descompone gradualmente entregando lecturas erróneas, si no que normalmente se abre, con lo cual el dispositivo medidor detecta inmediatamente la falla del sensor y da aviso. Este comportamiento es una gran ventaja en todo tipo de dispositivos donde una desviación no detectada de la temperatura podría producir algún daño grave. Además, la PT100 puede ser colocada a cierta distancia del medidor sin mayor problema utilizando cable de cobre convencional para hacer la extensión. Dependerá del tipo de conexión para minimizar las pérdidas de señal, a continuación, se los mostramos.

#### **2.7.6.4 Conexiones sondas PT100**

##### **PT100 2 hilos**

El modo más sencillo de conexión (pero menos recomendado) es con solo dos cables. Este solo se recomienda para medición máximo a 10 metros del regulador de temperatura ya que a partir de ahí el sensor pt100 puede tener pérdidas de señal.

##### **PT100 3 hilos**

El modo de conexión de 3 hilos es el más común y más utilizado para procesos industriales resuelve bien el problema de error generado por los cables. El único requisito es que los tres cables tengan la misma resistencia eléctrica pues el sistema de medición se basa (casi siempre) en el “puente de Wheatstone”. Por supuesto el lector de temperatura debe ser para este tipo de conexión. La mayoría de los equipos industriales vienen preparados para conexión PT100 3 hilos.

##### **PT100 4 hilos**

El método de 4 hilos es el más preciso de todos y se usa para laboratorio. Los 4 cables pueden ser distintos (distinta resistencia) pero el instrumento lector es más costoso.

**Disponible en:** <https://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/> martes 3; 02:40 pm.

#### **2.7.7 lenguaje de programación “LOGO!Soft Comfort”**

Con el programa LOGO!Soft Comfort dispondrá, entre otras, de las siguientes funciones:

- Creación gráfica de su programa offline como diagrama de escalera (esquema de contacto / esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones) Simulación del programa en el ordenador
- Generación e impresión de un esquema general del programa

- Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte
- Comparación de programas
- Parametrización cómoda de los bloques
- Transferencia del programa

-Desde LOGO! al PC

-Del PC a LOGO!

- Lectura del contador de horas de funcionamiento
  - Ajuste de la hora
  - Ajuste del horario de verano e invierno
  - Prueba online: ¡Indicación de estados y valores actuales de LOGO! en modo RUN:
  - Estados de entradas y salidas digitales, de marcas, de bits de registro de desplazamiento y de teclas de cursor
  - Valores de todas las entradas y salidas analógicas y marcas
  - Resultados de todos los bloques
  - Valores actuales (incluidos tiempos) de bloques seleccionados
- Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP). LOGO Manual.

## **ALTERNATIVA**

Con LOGO Soft Comfort también tendrá una alternativa a la planificación tradicional:

- Primero diseña su programa en el escritorio.
- A continuación, simula el programa en el ordenador y comprueba su funcionamiento antes de ponerlo en marcha.
- Puede comentar e imprimir el programa.
- Puede guardar los programas en el sistema de archivos de su PC. De ese modo estarán disponibles directamente para usos posteriores.

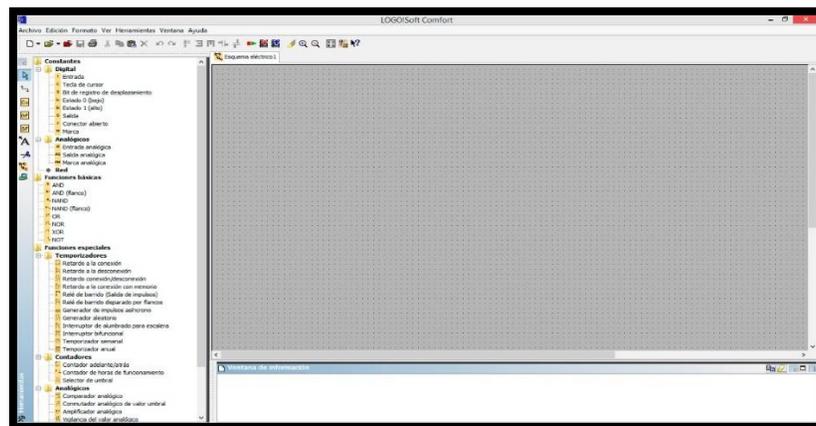
- Con pocas pulsaciones de tecla puede transferir el programa a LOGO.

Este programa le permite crear programas de forma eficaz, cómoda, confortable y clara en el PC (“Cableado por pulsación de tecla”). ¡Una vez creado el programa, puede evaluar qué variante de LOGO! se requiere para el programa ya terminado o puede definir con antelación, ¡para qué variante de LOGO! desea crear el programa.

Las funciones más útiles son:

- La simulación offline del programa
- La indicación simultánea del estado de varias funciones especiales
- La posibilidad de documentar programas ampliamente
- La indicación de estados de valores actuales de LOGO en modo RUN
- La extensa ayuda en pantalla.

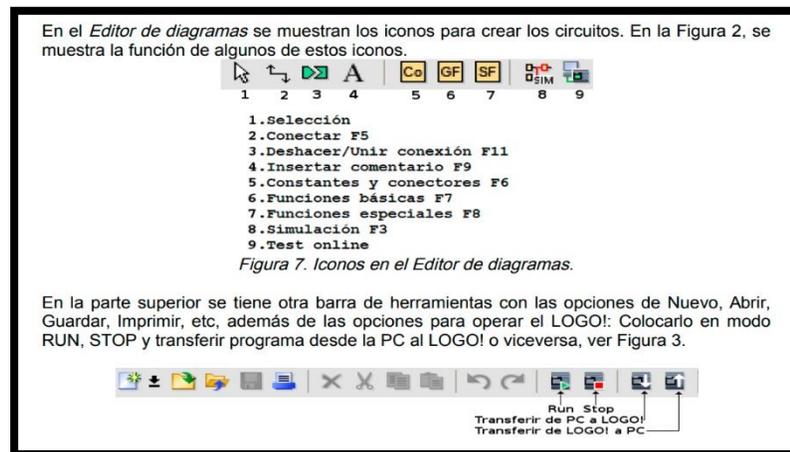
**Figura No 2.6 LOGO Soft Comfort**



**Fuente:**

([https://cache.industry.siemens.com/dl/files/761/19625761/att\\_75984/v1/logo\\_s\\_09\\_99.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/761/19625761/att_75984/v1/logo_s_09_99.pdf))

**Figura No 2.7** LOGO Soft Comfort herramientas



**Fuente:**

(<http://www.etitudela.com/profesores/ipz/iav/downloads/logoconfort5.0.pdf>)

## 2.8 MÉTRICAS DE CALIDAD

Las normas NB-ISO 9000 citadas s continuación se han elaborado para asistir las organizaciones de todo tipo y tamaño en la implementación la operación de sistemas de gestión de calidad eficaces.

- La norma NB-ISO 9000 describe los fundamentos de los sistemas de gestión de la calidad y especifica la terminología de los sistemas de gestión de calidad.
- La norma NB-ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad de proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentos que le sean de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.
- La norma NB-ISO 9004 proporciona directrices que consideran tanto la eficacia como la eficiencia del sistema de la gestión de calidad. El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

- El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad de software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad.
- ISO 22000: 2018, Sistemas de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria, establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos. Define lo que una organización debería realizar para demostrar su capacidad de controlar los peligros para la inocuidad alimentaria y garantizar que los alimentos sean seguros para el consumo.

La ISO 9001 es una norma internacional que toma en cuenta las actividades de una organización, sin distinción de sector de actividad. Esta norma se concentra en la satisfacción del cliente y en la capacidad de proveer productos y servicios que cumplan con las exigencias internas y externas de la organización. Hoy por hoy, la norma ISO 9001 es la norma de mayor renombre y la más utilizada alrededor del mundo (Más de un millón de organizaciones en el mundo están certificadas ISO 9001

### **Fórmulas y Factores**

En la confiabilidad asociada a la relación entre las preguntas y los 25 criterios de medición de impacto, calculando el índice de discriminación de todos los ítems del instrumento; por otra parte, a nivel general para la prueba, se determina el coeficiente de Alfa de Cronbach cuyo valor obtenido es “bueno” con un alfa de 0,88 según la escala sugerida por Darren y Paul (2003) donde los rangos para evaluar el valor del alfa de Cronbach son: >0,9 excelente; >0,8 bueno; >0,7 aceptable; >0,6 cuestionable; >0,5 pobre; y <0,5 inaceptable.

Entendiendo que la población es finita, el cálculo de la muestra de estudio, buscando que los resultados obtenidos sean representativos para la población,

por lo que se usó un error permitido del 5% y un nivel de confianza del 95% empleando un muestreo simple, y aplicando la formula

$$n = \frac{p * q * z^2 * N}{N * e + Z * p * q}$$

Donde n es el número de elementos de la muestra, N es el número de elementos del universo, p y q son, respectivamente, la probabilidad de éxito y de fracaso asociada al suceso, Z es el valor crítico correspondiente al nivel de confianza elegida asociado con una distribución normal a dos colas y  $\epsilon$  es el margen de error permitido.

Los valores de p y de q fueron determinados a partir de los resultados derivados de la prueba piloto de la que se seleccionaron dos ítems asociados a la categoría de “Sistema de Gestión de la Calidad” dentro del instrumento aplicado, y considerando que, dado que el instrumento utiliza una escala Likert a cinco niveles, para valorar el nivel de aceptación o de cumplimiento (p)

### **2.8.1 Norma ISO 9001:2018**

La norma ISO 9001:2018 es la base del sistema de gestión de calidad SGC es una norma internacional que se centra en todos los elementos de la gestión de la calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permite administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen SGC.

El objetivo de la ISO es llegar a un consenso con respecto a soluciones que cumplan con las exigencias comerciales sociales - tanto para los clientes cómo para los usuarios. Estas normas se cumplen de forma voluntaria ya que la ISO siendo una entidad no gubernamental, no cuenta con la autoridad para exigir su cumplimiento. Sin embargo, tal-como ha ocurrido con los sistemas de gestión de la calidad adaptados a la norma ISO 9001 estas normas pueden convertirse en

un requisito para que una empresa se mantenga en una posición competitiva dentro del mercado.

Cada seis meses, un agente de un ente certificador realiza una auditoria de las empresas registradas con el objeto asegurarse que se cumplen las condiciones que impone la norma ISO 9001. De este modo, los clientes de las empresas registradas se libran de las molestias de ocuparse del control de calidad de sus proveedores y, a su vez, estos proveedores sólo deben someterse a una auditoría y no a múltiples auditorías realizadas por los diferentes clientes. Los proveedores de todo el mundo deben ceñirse a las mismas normas.

### **2.8.2 beneficios de la Norma ISO 9001 gestión de calidad**

- Le permitirá convertirse en un competidor más consistente en el mercado.
- Mejora la gestión de la calidad que le ayudara a satisfacer las necesidades de sus clientes.
- Tendrá métodos más eficaces de trabajo que le ahorraran tiempo dinero y recursos.
- Mejora su desempeño operativo, lo cual reducirá errores y aumentará los beneficios.
- Motivara y aumentara el nivel de compromiso del personal a través de procesos internos más eficientes.
- Aumentará el número de clientes valiosos a través de un mejor servicio de atención al cliente.
- Ampliará las oportunidades de negocio demostrado conformidad con las normas.

### **2.8.3 Norma ISO 9004**

El objetivo de esta norma es la mejora del desempeño de la organización y la satisfacción de los clientes y de otras partes interesadas.

Las Normas Internacionales ISO 9001 e ISO 9004 forman un par coherente de normas sobre la de gestión de la calidad. La Norma ISO 9001 está orientada al

aseguramiento de la calidad del producto y a aumentar la satisfacción del cliente mientras que la Norma ISO 9004 tiene una perspectiva más amplia sobre la gestión de la calidad brindando orientaciones sobre la mejora del desempeño.

La Norma ISO 9004 proporciona orientación sobre un rango más amplio de objetivos de un sistema de gestión de la calidad que la Norma ISO 9001, especialmente para la mejora continua del desempeño y de la eficiencia globales de la organización, así como de su eficacia.

La norma ISO 9004 se recomienda como un guía para aquellas organizaciones cuya alta dirección deseen ir más allá de los requerimientos de la norma ISO 9001, persiguiendo la mejora continua del desempeño. Sin embargo no tiene la intención de que sea utilizada con fines contractuales o de certificación.

#### **2.8.4 Norma ISO 9126**

El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad; cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de sub características que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software.

**Funcionalidad:** en este grupo se conjunta una serie de atributos que permiten calificar si un producto de software maneja en forma adecuada el conjunto de funciones que satisfagan las necesidades para las cuales fue diseñado.

**Confiabilidad:** capacidad del software de mantener su nivel de ejecución bajo condiciones normales en un periodo de tiempo establecido.

**Usabilidad:** consiste de un conjunto de atributos que permiten evaluar el esfuerzo necesario que deberá invertir el usuario (dueño de casa) para utilizar el sistema.

**Portabilidad:** evalúa la oportunidad para adaptar el software a diferentes ambientes sin necesidad de aplicarle modificaciones.

**Mantenibilidad:** es el esfuerzo necesario para diagnosticar las deficiencias o causas de fallas, o para identificar las partes que deberán ser modificadas.

**Eficiencia:** esta característica permite evaluar la relación entre el nivel de funcionamiento del software y la cantidad de recursos usados.

### **2.8.5 Norma ISO 22000: 2015**

La norma ISO 22000 es aplicable a todas las organizaciones en la industria de alimentos, independientemente de su tamaño o rubro. Siguiendo la misma estructura de alto nivel que otras normas ISO de Sistemas de Gestión, como la ISO 9001 (Gestión de Calidad), esta norma está diseñada de manera que pueda integrarse en los procesos de gestión existentes de una organización, sin embargo, se puede utilizar también de manera independiente.

#### **Cuáles son los beneficios**

La norma ISO 22000 permite a las organizaciones implementar un Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos, el cual les permite mejorar su desempeño general en lo que respecta a inocuidad.

Los beneficios del uso de la norma incluyen:

- La capacidad de proveer de manera consciente productos y servicios alimentarios inocuos que cumplan con los requisitos legales vigentes.
- Gestión de riesgos mejorada en procesos relacionados a inocuidad de los alimentos.
- Demostrar fuertes vínculos con el Codex Alimentarius de las Naciones Unidas, quienes desarrollan lineamientos de inocuidad para los gobiernos.



## **CAPÍTULO III**

# **MARCO APLICATIVO**

### 3.1 Análisis de requerimientos

Se mencionará todo los componentes y módulos que se utilizaron para nuestro sistema de control automatizado de costo accesible para el sistema de deshidratación.

Materiales que necesita el sistema de control.

- Plc logo versión 8 siemens
- Pantalla TDE siemens
- Sonda pt 100
- Cable de red directo
- Cables de conexión
- Fuente de 24 v 3 A
- Térmico bipolar de protección
- Luces pilotos de señalización
- Rele de control
- Contactor de fuerza de 220 v
- Resistencia eléctrica
- Ventilador de aspersion

También se usó el software como ser.

- LOGO Soft Comfort V8.2
- Proteus 8 profesional (programa de simulación) modo demo
- Cade Simu (programa de simulación de PLC)

Para realizar la construcción del prototipo se utilizó los siguientes materiales.

- Barra de Angular
- Hoja de lata templada
- Vidrio de alta temperatura
- Silicona de alta temperatura
- Pernos

### 3.1.1 Cálculo de temperatura

Como se puede observar el monitoreo de temperatura es obsoleto ya que solo se visualiza mediante un manómetro analógico sin ningún tipo de control. Por esta razón se realizaron los cálculos para un para un control de temperatura más preciso.

**Figura No 3.1** Temperatura de fusión de materiales.



**Fuente:** Elaboración Propia

Los Cálculos que se realizaron fueron para el Acondicionamiento de Aire para la Cámara Deshidratación de alimentos (Frutas), en la cual se realizaron los cálculos asumiendo la Temperatura de Secado del Manual de Deshidratación de Frutas Tropicales realizado por María luisa colina Irezabal. 2013, donde se expuso que la Temperatura debe estar entre (70 °C y 80 °C) para determinada Frutas: (duraznos, uvas, Cambur, mazanas entre otros), se tomó la máxima temperatura en la cámara y se asumió una humedad relativa de 80% en los primeros cálculos, dentro del Deshidratador para Secar Frutas, se utilizó una Hoja de Cálculo para Determinar La Energía de Entrada al Sistema, usando condiciones estándar para los cálculos iniciales y asumiendo que se conoce una velocidad de entrada de aire de los ventiladores.

$$w = \frac{0.622P_v}{P - P_v}$$

**Tabla No 3.1** Resultados mediante Carta Psicrométrica

Carta Psicrométrica	Estado 1	Estado 2	unidades
<b>Temperatura</b>	20	70	Celsius
<b>Temperatura</b>	293.15	343.15	Kelvin
<b>Humedad relativa</b>	80	-----	Porciento
<b>Humedad</b>	0,01186	0,01186	KgH <sub>2</sub> O/Kg aire seco
<b>Entalpia h1</b>	50,208	-----	KgH <sub>2</sub> O/Kg aire seco
<b>Entalpia h2</b>	-----	101,50	kJ/Kg aire seco
<b>▲ h</b>	51,29	-----	KJ/Kg aire seco

**Fuente:** María luisa colina Irezabal. 2013; deshidratación de frutas tropicales

### 3.1.2 Cálculo de Energía

Q entrada + m aire h1 = m aire h2 (Ecuación de Conservación de Energía) si el flujo masivo se considera 10 m<sup>3</sup> por minuto, se asume porque desconocemos el caudal masivo de aire que entraría a la cámara de secado.

Q= 512.9 KJ / min, equivalente a **1400 KW**

Equivalente a las Resistencia de 1400 W para un flujo masivo de Aire de (10 m<sup>3</sup> /min) asumido.

Se selecciono en el mercado más Vatios de la resistencia debido a lo que se había asumido no eran datos prácticos, ya que se investigó y en los proveedores

no tienen turbinas o sopladores de aire con manual de presión de salida y Flujo de Aire.

### 3.1.3 Cálculo de las Resistencias

Con los cálculos anteriores se determinó que asumiendo una tasa de flujo másico el calor de entrada debe estar próximo a (512,9 KJ / min), se estimó un máximo de la las Resistencias de 4000 W, el cual se regulara con los Controladores de ser necesario.

**Figura No 3.1** resistencia instalada actualmente.



**Fuente:** Elaboración Propia

Se hizo la búsqueda en diversos proveedores y se consiguió una Resistencias de Cromo-Niquel con datos de Placa: 4400 W, 220 V, un Arreglo en Serie. Lo cual podría ser controlado por Un sistema Eléctrico disminuyendo la Temperatura on-off.

$$R = \frac{V}{P}$$

El valor de la Resistencia Teórica fue: **13,09 Ohm** Datos de Placa

**Intensidad =  $P_{elec}/\text{Voltaje}$   $i= 20$  Amp**

Se Tomo el Valor real de la del Voltaje y de las Resistencias donde el valor real de las resistencias es de 12,5 Ohm y el Voltaje es de 220 V. Siendo la Potencia eléctrica Máxima que se alcanzara aproximadamente de 3427 W.

### 3.1.4 Dilatación Térmica de los Materiales del Equipo

Se selecciono la Madera como sección interna del Equipo Deshidratador y la Sección del Sistema del Flujo de Aire Caliente y las Bandejas de Acero inoxidable.

$a = \epsilon L_0 \Delta T$ , La elongación lineal máxima para las tapas y las puertas dio 2 mm y para la sección Critica 0,5 mm. Datos tomado de figura 2.6

**Figura No 3.1** Temperatura de fusión de materiales.

METALES	PUNTO DE FUSIÓN	
Estaño	240°C	450°F
Plomo	340°C	650°F
Cinc	420°C	187°F
Aluminio	620-650°C	1150-1200°F
Bronce	880-920°C	1620-1680°F
Latón	930-980°C	1700-1800°F
Plata	960°C	1760°F
Cobre	1050°C	1980°F
Hierro fundido	1220°C	2250°F
Metal monel	1340°C	2450°F
Acero de alto carbono	1370°C	2500°F
Acero medio para carbono	1430°C	2600°F
Acero inoxidable	1430°C	2600°F
Níquel	1450°C	2640°F
Acero de bajo carbono	1510°C	2750°F
Hierro forjado	1593°C	2900°F
Tungsteno	3396°C	6170°F

Fuente: Elaboración Propia

### 3.1.5 Esquema de construcción

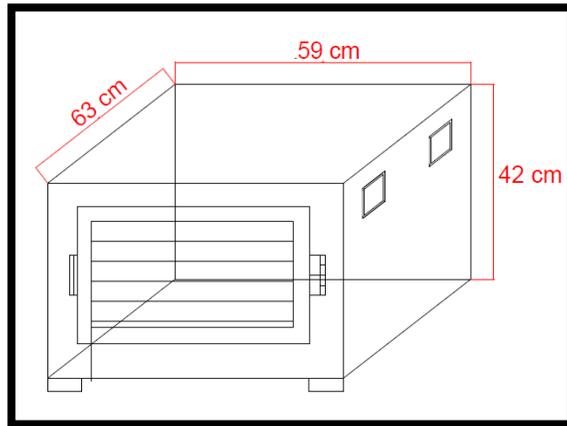
En el esquema se muestra y detalla el modelo de construcción y las medidas del diseño del deshidratador de alimentos.

Ancho = 59 cm.

Largo = 63 cm.

Altura = 42 cm.

**Figura No 3.2** Esquema de la construcción.



**Fuente:** Elaboración Propia

### **3.1.6 Esquema de automatización**

En el presente esquema se muestra y detalla la parte eléctrica de la automatización de deshidratador de alimentos.

F = breaker de protección contra corte o sobretensión de entrada.

S1 = selector de ON-OFF del plc y el sistema de control.

B = convertido de señal del sensor de pt100 para este caso de resistencia a tensión analógica.

B1 = sensor de temperatura pt100

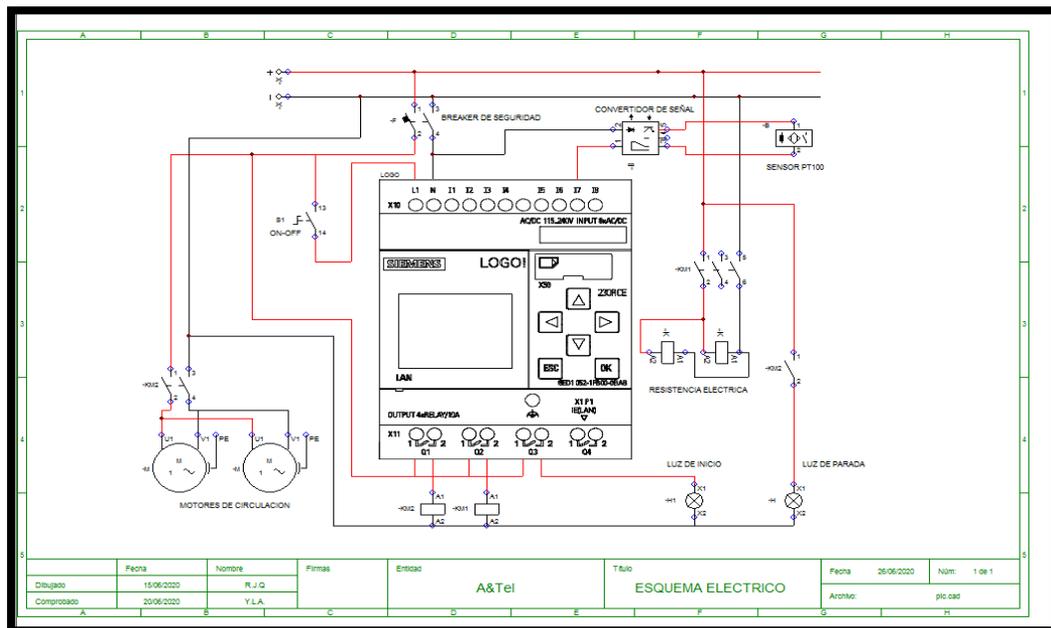
KM1 = control de potencia de las resistencias eléctricas.

KM2 = control de mando de los ventiladores de circulación de aire.

H = luz de señalización (verde) indica el inicio de producción.

H1 = luz de señalización (rojo) indica el paro de la producción.

**Figura No 3.3** Esquema de la Automatización.



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2 Diseño del prototipo

En base a la información y características proporcionadas en el capítulo anterior, se procedió a diseñar el prototipo del sistema de deshidratación.

Primeramente, se realizó la programación del PLC logo de Siemens junto con la programación de la pantalla TDE mediante el software LOGO Soft Comfort.

**Figura No 3.4** Puertos ethernet de programación del PLC Logo 8 y pantalla TDE Siemens mediante el programa LOGO Soft Comfort.



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.2.1 Plc Logo 8 siemens

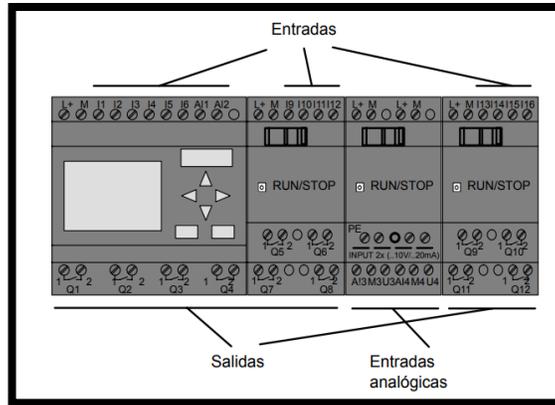
Este es uno de los mejores plc's con los que se puede contar para esta automatización.

**Figura No 3.5** PLC Logo versión 8 Siemens



**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura No 3.6** conexiones de pines de entrada y salida



**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura No. indica como se debe de realizar la conexión correcta de las borneras de entrada y salida del Plc así mismo como ser la conexión a la interfaz TDE ya que ambos son por comunicación ethernet cable directo 568-A, I1-I8 entradas de señal digital 12-24v tales como sensores, pulsadores, o señales digitales.

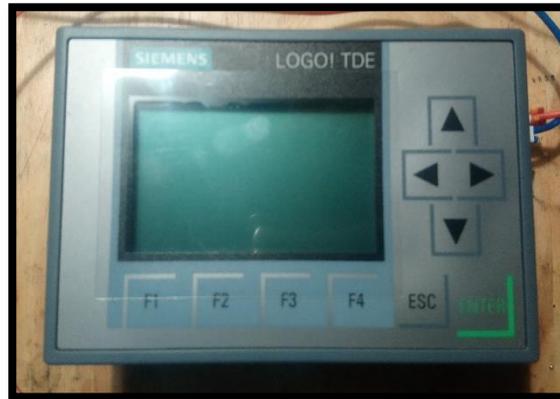
Las entradas I1-I2-I7-I8 aparte de ser entradas digitales puedes ser utilizados como entradas de señal analógicas con es en este caso, soportan dos tipos de señales como ser 4-20 mA o 0-10V para este caso aplicamos 0 a 10V de la sonda pt 100.

En el caso de las salidas contamos con cuatro salidas digitales a relé de 10 Amp las cuales usamos las salidas Q1 que representa la ventiladora de aspersión, Q2 que representa la termorresistencia Q3 que representa por medio de una luz piloto el paro de la máquina.

### 3.2.2 Pantalla TDE siemens

El visualizador de textos LOGO TDE de Siemens dispone de dos puertos ethernet y su pantalla de 6 líneas se puede usar con tres colores de fondo diferentes.

**Figura No 3.7** LOGO TDE - 6ED1055-4MH08-0BA0



**Fuente:** Elaboración Propia

En la figura muestra las teclas de ingreso al sistema para este caso utilizaremos las teclas de ▲ para incrementar el tiempo de residencia del producto así mismo para incrementar la temperatura de operación ▼ para decrementar el tiempo de residencia del producto así mismo para decrementar la temperatura de operación ◀▶ utilizaremos estas teclas para navegar por todo el menú programado

ESC y ENTER para el ingreso y salida de configuración tanto como del PLC y TDE como ser reprogramar algunos parámetros del programa principal como el manejo de las IP`S de comunicación.

También utilizaremos las teclas F1 para ingreso de la receta seleccionada, F2 para salir de la receta utilizada F4 para navegar o seleccionar la receta a trabajar.

Así mismo como ser la conexión a la interfaz TDE y el PLC ambos son por comunicación ethernet cable directo 568-A. de voltaje 12-24 voltios DC-AC.

### 3.3 Simulación del prototipo

#### 3.3.1 Recolección de datos

El prototipo recolectará el dato de temperatura de igual manera de la sonda PT 100 a través de módulo de ampliación del Plc AM2 RTD que es un módulo especialmente para la sonda de temperatura PT100.

**Figura No 3.8** diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal

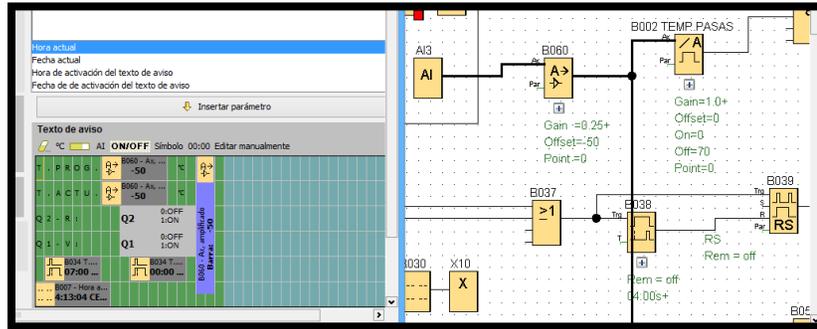


**Fuente:** Elaboración Propia

#### 3.3.2 Implementación del modelo en el computador

Para la realización de la simulación del modelo construido usaremos el programa Logo Soft Comfort para el procesamiento de la sonda de temperatura pt 100 en convertirlo en datos para luego poder adecuarlos a nuestro programa.

**Figura No 3.9** diseño de la simulación de la sonda pt 100

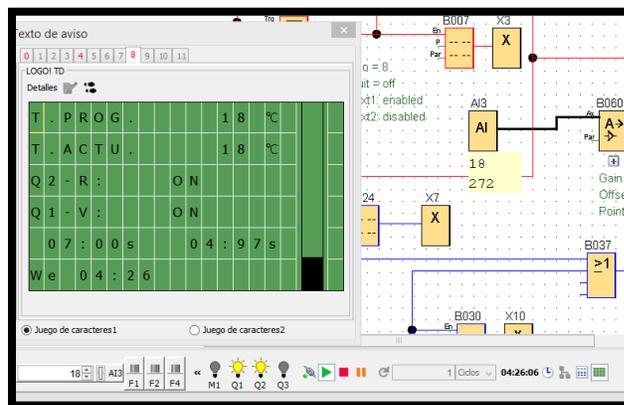


Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.3 Verificación y evaluación

Realizando la verificación de la obtención de datos a través de la sonda PT100 y procesamiento de los datos obtenidos podemos validar la funcionalidad y confiabilidad del módulo AM2 RTD de igual manera validamos la recolección de datos.

**Figura No 3.10** Verificación de los datos de la PT100



Fuente: Elaboración Propia

### 3.3.4 Experimentación

Generamos los datos deseados a través de las salidas Q1, Q2, Q3 de control de la resistencia eléctrica como de las luces de señalización y control de las ventiladoras de recirculación de aire.

**Figura No 3.11** Verificación de las salidas de control de Q1, Q2 y Q3

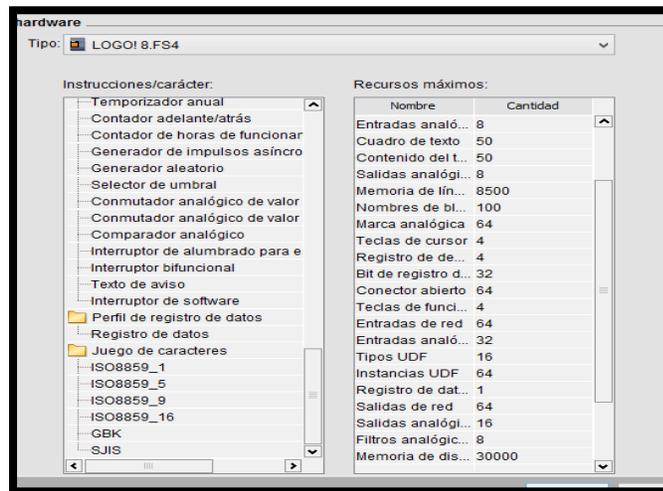


**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.3.5 Interpretación de resultados

En base a los resultados arrojados por la simulación podemos observar que el modelo se puede utilizar porque los datos de la simulación son los deseados.

**Figura No 3.12** Resultados arrojados por la simulación



**Fuente:** Elaboración Propia

### 3.4 Modelo del prototipo

Proseguimos con el armado total del prototipo que a continuación se podrá observar en la siguiente figura:

**Figura No 3.13** diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal



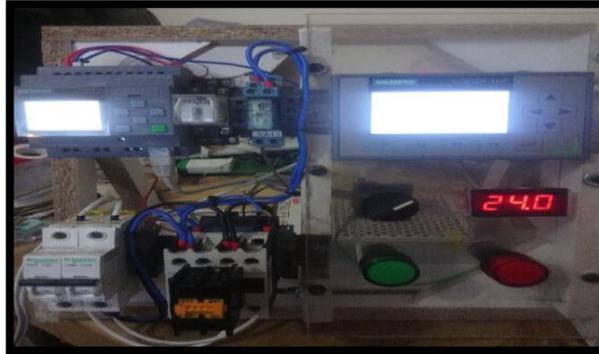
**Fuente:** Elaboración Propia

**Figura No 3.14** diseño del prototipo de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal



**Fuente:** Elaboración Propia

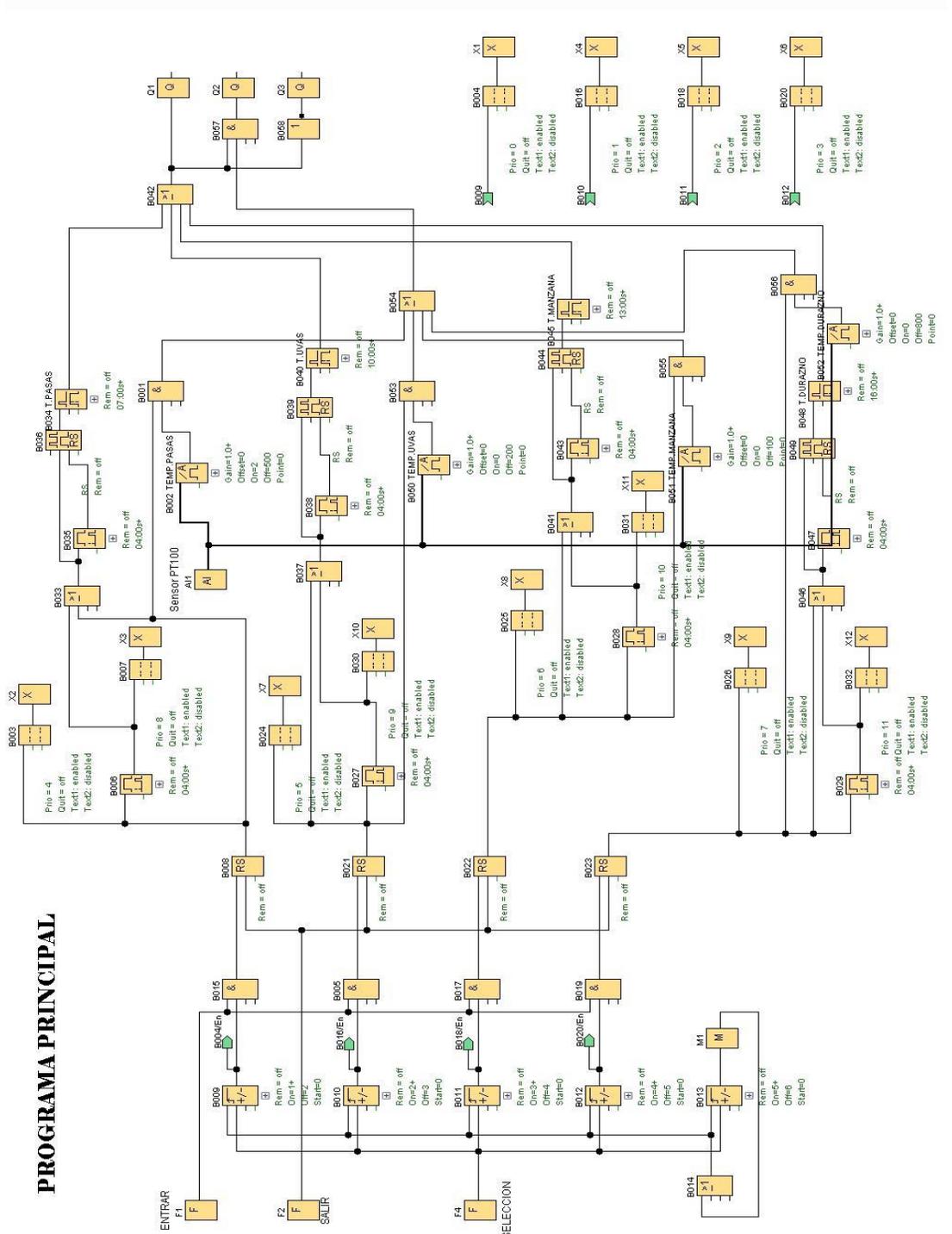
**Figura No 3.15** diseño del sistema de control y potencia eléctrico de automatización para deshidratador de alimentos vista frontal



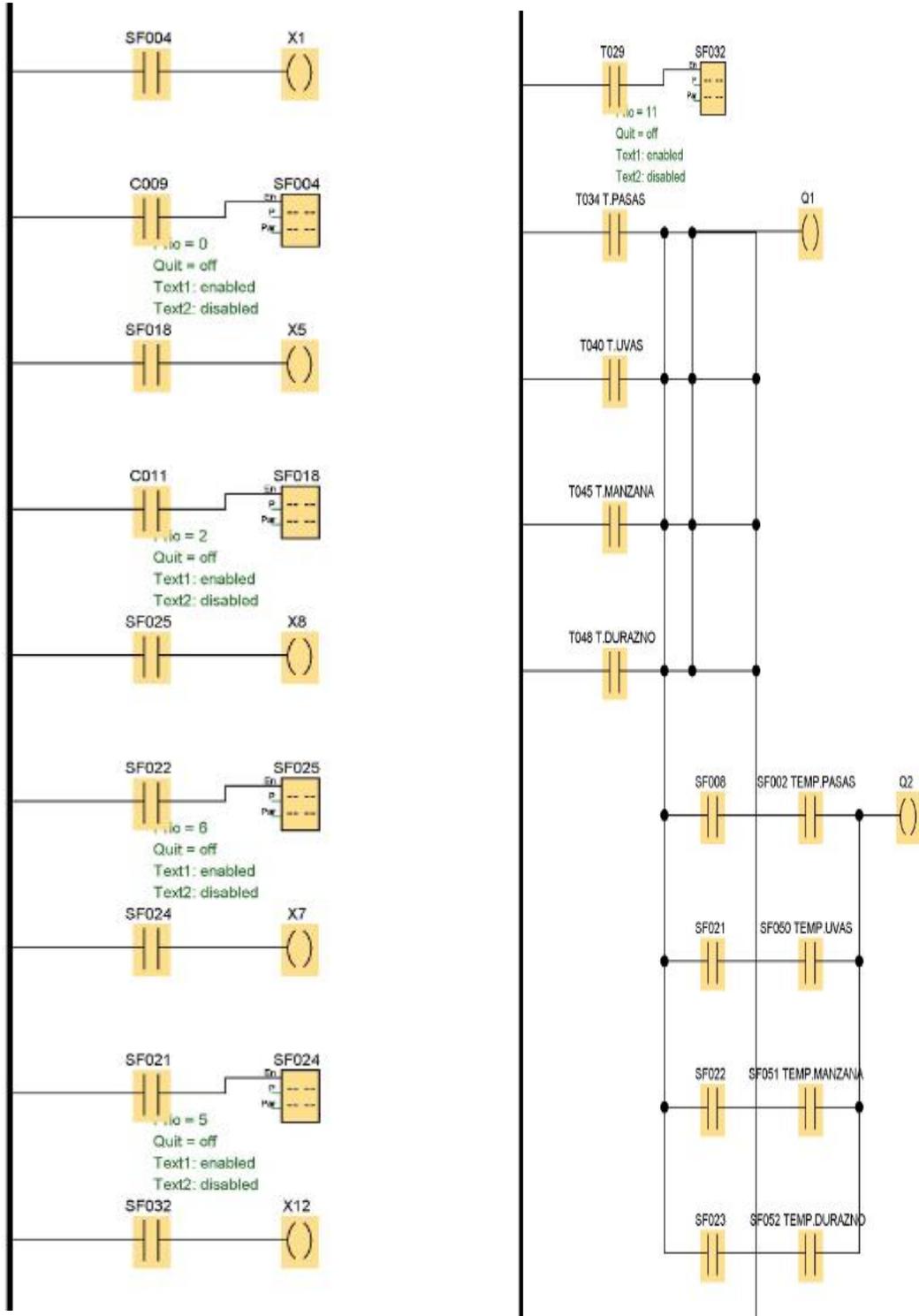
**Fuente:** Elaboración Propia

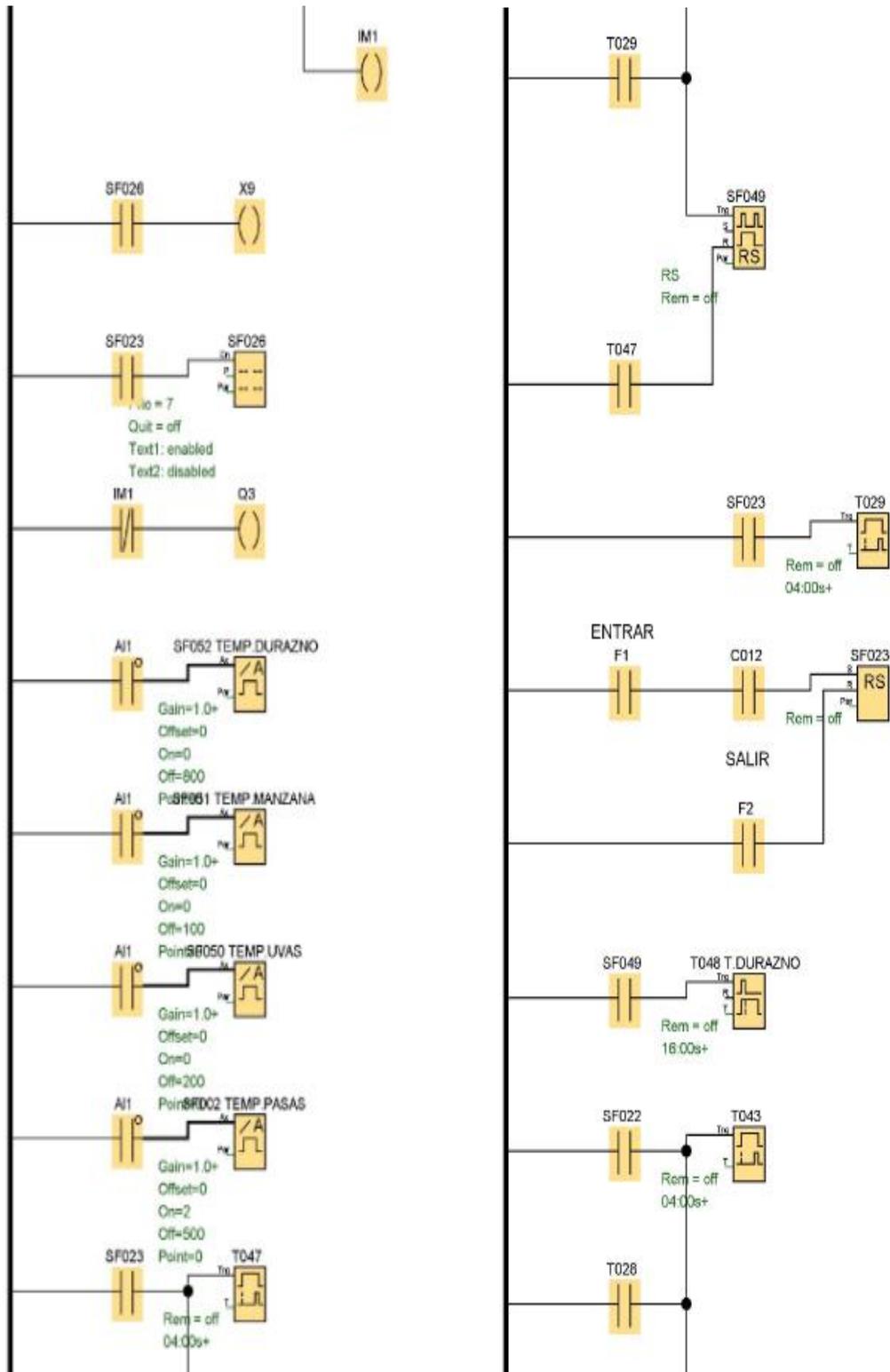
### 3.5 DESARROLLO:

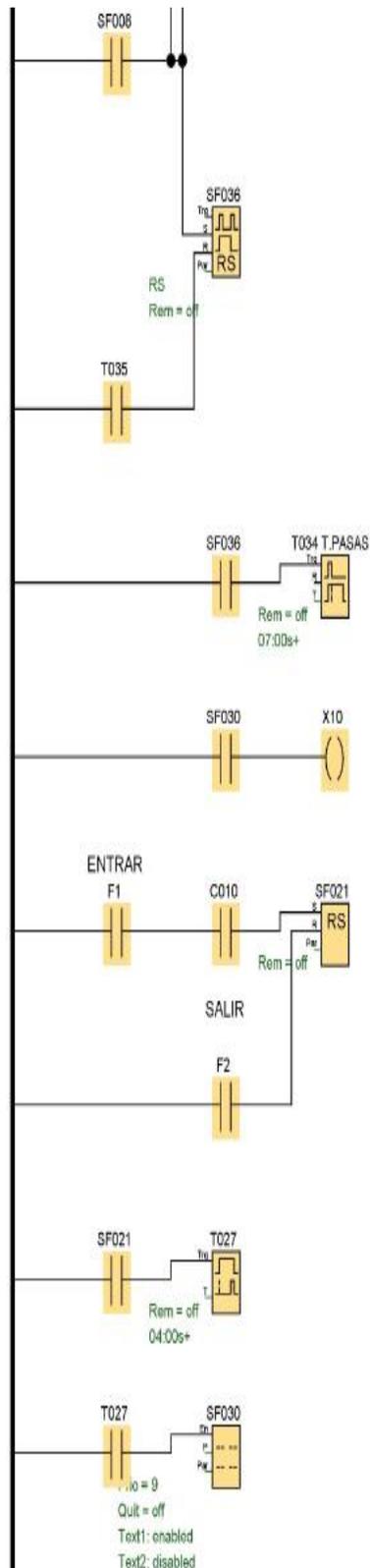
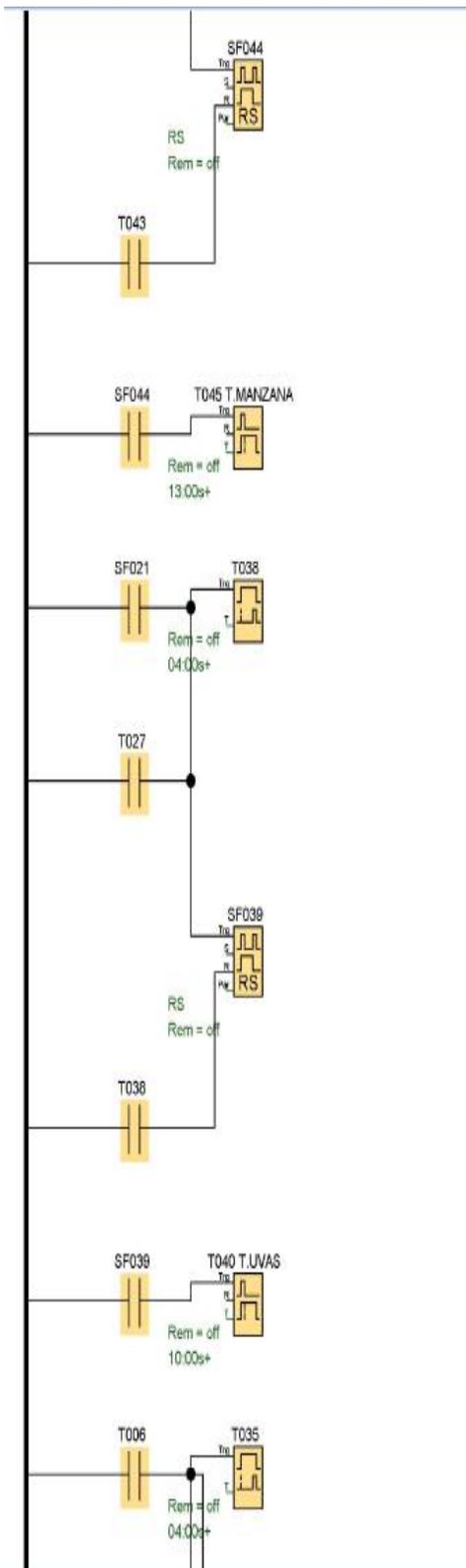
#### 3.5.1 Programa en logo Soft Comfort (Bloques):

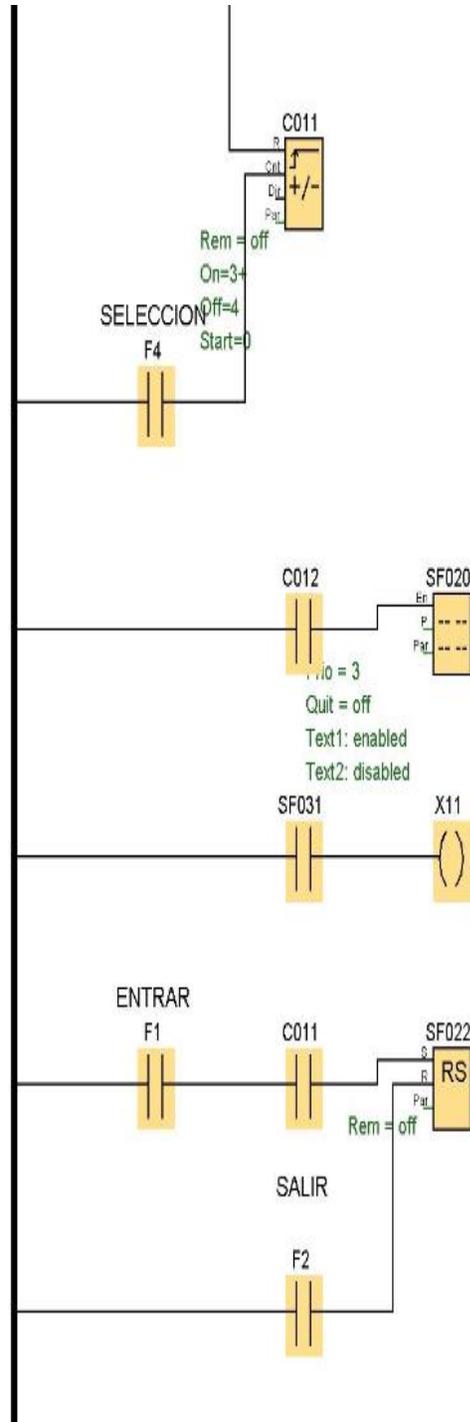
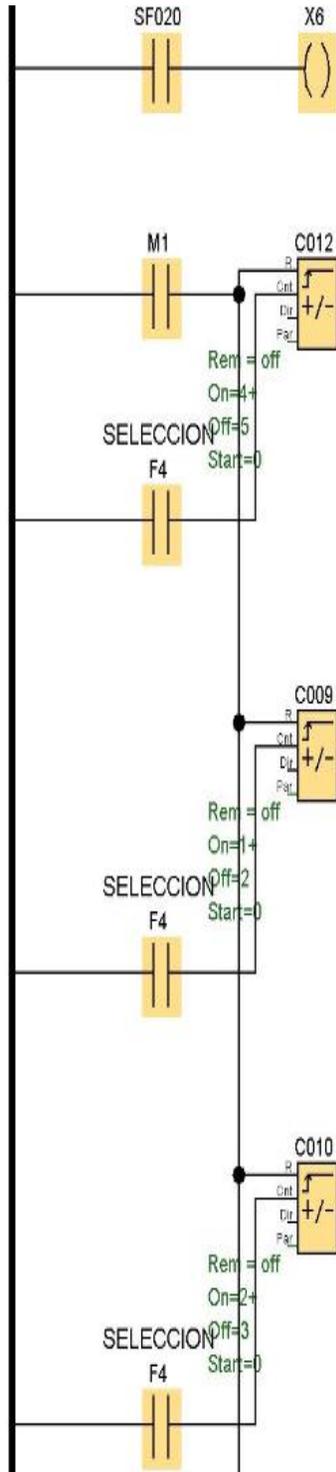


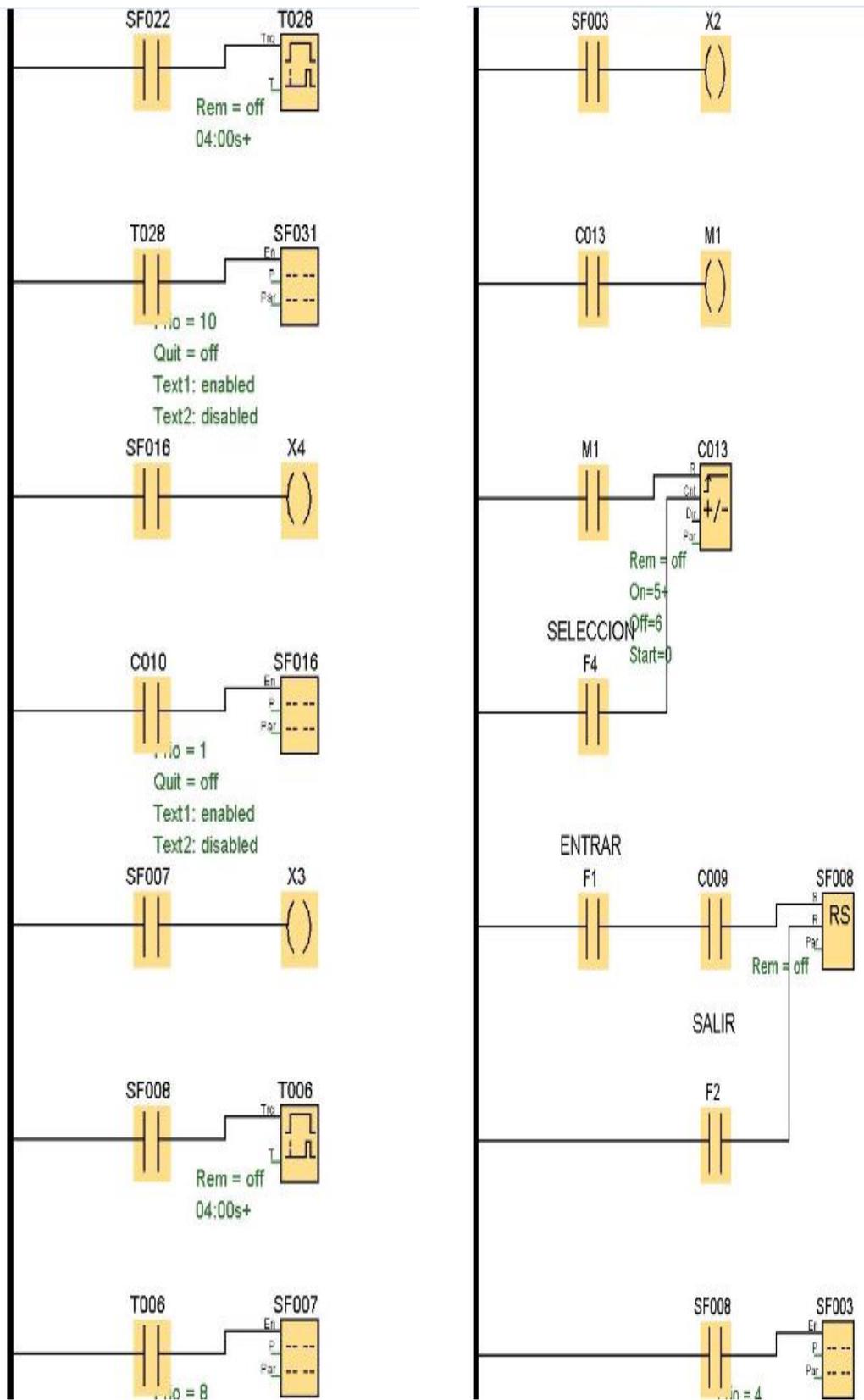
### 3.5.2 Programa en logo Soft Comfort (Ladder):











### **3.6 RELACIÓN DE LA NORMA ISO CON EL SISTEMA:**

Es un sistema de automatización que ayudara a la producción de los alimentos ya mencionados de la misma manera poder observar la temperatura dentro de la maquina en producción en tiempo real.

Los encargados de la producción u operadores tendrán un sistema de control que les permita estar más tranquilos cuando la maquina entre en producción modificar valores de tiempos, rangos de temperatura.

Los encargados de la producción tienen varios requisitos para un sistema automatizado para la empresa debido a eso la automatización podrá adecuarse a un modelo básico o un modelo completo eso dependerá del factor económico.

Una vez obtenido esos requisitos del encargado se tendrá un sistema de automatización aceptable para el mismo y sea a gusto del cliente.

Al final la empresa tendrá nuevos requisitos y también el avance de la tecnología va a seguir se podría modificar el sistema de control o cambiarlo por completo para que cumpla con los nuevos requerimientos de la empresa.

#### **3.6.1 Norma ISO 9001**

Tratará de la confianza que tenga el dueño en nuestro sistema de automatización para su empresa debido a que deberá realizar lo siguiente:

Tener la capacidad de satisfacer las necesidades del dueño de la empresa con nuestro sistema de automatización de deshidratación de alimentos. tener en cuenta que es lo que desea realmente que haga el sistema de automatización, que tenga confianza en el sistema de control una vez implementado en la empresa.

Seguir trabajando continuamente para mejorar el sistema de control y dar más resultados satisfactorios y que los clientes estén satisfechos.

### **3.6.2 Norma ISO 9004**

Para seguir debemos saber lo siguiente:

**Eficacia:** la norma ISO 9000 define la eficacia como la “extensión en la que se realizan las actividades planificadas y se alcanzan los resultados planificados”

**Eficiencia:** la norma ISO 9000 define la eficiencia como la “relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados”.

Teniendo en cuenta que es la eficacia y la eficiencia podemos decir que se alcanzó los resultados esperados del sistema de control automatizado para deshidratador de alimentos con ayuda de los componentes utilizados.

### **3.6.3 Norma ISO 22000: 2018**

Tratará de la inocuidad alimentaria de los alimentos a deshidratar y la confianza del dueño de la empresa tanto como de los consumidores de los alimentos deshidratados.

- Asegurar la protección del consumidor y fortalecer su confianza
- Reforzar la seguridad alimentaria.

## **3.7 MÉTRICAS DE CALIDAD DEL SOFTWARE:**

La medición de calidad del sistema se realizará mediante la métrica ISO 9126 define un modelo general de calidad que ayuda a demostrar que el sistema es confiable.

### **3.7.1 Funcionalidad**

#### **3.7.1.1 Factores**

La funcionalidad se deriva por medidas directas como el punto de función que cuantifica el tamaño y la complejidad del sistema en términos de las funciones del usuario.

**Tabla No 3.2** Variables Calculo Funcionalidad

Parámetros de Medición	Restricciones realizadas	PONDERACION			Total
		Simple	Medio	Complejo	
N.º Entradas de usuario	13	3	4	6	52
N.º Salidas de usuario	13	4	5	7	65
N.º Peticiones de usuario	15	3	4	6	60
N.º Datos	2	7	1	15	2
Interfaces externas	2	5	1	10	2
CUENTA TOTAL					181

**Fuente:** Elaboración propia

La funcionalidad no se mide directamente, por tanto, es necesario evaluar un conjunto de características y capacidades del sistema. Nuestro sistema debe ser capaz de proveer las funciones que cumplen con las necesidades explícitas e implícitas cuando es utilizado en condiciones específicas por el cliente. Para el cálculo de funcionalidad es necesario hallar los factores de complejidad y los puntos de función, para esto se deben determinar cinco características en el ámbito de la información y finalmente determinándose la funcionalidad.

### 3.7.1.2 Factores de complejidad (valoración)

**Tabla No 3.3** Valoración Atributos Funcionalidad

Sin Influencia	Incidental	moderado	medio	significativo	esencial
<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla No 3.4** Valoración Funcionalidad

<b>N.º</b>	<b>FACTOR</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	¿Requiere el sistema y de recuperación fiable?	X						0
<b>2</b>	¿Requiere comunicación de datos?						X	5
<b>3</b>	¿Existen funciones de procesamiento distribuido?	X						0
<b>4</b>	¿Es criterio de rendimiento?		X					1
<b>5</b>	¿Se ejecutaría el sistema en un entorno operativo existente y fuertemente utilizado?						X	4
<b>6</b>	¿Requiere el sistema entrada de datos interactiva?					X		4
<b>7</b>	¿Requiere la entrada de datos interactiva que las transacciones de entrada se	X						0



Calculemos el punto de función (PF), utilizaremos la siguiente ecuación:

$$PF = \text{cuenta Total} * (0.65 + 0.01 * \Sigma Fi)$$

$$PF = 181 * (0.65 + 0.01 * 35)$$

$$PF = 181$$

Si calculamos al 100 % el nivel de confianza consideramos la sumatoria de Fi = 70 como máximo valor de complejidad se tiene:

$$PF = \text{cuenta total} * (0.65 + 0.01 * \Sigma Fi)$$

$$PF_{\text{max}} = 181 * (0.65 + 0.01 * 70)$$

$$PF_{\text{max}} = 244.35$$

La funcionalidad es:

$$\text{Funcionalidad} = PF / PF_{\text{max}}$$

$$\text{Funcionalidad} = 181 / 244.35$$

$$\text{Funcionalidad} = 0.740 * 100\%$$

$$\text{Funcionalidad} = 74\%$$

Por los datos obtenidos la funcionalidad del sistema automatizado es de 74% por lo que significa tiene una probabilidad del 74 % que funcione sin riesgo a fallo y operabilidad.

### 3.7.2 Confiabilidad

Es la probabilidad de operación libre de fallos de un programa de computadora en un entorno determinado y durante el tiempo especificado.

Para calcular la confiabilidad se toma en cuenta el tiempo de ejecución en el que obtiene muestras.

$$F(t) = f * e^{-u * t}$$

La ecuación se inicia en

$$F(t) = f * e^{-u * t_0}$$

En un periodo de 30 días como tiempo de prueba se define cada 10 ejecuciones 1 falla.

$$F(t) = f * e^{-u * t}$$

$$F(30) = 0.740 * 2.718^{-0.1 * 30}$$

$$F(30) = 0.740 * 0.049$$

$$F(30) = 0.0368$$

La confiabilidad a ser obtenida en términos probabilísticos se tiene

$$P(T \leq t) = 1 - F(t)$$

$$P(t) = 1 - 0.0368$$

$$P(t) = 0.963 * 100\%$$

$$P(t) = 96.3\%$$

Con los datos obtenidos la confiabilidad es del 96% del sistema el cual no pueda presentar errores en el periodo de 30 días de prueba.

### 3.7.3 Mantenibilidad

El mantenimiento es para la mejora del sistema en respuesta a los nuevos requerimientos que el cliente tenga

El estándar IEE94 sugiere un índice de madurez del sistema (IMS) que proporciona un indicador en la estabilidad de un producto, se lo determina de la siguiente manera:

$$\text{IMS} = [\text{Mt} - (\text{Fc} + \text{Fd})] / \text{Mt}$$

Donde:

Mt = número de módulos en la versión actual

Fc = número de módulos en la versión actual que se ha cambiado

Fd = número de módulos en la versión anterior que se han borrado en la versión actual

Calculando IMS:

$$\text{IMS} = [2 - (0 + 0)] / 2$$

$$\text{IMS} = 1 * 100 \%$$

$$\text{IMS} = 100\%$$

Por el resultado se puede decir que el sistema tiene una estabilidad del 100 % que es la facilidad del mantenimiento.

### 3.7.4 Usabilidad

Es la facilidad de uso, esta métrica nos muestra el costo de aprender a manejar el sistema de control, lo cual se calcula con la siguiente formula:

$$\text{FU} = (\text{sum}(\text{Xi}) / \text{n}) *$$

$$100$$

**Tabla No 3.5** Valores

No aceptable	Poco aceptable	Aceptable	Muy aceptable	Aprobada
<b>1</b>	2	3	4	5
<b>0.20</b>	0.40	0.60	0.80	1.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla No 3.6** Ajustes de preguntas

N.º	PREGUNTAS	SI	NO	Interpretación
<b>1</b>	¿Puede utilizar con facilidad el sistema?	5	0	1.00
<b>2</b>	¿Puede controlar operaciones que el sistema solicita?	4	1	0.80
<b>3</b>	¿Las respuestas del sistema son complicadas?	0	5	1.00
<b>4</b>	¿El sistema permitió observar las operaciones que se realizó?	4	1	0.80
<b>5</b>	¿El sistema cuenta con interfaces de usuario agradables a la vista?	5	0	1.00
<b>6</b>	¿las respuestas del sistema son satisfactorias?	5	0	1.00
<b>7</b>	¿Le parece complicadas las funciones del sistema?	4	1	0.80
<b>8</b>	¿Se hace difícil o dificultoso aprender a manejar el sistema?	1	4	0.80

<b>9</b>	¿Los resultados que proporciona el sistema le producen un poco más de tranquilidad?	4	1	0.80
<b>10</b>	¿Durante el uso del sistema se produjo errores?	1	4	0.80
usabilidad				<b>8.80</b>

**Fuente:** Elaboración propia

Remplazando en la formula

$$FU = (\text{sum}(X_i) / n) * 100$$

$$FU = (8.80 / 10) * 100$$

$$FU = 88\%$$

De acuerdo con la tabla se concluye que el sistema de control tiene un 88% de usabilidad.

### **3.7.5 Portabilidad**

Se toma en cuenta nivel de aplicación, a nivel de hardware:

A nivel de hardware la “automatización para deshidratador de alimentos” se puede migrar para una implementación y se podrían realizar modificaciones si se lo requiere.

### **3.7.6 Evaluación Global**

La evaluación global se deriva por sumatoria de todos los factores o criterios de calidad que se cuantifica por el tamaño y la complejidad del sistema en términos de las funciones del usuario.

**Tabla No 3.7** Factor global

Criteria	Promedio
<b>Funcionalidad</b>	74%
<b>Confiabilidad</b>	96.3%
<b>Mantenibilidad</b>	100%
<b>Usabilidad</b>	88%
Total	<b>89%</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **3.8 ANÁLISIS DE COSTOS:**

Calculemos el esfuerzo, pero para hallar este valor necesitamos hallar la variable KLCD (Kilo-Líneas de Código)

En el sistema desarrollado se implementarán:

Líneas de código para el programa del controlador PLC en lenguaje LADDER son: 81 líneas.

Líneas de código para el programa del HMI TDE son: 24 líneas.

Sumamos ambos un total de 105 líneas de código en lenguaje LADDER.

Por lo tanto, tenemos:

$$\mathbf{KLCD=LCD/1000}$$

$$\mathbf{KLCD=105/1000}$$

$$\mathbf{KLCD=0.105}$$

La variable KLCD pertenece al modelo intermedio. Ahora aplicaremos la fórmula COCOMO II

**Tabla No 3.8** constantes

<b>Modo</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>Orgánico</b>	2.40	1.05	2.50	0.38
<b>Semilibre</b>	3.00	1.12	2.50	0.35
<b>Rígido</b>	3.60	1.20	2.50	0.32

**Fuente:** Elaboración propia

**a) Esfuerzo**

$$E=a*(KLDC)^b \text{ Persona/mes}$$

$$E=3 * (0.105)^{1.12} \text{ Persona/mes}$$

$$E=0.240 \text{ Personas / mes}$$

**b) Tiempo**

$$T=c(E)^d \text{ Mes}$$

$$T=2.50 * (0.240)^{0.35}$$

$$T=1.51 \text{ Mes}$$

**c) Número de personas requeridas**

$$NP=E / T$$

$$NP=0.240 / 1.51$$

$$NP=0.15$$

$$NP=1 \text{ persona}$$

### 3.8.1 Costo total del sistema:

En resumen, para el desarrollo del sistema se requiere una persona estimado un trabajado de 1.5 mes, el salario del programador será de Bs. 1.500

$$CT = \text{Sueldo Mes} * NP * T$$

$$CT = 1.500 * 1 * 1$$

$$CT = 1.500$$

### 3.8.2 Costo-beneficio:

Consiste en dividir todos los beneficios económicos del proyecto sobre todos los costos generados, todos en su valor presente.

La automatización será aceptable solo cuando la relación entre B/C sea mayor o igual a 1.

Los datos recolectados son costo total del proyecto de automatización Bs. 4.085, los ingresos de son; Bs. 3.000; Bs. 3.200; Bs. 3.500 y los gastos: Bs. 1.137; Bs. 1.010; Bs.1150.

#### Datos:

P = Bs 4.085

I = Bs. 3.000; Bs. 3.200; Bs. 3.500

C = Bs. 1.137; Bs. 1.010; Bs.1150

N = 3 años.

I = 15%.

#### Formula:

$$B/C = \frac{VP \text{ beneficio totales}}{VP \text{ costos totales}}$$

$$B/C = \frac{F(1+i)^{-n}}{F(1+i)^{-n}}$$

$$B/C$$

$$= \frac{3.000(1.15)^{-1} + 3.200(1.15)^{-2} + 3.500(1.15)^{-3}}{4.085 + 1.137(1.15)^{-1} + 1.010(1.15)^{-2} + 1.150(1.15)^{-3}}$$

$$B/C = \frac{7.329}{6.593}$$

$$B/C = 1.11$$

Que quiere decir que por cada Bs. de costo o gasto vamos a obtener Bs. 1.11

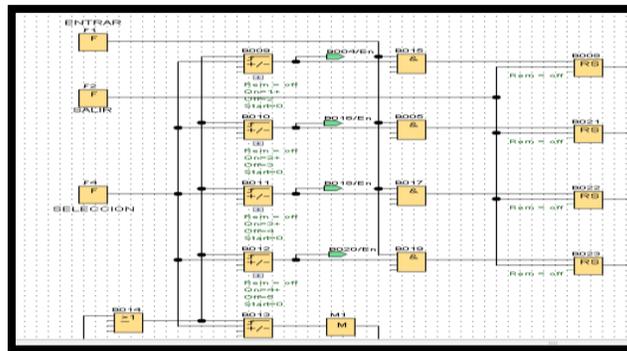
Un Bs que va a cubrir el Bs de costo y 11 centavos que sería la utilidad

Ya que B/C es mayor a  $\geq 1$  quiere decir que la automatización es conveniente económicamente.

### 3.9 IMPLEMENTACIÓN

Se podrá ver cada parte del programa, como ser el control del sistema y que del mismo controla cada acción.

**Figura No 3.16** Parte del programa la etapa de selección del contador de menús

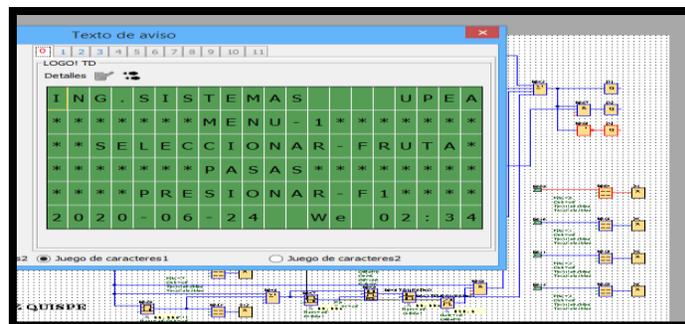


**Fuente:** Elaboración propia

Los bloques de los contadores se refieren en esta parte se podrá observar la cantidad de menús disponibles ¿está en el valor correcto? Si es así entonces se podrá acceder al menú seleccionado por el usuario.

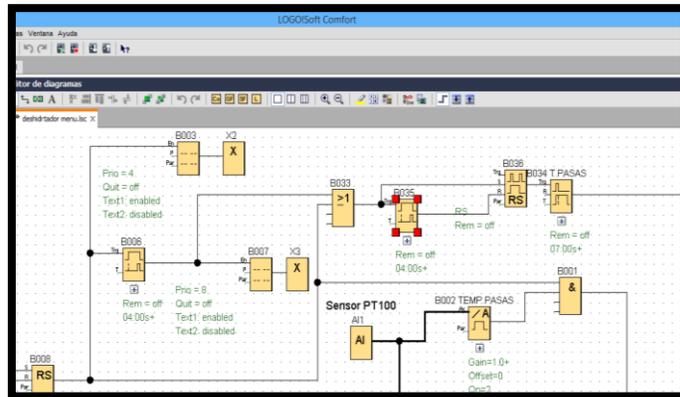
También muestra el bloque de auto enclavamiento dependiendo del estado actual nos muestra en valor actual si se accedió al menú seleccionado como una pregunta.

**Figura No 3.17** página del primer menú



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No 3.18** Esta parte del programa nos indica el desarrollo del primer menú

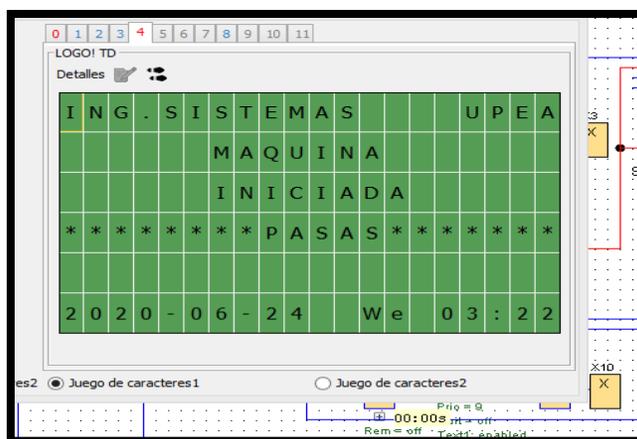


**Fuente:** Elaboración propia

El primer menú se refiere al entorno que nos muestra en la pantalla TDE se puede observar la fruta seleccionada a operar fecha y tiempo actual como otros datos mostrados.

En la parte de la programación nos muestra una pantalla inicial seguido de un tiempo de retardo para la siguiente pantalla con los datos obtenidos de la maquina en tiempo real.

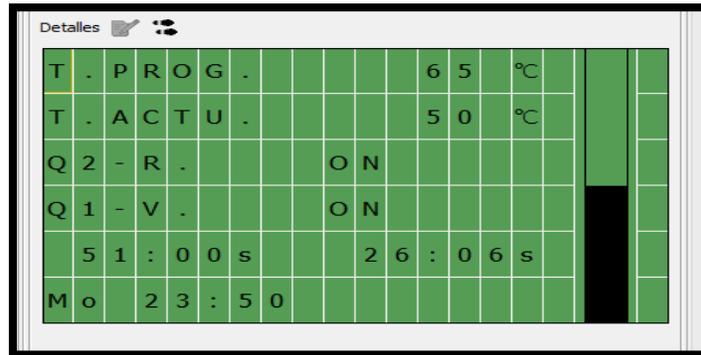
**Figura No 3.19** Maquina Iniciada



**Fuente:** Elaboración propia

Maquina iniciada en esta parte ingresa del menú seleccionado al programa de ejecución.

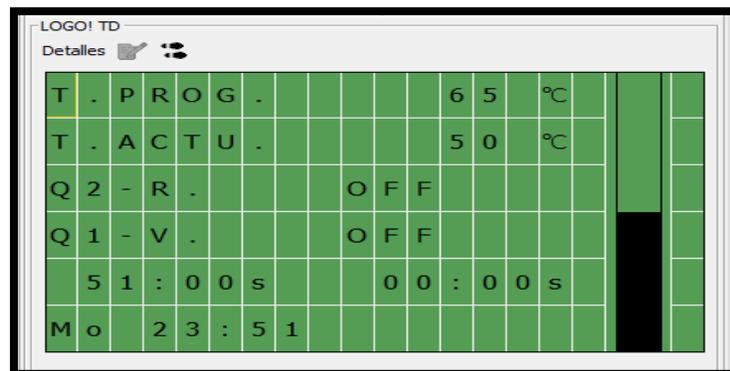
**Figura No 3.20** Muestro de temperatura actual ON



**Fuente:** Elaboración propia

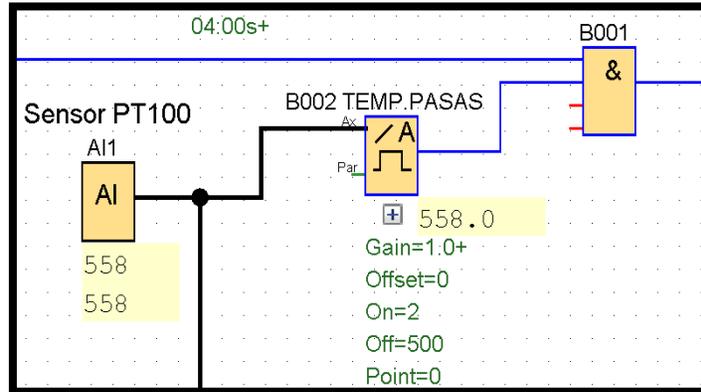
Muestreo de la temperatura actual se podría decir que es la etapa del programa más importante debido a que en esta venta se podrá realizar la toma de decisiones para la cual está programada, mostrara el tiempo actual de producción como de igual manera el tiempo de finalización, la activación de la resistencia eléctrica mediante un medidor grafico de temperatura y un valor de visualización como ser RES=ON o RES=OFF cuando la temperatura sobrepase el valor programado por el usuario.

**Figura No 3.21** Muestro de temperatura actual OFF



**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No 3.22** Programación de la temperatura



**Fuente:** Elaboración propia

El valor de la sonda de temperatura PT100 en visualizado y convertido por el bloque conmutador analógico de valor umbral el cual lo convierte en el valor de trabajo y muestreo como de la misma manera nos permite realizar un cambio en su parámetro de comparación de temperatura.

### 3.10 COSTOS:

En esta parte se debe realizar la parte económica de todos los componentes utilizados:

**Tabla No. 3.10** Costos de automatización para deshidratador de alimentos.

DESCRIPCIÓN	VALOR	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (Bs.)	COSTO EN (Bs.)
<b>Plc Siemens</b>	12-24 voltios	1	980	980
<b>Pantalla TDE</b>	12-24 voltios	1	1.000	1.000

<b>Fuente de alimentación</b>	24 voltios 3 Amperios	1	80	80
<b>Breaker de protección</b>	10 amperios	1	50	50
<b>Luces piloto</b>	220 voltios	2	15	30
<b>Sensor pt 100</b>	100 ohmios	1	120	120
<b>Resistencia eléctrica</b>	220 voltios	2	20	40
<b>Rele de control</b>	24 voltios	2	20	40
<b>Ventilador eléctrico</b>	220 voltios	1	80	80
<b>Cables eléctricos</b>	Awg. 12,14,16	5 metros	3	40
<b>Fierro angular</b>	3/4	2	30	60
<b>Rejillas</b>	inox	2	25	50
<b>Ventana de vidrio</b>	doble	1	15	15
<b>TOTAL</b>				<b>2.585</b>

**Fuente:** Elaboración propia

**Costos del software** para el sistema de control de automatización para deshidratador de alimentos Bs.1.500 en base al análisis de costos con la formula COCOMO.

**Costo del hardware** Bs 2.585

**El costo total** del hardware y software diseño automatización para deshidratador de alimentos es de un total de **Bs. 4.085**



## **CAPÍTULO IV**

### **PRUEBAS Y RESULTADOS**

#### 4.1 PRUEBAS Y RESULTADOS:

Para verificar que el funcionamiento del sensor PT100 sea correcto, se planteó realizar una medición del sensor en una cámara cerrada para que esté expuesto a los mismos parámetros. La validez del funcionamiento de los sensores se considerará siempre y cuando, los valores obtenidos del sensor este en el margen de exactitud de las especificaciones del fabricante.

**Tabla No. 4.1** Medición de comparación de los sensores de temperatura

SENSOR	PT 100	SONDA DE TEMPERATURA TRUPER
Temperatura[°C]	18.4	18.2

**Fuente:** Elaboración propia

Para estudiar las mediciones obtenidas de los cuatro sensores se hace uso de las siguientes fórmulas estadísticas:

Media aritmética:  $\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$  (18) Para una aproximación de un valor real de un conjunto de lecturas.

Desviación:  $d = x_i - \bar{x}$  (19) Es la variación observada respecto la media aritmética de un grupo de datos.

Desviación promedio:  $D = \frac{\sum |d|}{n}$  (20) Indica la precisión del instrumento.

La temperatura promedio es de 17.5 °C, utilizando ecuación (20) la desviación total es de 0.2 °C y para los valores de humedad relativa su promedio es 27.1 % y su desviación es de 0.2 %. Al comparar los valores obtenidos de temperatura

con la sonda se verifica que los sensores operan de forma correcta además que el fabricante en su hoja del sensor menciona que su exactitud en temperatura es de  $\pm 0.5$  °C y de la humedad  $\pm 2\%$  RH. Las mediciones obtenidas y las desviaciones totales fueron muy bajas lo que corroboran que los sensores operan de forma correcta.

### **Consumo de energía**

En el consumo de energía se observó una mejora ya que con el sistema de automatización implementado se está ahorrando un 15% de energía ya que la resistencia eléctrica anterior consumía un corriente de 16 A. y con la nueva resistencia implementado en la maquina tiene un consumo de 12 A.

El consumo total de la maquina anteriormente era de 18 A junto con los ventiladores

El consumo total de la maquina actual contemplando el sistema de control implementado tiene un consumo de 14 A.

### **Plc logo v8 – logo TDE**

Para la implementación del Plc TDE primero se realizaron pruebas por separado en protoboards (tablero con orificios conectados eléctricamente entre sí ) de cada módulo, una vez probados se unió cada módulo y se elaboró el primer prototipo el cual estuvo en operación realizándose pruebas de deshidratado sin presentar falla alguna por lo que el prototipo final se realizó siguiendo las mismas conexiones, las pruebas realizadas para verificar el funcionamiento del PLC es inspeccionar que realice las siguientes tareas:

- Conexión ethernet
- Encendido de la resistencia eléctrica
- Control de encendido del ventilador
- Lectura del sensor PT100
- Lectura del módulo LOGO TDE

El PLC-TDE operan de forma correcta.

### **Deshidratado**

Se desea conocer cómo influye la variación del flujo de aire en el deshidratado de los alimentos y la temperatura de operación que alcanza el deshidratador. En pruebas realizadas con el deshidratador operando sin alimentos, se encontró que el flujo de aire que ingresa en la cámara de deshidratado y la temperatura de la cámara se ven afectados por las revoluciones del ventilador. Al operar el ventilador la distribución de temperatura dentro de la cámara de deshidratado es homogénea. La falta de homogeneidad de temperatura a bajas velocidades se debe al diseño de su estructura, a baja velocidad el aire no genera turbulencias, solo fluye por la parte alta de la cámara de deshidratado donde encuentra menor resistencia.

Para las pruebas de deshidratado se utilizaron dos velocidades diferentes: velocidad baja considerada cuando el ventilador gira aproximadamente a 1460 min<sup>-1</sup> que es cuando opera con un 70%.

Para corroborar si es verdadera la hipótesis que se planteó en un principio de que a menor velocidad el aire alcanzaría mayor temperatura y el deshidratado se llevara en menor tiempo, se planteó deshidratar cuatro veces para obtener cuatro muestras de deshidratado donde dos muestras son obtenidas con el ventilador operando a 70% y dos con el ventilador a 100%, las cuatro muestras a obtener se agrupan en dos pruebas para su fácil estudio nombradas: “prueba 1” y “prueba 2”. Cada prueba conformada por un conjunto de dos muestras de deshidratado a diferente velocidad del aire: baja velocidad y alta.

En cada prueba se mantienen parámetros constantes de temperatura ambiente, temperatura del intercambiador y masa del alimento. El parámetro de temperatura ambiente se logró obtener al realizar las pruebas en días consecutivos y en el mismo horario.

Las pruebas se realizaron con una misma cantidad de 500 g de uvas, rebanados en rodajas con un espesor constante de un aproximado de 4mm, espesor que permite que las rodajas no se desbaraten y den una buena presentación al producto terminado. El deshidratado solo se realiza en la bandeja de pesaje ya que es la única que permite monitorizar la masa.

Las gráficas de las dos pruebas de: temperatura vs tiempo. Permiten conocer si el planteamiento respecto que a menor velocidad del aire este adquirirá mayor temperatura y si el proceso de deshidratado se realizará en un menor tiempo a diferencia de cuando se opera a alta velocidad. La prueba 1 se realizó en dos días, en un día se realiza deshidratado con el ventilador al 70% en otro día se realizó deshidratado con el ventilador al 100%. Para la prueba 2 se realizó exactamente lo mismo.

La prueba 1 de deshidratado, se realizó en dos días consecutivos que presentaron precipitación baja y estuvo nublado, la temperatura del aire ambiente se encontró entre los 18 °C a 20°C y la humedad relativa entre 60% a 70%. Los datos obtenidos de la monitorización de cada minuto de los parámetros del aire en el deshidratador de la prueba 1

**Figura No 4.1** Gráficas obtenidas de la primera prueba de deshidratado

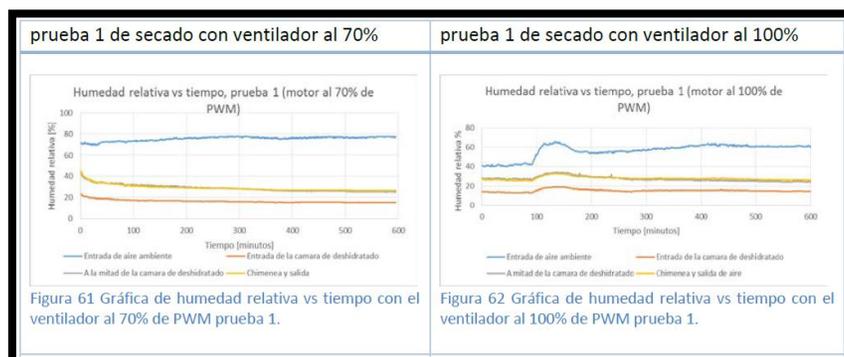
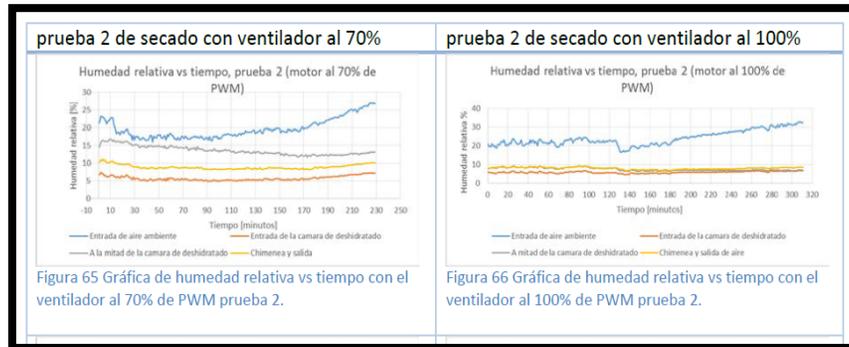


Figura 61 Gráfica de humedad relativa vs tiempo con el ventilador al 70% de PWM prueba 1.

Figura 62 Gráfica de humedad relativa vs tiempo con el ventilador al 100% de PWM prueba 1.

**Fuente:** Elaboración propia

**Figura No 4.2** Gráficas obtenidas de la segunda prueba de deshidratado



**Fuente:** Elaboración propia



## **CAPÍTULO V**

# **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## **5.2 Conclusiones:**

- Se realizó la implantación de recetas modificables para diferentes tipos de producción.
- Para la monitorización de la temperatura y tiempo de producción se desarrolló un entorno de visualización entendible y acorde a la automatización.
- Se diseñó un sistema eléctrico capaz de controlar las dos resistencias eléctricas para la deshidratación de alimentos.
- Se implantó el sistema de control de lazo cerrado con una retroalimentación de corrección mediante el sensor de temperatura PT100.
- Se realizó la puesta en marcha de la automatización planteada
- Se automatizó todo el proceso de deshidratación mediante el Plc junto con un HMI para el manejo de datos.

## **5.3 Recomendaciones:**

- Se recomienda realizar más Ensayos para determinar las curvas características del equipo deshidratador y su eficiencia con respecto a otros equipos
- Se debe cubrir las resistencias con material Aislante, para reducir las pérdidas de Calor en las Resistencia y ahorrar energía eléctrica.
- Se debe hacer los cortes de las frutas uniformemente, diseñando y construyendo algún sistema para tener cortes adecuados, ya que este factor influye en el tiempo de Deshidratado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Almada, M., Stella, M., Machaín-Singer, M., y Pulfer, J. 2005. Guía de uso de secadores para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes. Asunción, Paraguay
- Manual de trabajos de Grado de especialización y maestrías y tesis doctorales 2010, Editorial Fedupel 4ta edición.
- Rico, E, Pérez, A., Ruiz, Ma. de la L., Robledo, L. 2010. Innovación en el Diseño y Construcción de un Secador Solar para frutas y hortalizas. Presentado en el XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). 1998. Procesamiento de frutas y verduras a nivel casero.
- AMAT, O. y P. SOLDEVILA (2014): Contabilidad y gestión de costos, Gestión 2014, Barcelona.
- Siemens 2003. Manual de edición 0672003 LOGO SIEMENS.
- Siemens LOGO 8 Simple. Genial. Simplemente superior 2018. El módulo lógico.
- Ingeniería de control aplicaciones 2018. Jesús Fralle Mora, Pedro Garcia Gutiérrez.
- Programmare con INUOVI plc S7-1200 e S7 1500. 2015 Biblioteca tecnica Hoepli .
- Controladores logicos programables. 2012 Ubaldo Cridaz Garcia, Edmundo miranda, Damian Morriel.
- Automatización problemas resueltos con autómatas programables 2017. Juan Antonio Lorite, Sebastian Montoro Tirado, Juan Pedro Romera Ramíez
- Plc automatización y control industrial 2008. Pablo A. Daneri
- plc programación 2016. German Sarmiento.
- Como programar en Step 7 y no morir ene el intento 2019. Siemens

- Dionisio Álvarez Vilchis 2008. Manual de hidráulica, neumática y programación de PLC´s.
- José Bustamante 2012. Curso PLC y Programación: Todo sobre PLC
- Proceso de conservación de alimentos. 2da edición, A Casp y J. Abril.
- Introducción a la ingeniería de los alimentos. Academic Press. Editorial ACRIBIA S.A.
- María luisa colina Irezabal. 2013. deshidratación de alimentos.
- INTA ediciones 2003. deshidratación y secado de frutas hortalizas y hongos procedimientos hogareños y comerciales de pequeña escala.
- INTA ediciones 2003. Secado de frutas y verduras a escala familiar.
- Editorial Acribia S.A. 2011. Ciencia y tecnología de alimentos.

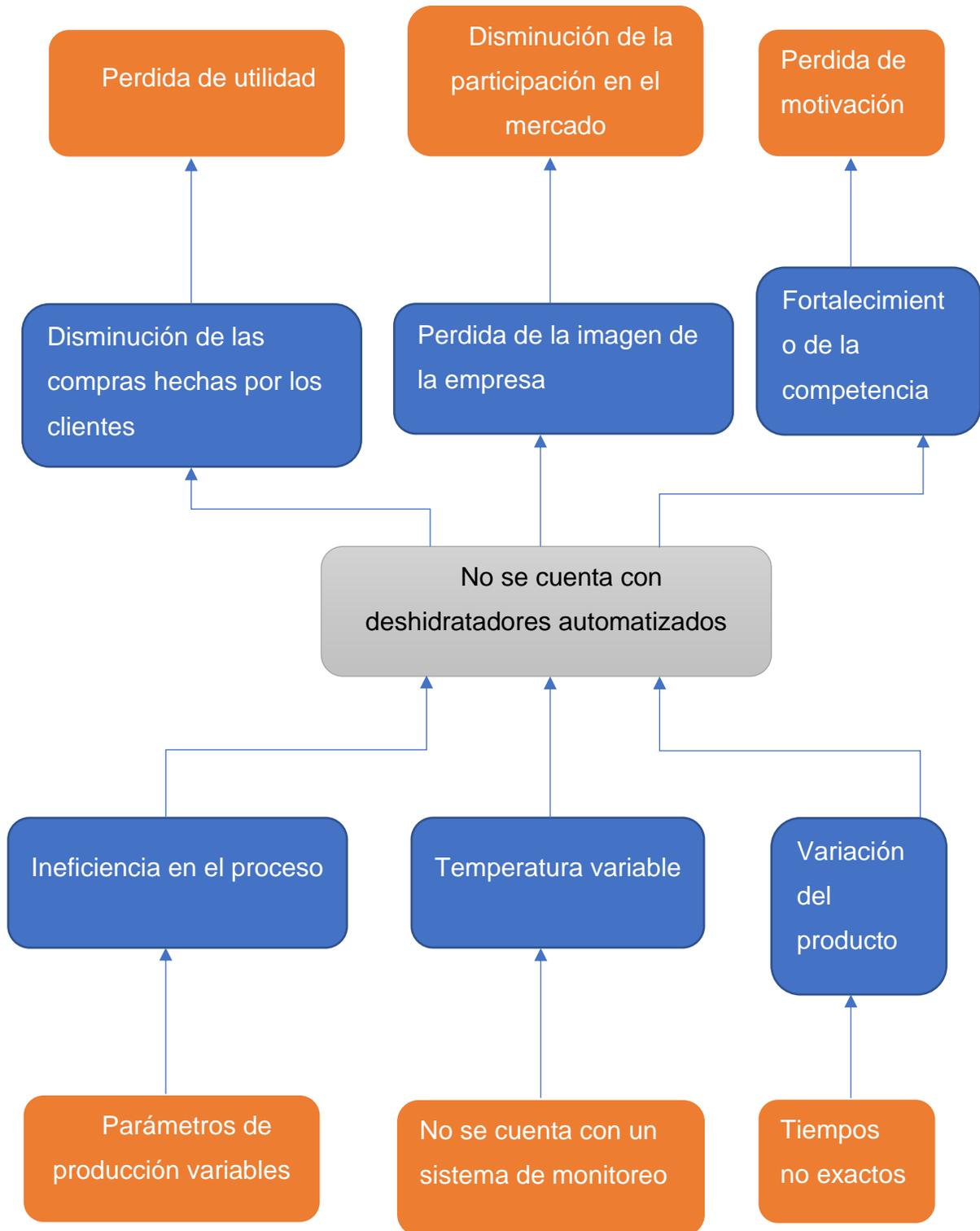
## DISPONIBLE EN:

- <http://procadisaplicativos.inta.gov.ar/cursosautoaprendizaje/deshidratacion/l1.html>; martes 30; 20: 10p.m.
- <https://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>
- <http://teoria-de-programacion.globered.com/categoria.asp?idcat=34>
- <https://es.slideshare.net/EquipoSCADA/programacin-de-plcs-lenguaje-escalera>
- [http://albertolacalle.com/hci\\_prototipos.htm](http://albertolacalle.com/hci_prototipos.htm); jueves 22; 11: 55a.m.
- <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-la-automatizacion-27058.htm>; jueves 22; 12:14 pm.
- <https://conceptodefinicion.de/alimento/>; jueves 22; 12:31 pm.
- <https://es.wikipedia.org/wiki/Deshidrataci3n>; jueves 22; 12:20 pm.
- [https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/deshidratacion\\_de\\_alimentos.php](https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/deshidratacion_de_alimentos.php); jueves 22; 12:25 pm.
- [https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el\\_m\\_todo\\_de\\_observaci\\_n.html](https://www.ugr.es/~rescate/practicum/el_m_todo_de_observaci_n.html); jueves 22; 04:40 pm.
- <http://quimiliks.blogspot.com/2011/11/el-metodo-de-ingenieria-para-la.html>; s3bado 15; 14:10pm.
- <https://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/> martes; 03; 02:40 pm.
- [https://www.sigmansw.com.au/s7ethernetip?gclid=CjwKCAjwjLD4BRAiEiwAg5NBFrBJfO6F73XHpOcfoH2sUchLS1crO1cSBMkcwRcsoDsvzhX74En1bxoCwnAQAvD\\_BwE](https://www.sigmansw.com.au/s7ethernetip?gclid=CjwKCAjwjLD4BRAiEiwAg5NBFrBJfO6F73XHpOcfoH2sUchLS1crO1cSBMkcwRcsoDsvzhX74En1bxoCwnAQAvD_BwE); martes 07; 05:40 pm.
- <https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicos-inteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html>; martes 07; 05:48 pm.
- <https://www.solucionesyservicios.biz/Controladores-SIMATIC/Controladores-Modulares/LOGO>; martes 07; 06:00 pm.
- <https://masterplc.com/software/logo-soft-comfort/>; martes 07; 06:10 pm.

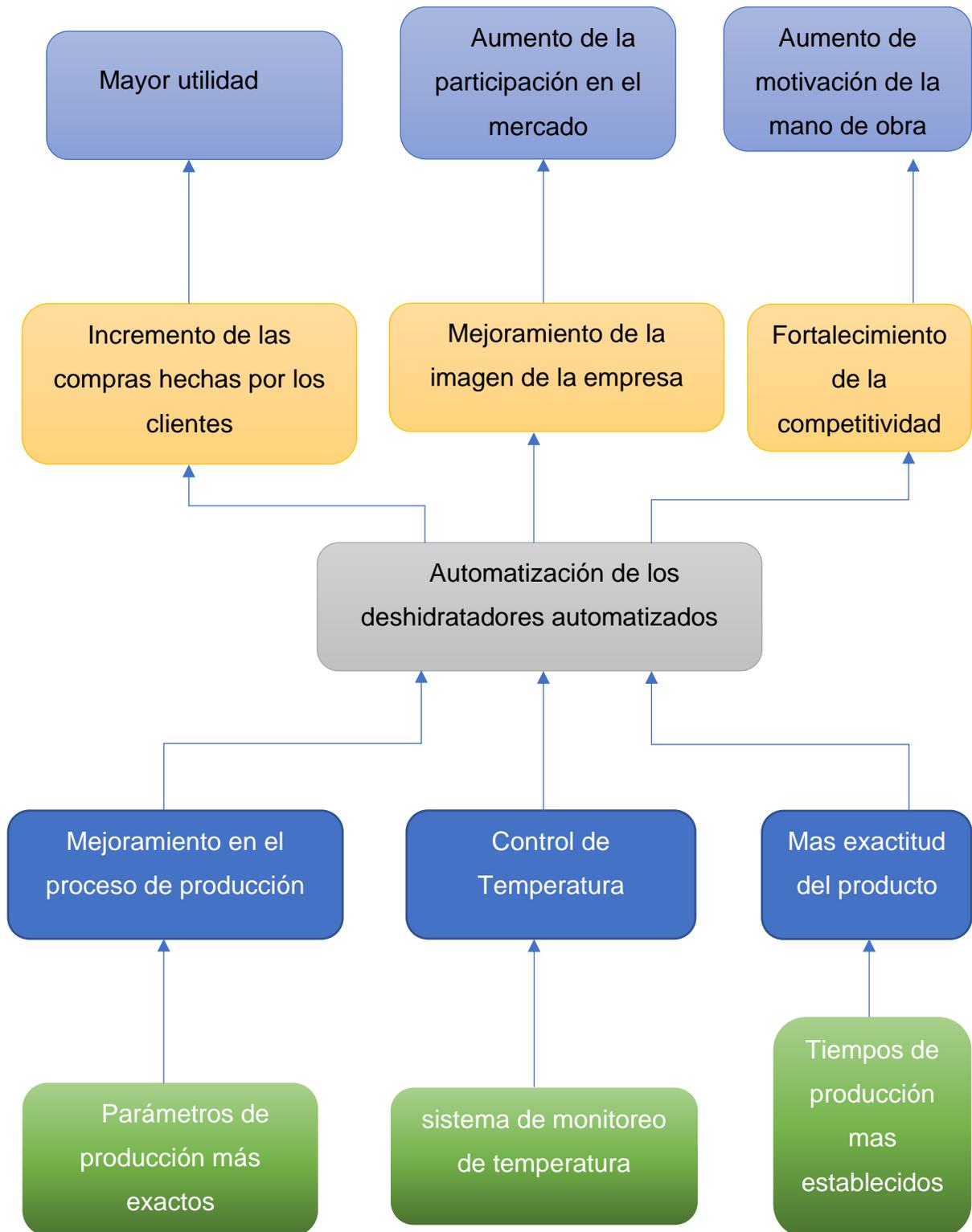
- <https://www.interempresas.net/Electronica/FeriaVirtual/Producto-Controladores-logicos-inteligentes-Siemens-LOGO-8-129784.html>; martes 07; 06:30 pm.
- <https://www.festo-didactic.com/int-es/learning-systems/equipos-de-practicas/tecnica-de-automatizacion-plc/componentes-siemens-para-edutrainer/trainer-package-logo-8.htm?fbid=aW>; miércoles 08; 08:15 am.
- <https://www.solucionesyservicios.biz/Controladores-SIMATIC/Controladores-Modulares/LOGO>; miércoles 08; 09:00 pm.
- <https://elcajondeelectronico.com/mando-mediante-smartphone-de-una-vivienda-controlada-por-rele-programable-logo-v8-siemens/>; miércoles 08; 09:14 pm.
- <https://sites.google.com/site/angelicaarandacastillo/metodologia-de-la-simulacion>; Jueves 09; 10:20 am.
- <https://naps.com.mx/blog/metodologia-de-simulacion-etapas-de-un-proyecto-de-simulacion/>; Jueves 09; 10:20 am.
- <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA32/>; Jueves 09; 10:50 am.
- <https://villalana.wordpress.com/1-3-metodologia-de-la-simulacion/>; jueves 09; 11:10 pm
- [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48600/Documento\\_completo\\_\\_.pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48600/Documento_completo__.pdf?sequence=3); jueves 09; 11:50 pm
- <https://www.crecenegocios.com/analisis-costo-beneficio/>; Viernes 10; 10:10 am
- <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/analisis-costo-beneficio>; Viernes 10; 11:20 am.

## ANEXOS

### ÁRBOL DE PROBLEMAS



## ÁRBOL DE OBJETIVOS



## **AVAL DE CONFORMIDAD**

El Alto, 10 de julio de 2020

Señor:

Ing. David Carlos Mamani Quispe

**DIRECTOR DE CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Presente. -

### **Ref.- Aval de Conformidad**

Distinguido Ingeniero:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "**Automatización para deshidratador de alimentos**" Caso (Empresa **A&Tel Bolivia Automatización y telecomunicaciones**), que propone el postulante Univ. Raul Jimenez Quispe con cedula de identidad 1023331 L.P. para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia Taller de licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,



Ing. Enrique Flores Baltazar

**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**

# AVAL DE CONFORMIDAD

El Alto, 6 de julio de 2020

Señor :

Ing. Enrique Flores Baltazar

**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**

Presente.-

## Ref.- AVAL DE CONFORMIDAD

Distinguido Ingeniero:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado "**Automatización para deshidratador de alimentos**" Caso (**Empresa A&Tel Bolivia Automatización y telecomunicaciones**), que propone el postulante Univ. Raul Jimenez Quispe con cedula de identidad 1023331 L.P. para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia Taller de licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Publica de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,



ING. YVAN LOPEZ AGUILAR  
TUTOR ESPECIALISTA  
C.F. 2695645 L.P.

## AVAL DE CONFORMIDAD

El Alto, 9 de julio de 2020

Señor :

Ing. Enrique Flores Baltazar

**TUTOR METODOLÓGICO TALLER II**

Presente.-

**Ref.- Aval de Conformidad**

Distinguido Ingeniero:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del proyecto de grado **“Automatización para deshidratador de alimentos” Caso (Empresa A&Tel Bolivia Automatización y telecomunicaciones)**, que propone el postulante Univ. Raul Jimenez Quispe con cedula de identidad 1023331 L.P. para su defensa publica, evaluación correspondiente a la materia Taller de licenciatura II, de acuerdo a reglamento vigente de la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Publica de El Alto.

Sin otro particular, reciba saludos cordiales.

Atentamente,



.....  
Lic. Adrián E. Quisbert Vilela  
**TUTOR REVISOR**



La Paz 10 de Julio 2020

Señor:

Ing. David Carlos Mamani Quispe

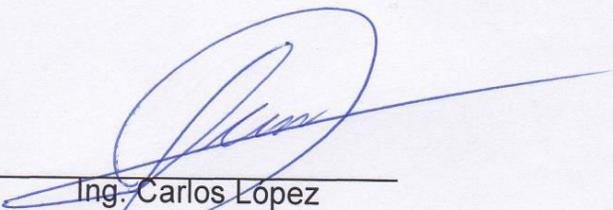
DIRECTOR DE LA CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS

Presente.-

**Ref.: AVAL DE CONFORMIDAD**

La empresa **A&TEL BOLIVIA, ATOMATIZACIÓN Y CONTROL** con NIT 2695644018, Avala que el señor Raul Jimenez Quispe con C.I.:10023331 L.P., desarrollo su Proyecto de Grado con el nombre Automatización para Deshidratador de Alimentos en el departamento de automatización y control, coordinando y desarrollando los proyectos referidos al área de automatización y control con PLC, mostrando capacidad, entusiasmo, proactividad y confraternidad con sus compañeros. Habiendo cumplido con entregar el correspondiente informe de su proyecto de grado, con su respectivo software, y manual de funciones, para su defensa publica en la U.P.E.A. (Universidad Pública de el Alto).

Es lo que puedo Certificar para fines correspondientes del interesado.



---

Ing. Carlos López  
Gerente General



## MANUAL DE USUARIO

## **INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD**

### **ADVERTENCIA - LEER ANTES DE TRABAJAR CON ESTA MÁQUINA**

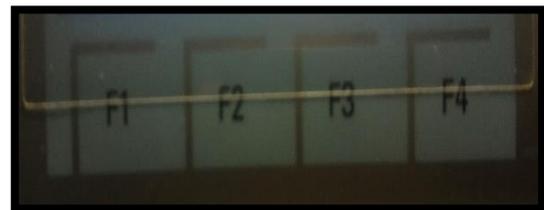
**Fallos en la observancia de las siguientes instrucciones pueden ocasionar lesiones en el personal o daños en la máquina.**

- No quitar las placas de advertencia o instrucciones de la máquina. Estas placas deben ser legibles en todo momento.
- No utilizar la máquina sin una toma de tierra apropiada para eliminar peligros de choque eléctrico.
- Las puertas del armario eléctricos deben estar cerradas y bloqueadas.
- Abrir las puertas supone exponerse a voltajes peligrosos.
- Cuando la máquina está siendo reparada la tensión debe estar desconectada.
- No poner jamás las manos u objetos sobre la máquina cuando esté en funcionamiento.

## **FUNCIONAMIENTO**

### **DESCRIPCIÓN**

La máquina dispone de un selector ON/OFF (1), un pulsador de emergencia (2), tres botones de selección de programa (3), y dos unidades de luz piloto, indicador de programa arrancado (Verde) y paro de programa seleccionado esperando un nuevo programa de inicio (Rojo) (4).





La máquina puede operar de un solo modo de control: modo automático (control por mando) el cual se elige de modo automático una vez energizado.

Para energizar el control de mando es necesario poner si o si el selector posición en 1

## **INICIALIZACIÓN**

Cada vez que el usuario desee trabajar con la maquina deberá seguir una secuencia de encendido y ejecutar unas operaciones de inicialización.

### **Secuencia de encendido y apagado**

Para iniciar asegúrese de tener la maquina conectada a una red de 220V / 50-60Hz. En seguida siga las siguientes instrucciones.

1. Accionar el interruptor ON/OFF y dejarlo en posición ON, el piloto rojo debe encenderse.



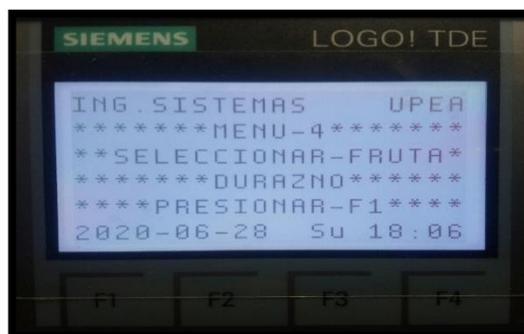
2. Para tener una buena comunicación entre el PLC logo y LOGO TDE verificar siempre las direcciones IP de comunicación.



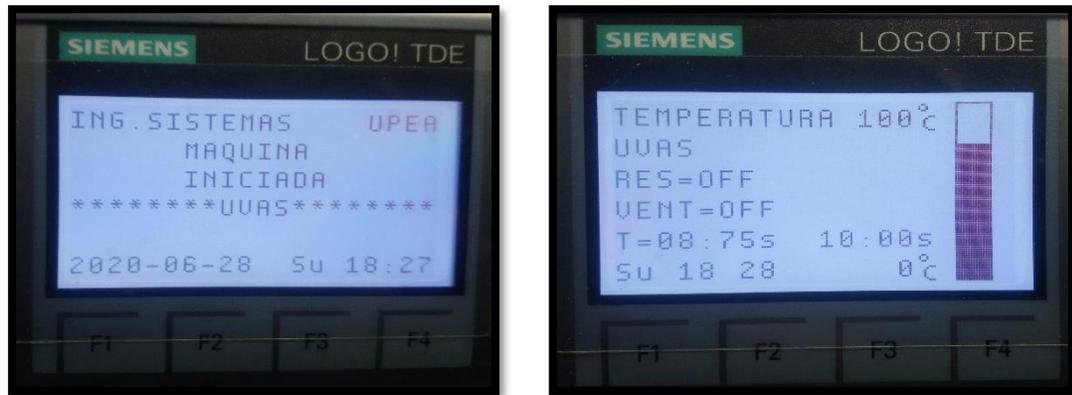
3. Colocar o seleccionar mediante el LOGO TDE el modo de INICIAR el programa del Plc se debe de poner en modo RUN.



4. Una vez iniciado el programa principal del Plc es necesario seleccionar el modo de proceso a trabajar mediante el menú de selección (F4).



5. Si ya se selección el menú correcto presionar F1 para iniciar la producción, cuando acabe el tiempo de producción presiona F2 para volver a producción el mismo o seleccionar otro menú o simplemente apagar la máquina.



Luego de haber trabajado con la maquina y desea apagarla cerciőrese que la luz piloto roja este encendido luego accione el interruptor ON/OFF dejándolo en posición OFF.



6. Tanto el PLC como el HMI TDE trabajan ambos con 24 voltios DC, la etapa de control se cuenta con una fuente de 24 voltios DC para toda la etapa de control, para ver con cuanto voltaje está trabajando la parte de control se recomienda visualizar el visor digital de tención para un buen funcionamiento.



## TEST DE FUNCIONAMIENTO

Tras haber realizado el proceso de Inicialización se procederá a realizar internamente unas acciones que permitan comprobar el correcto funcionamiento de la maquina y así localizar errores o anomalías como ser direcciones IP, estado de las entrada y salidas del PLC y corrección de datos obtenidos



Cuando la comprobación no es correcta se indican las posibles causas de error. (ERROR DE TEST).

### Alimentación eléctrica

En caso de que al accionar el interruptor y dejarlo en ON no se encienda la banda:

1. Verifique la conexión a la red, probablemente el cable alimentación de la maquina no está enchufado.
2. Conexiones internas de alimentación erróneas se mostrarán el en PLC en el área de diagnósticos