



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ”.

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros en Electromecánica.

AUTORES:

Gavilanez Ayala Limber Paul

Lozano Sivisaca Jackson Javier

TUTOR:

Ing. Carrillo Velarde Guido Gabriel M.Sc.

**LA MANÁ-ECUADOR
FEBRERO-2021**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Lozano Sivisaca Jackson Javier con cédula de ciudadanía 172435357-6 y Gavilanez Ayala Limber Paul con cédula de ciudadanía 050388637-6 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ”, siendo Ing. Carrillo Velarde Guido Gabriel M.Sc. tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Jackson Javier Lozano Sivisaca
C.I: 172435357-6



Limber Paul Gavilanez Ayala
C.I: 050388637-6

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ ”, de Lozano Sivilaca Jackson Javier y Gavilanez Ayala Limber Paul, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que el presente trabajo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, febrero del 2021



Ing. Carrillo Velarde Guido Gabriel M.Sc.
C.I: 060424330-3
TUTOR

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de administrador de la asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná “ASOPROCANAM” certifico que mediante el proyecto de investigación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ”.

Los señores Lozano Sivisaca Jackson Javier con cédula de ciudadanía 172435357-6 y Gavilanez Ayala Limber Paul con cédula de ciudadanía 050388637-6 , estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, certifico que los solicitantes han desarrollado e implementado el tema de investigación satisfaciendo las expectativas establecidas.

Es todo en cuanto tengo que certificar se expide el presente documento para que los interesados puedan hacer uso en fines que crea convenientes.

Atentamente,


Sr. Galo Tarquino Soria Paula
C.I: 050188754-1



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Lozano Sivisaca Jackson Javier con cédula de ciudadanía 172435357-6 y Gavilanez Ayala Limber Paul con cédula de ciudadanía 050388637-6 con el título de Proyecto de Investigación: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ” han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, febrero del 2021

Para constancia firman:

Ph.D. Yoandrys Morales Tamayo
C.I: 175695879-7
LECTOR 1 (PRESIDENTE)

Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera M.Sc
C.I: 050175876-7
LECTOR 2

Ing. William Hidalgo Osorio M.Sc
C.I: 050265788-5
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por darme la vida y concederme culminar esta meta tan anhelada,

A mis padres Jorge Gavilanez y Lida Ayala por su apoyo incondicional en todo este proceso de formación universitaria.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a todos los Docentes de la carrera de Electromecánica por compartir sus sabios conocimientos y así formarme como un profesional para el servicio de la sociedad.

Limber

Mi enorme gratitud está dirigida principalmente a Dios, mi familia, hermanos y a mis padres Ela Sivisaca y Marco Lozano por luchar a mi lado cada minuto y haber sido mi sustento durante todo este tiempo de formación académica.

El más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería Electromecánica por haberme brindado su sabiduría y enriquecerme en conocimiento para el beneficio de la sociedad.

Agradezco también a todas las personas que fueron involucradas directa o indirectamente y aportaron con sus conocimientos y consejos para la finalización de mi formación académica.

Jackson

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a Dios por darme la sabiduría e inteligencia para ser un profesional de éxito, a mis padres Jorge Gavilanez y Lida Ayala porque fueron mi motor principal para luchar en la vida, a mi hermana Edita que fue como mi segunda madre y por todo su apoyo moral e incondicional que me dio en mi vida y a todos mis hermanos: Jenny, Jorge y Freddy ya que sin su ayuda no podría alcanzar esta meta tan anhelada, a mi novia Lourdes que siempre me estuvo motivando a seguir en adelante y a no rendirme fácilmente en la vida.

Limber

El presente trabajo de titulación está dedicado principalmente a Dios por la sabiduría y la fortaleza que en el camino de mi vida me ha brindado sin dejar que me derrumbe hasta alcanzar mi meta anhelada a mi familia por haber sido mi sostén a lo largo de toda mi carrera universitaria.

A mi Madre Ela Sivisaca quien es el motor fundamental de mi vida por su apoyo incondicional, y sus múltiples consejos

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación tanto profesional y como ser humano.

Jackson

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIA DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ”.

AUTORES:

Gavilanez Ayala Limber Paul

Lozano Sivisaca Jackson Javier

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como finalidad la implementación de un sistema de automatización para la máquina secadora de almendras de cacao del centro de acopio “ASOPROCANAM” del cantón La Maná, la cual realiza un sistema automático de alimentación ininterrumpida por medio de una transferencia entre la red eléctrica y un grupo electrógeno y también efectúa el control automático de temperatura de secado del cacao. La problemática a resolver radicó en que la máquina secadora de cacao estaba propensa a los apagones y fallas de energía eléctrica y la temperatura de semilla de cacao era ineficiente. Con la implementación se logra resolver el problema de falta de abastecimiento de energía, control óptimo de la temperatura que necesita el cacao y así se mejora los tiempos de producción y se evita las plagas del producto. La finalidad del proceso de secado automático es reducir las pérdidas de tiempo del secado de cacao y mejorar la calidad de secado de cacao. Se diseñaron e implementaron controladores para el suministro de energía mediante transferencia automática con un controlador LOGO V8 siemens y para el control de temperatura mediante el supervisor inteligente de temperatura; así como se seleccionaron componentes eléctricos, mecánicos, electrónicos y electromecánicos y posteriormente se diseñó en el software CADe SIMU los circuitos de mando y potencia de los dos sistemas. Con el sistema en funcionamiento se obtuvo un grano de cacao de calidad llegando a controlar la temperatura desde los $50^{\circ}C$ hasta los $75^{\circ}C$ cumpliendo las normas técnicas del INEN 176 y así mejorando la producción de secado de semillas de cacao y además de optimizar la vida útil de la máquina.

Palabras clave: automatización, secado, controlador, cacao, temperatura, energía.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: "IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR THE COCOA DRYING PROCESS AT THE "ASOPROCANAM" COCOA COLLECTION CENTER IN LA MANA CANTON".

AUTHORS:

Limber Paul Gavilanez Ayala
Jackson Javier Lozano Sivisaca

ABSTRACT

The purpose of this project was the implementation of an automation system for the cocoa almond drying machine at the "ASOPROCANAM" collection center in La Maná, which performs an automatic system of uninterrupted power supply by means of a transfer between the electrical network and a generator set and also performs the automatic control of the cocoa drying temperature. The problem to be solved was that the cocoa drying machine was prone to power outages and failures and the cocoa seed temperature was inefficient. With the implementation, the problem of lack of energy supply, optimal control of the temperature required by the cocoa is solved, thus improving production times and avoiding product pests. The purpose of the automatic drying process is to reduce cocoa drying time losses and improve cocoa drying quality. Controllers were designed and implemented for power supply through automatic transfer with a Siemens LOGO V8 controller and for temperature control through the intelligent temperature supervisor; electrical, mechanical, electronic and electromechanical components were selected and then the control and power circuits of the two systems were designed in CADe SIMU software. With the system in operation, a quality cocoa bean was obtained by controlling the temperature from 50 °C to 75 °C complying with the technical standards of INEN 176 and thus improving the production of cocoa bean drying and also optimizing the useful life of the machine.

Keywords: automation, drying, controller, cocoa, temperature, energy.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los estudiantes Egresados de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Lozano Sivisaca Jackson Javier y Gavilanez Ayala Limber Paul, cuyo título versa “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE SECADO DE CACAO EN EL CENTRO DE ACOPIO “ASOPROCANAM” DEL CANTÓN LA MANÁ”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

La Maná, febrero del 2021.

Atentamente,

Mg. Sebastián Fernando Ramón Amores
C.I: 050301668-5

COORDINADOR CENTRO DE IDIOMAS

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
5.1. Planteamiento del problema	3
5.2. Formulación del problema.....	4
6. OBJETIVOS	4
6.1. Objetivo general	4
6.2. Objetivos específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO.....	6
8.1. Antecedentes.....	6
8.2. Fundamentación Teórica	7
8.2.1. El Cacao.....	7
8.2.2. Cacao CCN-51:.....	7
8.2.2.1. Principales características de cacao CCN-51:	7
8.2.3. Tipos de secado de cacao:	8
8.3. Parámetros para el proceso de secado del cacao.	9
8.4. Máquina secadora de cacao WILPAC.....	10
8.4.1. Ciclo de secado para el cacao en la máquina WILPAC	10
8.5. Materiales que se utiliza para la fabricación de la máquina secadora de cacao.	12

8.6. Motor eléctrico	12
8.7. Grupo electrógeno	12
8.8. Transferencia Automática.....	13
8.9. Sistema de control automático.....	14
8.10. La automatización.....	14
8.11. PLC Siemens Logo V8	15
8.11. Relevador de falla de fase.....	16
8.12. Supervisor de voltaje	16
8.13. Interruptor automático	17
8.14. Relés de control	18
8.15. Contactores	18
8.4. Fundamentación legal.....	19
8.4.1. Normativa	19
8.5. Glosario	20
9. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	20
9.1. Contexto Geográfico.....	20
9.2. Descripción de la secadora y sus componentes eléctricos, mecánicos, electrónicos y electromecánicos.	21
9.3. Diseño de los sistemas automáticos.....	25
9.3.1. Sistema de transferencia automático:	25
9.3.2. Sistema de control de temperatura:	26
9.4. Dimensionamiento y selección de los equipos de control y actuación.....	27
9.4.1. Selección de los contactores de la transferencia.....	27
9.4.2. Cálculos para seleccionar el contactor trifásico	27
9.4.3. Cálculos para seleccionar el interruptor termomagnético	27
9.4.4. Calibre del conductor.....	28
9.5. Selección de los elementos del sistema de control	29
9.6. Esquema del sistema de la transferencia automática.....	35
9.7. Plano eléctrico del sistema de transferencia automática	35
9.8. Plano de los motores eléctricos.	36
9.9. Esquema del sistema de control de temperatura.....	36
9.10. Plano eléctrico del sistema de control de temperatura	37
9.11. Programación del PLC Logo V8	38

9.12. Diseño experimental	39
9.12.1. Implementación del sistema de transferencia automática	39
9.12.2. Implementación del sistema de control automático de temperatura.....	40
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:.....	41
10.1. Análisis de implementación del sistema automático.....	41
10.1.1. Sistema de transferencia automático	41
10.1.2. Sistema de control de temperatura.....	42
10.2. Análisis de la humedad del grano de cacao	42
10.3. Análisis de la temperatura del grano de cacao	43
10.4. Análisis económico y financiero	46
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	50
11.1. Impacto Técnico	50
11.2. Impacto Social	50
11.3. Impacto Ambiental	51
11.4. Impacto Económico.....	51
12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO	53
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
13.1. Conclusiones.....	55
13.2. Recomendaciones	56
14. BIBLIOGRAFÍA	57
15. ANEXOS	61

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

Fotografía 1: Planta de cacao CCN-51.....	8
Fotografía 2: Secado natural de cacao.....	9
Fotografía 3: Secado artificial de cacao.	9
Fotografía 4: Secadora circular WILPAC	10
Fotografía 5: Sistema de secado.....	11
Fotografía 6: Características del motor eléctrico.....	12
Fotografía 7: Grupo electrógeno.....	13
Fotografía 8: Características del grupo electrógeno.....	14
Fotografía 9: PLC Logo V8 Siemens.	29
Fotografía 10: Sensor de temperatura PT 100/RTD.....	30
Fotografía 11: Sensor detector de flama.....	31
Fotografía 12: Control de temperatura.	31
Fotografía 13: Contacto en el tablero de transferencia automática.	32
Fotografía 14: Electroválvula para control de temperatura automática.	32
Fotografía 15: Ubicación del grupo electrógeno.	33
Fotografía 16: Sistema de control de transferencia automática.....	40
Fotografía 17: Sistema de control de temperatura.....	40
Fotografía 18: Grupo electrógeno y tablero de transferencia.....	41
Fotografía 19: Sistema de control de temperatura.....	42
Fotografía 20: Medidor de humedad del cacao.	43
Fotografía 21: Actuadores de temperatura.	43
Fotografía 23: Instalación de los equipos.....	75
Fotografía 22: Cortes de canaletas ranuradas.....	75
Fotografía 25: Instalación de los instrumentos.....	75
Fotografía 24: Ubicación de los tableros de mando.	75
Fotografía 27: Instalación de la electroválvula.....	76
Fotografía 26: Instalación del encendido automático.....	76
Fotografía 28: Instalación en el generador el circuito de mando.	76
Fotografía 29: Instalación del circuito de fuerza en la transferencia automática.....	76
Fotografía 30: Diseño de la programación en el programa Logo Soft V8.	77
Fotografía 31: Simulación de los equipos.	77
Fotografía 32: Comprobación de sus líneas.	77

Fotografía 33: Instalación del control de llama.	77
Fotografía 34: Medición de la tensión del sistema.	78
Fotografía 35: Estructura para el generador.	78
Fotografía 36: Soldadura del techo de la estructura.	78
Fotografía 37: Finalización de la cubierta del generador.	78
Fotografía 38: Tablero de control de temperatura.	79
Fotografía 39: Tablero de transferencia automática.	79
Fotografía 40: Finalización de los sistemas de secado automático.	79
Fotografía 41: Equipo de trabajo.	79
Fotografía 42: Instalación de los cables.	80
Fotografía 43: Puesta a tierra.	80
Fotografía 44: Simulación de los sistemas automatizados.	80

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Esquema psimétrico del proceso de secado.....	11
Figura 2: Esquema transferencia automática.....	13
Figura 3: Procesos automatizados.....	15
Figura 4: PLC Siemens Logo V8.....	15
Figura 5: Relevador de falla de fase.....	16
Figura 6: Supervisor de voltaje.....	17
Figura 7: Interruptor automático.....	17
Figura 8: Relé de control.....	18
Figura 9: Contactor.....	18
Figura 10: Ubicación GPS.....	21
Figura 11: Diagrama del sistema de trasferencia automática.....	25
Figura 12: Diagrama del sistema de control de temperatura.....	26
Figura 13: Esquema del sistema de la transferencia automática.....	35
Figura 14: Esquema de los motores eléctricos.....	36
Figura 15: Esquema del sistema de control de temperatura automatizado.....	37
Figura 16: Programación sistema de transferencia automática.....	38
Figura 17: Simulación del sistema de transferencia.....	39
Figura 18: Simulación de la transferencia automática.....	39
Figura 19: Porcentaje de humedad.....	44
Figura 20: Análisis de temperatura.....	46
Figura 21: Tablero de control del sistema de trasferencia automática.....	82
Figura 22: Tablero de control del sistema de temperatura.....	83
Figura 23: Sistema de las electroválvulas y control de llama.....	84
Figura 24: Motores eléctricos su ubicación.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
Tabla 2: Características de los interruptores.....	17
Tabla 3: Descripción de los componentes de la máquina secadora.....	21
Tabla 4: Descripción de los componentes del sistema de la transferencia automática.	22
Tabla 5: Descripción de los componentes del sistema de control de temperatura.	23
Tabla 6: Calibres de conductores AWG.	29
Tabla 7: Secado de cacao con un proceso automático.....	44
Tabla 8: Promedio de horas para el secado de cacao.	45
Tabla 9: Temperatura del secado de cacao.....	46
Tabla 10: Potencia instalada.....	46
Tabla 11: Costo por cada 100lb de grano de cacao.	47
Tabla 12: Ganancia secado de automático.	48
Tabla 13: Análisis VAN.....	48
Tabla 14: Análisis de la tasa interna de retorno TIR.....	49
Tabla 15: Presupuesto del proyecto.....	53
Tabla 16: Señaléticas.....	86
Tabla 17: Plan de mantenimiento preventivo.....	87

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1: Datos del tutor del proyecto.....	62
Anexo 2: Datos del estudiante Jackson Lozano.	63
Anexo 3: Datos del estudiante Limber Gavilanez.	64
Anexo 4: Diagrama de flujo del sistema de la transferencia automática.....	65
Anexo 5: Diagrama de control de lazo cerrado del sistema de control de temperatura.	66
Anexo 6: Esquema del sistema de la transferencia automática.	67
Anexo 7: Circuito eléctrico de mando del sistema de transferencia automática.	68
Anexo 8: Circuito eléctrico de fuerza del sistema de la transferencia automática.	69
Anexo 9: Plano del circuito de los motores de la secadora.	70
Anexo 10: Esquema del sistema de control de temperatura automático.	71
Anexo 11: Circuito eléctrico de mando del sistema de control de temperatura.	72
Anexo 12: Circuito eléctrico de fuerza del sistema de control de temperatura.....	73
Anexo 13: Programación del PLC Logo	74
Anexo 14: Diseño de los tableros de los sistemas de transferencia automática y el tablero de control de temperatura.....	75
Anexo 15: Instalación de los equipos del sistema de control de temperatura.	76
Anexo 16: Instalación de los equipos del sistema de la transferencia automática.	76
Anexo 17: Programación del circuito para la automatización de la secadora.	77
Anexo 18: Instalación del sistema de encendido automático	77
Anexo 19: Instalación del grupo electrógeno.	78
Anexo 20: Implementación de los sistemas.	79
Anexo 21: Puesta a tierra del sistema.....	80
Anexo 22: Manual de operación y mantenimiento del sistema automático.	81
Anexo 23: Certificación del antiplagio del URKUND.....	89

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto:

Implementación de un sistema automatizado para el proceso de secado de cacao en el centro de acopio “ASOPROCANAM” del cantón La Maná.

Fecha de inicio: 10 de mayo del 2020.

Fecha de finalización: 1 de febrero del 2021.

Lugar de ejecución:

Parroquia: Guasaganda

Cantón: La Maná

Provincia: Cotopaxi Zona 3.

Institución: ASOPROCANAM

Unidad Académica que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

Equipo de trabajo:

Tutor del proyecto: Ing. Carrillo Velarde Guido Gabriel M.Sc.

Autores: Sr. Limber Paul Gavilanez Ayala.

Sr. Jackson Javier Lozano Sivilsaca.

Área de conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción.

Línea de investigación: Procesos Industriales.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto tuvo como finalidad la implementación de un sistema de automatización para la máquina secadora de almendras de cacao del centro de acopio “ASOPROCANAM” del cantón La Maná, la cual realiza un sistema automático de alimentación ininterrumpida por medio de una transferencia entre la red eléctrica y un grupo electrógeno y también efectúa el control automático de temperatura de secado del cacao, la problemática a resolver radicó en que la máquina secadora de cacao estaba propensa a los apagones y fallas de energía eléctrica y control de la temperatura de semilla de cacao era ineficiente con la implementación se logra resolver el problema de falta de abastecimiento de energía, control óptimo de la temperatura que necesita el cacao y así se mejora los tiempos de producción y se evita las plagas del producto. La finalidad del proceso de secado automático es reducir las pérdidas de tiempo del secado de cacao y mejorar la calidad de secado de cacao, se diseñaron e implementaron controladores para el suministro de energía mediante transferencia automática con un controlador LOGO V8 siemens y para el control de temperatura mediante el supervisor inteligente de temperatura; así como se seleccionaron componentes eléctricos, mecánicos, electrónicos y electromecánicos y posteriormente se diseñó en el software CADe SIMU los circuitos de mando y potencia de los dos sistemas con el sistema en funcionamiento se obtuvo un grano de cacao de calidad llegando a controlar la temperatura desde los 50°C hasta los 75°C cumpliendo las normas técnicas del INEN 176 y así mejorando la producción de secado de semillas de cacao y además de optimizar la vida útil de la máquina.

Palabras clave: automatización, secado, controlador, cacao, temperatura, energía.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Se puede apreciar que en la asociación “ASOPROCANAM” del sector El Copal, parroquia de Guasaganda, cantón La Maná, no cuenta con un sistema automatizado para el proceso de secado de cacao y solo cuenta con una secadora circular de cacao, el problema que se manifiesta, es que se le dificulta el proceso de secado de cacao ya que tienen que estar pendiente tanto en el apagado como en el encendido de la máquina ya que cuando se va la energía eléctrica hay pérdidas de tiempo y de energía eléctrica y por ende en la producción en el proceso de secado de cacao, por esta razón se ha observado la necesidad de implementar un sistema autónomo de encendido – apagado de la secadora con el fin de asegurar el suministro de energía eléctrica que requiere el secador, esto se logra mediante el acople de un grupo electrógeno y un sistema, el

cual posee un controlador inteligente logo V8 y sistemas de accionamientos de monitoreo para el control del suministro de energía, de esta forma se logra controlar el proceso de la máquina en caso de una falla eléctrica y así automatizar el proceso de secado citado anteriormente para reducir el tiempo de operación del secado, el consumo de energía eléctrica, ahorrar los costos de mantenimiento de la máquina e innovar el manejo de la secadora de cacao también la máquina no cuenta con un control de temperatura adecuado para el secado óptimo de cacao.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los beneficiarios directos serán todos los socios de la “ASOPROCANAM” y los beneficiarios indirectos serán todos los moradores del recinto El Copal, y los habitantes de la parroquia Guasaganda con 3908 habitantes, dando así un mayor reconocimiento a esta asociación no solo a nivel nacional, sino también de forma internacional para mejorar el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida de todo el recinto.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Planteamiento del problema

La problemática que surge en el proceso de secado de cacao es que se tiene una máquina secadora homogénea circular, la acciona un sistema de rotación del producto de cacao mediante una palanca mecánica que gira a 360° en toda la bandeja del proceso de secado a una velocidad de 10 RPM; el accionamiento y control de esta máquina se lo realizan de forma manual por lo tanto en el proceso de secado de cacao hay pérdidas de tiempo y de producción ya que no cuenta con un adecuado control de temperatura para el proceso de secado de cacao y por lo tanto existe ineficiencia en el secado de cacao y problemas de suministro de energía eléctrica, esto hace necesario que exista siempre un operador que este manipulando la máquina y además que se encuentre pendiente del sistema eléctrico de la máquina y los eventos de pérdida de suministro de energía eléctrica producto de la descarga eléctrica o apagones y también fallas eléctricas en las líneas de energía eléctrica producen una afectación al trabajo de secado del cacao por los que se pierde la producción de almendras de cacao y los años de vida de los motores eléctricos de la máquina.

Se hace necesario tener un sistema automático que remplace todas las tareas manuales en el proceso de secado y que cuente con un sistema de conexión automática a un grupo electrógeno

en caso de falla de suministro eléctrico, ya que el acopio “ASOPROCANAM” se encuentra ubicado en la zona rural del cantón La Maná, donde existen varios problemas en el sistema eléctrico de distribución y también no cuentan con un sistema de monitoreo de temperatura de las almendras de cacao, estas son las problemáticas que tienen los agricultores de la asociación.

5.2. Formulación del problema

- ¿Cómo incide el control manual de la máquina secadora de cacao en el proceso de secado del cacao?
- ¿Cómo afecta los cortes de energía que sufre la máquina secadora de cacao cuando se produzca una falla eléctrica en el sistema?

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

- Implementar un sistema automatizado para el proceso de secado de cacao en el centro de acopio “ASOPROCANAM” del cantón La Maná.

6.2. Objetivos específicos

- Identificar las partes que compone un sistema automatizado del proceso de secado de cacao.
- Diseñar los sistemas de automatización para el proceso de secado de almendras de cacao.
- Implementar los sistemas automáticos que permitan controlar el proceso de secado de cacao mediante un dispositivo inteligente y la adecuación de un grupo electrógeno para su respectiva automatización.
- Probar el sistema automático en el proceso de secado de cacao a través de las pruebas realizadas en la secadora del mencionado producto para los agricultores de la “ASOPROCANAM”.

7. ACTIVIDADES Y TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

En la tabla 1, se detalla las tareas que se van a realizar en la investigación en relación a los objetivos planteados.

Tabla 1: Actividades y tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVO	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
OBJETIVO 1	Identificar las partes que compone todo el sistema automático del proceso de secado de las semillas de cacao.	Determinar el controlador de temperatura y el grupo electrógeno para el sistema proceso de secado de cacao y los equipos para el sistema de control del proceso.	Documentación, bibliografía y catálogos para identificar los componentes para la automatización del proceso de secado de cacao.
OBJETIVO 2	Diseñar los sistemas de automatización para el proceso de secado de almendras de cacao.	Diseñar el sistema de mando y potencia para los dos sistemas del proceso de secado de las almendras de cacao.	Los archivo de los circuitos en CADe_SIMU de mando y potencia de los sistemas automáticos y los archivos de la programación en LOGO Soft Comfort V8.2.
OBJETIVO 3	Implementar los sistemas automáticos que permitan controlar el proceso de secado de cacao mediante un dispositivo inteligente y la adecuación de un grupo electrógeno para su respectiva automatización.	Instalar los tableros de control armado y listo para su automatización con su grupo electrógeno como fuente eléctrica auxiliar.	Fotografías y simulación de los sistemas de control de temperatura y la trasferencia automática del proceso de secado de cacao.
OBJETIVO 4	Probar el sistema automático en el proceso de secado de cacao a través de las pruebas realizadas en la secadora del mencionado producto para los agricultores de la “ASOPROCANAM”.	Comprobar el sistema automático mediante fallas forzadas en el sistema automatizado.	Fotografías de la implementación del sistema automatizado para el proceso de secado de cacao.

Fuente: Lozano J., Gavilanez L.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

8.1. Antecedentes

La problemática que hoy en día existe en asociación “ASOPROCANAM” es que no cuenta con un sistema de secado automático para mejorar el proceso de secado de cacao para tener un alto rendimiento de producción y un proceso eficaz.

En Ecuador el cacao es un producto de alta demanda debido a su aroma y sabor que lo posee, por sus propiedades que presenta se utilizan en las grandes industrias ya sea para la obtención de chocolate o de ciertos derivados, convirtiéndose así entre los productos de mayor demanda a nivel nacional como internacional y unos de los procesos más importantes es el secado ahí es donde se considera las propiedades del producto y el grado de humedad y para lograr el secado apropiado al producto se lo puede realizar mediante dos métodos que son muy comunes en el país que son el secado de forma natural y el secado de forma artificial.

Según Núñez Sergio (2017) en su proyecto “Automatización de los procesos de secado y selección del cacao ecuatoriano conservando las características sensoriales y previniendo riesgos laborales”, realizado en el país de Perú – Lima con el propósito de innovar procesos y mecanismos de secado de la fruta y también evitando riesgos laborales en los procesos de secado de cacao.

Según Cueva Oswaldo y Saquina Luis (2017) en su proyecto “Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg”, realizado en Ecuador – Riobamba con el fin de disminuir el tiempo en el proceso de secado realizaron una máquina secadora automática para cacao que cumpla las características de secado óptimo para así reducir la humedad de la semilla de cacao en la comunidad Mirador Lojano. Nuestro país está entre los países de mayor exportación de cacao ya que este producto se cosecha durante todo el año y el secado natural tiene que ver mucho con la época climática porque no se seca y se llega a perder las características como el aroma y sabor por esta razón se requiere construir un modelo de sistema inteligente de proceso de secado de cacao que nos permitirá solucionar todas las falencias y sacar al mercado un producto con todas las estándares de calidad.

8.2. Fundamentación Teórica

8.2.1. El Cacao

El árbol del cacao es un árbol originario de las selvas tanto como en el Caribe y Sudamérica, su nombre científico es *Theobroma cacao*, crece mejor en el clima ecuatorial, que tiene abundantes precipitaciones durante todo el año y la temperatura es relativamente estable, entre 25 y 28 grados centígrados. Este árbol tarda de 4 a 5 años en producir frutos y de 8 a 10 años en alcanzar el máximo rendimiento, dependiendo del tipo de cacao y las condiciones de la zona.

Por esta razón el cacao es reconocido no solo en el Ecuador sino en todo el mundo por su fino aroma y además es muy utilizado en las industrias para la fabricación de pasta, pomadas y sobre todo el chocolate que es la parte más apetecible por la sociedad.

8.2.2. Cacao CCN-51:

El cacao CCN-51 es un cacao clonado producido en Ecuador, que según acuerdo ministerial fue declarado como commodity de alto rendimiento el 22 de junio del 2005. El Ministerio de Agricultura adoptó la declaración para promover la producción, comercialización y exportación de este grano de cacao, cuyo desarrollo y madurez son de color rojo pálido por contener mucha grasa. Define su propio nicho de mercado, por lo que una de sus características es su capacidad de producción, que es cuatro veces mayor que los productos clásicos, y también cuenta con un mejor rendimiento para la producción, por lo que es resistente a enfermedades. (Anecacao, 2015).

CCN-51 es una especie de cacao en grano, que tiene un proceso de fermentación adecuado y cuenta con eficaz características de calidad y por lo tanto en circunstancias de luz solar y alta densidad, la ventaja de este clon puede alcanzar los 4.000 kg de semillas secas, el cultivo de CCN-51 es rentable para la producción y comercialización. (Armando, 2017).

8.2.2.1. Principales características de cacao CCN-51:

- El rendimiento por hectárea supera los 2.300 kg (50 quintales, 45 kg), lo que la convierte en rentable para los agricultores.
- Es un clon auto compatible, lo que quiere decir que puede reproducirse normalmente sin polinización clonal.

- El cacao CCN-51 se caracteriza por su precocidad, ya que se movió cuando tenía 24 meses.
- Es muy resistente a las enfermedades del cacao como la "escoba de bruja" que ataca a la mayoría del cacao y destruye la mayor parte de la producción de cacao.
- El buen índice de mazorcas (17,6 vainas / kg) del cacao en polvo seco es de 8 vainas / lb, mientras que el índice promedio (24,6 vainas / kg) de 12 vainas / lb.
- Excelente índice de semillas: 1,45 g / semillas secas y fermentadas, mientras que el índice medio es de 1,2 g / semillas secas.
- La tasa de siembra de semillas por mazorca es alta: 45 semillas, que es mucho más alta que el nivel promedio normal de 36 semillas por mazorca.
- Calidad del cacao: CCN-51 tiene una buena capacidad de procesamiento poscosecha y es de primera calidad para exportación.

Fotografía 1. Planta de cacao CCN-51.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.2.3. Tipos de secado de cacao:

Los tipos de secado de cacao hay muchos hoy en día, el método de secado natural se puede utilizar la radiación solar para obtener semillas con mayor aroma, también se pueden secar artificialmente utilizando una estufa o un secador mecánico para pasar aire caliente seco a través de la masa de cacao.

El secado natural: hoy en día se utiliza más en la partes de calidad en el Ecuador para así conservar más su aroma de cacao y hay una desventaja ya que en las partes donde el clima es húmedo no se puede realizar este tipo de secado ya que todo el tiempo el clima es frío y las semillas de cacao se dañan por lo que en el cacao produce moho.

Fotografía 2. Secado natural de cacao.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Secado Artificial: En el secado artificial se lo realiza con el calor que se genera mediante una caldera, o quemando un combustible adecuado ya sea mediante gas natural, gasolina y diésel, para una mejor producción se recomienda los de gas natural. Por su parte este tipo de secado también se utiliza en la asociación “ASOPROCANAM” a través de una máquina secadora circular para el proceso de secado de cacao.

Fotografía 3. Secado artificial de cacao.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.3 Parámetros para el proceso de secado del cacao.

Temperatura: Es una magnitud medible por la noción de calor de la energía interna de un sistema termodinámico y para el monitoreo de la temperatura en el proceso de secado automático se lo realizó mediante un controlador inteligente.

Humedad: La humedad es la cantidad de agua que posee cualquier cuerpo, como en este caso las semillas de cacao cuentan con un comportamiento de humedad inversamente proporcional.

Mejorar las condiciones de trabajo del secado de cacao personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad en el acopio.

8.4. Máquina secadora de cacao WILPAC.

La secadora de cacao WILPAC modelo mez/070 = 25qq, es una secadora circular para productos agrícolas con sistema de agitación, debido al constante movimiento de sus palas de descarga, esta máquina ayuda a los agricultores a minimizar el tiempo de secado mediante un sistema de paletas circular que se encuentra distribuidas por toda el área de la bandeja de secado, por lo tanto el aire fluye uniformemente a través del grano.

Características:

- Sistema de secado de producto homogéneo con removedor.
- Diseño ensamblada con materiales de acero inoxidable 304 y 430 o galvanizado (opcional) en las áreas de recubrimiento.
- Equipamiento con intercambiador de lanza llama a GLP.
- Su temperatura se regula manualmente mediante una válvula.
- Puertas de descargas y de limpieza y también disponibilidad hasta 98% de cero paros de proceso por baja confiabilidad y mantenibilidad del equipo.
- Dos motores monofásicos.

Fotografía 4. Secadora circular WILPAC



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

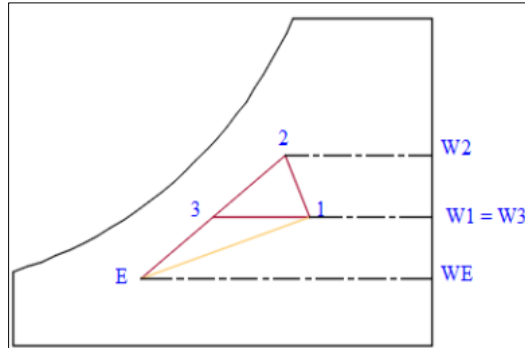
8.4.1. Ciclo de secado para el cacao en la máquina WILPAC

El ciclo del secado de cacao se toma en cuenta que la materia prima se seca por convección y solo el calor lo proporciona el flujo de aire mediante un motor con un sistema de turbina, el producto aumentará su humedad relativa cuando se enfríe con aire caliente sin llegar a la saturación porque puede continuar absorbiendo humedad (Farias, 2019).

Posteriormente la máquina mencionada anteriormente es muy eficiente, por lo que en sus comienzos el centro de acopio no contaba con este tipo de máquinas modernas para el secado de las semillas de cacao, pero hoy en la actualidad gracias a la persistencia y constancia de los

socios se ha implementado este aparato innovador para proporcionar un mejor desarrollo en la calidad del producto de cacao y así poder ofrecer un producto de calidad no solo nacional sino de forma internacional, además de brindar fuentes de ingreso a todo el recinto El Copal.

Figura 1. Esquema psimétrico del proceso de secado.



Fuente: Tomado de Orna (2018)

Sistema para el secado de cacao mediante GLP.

El sistema el cual se realiza el proceso de secado de cacao es mediante una calefacción a gas mediante la combustión de gas natural el cual consta de estos dos sistemas calefacción y una turbina de aire.

El sistema de turbina de aire consta de un motor de 2 hp que genera movimiento y así se mueve 4 aspas para generar la calefacción.

La calefacción se lo realiza mediante un combustible que en este caso el combustible es el GLP para así obtener aire caliente para el secado de semilla de cacao, y la combustión es el paso de reacción química del GLP que tiene que tener en cuenta el triángulo del fuego que son muy importante para la combustión como el oxígeno, el calor y el combustible (Orna, 2018).

Fotografía 5. Sistema de secado.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.5. Materiales que se utiliza para la fabricación de la máquina secadora de cacao.

Los materiales más usados que se emplean para la construcción de máquinas secadora de cacao WILPAC en el área de alimentos son de aceros inoxidables y galvanizados.

- **Aceros inoxidables.** El acero inoxidable es resistente a la corrosión se utilizan en la industria alimenticia por su alta escala de recurso.
- **Acero inoxidable AISI 304.** Este acero es el que más se utiliza por sus propiedades de soldadura y conformado que presenta aparte de tener excelente resistencia a la corrosión.

8.6. Motor eléctrico

El motor eléctrico es una máquina de tipo rotativo que se encarga de convertir la energía eléctrica en mecánica a través de interacciones electromagnéticas. (Neira, 2017) El primer motor monofásico de la secadora es de 2 HP marca WEG que está ubicado en la parte superior de la secadora que su función es mover el brazo mecánico circular constantemente y cuenta con un sistema de reducción de 10 RPM.

El segundo motor monofásico de la secadora es de 2 HP marca WEG que está ubicado en la parte lateral de la secadora y su función es de generar movimiento a la turbina de aire (flujo de aire) y así proporcionar aire caliente y además cuenta con una toma auxiliar de aire frío que es la temperatura ambiente y está integrado por un soplador de aire que va a la cámara de combustión con una potencia de 0.186 kw.

Fotografía 6. Características del motor eléctrico



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.7. Grupo electrógeno

El grupo electrógeno cuya función es de convertir la capacidad térmica en energía mecánica y luego en energía eléctrica, en conclusión cuenta con un motor a combustión que se conectan con otros componentes para generar energía eléctrica y así crear una transferencia automática,

son muy comunes para procesos industriales que requieren de constante energía eléctrica para no sufrir cualquier avería en el sistema y la producción no se vea afectada.

Fotografía 7. Grupo electrógeno.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.8. Transferencia Automática

En el sistema de la transferencia automática su principal función es de detectar alguna falla en el suministro eléctrico y manda la orden automáticamente que se active el grupo electrógeno.

Figura 2. Esquema transferencia automática.



Fuente: Tomado de (Robert, 2017)

Características principales del grupo electrógeno.

Con respecto al grupo electrógeno es la parte más importante para la implementación del tablero de la transferencia automática por lo que la asociación no contaba con este sistema de generación de energía eléctrica y el acopio necesitaba de este método para abastecer de electricidad a la secadora de cacao y así evitar que ocurra fallas eléctricas y pérdidas en el secado de la semilla del cacao.

Las principales características del grupo electrógeno es el Modelo ATM8600TS DIESEL GENERADOR 080G / 019-0080 con encendido: Manual / Eléctrico.

Fotografía 8. Características del grupo electrógeno.

MODEL: ATM8600TS DIESEL GENERATOR	
OUTPUT POWER(KVA)	6.5
MAX. POWER(KVA)	7
VOLTAGE(V)	110/220
CURRENT(A)	59.1/29.5
FREQUENCY(Hz)	60
POWER FACTOR	1
DRY WEIGHT(KG)	175

Fuente: Lozano J., Gavilanez L.

8.9. Sistema de control automático

El control automático de procesos es una de las reglas de rápido desarrollo para la industria hoy en día se conoce como la revolución industrial, además el complejo uso de la tecnología de control automático de procesos se deriva del desarrollo y la modernización de la tecnología de medición y control utilizada en el campo industrial, por ende su investigación y aplicación contribuyen al reconocimiento general de sus ventajas y desventajas relacionadas con el campo industrial, que se ha convertido en una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, lo que aumenta la complejidad del sistema (Abarca, 2015).

Componentes de un sistema de control:

- Sensor: es un dispositivo que nos envía la señal como el elemento primario.
- Transmisor: es el elemento que se encarga de la variable de medición.
- Controlador: es el dispositivo que es lo más importante o cerebro del sistema.
- Elementos de control: son los dispositivos que actúan en el proceso como las válvulas, motores, etc.

8.10. La automatización.

En la actualidad la automatización nos ayuda a optimizar tiempos de producción en las industrias y además la innovación es constantemente de maquinarias, equipos y herramientas que pueden ayudar a realizar tareas pesadas y únicas por lo tanto es un desarrollo para la humanidad, por esta razón la automatización es la aplicación para el control de procesos industriales (Nuñez , 2017).

- Mejorar la productividad de la asociación, reduciendo los costos de la producción y mejorando la calidad del cacao.

Figura 3.Procesos automatizados.



Fuente: Tomado de (Solís, 2018)

8.11. PLC Siemens Logo V8

El controlador lógico programado siemens logo V8, es el autómatas moderno fue creado y utilizado para realizar automatización aplicadas en industrias y además posee grandes características en cuanto a hardware y software, está compuesto por sus entradas y salidas del logo, cuenta con módulos de expansión que permiten aumentar sus conexiones en los sistema que se lo va a implementar.

Características:

- LOGO 12/24v o 127/220v
- Módulo lógico con pantalla
- 8ED (Entradas digitales) de las cuales 4 pueden funcionar como EA (Entradas analógicas)/4 SD (Salidas digitales)
- Tiene una Memoria: 400 bloques
- También Expansión por módulos
- Ethernet/Servidor WEB
- Páginas web configurables por el usuario.
- Tarjeta Micros SD estándar
- Programable con LOGO Soft Comfort desde V8

Figura 4. PLC Siemens Logo V8.



Fuente: Tomado de (Siemens, 2015).

Con respecto a la utilización del Logo V8 será de gran ayuda para la automatización de la secadora de cacao, siendo este un aparato inteligente que se puede utilizar un software denominado Soft Comfort desde V8 para su respectiva programación.

Sin embargo la utilización del mencionado dispositivo será de gran eficiencia en el ámbito industrial para mejorar no solo la calidad del secado del cacao sino implementar un tipo de tecnología inteligente para mejorar la calidad de vida de todos los moradores del recinto El Copal.

8.11. Relevador de falla de fase

El relevador de falla de fase de siemens es un dispositivo para monitoreo de fase la interrupción en cualquiera de sus fases y su impulso de al menos un voltaje de línea a línea del voltaje nominal de línea, establecida en un 20% en el sistema que se utilice ya sea monofásico o trifásico para que los dispositivos se auto energicen y su voltaje de medición es igual al voltaje de suministro de control nominal y trabajan bajo el principio de un contacto NC (Siemens, 2016).

- Capacidad máxima de carga de 3 a 250VCA.
- Rango de temperatura de funcionamiento desde -25°C hasta 60°C
- Dimensiones de 22,5mm ancho * 92mm alto * 91mm largo

Figura 5. Relevador de falla de fase.



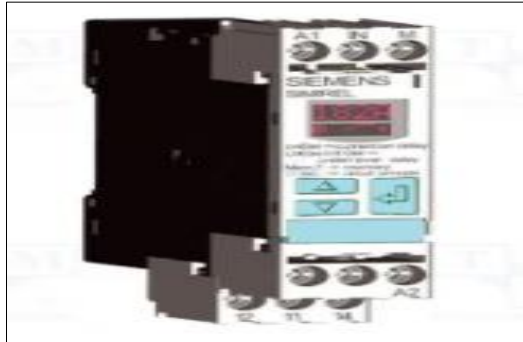
Fuente: Tomado de (Siemens, 2016)

8.12. Supervisor de voltaje

El supervisor de voltaje son dispositivos electrónicos para evitar daños en la carga de los sistemas tanto como trifásicos como monofásicos y su función principal de los supervisores

de voltaje es de monitorear el voltaje de cualquier sistema que lo requiera y también protegen contra alto y bajo voltaje, apagones, pérdida de fase y fase invertida y por ende el técnico puede tomar las medidas correctas para que no se produzca daños en el sistema (Salazar , 2016).

Figura 6. Supervisor de voltaje.



Fuente: Tomado de (Siemens, 2016)

8.13. Interruptor automático

El principal funcionamiento de los interruptores automáticos es de proteger un sistema contra las sobrecargas y los cortocircuitos y por ende tiene el desplazamiento de cortar cuando y siempre que detecta una falla o daño en el sistema y así lo cual permite su reintegración una vez que se arregle el inconveniente (Gondres, 2018).

Figura 7. Interruptor automático.



Fuente: Tomado de (Siemens, 2016)

El interruptor automático se dividen en dos grupos como consta en la siguiente Tabla 2, basado en la norma IEC 60898, denominados pequeños interruptores simplemente Interruptores Automáticos o IAs (Tolocka, 2018).

Tabla 2: Características de los interruptores.

	Interruptor Automático (IA)	Pequeño Interruptor Automático (PIA)
Corriente	0,5A a 6300 ^a	6A a 125A
Tensión	1000V	400V
Aplicación	Industrial	Domiciliaria

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

8.14. Relés de control

Los relés de control puede detectar errores o anomalías de parámetros importantes de la instalación a tiempo los comunicará o desconectará componentes de la instalación de forma específica, el relé de control es muy importante para la automatización de procesos industriales como protección para que los sistemas se sientan protegidos correctamente sin sufrir daños (Sánchez, 2017).

Figura 8. Relé de control.



Fuente: Tomado de (Siemens, 2019)

8.15. Contactores

La principal función de los contactores es de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la eventualidad de ser ejecutado a distancia que también tiene dos posiciones de funcionamiento una de encendido y de apagado y su tarea es cerrar un circuito de potencia (Varela, 2018).

Figura 9. Contactor.



Fuente: Tomado de (Siemens, 2019)

8.4 Fundamentación legal

8.4.1 Normativa

Ministerio de electricidad y Energía Renovables

Acuerdo Ministerial Nro. 01-245 de 13 -06- 2001, nos informa el Código de prácticas Ecuatoriano CPE INEN 19 y también “Código el National Electric Safety Code, y por ende la [ANSI- C2] que para las infraestructuras más de 600 V deben cumplir con todas las normativas de seguridad en la instalación.; (ARCONEL, 2015)

Ministerio del Ambiente

El Artículo 15.- El estado ecuatoriano declara a los sectores ya sea de opción libre el uso de modernizar las tecnologías ambientales y de energías alternativas no contaminantes y también que no afecte al sector alimenticio y peor al derecho del agua. (MAE, 2015)

Humedad del Cacao.-INEN 0176 menciona que su humedad debe reducir hasta un 7,03% que cumple con la norma vigente que es la INEN 0176 que menciona que su valor debe estar de 7 a 8% de humedad. (INEN, 2018)

En cuanto a la NTE INEN 620 señala sobre “El contenido de manteca de cacao mayor o igual al 10 % y menor al 20 % (fracción en masa expresada en porcentaje)”. (NTE INEN 620, 2017)

En relación con la norma INEN 175 indica sobre el método de realizar el ensayo de corte en una muestra de cacao en grano para comprobar la calidad del fermentado que posee la almendra y de acuerdo a eso poder identificar y calificar la calidad del producto. (NTE INEN 175, 1986)

Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica

El Artículo 5.- En el numeral 4 ordena que los ciudadanos tenemos que cuidar las instalaciones de la empresa eléctrica y ver que no se encuentren daños en la instalación eléctricas y también denunciar. (MEER, 2018)

El Artículo 15.- Numeral 3 establece como una atribución y deber de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad controlar a las empresas eléctricas en lo referente al cumplimiento de

la normativa y de las obligaciones constantes en los títulos habilitantes pertinentes y otros aspectos que el ministro de electricidad y energía renovable defina. (MEER, 2018)

El artículo 84.- Nos informa al derecho del libre paso o acceso, la ocupación temporal de terrenos y otros bienes necesarios para la construcción y vigilancia de las instalaciones eléctricas; así como el ingreso de inspectores, empleados y obreros debidamente identificados por cualquier autoridad (MEER, 2018)

El artículo 85.- LOSPEE indica que “El dueño del predio sirviente no podrá hacer plantaciones, construcciones, ni obras de otra naturaleza, que perturben el libre ejercicio de las servidumbres eléctricas y también a plantaciones o arboledas que crecieren de modo que perturben dicho ejercicio a costa del dueño del predio”; (MEER, 2018)

8.5 Glosario

- **IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional
- **MEER:** Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
- **ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.
- **ARCONEL:** Agencia de Regulación y Control de Electricidad.
- **LOSPEE:** Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.
- **MAE:** Ministerio del Ambiente
- **ASOPROCANAM:** Asociación de Producción Agrícola de Cacao Nacional La Maná.
- **INEN:** Servicio Ecuatoriano de Normalización.

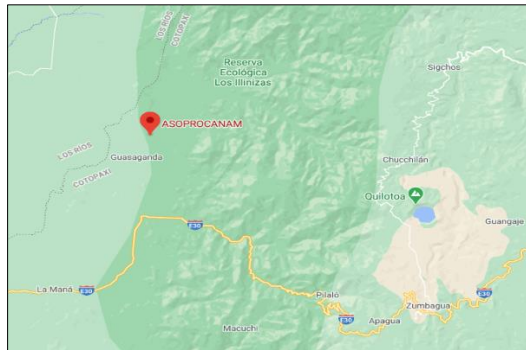
9. METODOLOGIAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Contexto Geográfico

En cuanto al mencionado proyecto que se va a realizar en el Centro de Acopio ASOPROCANAM, que es una asociación que se dedica al secado del cacao de calidad con todas las normas requeridas, por tal motivo se ha visto la necesidad de implementar un nuevo proyecto para el mejoramiento y automatización de la secadora de cacao, siendo en la actualidad el Sr. Galo Soria el representante legal de la asociación, ya que con respecto a su sitio de localización se encuentra ubicado en el recinto El Copal, parroquia Guasaganda, cantón La Maná en el Km. 15 de la Vía a Pucayacu, de la provincia de Cotopaxi.

Cuenta con un área alrededor de 1 hectárea(10.000 m²) con una altitud de 480.4 m.s.n.m y con las siguientes coordenadas: al norte conlinda con la parroquia Guasaganda, al sur y al este con la provincia de Los Ríos, y al oeste con la Reserva Ecológica Los Illinizas, como se puede observar en la Figura No.10, la ubicación asociación a través del GPS.

Figura 10.Ubicación GPS.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.2. Descripción de la secadora y sus componentes eléctricos, mecánicos, electrónicos y electromecánicos.

A continuación se describe todos los elementos del sistema automático proceso de secado de cacao y lo realizamos dividiendo en 3 sistemas el proceso automático de secado de cacao:

Primer Sistema

Se detalla todos los componentes de la máquina a continuación:

Tabla 3: Descripción de los componentes de la máquina secadora.

COMPONENTE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Turbina de aire		La turbina de aire modelo MO01c0x0x00001011746 es un sistema de fuerza de aire que funciona mediante un motor de 2 HP de marca WEG el cual va acoplado a la secadora para proporcionar aire caliente para el proceso de secado de cacao.
Reductora de velocidad		El sistema de reducción de velocidad cuenta con un motor monofásico de 2 HP marca WEG que está ubicado en la parte superior de la secadora que su función es mover el brazo mecánico circular constantemente.
Secadora		La secadora WILPAC industrias modelo MEZ-71 es una máquina que seca cacao y utiliza un sistema de lanza llamas con GLP para secar el cacao a bajas o altas temperatura.






Motores		La secadora cuenta con dos motores monofásicos de marca WEG cada motor tiene una potencia de 2 HP, en total de los dos motores es de 4 HP el primer motor funciona con la turbina de aire y el segundo con la reductora de velocidad.
----------------	---	---




Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Segundo Sistema

Se detalla todos los componentes del sistema de la transferencia automática:

Tabla 4: Descripción de los componentes del sistema de la transferencia automática.

COMPONENTE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Grupo Electrónico		El generador eléctrico modelo ATM8600TS Diésel con una potencia total de 7 KVA a un voltaje de 110/220 con amperaje de 59.1/29.5 y a una frecuencia de 60 Hz, la cual trasforma el movimiento mecánico en electricidad para abastecer a la secadora.
PLC		El PLC siemens Logo V8 es un dispositivo inteligente que permite automatizar el sistema de la transferencia automática para el proceso de secado de cacao y su programación se lo realiza mediante el software Logo Soft Comfort V8.
Supervisor de voltaje		El supervisor de voltaje digital marca WAGNER es el encargado de monitorear y detectar cualquier tipo de error eléctrico o falla en sus líneas y por ende se pueda prevenir anomalías que pueda parar el proceso de secado.
Contactores		Los contactores marca CHNT modelo NC1-80112/TA con las siguientes características Fase 3, amperaje 12, voltaje de bobina 220VAC, dimensiones 5*9*7.5cm y cuenta con contactos auxiliares.
Interruptor		El interruptor automático tiene la capacidad de proteger al sistema contra sobrecargas y cortocircuitos marca CHNT modelo NB1-63H grado de protección IP 20, curva de disparo C, tensión de aislamiento UI 500v, tensión de operación Ue: AC/ 230-400V 50/60 HZ.




Fusible		La principal función del fusible en el sistema de transferencia automática es de cortar la energía eléctrica en el sistema de transferencia automática cuando se presente una corriente mayor en el sistema de transferencia automática en el proceso de secado automático de cacao marca Camsco de 4A
Piloto luminoso rojo / verde		Es una lámpara piloto marca ABC, por lo que se utilizó como indicador para saber en qué proceso se encuentra la transferencia automática la luz roja está funcionando el sistema de generador y la luz verde el sistema de la red eléctrica.
Selector		Es una perilla de la marca ABC que tiene dos posiciones para seleccionar en modo automático o manual para el sistema de transferencia automática en el proceso de secado de cacao.

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Tercer Sistema

Se detalla todos los componentes del sistema de control automático de temperatura

Tabla 5: Descripción de los componentes del sistema de control de temperatura.

COMPONENTE	IMAGEN	DESCRIPCIÓN
Controlador de Temperatura		El controlador de temperatura es el encargado de controlar la variable de temperatura la cual es la requerida las semillas de cacao marca Camsco ,modelo REX-C900 con un voltaje de funcionamiento a 110/220V rango de control de la temperatura es de 0-1375°C
Relé de control		Es el encargado de detectar cualquier tipo de error o anomalías que puede producir en el proceso de secado de cacao marca MEC modelo GMC-22 tamaño 44mm clase de disparo 10 A, protección de corriente diferencial/fallo de fase tipo GTK, ambiente compensado de -5 a 40°C rest manual o automático actúa más rápidamente en caso de sobrecarga bifásica protegiendo al motor.
Electroválvula		Su principal función es de controlar el paso de un fluido por un conducto y por ende es movida mediante una bobina solenoide marca JAGO modelo 2w-160-15 voltaje 110V temperatura de trabajo -5°C -80°C medida de ½ pulgada presión de trabajo a mínimo 0kg /cm ² y máximo 10kg / cm ² .

Sensor de temperatura		El sensor de temperatura PT 100 es el encargado de detectar la temperatura resistivo de 0°C tiene a 100 ohms y al aumentar su temperatura aumenta su resistencia eléctrica dimensiones 0.5*10cm, material de sonda acero inoxidable es muy resistente al agua y la longitud de cable 10m.
Control de llama		El control de llama es el sistema de control automático con microprocesadores para quemadores de GLP marca BRAHMA modelo TYPE TGRD71 con TP de 10s a 5s trabaja con voltaje de 110/220V con frecuencia de 50-60Hz
Sensor detector de flama		La principal función del sensor de flama es de controlar y monitorear la llama de un quemador durante su proceso de función modelo c7035a1049 marca Minipeeper trabaja con temperatura ambiente -18 a 121°C y detecta la radiación de 310 nm.
Electrodo encendido		Función del electrodo de encendido es brindar el chispazo de electricidad para que la combustión del quemador comience a funcionar correctamente modelo SEL-HT-C11-0 electrodo metálico temperatura de trabajo máxima 1375°C aislador cerámica técnica 64% de Al2o3.
Interruptor		El interruptor automático termomagnético tiene la capacidad de impedir la corriente eléctrica de un sistema cuando sobrepasa el valor máximo marca MAVIJU con amperaje de 25A.
Fusible		La función de los fusibles es de inmiscuir un elemento más débil en el sistema de modo tal que cuando la corriente alcance niveles que podrían estropear a los componentes el fusible se funde e interrumpa la circulación de la corriente del sistema de control de temperatura marca Camsco de 2A
Piloto luminoso rojo / verde		Es una lámpara piloto marca ABC, por lo que se utilizó como proceso indicativo para saber en qué proceso se encuentra nuestro sistema de control de temperatura.
Selector		Es una perilla de la marca ABC que tiene tres posiciones para seleccionar en modo automático o manual el sistema de control de temperatura en el proceso de secado de cacao.

Paro de Emergencia		Según la norma EN ISO 13850 la principal función de pulsador de emergencia sirve para prevenir situaciones que sitúen en peligro a las personas en el sistema de control automático de temperatura.
---------------------------	---	---

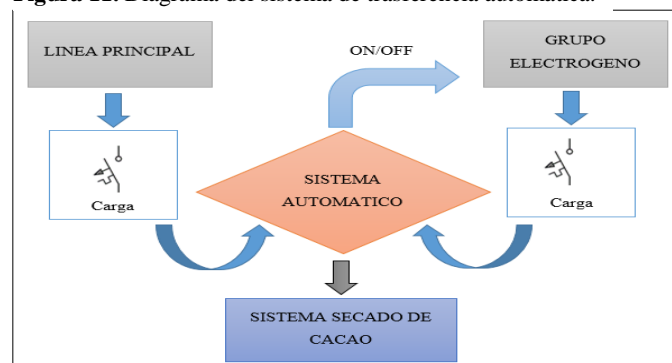
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.3 Diseño de los sistemas automáticos.

Para los sistemas de automatización del secado de cacao se diseñó mediante el software CADe SIMU V.3 los dos sistemas tanto para el de transferencia automática y el de control de temperatura para el secado de las almendras de cacao como se muestra en los Anexos 6 y 10, para una eficaz producción y así mejorando la vida útil de los motores de la máquina y también mejorando la calidad de secado de cacao, aprovechando al máximo la secado para el desarrollo de la asociación.

9.3.1 Sistema de transferencia automática: el sistema de transferencia automática es un grupo de elementos que su función es de alimentar la carga desde dos fuentes diferentes sin necesidad de manipular un individuo.

Figura 11. Diagrama del sistema de transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

El diagrama de bloques que se observa en la Figura 11, nos indica los componentes utilizados para el proceso del módulo de control de transferencia automática de energía eléctrica la unidad de control es el PLC en el cual se conecta en sus entradas el relevador de falla de fase y el verificador de fase también el selector de encendido y apagado en modo manual paro de emergencia y el supervisor de voltaje.

En el proceso de los componentes de control se tiene a los contactares, relés y medidores de fase, y los sensores que se utilizaran para obtener señales estandarizadas y poderlas ingresar al PLC es el transductor de corriente y voltaje.

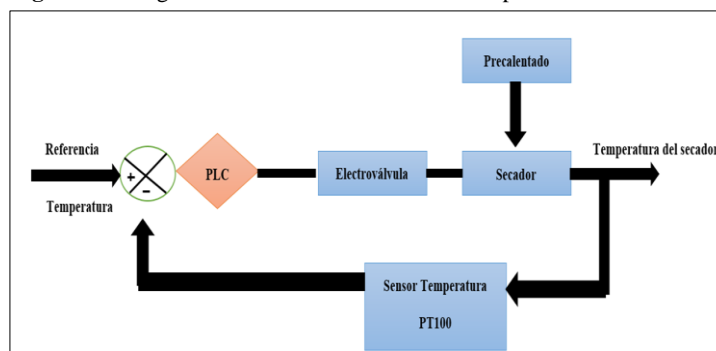
9.3.2 Sistema de control de temperatura: el sistema de control de temperatura consta de automatizar los diferentes grados de temperatura según la normativa INEN -0176 (INEN, 2018) para el proceso de secado de cacao.

En el sistema de control de temperatura para el proceso de secado de cacao cuenta con un sistema de control de lazo cerrado la variable de precisión de temperatura en este caso la temperatura que trabaja la máquina que es el rango de 50°C a 75°C del proceso el cual es regulado mediante un sensor PT100 analógico que se encarga de comparar la temperatura real a la temperatura de control deseada con un punto de ajuste proporcionar a una salida de la electroválvula reguladora de control de GLP.

Para el sistema de encendido automático de la llama de la secadora se programa mediante un control de llama que es intervenida mediante el selector para manipular si desea el operador manual o automático el sistema de control de temperatura mediante las válvulas de paso del GLP, y el sistema de control automático de temperatura como se muestra en los Anexo 11 y 12, el diseño del sistema de control siendo eficiente en su rendimiento y mejorando el proceso de secado con el fin de tener un grano de calidad.

Nota: En el cantón La Maná existen secadoras mecánicas lo que facilita obtener un grano de secado óptimo pero sin embargo los tiempos de ejecución y el control de las variables requieren de la automatización más completas en periodos de tiempo más corto y con poco intervención del hombre mejorando la rentabilidad y nivel de vida de pequeñas agroindustrias.

Figura 12. Diagrama del sistema de control de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.4. Dimensionamiento y selección de los equipos de control y actuación

9.4.1 Selección de los contactores de la transferencia

En este proyecto se utiliza contactores de transferencia automática porque son eficaz en su funcionamiento y mejorar el proceso de secado de cacao, y su función controlar el voltaje de la línea principal y desconecta el sistema del suministro de las línea principal en caso de falla eléctrica como baja y alta de voltaje o problemas mayores en la líneas de alimentación y así conectar automáticamente mediante una señal que nos envíe nuestro controlador lógico programable al sistema del grupo electrógeno.

9.4.2 Cálculos para seleccionar el contactor trifásico

Para seleccionar un contactor trifásico se tiene que calcular la potencia total de los dos motores eléctricos cada motor con una potencia de 2 HP. La potencia de la carga es de 4 HP, mediante la ecuación:

$$P_{\text{contactor}} = P_c * F_s \quad \text{[Ecuación 1]}$$

$$P_{\text{contactor}} = 2980 \text{ Watts} * 1.25 \quad F_s = \text{Factor seguridad} = 1.25$$

$$P_{\text{contactor}} = 3725 \text{ watts} \quad P_c = \text{Potencia carga} = 4\text{HP} = 2.98\text{kw}$$

Para obtener la corriente total consumida se aplica la ecuación:

$$I = \frac{P_{\text{carga}}}{V * \sqrt{3}} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

$$I = \frac{3725 \text{ watts}}{220 \text{ V} * \sqrt{3}}$$

$$I = 9.78 \text{ A.}$$

Al realizar los cálculos se obtiene la corriente total demandada de esa manera se puede dimensionar el contactor que se va utilizar en el sistema automatizado que es 9.78 A y se deberá usar un contactor mayor a ese amperaje. Se selecciona un contactor comercial de 10 A.

9.4.3. Cálculos para seleccionar el interruptor termomagnético

Para seleccionar el disyuntor se tiene que calcular la corriente que consume la carga más un factor de seguridad establecido del 25% mayor y por ende tener en cuenta que el voltaje del sistema es de $V = 220 \text{ V}$ mediante la siguiente ecuación se tiene la corriente:

$$I = \frac{P_{carga}}{V * \sqrt{3}}$$

$$I = \frac{2.98 \text{ kw}}{220 \text{ V} * \sqrt{3}}$$

$$I = 7.82 \text{ A.}$$

Y tomando en cuenta el factor de seguridad se tiene:

$$I = I * 1.25 \quad \text{[Ecuación 3]}$$

$$I = 7.82 \text{ A} * 1.25$$

$$I = 9.77 \text{ A}$$

9.4.4. Calibre del conductor

La selección del conductor eléctrico se analiza con las características técnicas de las cargas y la tensión aplicada al sistema para eso se calcula la corriente con la siguiente fórmula:

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

Donde:

P: Potencia nominal (W).

V: Tensión nominal del sistema (V)

$\cos\phi$: Factor de potencia del motor (Placa de datos del motor).

$$I_{N1} = \frac{1500 \text{ W}}{\sqrt{3} * 220 \text{ V} * 0.75}$$

$$I_{N1} = 5.2 \text{ A}$$

Calculo de corriente para el conductor

$$I_{d1} = 1.62 * 5.2 \text{ A} \quad \text{[Ecuación 5]}$$

$$I_{d1} = 8.42 \text{ A}$$

Se considera para selección del calibre del conductor que se tiene dos motores, el de la turbina de aire y el motor del brazo mecánico con 2 HP de potencia.

$$I_{N2} = 5.2 \text{ A}$$

$$I_{d2} = 8.42 \text{ A}$$

Con las corrientes de diseño de cada motor se tiene:

$$I_{dT} = 1.62 \times I_{d1} + I_{d2}$$

$$I_{dT} = 1.62 \times 8.42\text{A} + 8.42\text{A}$$

$$I_{dT} = 21.84\text{ A}$$

[Ecuación 6]

Tabla 6: Calibres de conductores AWG.

Calibre de los conductores			
Número AWG	Diámetro(mm)	Sección (mm^2)	Capacidad (A)
10	2.588	5.26	15
12	2.053	3.31	9.5
14	1.628	2.08	6.0
16	1.291	1.31	3.7
18	1.024	0.82	2.5

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

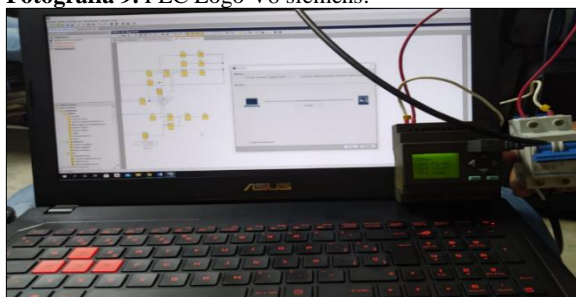
Con la corriente obtenida se seleccionó el calibre del conductor 12AWG para nuestro circuito de potencia y el calibre 14 AWG para el circuito de mando como se muestra en los Anexos 7, 8, 11 y 12 respectivamente.

9.5. Selección de los elementos del sistema de control

PLC Logo V8

En el sistema de control lógico programable se seleccionó un Logo V8 por su mejor funcionamiento y capacidad y monitorear procesos industriales automáticamente con las siguientes características:

- Logo V8 a 110/220V
- Modulo lógico OBA 4 con pantalla
- 8ED (Entradas digitales) de las cuales 4 pueden funcionar como EA (Entradas analógicas), 4 SD (Salidas digitales)
- Memoria: 130 bloques, Registro de datos
- Programable con LOGO Soft Comfort desde V8

Fotografía 9. PLC Logo V8 siemens.

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Sensor de temperatura PT100

En el sistema de control de temperatura automática para el proceso de secado de cacao el sensor PT100 es el encargado de medir la temperatura de nuestro cacao con las siguientes características:

- Sensor de temperatura RTD modelo SEN-PT 100- 2 hilos
- Protección metálica para transmisión de calor/ material de sonda acero inoxidable.
- Alambre de platino encapsulado de 100ohm a 0°C.
- Rango de trabajo -100°C hasta + 400°C
- Dimensiones : D5mm * L100mm

Fotografía 10. Sensor de temperatura PT 100/RTD.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Sensor detector de flama

La principal función del sensor detector de flama es de controlar y monitorear la flama del sistema del control de temperatura mediante el quemador de la turbina de aire durante su proceso de secado de cacao con las siguientes características:

- Modelo c7035a1049 marca Minipeeper.
- Trabaja con temperatura ambiente -18 a 121°C
- Detecta la radiación de 310 nm.
- Controlador de seguridad de flama con conector mecánico 1 BSP.
- Longitud del cable 1.8m.
- Encapsulado para la máxima protección.
- Cable térmico.

Fotografía 11. Sensor detector de flama.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Controlador de Temperatura

El controlador de temperatura digital es el encargado de controlar la variable de temperatura la cual es la requerida por las semillas de cacao con las siguientes características:

- Marca Camco/RKC, modelo REX-C900
- Voltaje de funcionamiento a 110/220V
- Rango de control de la temperatura es de 0-1375°C
- Dimensiones 96*96*110mm y resolución de 14 bit
- Seleccionar entre sensores de temperatura : K,J,R,S,B,E,N,T,PT100,CU50 con entradas analógicas 0-400 Ω , 0-50MV,0-20MA,0-5V,0-10V.
- Ciclo de muestreo 0.5s
- Display valor de proceso (VP) y valor ajustado (VA)
- Led indecador de salida alarma y auto ajuste
- Control por PID /rutina on/off
- Temperatura de servicio 0-50 celsius
- Humedad relativa admisible 30-85HR.

Fotografía 12. Control de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Contacto de activación del grupo electrógeno

En el sistema de mando se seleccionó el contacto que es capaz de detectar cualquier tipo de error o anomalías que se puede producir en el proceso de secado de cacao como se muestra en el Anexo 6, con las siguientes características:

- Contactor marca CHNT modelo NC1-80112/TA.
- Trifásico / amperaje 12, voltaje de bobina 220VAC.
- Dimensiones 5*9*7.5cm.
- Cuenta con contactos auxiliares.

Fotografía 13. Contacto en el tablero de transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Electroválvula

En el sistema de control de temperatura se utilizará una válvula solenoide con el fin de controlar el flujo de gas GLP que es accionado eléctricamente para el control del sistema características:

- La electroválvula marca JAGO modelo 2W-160-15 voltaje 110V.
- Temperatura de trabajo -5°C -80°C medida de $\frac{1}{2}$ pulgada.
- Presión de trabajo a mínimo $0\text{kg}/\text{cm}^2$.
- Presión de trabajo máximo $10\text{kg}/\text{cm}^2$.

Fotografía 14. Electroválvula para control de temperatura automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Grupo Electrónico

Un sistema de grupo electrónico bien seleccionado permitirá obtener al máximo un rendimiento adecuado para el proceso de secado de cacao y así no tener problemas en el proceso de secado hay que tomar en cuenta las siguientes características:

- Vida útil del grupo electrónico
- Regulación de frecuencia
- Regulación de voltaje capacidad de expansión
- Tolerancia a sobrecargas momentáneas
- Seguridad ante riesgos industriales
- Operación libre de contaminación

Hay tipos de grupos electrónicos que son a diésel, gasolina y a gas mediante el proceso de secado de cacao lo mejor se analizó el costo por benefició que es adecuado un generador a diésel 10 KVA porque va a trabajar a 2.98 KW.

Fotografía 15. Ubicación del grupo electrónico.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

El grupo electrónico requiere la sumatoria de las potencia de la carga de los dos motores para el proceso de secado de cacao:

Potencia = 3725 Watts

$$I \text{ carga total} = \frac{P}{V * \sqrt{3}} \quad [\text{Ecuación 7}]$$

$$I \text{ carga total} = \frac{3725 \text{ watts}}{220 V * \sqrt{3}}$$

$$I \text{ carga total} = 9.78 \text{ A.}$$

El control automático hoy en día es de mucha ayuda para mejorar procesos y mejorar los rendimientos de calidad de la máquina y optimizar la producción de secado de semillas de cacao.

Selección del relé de sobrecarga bimetálico.

Los relés térmicos se utilizan para proteger los motores de las sobrecargas y evitar daños en los mismos se calcula mediante la siguiente fórmula conociendo los datos del motor monofásico.

Datos:

Motor: 2 HP = 1.49 KW = 1490 W

V= 110/220

A= 22.90/11.40

PF = 075

HZ= 60

Fs(factor de seguridad)= 1.25

$$I_n = P / (V \times \sqrt{3} \times \text{COS } \phi) \quad [\text{Ecuación 8}]$$

$$I_n = 5.2 \text{ A}$$

$$P \text{ térmica} = I_n * F_s$$

$$P_t = 5.2 * 1.25$$

$$P_t = 6.5 \text{ A}$$

Se requiere un relé de sobrecarga bimetálico con una regulación de corriente entre 5A a 7A, ajustando la corriente en 6A para lo que se selecciona el relé de sobrecarga bimetálico GMC-22 marca MEC.

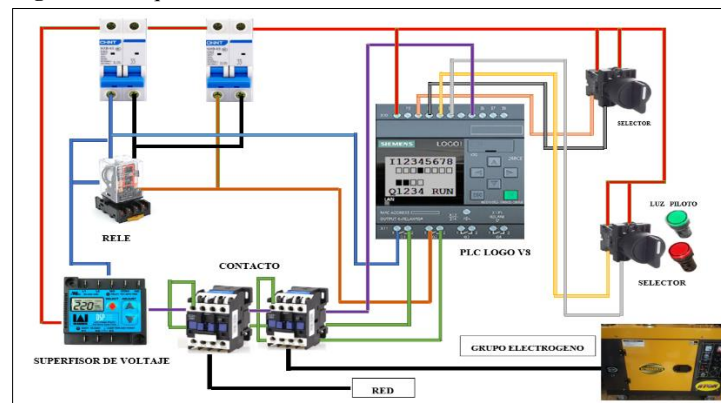
El relé de sobrecarga bimetálico interviene en el circuito de mando, con dos contactos auxiliares para el sistema de temperatura y en el circuito de potencia, a través de sus tres contactos principales para los motores eléctricos, también para determinar el valor del relé de sobre carga se debe tener en cuenta el valor del factor de servicio o seguridad.

9.6 Esquema del sistema de la transferencia automática

Para diseñar los sistemas de control se aplicó el software CADe SIMU el cual nos permite simular circuitos eléctricos para verificar el buen funcionamiento de los circuitos y por ende el sistema de control de la transferencia automática va controlado con el PLC y en sus entradas el selector se lo puede colocar en forma de encendido o apagado para la transferencia automática y el supervisor de voltaje es el encargado de verificar el sistema ya sea para que funcione con la energía eléctrica o el grupo electrógeno como se muestra en la Figura 13.

Los elementos de control en el sistema de la transferencia automática son los contactores, relés, fusibles y disyuntores de protección y por ende el supervisor de voltaje que está conectado con el PLC para indicar las señales estandarizadas para así crear correctamente la transferencia automática de nuestro sistema.

Figura 13. Esquema del sistema de la transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.7 Plano eléctrico del sistema de transferencia automática

En el Anexo 8, se muestra el diseño del circuito de la transferencia automática de fuerza y el sistema de control se muestra en el Anexo 7, para la transferencia automática de energía eléctrica se encuentra detallado la simbología de cada elemento.

En el Anexo 6, se muestra el diseño del circuito de mando sistema de la transferencia automática donde utilizamos un PLC como sistema de mando el cual esta alimentado con dos líneas L1/fase y L2/neutro el logo v8 presenta 8 entradas / 4 digitales y 4 analógicas yendo desde la I1 A I8 y sus salidas desde Q1 hasta Q4.

En la transferencia automática el supervisor de fase monitorea continuamente el voltaje de línea y al detectar un fallo de pérdida de fase o puede ser alta y baja de voltaje el PLC recibe la señal y manda automáticamente activa un contacto para que arranque el grupo electrógeno y al detectar el supervisor de fase que la falla se solucionó de manera automática el PLC desenclava el contacto del grupo electrónico y después de 3 segundos se corta el suministro del generador y entra a funcionar el suministro de la red pública.

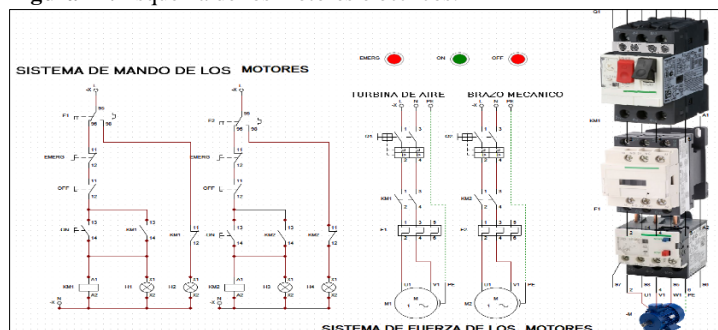
9.8 Plano de los motores eléctricos.

En la Figura 14, se muestra los planos del sistema de arranque de los motores monofásicos de la secadora para el proceso automático almendras de cacao tanto como el sistema de mando como el sistema de fuerza.

El primer motor monofásico: de la secadora es de 2 HP marca WEG que está ubicado en la parte superior de la secadora y su función es mover el brazo mecánico circular constantemente y cuenta con un sistema de reducción RPM.

El segundo motor monofásico: se la secadora es de 2 HP marca WEG que está ubicado en la parte lateral de la secadora su función es de generar movimiento a la turbina de aire (flujo de aire) y así proporcionar aire caliente y cuenta con una toma auxiliar de aire frío que es la temperatura ambiente y está es integrado por un soplador de aire que va a la cámara de combustión con una potencia de 0.186 KW.

Figura 14. Esquema de los motores eléctricos.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.9 Esquema del sistema de control de temperatura

Como se detalla en la Figura 15, todos los equipos que se utilizó para la implementación del sistema de control de temperatura mediante un controlador inteligente de temperatura y un control de flama como memoria para el encendido de la caldera de la máquina mediante un

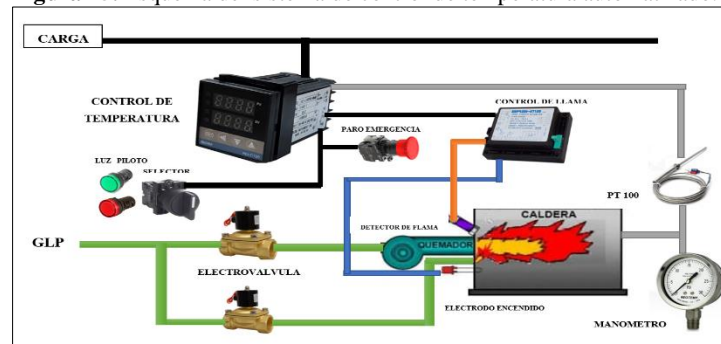
sensor detector de flama y con el sensor de temperatura para control de la temperatura constantemente en la máquina.

Para el diseño del sistema de control de temperatura automático mediante el proceso de secado de cacao se intervino el encendido de la turbina de aire para que funcione la caldera del sistema mediante las electroválvulas conectadas en paralelo.

Por lo que la primera electroválvula envía activar el electrodo de encendido y una vez que el sistema tenga flama el sensor detector de flama activa la segunda electroválvula en 0.3s y así se activa la segunda electroválvula y del mismo modo el sensor PT 100 entra en funcionamiento mediante nuestro controlador de temperatura inteligente y por ende va regulando la temperatura requerida por las semillas de cacao mediante el controlador REX-C900.

El sensor PT 100 es sensor análogo y consta de un alambre de platino enrollado alrededor de un núcleo de cerámica y funciona con un acondicionador de señal.

Figura 15. Esquema del sistema de control de temperatura automatizado.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.10 Plano eléctrico del sistema de control de temperatura

En el Anexo10, se muestra los planos del sistema eléctrico de control de temperatura completamente con detalles y el diseño del circuito de control de temperatura que fue diseñado con el software CAde SIMU para un eficaz funcionamiento como se detalla en la Figura 15, del esquema de control de temperatura, el controlador de temperatura es el cerebro para el funcionamiento en modo automático y en modo manual no se activa el controlador de temperatura.

Modo manual.- El sistema de control de temperatura funciona accionando el pulsador para generar chispazos de electricidad para generar fuego y de igual manera se abre la llave de paso del GLP para generar el encendido de la flama de fuego en la caldera de la máquina y por ende

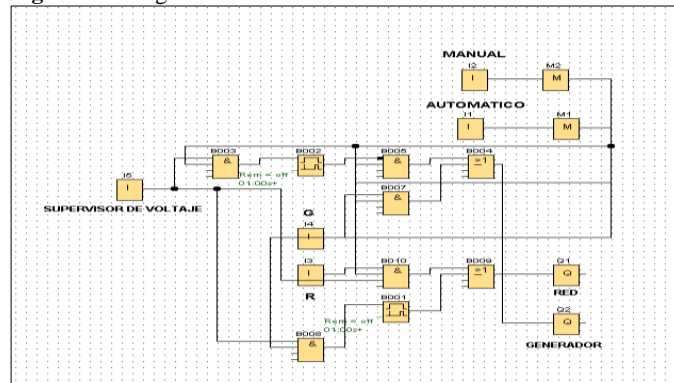
no entra en funcionamiento el sistema de control de temperatura y se desactiva en esa posición del selector manual de igual forma se desactiva el sistema de la transferencia automática.

Modo automático.- El sistema entra a funcionamiento mediante la selección del selector para así pulsar en modo ON la primera válvula entra en funcionamiento mediante el controlador de llama para que sistema funcione correctamente y por ende entra activar el sensor de flama y el electrodo de encendido mediante el controlador de llama controlamos automáticamente el sistema de temperatura de la máquina secadora de cacao y se activa la transferencia automática mediante el grupo electrógeno.

9.11 Programación del PLC Logo V8

Para nuestra programación del PLC logo V8 versión 8.1 modelo lógico OBA 4 se utilizó el software Logo Soft Comfort V8 y el lenguaje de comunicación entre la CP y PLC en bloques como se muestra en la Figura 16.

Figura 16. Programación sistema de transferencia automática.

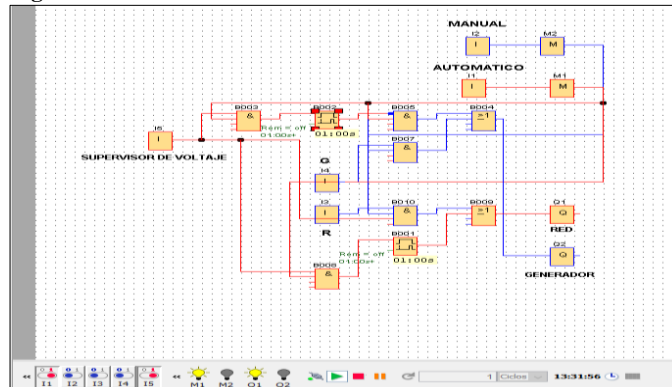


Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En nuestro Logo V8 la entrada I1 va conectado a selector en la posición automático y la entrada I2 va conectado con el selector en la posición manual y en la entrada I5 va conectado con el supervisor de voltaje de la red, la cual manda activar al grupo electrógeno cuando no hay suministro de energía eléctrica en nuestra programación utilizamos dos temporizadores el T001 y el T002 que funcionan con nuestra I5.

La I5 funciona constantemente por ende que el T001 funciona con red y el T002 con grupo electrógeno y con las salidas Q1 que va conectado con la línea de la red y la Q2 con la línea del generador eléctrico como se muestra en la simulación en el software en la Figura 17.

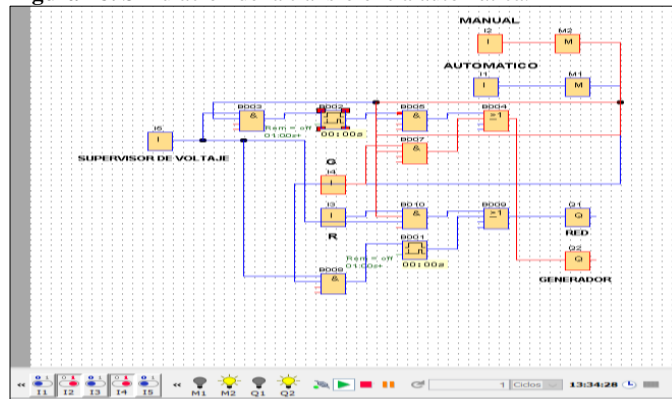
Figura 17. Simulación del sistema de transferencia.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En la entrada I3 que va conectado a nuestro selector en modo manual y se activa la salida de la Q1 que es la salida para que funcione la línea de la red y con la I4 es la conexión en modo manual para que funcione el grupo electrógeno como se simula en la Figura 18.

Figura 18. Simulación de la transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.12 Diseño experimental

En el diseño experimental se clasifican en dos principales sistemas que se implementó en el sistema de secado automático de cacao que son:

- Implementación del sistema de transferencia automática
- Implementación del sistema de control automático de temperatura.

9.12.1 Implementación del sistema de transferencia automática

Se muestra en la Fotografía 17, el tablero de control del sistema de transferencia automática con todos los elementos eléctricos y electrónicos que se diseñó para una correcta transferencia

automática como se indica en los Anexo 7 y 8, los planos de la transferencia automática y en el Anexo 16, el montaje del tablero de control de la transferencia automática.

Mediante este sistema implementado se logró solucionar la problemática de las descargas, cortes y fallos de energía eléctricos que se desarrollaban en la secadora de cacao para evitar un descarte en los instrumentos que posee la máquina secadora de almendras de cacao.

Como se muestra en el Anexo 4, el diagrama de funcionamiento del sistema de transferencia automática que se implementó en el proceso de secado de almendras de cacao.

Fotografía 16. Sistema de control de transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

9.12.2 Implementación del sistema de control automático de temperatura.

Como se observa en la Fotografía 18, el tablero de control del sistema de temperatura con todos los elementos eléctricos, mecánicos y electrónicos que se diseñó para un correcto sistema de control automático de temperatura como se muestra en el Anexo 10, por lo que se acopló el tablero de control y su respectiva acometida que se conectó a 220VAC y posteriormente se acopló a sus actuadores y controles con el fin poner en marcha el sistema de control de temperatura.

Fotografía 17: Sistema de control de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Como se muestra en el Anexo 11, los planos de los circuitos de mando y de fuerza del sistema de control de temperatura y en el Anexo 12, se encuentra el montaje del sistema de control automático de temperatura y sus respectivos actuadores de control.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS:

10.1 Análisis de implementación del sistema automático

Mediante la implementación del sistema automático se mejora el proceso de secado de cacao ya que contará con un sistema de grupo electrógeno y un sistema automático de control de temperatura para el secado de cacao para que de esta manera se mejore los tiempos de proceso de secado y optimizar la producción de secado de la semilla de cacao.

10.1.1 Sistema de transferencia automático

El sistema de transferencia automática su principal funcionamiento es de determinar en qué momentos la energía principal de la red eléctrica necesita ser cambiada, detectando falla en el suministro eléctrico y ordenado automáticamente que se encienda el grupo electrógeno.

Fotografía 18. Grupo electrógeno y tablero de transferencia.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

La transferencia automática funciona mediante Logo V8 y equipos de control y de fuerza los cuales son encargados de hacer la transferencia mediante un grupo electrógeno a diésel ATM8600TS con potencia total de 7KVA con el tiempo de arranque de 3 segundos del generador y siendo así el supervisor de voltaje el encargado de monitorear el voltaje ya sea por una falla eléctrica o una caída de tensión o cortocircuito de los dos suministros de energía y procediendo a poner en marcha al sistema en operación con la energía eléctrica de la red.

10.1.2 Sistema de control de temperatura

En el sistema de control de temperatura se utilizó dos electroválvulas de GLP la primera electroválvula es encargada de encender el sistema mediante la señal de un módulo de flama y enviar la señal a dos electrodos para generar una chispa y así producir fuego y la segunda electroválvula entra en funcionamiento ya que le envía la señal un sensor detector de flama que es el encargado de supervisar si en la primera electroválvula produce fuego y una vez que entra en funcionamiento la segunda electroválvula se activa el primer motor monofásico de la turbina de aire para generar lanza llamas en la caldera de la máquina secado de cacao.

El sensor de temperatura es el encargado de controlar la temperatura de la semilla de cacao y envía la señal a un módulo de control de temperatura inteligente que supervisa la señal de temperatura desde los 0°C hasta los 75°C que es la temperatura adecuada para el secado de las almendras de cacao según la norma INEN 0176 para que el grano no pierda sus propiedades si la temperatura supera los 75°C.

El sensor envía la señal al controlador de temperatura y la segunda electroválvula es la encargada de abrir o cerrar el paso en el conducto del GLP y por ende el controlador de temperatura trabaja con la segunda electroválvula para enviar la señal adecuada y no sobrepasar los límites máximos de temperatura y así generar un secado óptimo en la secadora de semillas de cacao.

Fotografía 19: Sistema de control de temperatura.



Fuente. Gavilanez L., Lozano J.

10.2 Análisis de la humedad del grano de cacao

El cacao luego de pasar por un proceso de secado natural en marquesinas es ingresado aproximadamente desde un 1 quintal máximo 25 quintales en la máquina de secado con una humedad relativa desde 50% hasta 10%, para lo cual al momento de introducir el cacao en la

secadora, el operario procede a encender la máquina, y seguidamente comienza el proceso de secado de la semilla de cacao con una temperatura relativa de 0°C hasta 75°C.

La cantidad de agua que tiene que tener las almendras de cacao para una mejor calidad de secado es desde 7 % a 8 % son los rangos finales del producto, según la norma INEN 0176, como se verificó en el medidor de humedad de la Fotografía 20.

Fotografía 20: Medidor de humedad del cacao.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

10.3 Análisis de la temperatura del grano de cacao

Para el análisis de la temperatura del grano de cacao se empleó un sistema automático de control de temperatura el cual cuenta con actuadores que se encargan de regular la temperatura del secado de las semillas de cacao y no se dañe el deterioro del grano lo cual se empleó un sistema de electroválvulas de control el cual controlan la temperatura automáticamente desde 50°C hasta los 75°C.

Mediante los análisis bibliográficos se llegó a la conclusión que la temperatura adecuada para la extracción de agua del grano va desde los 50°C y 75°C y así no tener pérdidas en el secado de cacao porque si supera esa temperatura el grano de cacao llega a perder sus propiedades naturales hasta llegar al proceso de tueste de semilla de cacao.

Fotografía 21: Actuadores de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En los resultados obtenidos en el sistema de control automático se llegó a la conclusión que cuando el grano de cacao esta con una humedad alta el tiempo de secado es mayor.

En la Tabla 7, se realizó cuatro tipos de pruebas, por lo que el total de quintales ingresados a la secadora fue de 4qq, es decir de 1qq para cada prueba, siendo la temperatura de 50 – 75°C para las cuatro pruebas, con una humedad relativa que no es constante para lo cual en la primera prueba es ingresado 1qq de cacao con 45% de humedad y sale con un 7.5% de humedad, por lo que se demora 1h.

En la segunda prueba es ingresado 1qq con 35% de humedad y sale con 7.2% de humedad, ya que se demora 50min, en la tercera prueba el cacao es ingresado con la misma cantidad de cacao con 25% de humedad y se obtiene un 7,3% de humedad, en 40min y en la última prueba la semilla de cacao es ingresado con 15% de humedad y se reduce a un 7.4% de humedad de acuerdo a la norma, en un tiempo de 30min.

Tabla 7: Secado de cacao con un proceso automático.

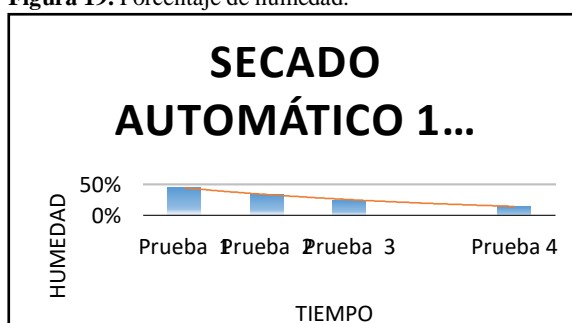
Prueba	Total quintales ingresados	Temperatura Secado	Humedad relativa al ingresar	Humedad reducida después del secado	Total de horas
1	1qq	50 – 75°C	45%	7.5%	1h
2	1qq	50 – 75°C	35%	7,2%	50 min
3	1qq	50 – 75°C	25%	7,3%	40 min
4	1qq	50 – 75°C	15%	7.4%	30 min

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Después de su respetivo secado automático de cacao se llegó a la conclusión que hay pérdidas en el peso total del grano de cacao por el motivo de disminución de humedad en las semillas de cacao y por un 1 quintal se llega a perder 15 libras según las pruebas realizadas en el proceso automático del cacao.

Ecuador se caracteriza por producir un grano de cacao fino por su aroma es muy importante el proceso de secado para garantizar la correcta humedad del grano y así poder almacenar sin presencia de moho en el grano.

Figura 19. Porcentaje de humedad.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En la Tabla 8, se muestran las pruebas realizadas por medio de un promedio que se realizó en el centro de acopio siendo así los resultados de control de variable de temperatura como de humedad en las almendras de cacao como se detalla el tiempo en la siguiente tabla.

Por lo que para saber el promedio de horas para el secado de cacao se realizó un total de diez pruebas, en la cual se realiza en cuatro partes, es decir en secciones de dos con un número de quintales constantes para dichas pruebas, es decir su rango va desde 1qq hasta 25 qq en la cual se toma en cuenta una temperatura de 50 – 75°C para las diez pruebas, por lo tanto con respecto a la humedad relativa que ingresa a la secadora no es constante ya que varía de acuerdo al número de quintales y al tiempo de secado, además su humedad después del secado varía en relación a su número de quintales, humedad relativa y el total de horas.

Finalmente el total de horas promedio también varía mediante tres factores primordiales como es en el número de quintales, la humedad relativa al ingresar a la secadora y la humedad reducida después del secado del cacao, ya que todos estos aspectos se debe tomar importancia para la realización de su correcto proceso en el secado de cacao.

El cacao es el producto esencial en materia prima para la asociación porque es la fuente principal para la elaboración de distintos productos derivados del grano de cacao como por ejemplo para la realización del chocolate, manteca de cacao, aceite de cacao, licor de cacao, polvo de cacao y otros tipos de derivados que se lo puede extraer de la almendra de cacao, ya que la elaboración del chocolate artesanal de cacao CCN-51 es el que más se genera ingresos económicos, esto es por su textura, aroma y su sabor incomparable que lo hacen único a nivel nacional e internacional.

Tabla 8: Promedio de horas para el secado de cacao.

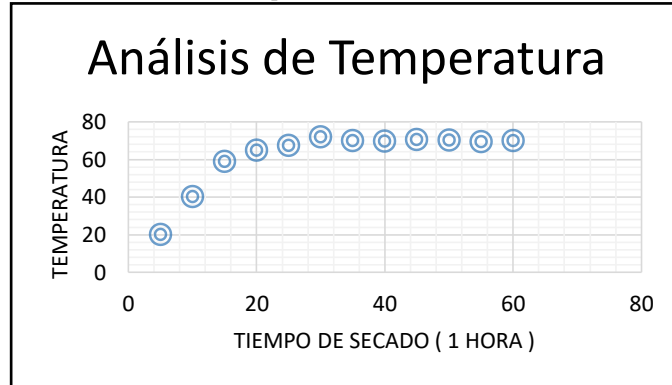
Prueba	Total quintales ingresados a la secadora.	Temperatura Secado.	Humedad relativa al ingresar a la secadora.	Humedad reducida después del secado.	Total de horas promedio
1	1-5qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.5%	6 - 7h
2	1-5qq	50 – 75°C	15% - 20%	7.3%	3 - 4h
3	6 – 10qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.7%	8 -9h
4	6-10qq	50 – 75°C	15% - 20%	7.4%	4-5h
5	11-15qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.7%	16-18h
6	11-15qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.7%	13-15h
7	16-20qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.6%	20-22h
8	16-20qq	50 – 75°C	15% - 20%	7.5%	16-18h
9	21-25qq	50 – 75°C	45% - 50%	7.6%	25-27h
10	21-25qq	50 – 75°C	15% - 20%	7.7%	19-21h

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En el análisis de temperatura que se realizó en la máquina secador de cacao se llegó a la conclusión que para el proceso adecuado mediante la norma INEN 176 la temperatura de secado no tiene que pasar los 75° C para tener un producto final de calidad.

En la Figura 20, está la gráfica de secado entre el tiempo de secado y la temperatura adecuada para el secado óptimo.

Figura 20. Análisis de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En la Tabla 9, el análisis con una temperatura de inicio de 20.3°C la temperatura constante que trabajo la máquina es entre los 60°C -75°C y la temperatura final que terminó el proceso de secado en la prueba realizado es de 70.1°C.

Tabla 9: Temperatura del secado de cacao.

Tiempo (min)	Temperatura C	Humedad (%)
5	20,3°C	51%
10	40,5°C	47%
15	59,1°C	44%
20	65,2°C	38%
25	67,8°C	33%
30	72,1°C	28%
35	71,2°C	21%
40	69,9°C	17%
45	70,8°C	13%
50	70,5°C	10%
55	69,8°C	7.7%
60	70,1°C	6.8%

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

10.4 Análisis económico y financiero

Primero se analizará los costes de operación de todo el proceso de secado automático de cacao.

Tabla 10: Potencia instalada.

Elemento	Potencia	KW
Turbina de aire	2hp	1.491
Reductora de velocidad	2hp	1.491
Potencia instalada		2.98 KW

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Cálculo de consumo: $\frac{\text{Potencia}(W) \times \text{horas de uso por día} \times \text{días de uso al mes}}{1000}$ [Ecuación 9]

$$\text{Consumo diario} = \frac{2.98 W \times 8h \times 1 \text{ día}}{1000}$$

$$\text{Consumo mensual} = \frac{2.98 W \times 8h \times 30 \text{ día}}{1000}$$

$$\text{Consumo diario} = 0.02 \text{Kwh/día}$$

$$\text{Consumo mensual} = 0.71 \text{ Kwh/mes}$$

$$\text{Consumo anual} = \frac{2.98 W \times 8h \times 365 \text{ día}}{1000}$$

$$\text{Consumo anual} = 8.70 \text{Kwh/año}$$

Total a pagar

$$\text{Costo mensual} = 0.71 \text{ Kwh/mes} \times \$0,12 \quad \text{Costo anual} = 8.70 \text{ Kwh/mes} \times \$0,12$$

$$\text{Costo mensual} = \$ 0,85$$

$$\text{Costo anual} = \$ 1.044$$

En el proceso automático de secado de cacao el costo del proceso mensual es de \$ 0,85 dólares americanos que tarda 8 horas al día por 30 veces de secado mensual por lo tanto que en 50 kg (1qq) de grano de cacao costo final en el mercado es de \$90,0(precio promedio).

Como conclusión en el consumo de GLP en la máquina secadora de cacao que para cada proceso de 200lb se utiliza 15 kg de GLP por ende un cilindro de gas doméstico.

- Costo 15kg GLP= \$ 1,60
- Entonces el Costo total por el secado de un (1qq) = \$0,80 GLP.

Tabla 11: Costo por cada 100lb de grano de cacao.

Asociación	Cantidad (lb)	Costo
ASOPROCANAM	100lb	\$1.80

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Tener en cuenta que la asociación compra el cacao CCN-51 en baba a un precio por 1qq a \$78,0(precio promedio)

En la Tabla 12, se muestra la ganancia total de \$441,0 dólares americanos, el porcentaje diario de secado en la máquina ya que es el tope de producción diario cuando se realice el proceso en la máquina secadora, reduciendo significativamente el porcentaje de pérdida en el proceso de secado del cacao.

Tabla 12: Ganancia secado de automático.

SECADO ARTIFICIAL						
ASOPROCANAM	Porcentaje de pérdida	Cantidad (lb)	Costo cacao	Costo de secado	Costo final	Ganancia total
	0%	500	\$90,0	\$ 9,0	\$450,0	\$ 441,0

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Análisis del valor actual neto (VAN)

En el proceso de secado automático de cacao se analizó los flujos de beneficio, de costo y de beneficio neto del proyecto cuando este ya está en funcionamiento, con una visión hacia el futuro de 5 años.

- Costo total: Es la suma de todos los equipos implementados para el sistema automático en el proceso de secado de cacao total \$3.747,98.
- Costo total de mantenimiento: Es la suma de todo el mantenimiento anual que se realizan en los sistemas automáticos total \$500.00
- Costo total de materia prima: Es la suma del cacao CCN-51 anual total\$ 108.000.00
- Costo total del GLP: Es la suma de GLP anual total \$ 1.191.20
- Costo total de energía eléctrica consumida: Es la suma de energía eléctrica anual total \$1.044.00

Tabla 13: Análisis VAN.

Año	Flujo beneficio	Flujo de costo	Flujo de beneficio neto
0	\$0	\$3.747,98	\$-3.747,98
1	\$10.800,00	\$12.165,00	\$1.365,00
2	\$10.800,00	\$3.517,02	\$7.282,98
3	\$10.800,00	\$2.400,00	\$8.400,00
4	\$10.800,00	\$2.400,00	\$8.400,00
5	\$10.800,00	\$2.400,00	\$8.400,00
		Total	\$33.847,98

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

El Valor Actual Neto (VAN) es positivo generando un ingreso de \$ 33.847.98 en sus primeros 5 años demostrando que el proyecto es viable puesto que este no es inferior a cero y por ende generando ganancias para la asociación “ASOPROCANAM”.

En los dos primeros años el flujo de costo es alto, ya que se cancela el costo del generador de \$1.680 y los gasto de la implementación, mantenimiento y también el consumo de energía

eléctrica en los tres años siguientes, en adelante el flujo de costo únicamente es el costo de secado del grano de cacao por año para su respectivo gasto automático.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)^1} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n} \quad [\text{Ecuación 10}]$$

$$VAN = \$ 33.847.98$$

Donde:

VAN: es el Valor Actual Neto

I₀: es la inversión realizada en el momento inicial (t = 0)

k: Costo de capital

F_t: son los flujos de dinero en cada periodo t

n: es el número de periodos de tiempo.

Análisis de la tasa interna de retorno (TIR).

El proyecto es viable ya que arroja un TIR= 80%, que mide la viabilidad del proyecto, ya que su tasa de retorno es de un año toces a partir del segundo año en adelante el sistema automático de cacao genera ganancias netas y es rentable económicamente.

- Porcentaje del 80% del TIR, en este caso para determinar si el proyecto es viable se cumple que:

$$TIR > k = \text{Total (tasa de descuento)} \quad [\text{Ecuación 11}]$$

$$80\% > 2\%.$$

Tabla 14: Análisis de la tasa interna de retorno TIR.

	Número aproximado de quintales en baba	Costo total qq en baba	Costo total qq seco
Semanales	25	\$ 1.950,00	\$ 2.250,00
Mensuales	100	\$ 7.800,00	\$ 9.000,00
Anuales	1200	\$ 93.600,00	\$ 108.000,00

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Se puede analizar según la Tabla 14, teniendo en cuenta el costo del quintal de cacao se encuentra en el mercado en promedio de \$90,00 y en baba \$ 78,00 ya que sin el sistema automático hay una pérdida de \$12,00 y con el sistema automático hay una ganancia de \$12,00 y anual sin el sistema automático es de \$ 93.600,00 y con el sistema automático es de

\$108.000,00 y con una ganancia de \$14.400,00 con lo que se verifica que el sistema automático es viable.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1 Impacto Técnico

De acuerdo al impacto técnico del proyecto mencionado será de gran ayuda para la “ASOPROCANAM” porque permitirá desarrollar el uso de un sistema inteligente para su respectiva automatización de la máquina de secado y con ello mejorar la calidad del producto, ya que hoy en la actualidad la asociación no cuenta con este tipo de innovación, por lo que los operadores de la máquina tienen que estar pendiente tanto en el encendido como en el apagado de la secadora y el control de la temperatura que se tiene que llevar a cabo con el cacao.

Cuando existen cortes de energía eléctrica de acuerdo a las condiciones meteorológicas del sector, la asociación pierde tiempo, y además produce un desgaste en el motor de la secadora, dando así un tiempo corto de vida a la máquina, por esta razón posee pérdidas en la producción del secado del cacao para lo cual se ha visto la necesidad de implementar un aparato automático Logo V8 para la transferencia automática y un controlador inteligente de temperatura REX-C900 y todos sus componentes y actuadores automáticos de automatización por lo que a través del cual será de gran ayuda en la asociación para que todo funciones de forma automática, esto es un gran impacto tecnológico para la asociación “ASOPROCANAM”.

11.2 Impacto Social

En consecuencia este tema de investigación es importante porque beneficiará a toda la asociación y la población de la parroquia de Guasaganda , y el recinto El Copal y al desarrollo social del cantón La Maná, porque a través de este proyecto investigativo será de gran utilidad en la parte del mejoramiento de la calidad del secado de cacao , el ahorro de energía eléctrica y la reducción del tiempo de secado de la semilla de cacao, ya que al inicio de la asociación todo su proceso fue de forma manual, pero con el pasar del tiempo y gracias a la ayuda de organizaciones privadas como el FEPP, la ONG han realizado un gran proyecto en beneficio para todo el recinto y toda la sociedad.

En cuanto a la producción es gracias a sus socios que cada día buscan ir mejorando todo el proceso de secado para posteriormente obtener un alto grado de calidad en el proceso de secado

de la almendra, en tal sentido se provee que el citado proyecto es de mucha ayuda porque permitirá la solución de los problemas mencionados anteriormente de forma eficaz para la asociación y será de gran beneficio a corto plazo porque toda la asociación se mantendrá favorecida por este proyecto que será reconocido por todos los moradores.

11.3 Impacto Ambiental

La implementación de este proyecto será de gran ayuda para reducir la contaminación ambiental, ya que desde el inicio de la creación de este centro de acopio se utilizaba leña, plásticos y otros residuos inorgánicos para la quema de estos productos, el objetivo de este proceso era generar calor obteniendo una temperatura adecuada para el secado de la semilla de cacao, pero al mismo tiempo también esto se convertía una fuente de contaminación para las plantas que se encuentran a su alrededor por su emanación de dióxido de carbono(CO₂).

Afecta no solo al ambiente que existe en sector, sino también a todas las casas que habitaban a su alrededor por lo cual este proceso ancestral se ha ido perdiendo paulatinamente y por esta razón los socios de la ASOPROCANAM han ido gestionando nuevos proyectos para ir reduciendo este tipo de contaminación ambiental, por tal motivo surge este nuevo proyecto innovador.

El secado artificial y la automatización del mismo es de mucha utilidad para reducir proporcionalmente el índice de contaminación y con ello proteger el medio ambiente, a fin de que no afecte de forma directa a la flora del sector, cabe recalcar que si no hubiera este tipo de conciencia en el cuidado del ambiente, la asociación seguiría en un marco de contaminación aún más fuerte en la actualidad porque debido a que sigue creciendo la asociación, también sigue aumentando el índice de contaminación, ya que de acuerdo a investigaciones de la asociación con la implementación de este proyecto se ha reducido en un 99% de la contaminación del medio ambiente.

11.4 Impacto Económico

Con respecto a este impacto se refiere como la asociación ha ido desarrollando en la parte económica gracias a la ayuda constante y recursos no reembolsables como del FEPP, la ONG y otras instituciones públicas y privadas que han brindado un aporte económico para el avance de la organización, por esta razón se ha visto la necesidad de seguir apoyando a esta asociación

mediante un proyecto innovador de automatización de la secadora de cacao, ya que con la implementación de este nuevo proyecto se pretende ir mejorando en el desarrollo socioeconómico de todos los socios de la ASOPROCANAM,

El fortalecimiento de nuevos mercados para la exportación de un producto de calidad no solo a nivel nacional sino internacional, dando así nuevas fuentes de trabajo a muchas familias de escasos recursos económicos, para mejorar la calidad de vida de todos los moradores de la zona y la matriz productiva de toda la sociedad, este es el primer paso para que paulatinamente siga creciendo la asociación, ya que todo este proceso se puede lograr con la constancia, la unión y el aporte tanto de sus socios como de todo el recinto y en general, por tal motivo se ha visto la necesidad de compartir y poner en práctica todos los conocimientos aprendidos en clase para el beneficio y servicio no solo de la organización, sino también para muchos centros de acopios que presenten las mismas condiciones para así seguir contribuyendo en el desarrollo de la situación económica de todo el país

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

En la Tabla 15, se detallan los elementos empleados en la implementación del proyecto:

Tabla 15: Presupuesto del proyecto.

CANT.	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA			
2	Contactores CHNT modelo NC1-80112/TA.	\$ 57,00	\$ 114,00
2	Interruptores automáticos marca CHNT modelo NB1-63H	\$ 69,00	\$ 138,00
	Total		\$ 252,00
SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA			
2	Interruptores automáticos MAVIJU de 25A.	\$ 35,00	\$ 70,00
2	Relé de control MEC modelo GMC-22	\$ 30,00	\$ 60,00
2	Relé de sobrecarga térmica MEC GTH-22/3 1.6-2.5A	\$ 29,00	\$ 58,00
	Total		\$ 188,00
MATERIALES DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE SECADO.			
1	PLC LOGO V8	\$ 200	\$ 200
2	Electroválvula JAGO $\frac{1}{2}$ de modelo 2w-160-15 voltaje 110v	\$ 70	\$ 140
1	Sensor de temperatura PT100	\$ 38,27	\$ 38,27
1	Control de llama BRAHMA modelo TYPE TGRD71	\$ 99,44	\$ 99,44
1	Controlador De Temperatura REX-C900 con un voltaje de funcionamiento a 110/220v	\$ 149,83	\$ 149,83
1	Sensor Detector de flama c7035a1049 Minipeeper	\$ 74,19	\$ 74,19
1	Electrodo encendido SEL-HT-C11-0	\$ 19,58	\$ 19,58
	Total		\$ 721,31
MATERIALES ELÉCTRICOS			
10mts	Cable Flexible N° 10	\$ 0,25	\$ 2,50
10mts	Cable flexible N° 12	\$ 0,27	\$ 2,70
10mts	Cable concéntrico 3x18	\$ 0,48	\$ 4,80
10mts	Cable flexible N° 8	\$ 0,28	\$ 2,80
1	Rollo de cable flexible N° 18	\$ 14,89	\$ 14,89
6	Luces piloto Camsco a 110/120VAC/DC	\$ 1,95	\$ 11,70
1	Bornera de 12 posiciones	\$ 3,71	\$ 3,71
1	Selector de 2 posiciones Camsco	\$ 1,75	\$ 1,75
1	Selector de 3 posiciones Camsco	\$ 3,00	\$ 3,00
1	Boton paro de Emergencia tipo hongo.	\$ 14,63	\$ 14,63
2Lbrs	Terminales plano para cable N° 8	\$ 1,00	\$ 2,00
2Lbrs	Terminales de plano para cable N° 10	\$ 1,00	\$ 2,00
2Lbrs	Terminales de plano para cable N° 12	\$ 1,00	\$ 2,00
	Total		\$ 68,48
GRUPO ELECTROGENO			
1	Generador a Diesel de 7 KVA	\$ 1.680	\$ 1.680
2	Arrancadores monofásicos para 2HP de 12A	\$ 27,63	\$ 55,26
	Total		\$ 1.735,26
MATERIALES VARIOS			
4	Portafusibles marca Camsco	\$ 4,76	\$ 19,04
3	Temporizadores Camsco modelo JSZ3	\$ 28,33	\$ 84,99
3	Rele MK2P I AC 110V	\$ 5,00	\$ 15,00
4	Fusibles Camsco de 2 ^a	\$ 4,55	\$ 9,10
2	Canaletas ranuradas de 40 x 40mm	\$ 7,00	\$ 14,00

1	Rieldin ranurado	\$ 3,79	\$ 3,79
2	Gabinetes pesado BEAUCOUP de 1x80x25cm	\$ 100,00	\$ 200,00
20	Terminales de ojo para cable N° 4	\$ 0,5	\$ 10,00
5	Tubos de 1/2 EMT	\$ 2,00	\$ 10,00
10	Conectores rectos EMT	\$ 0,98	\$ 9,80
10	Codos de 1/2 EMT	\$ 0,98	\$ 9,80
30	Grapas de 1/2 EMT	\$ 0,20	\$ 6,00
30	Tornillos de 1 pulgada x 3/16	\$ 0,09	\$ 2,70
1	Cinta autofundente 3M	\$ 0,55	\$ 0,55
2	Cintas normales 3M	\$ 0,86	\$ 1,72
1	Funda de cinta espiral N° 10	\$ 1,00	\$ 1,00
4mts	Metros de malla cuadrada galvanizada	\$ 5,30	\$ 21,20
3	Tubos cuadrados galvanizados de 3/4	\$ 10,00	\$ 30,00
2 lbs	Electrodo AGA 60/11	\$ 1,25	\$ 2,50
1	Vidrio de soldar	\$ 0,50	\$ 0,50
2	Bisagras medianas	\$ 65,00	\$ 1,30
5 lbs	Cemento Holcim	\$ 0,37	\$ 1,85
1lbr	Perno autorroscable para techado	\$ 0,80	\$ 0,80
1lbr	De tornillo 8x 1 pulgada.	\$ 0,90	\$ 0,90
2	Señaléticas de precaución y aviso	\$ 5,00	\$ 10,00
	Total		\$ 466,54
		SUBTOTAL	3.431,59
		IVA 12%	411,79
		TOTAL	3.843,38

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- La implementación de estos sistemas tanto como la transferencia automática y el control automático de temperatura de cacao fue muy eficaz para mejorar la calidad del grano de cacao según la norma INEN 176 y optimizar la vida útil de la máquina secadora de cacao.
- Se identificó las partes que componen un sistema automatizado como es la ejecución del tablero de transferencia automática y el tablero de control de temperatura para el proceso de secado de cacao.
- El diseño de los sistemas tanto como el de control y de fuerza de la transferencia automática fue de mucho beneficio para la solución de las fallas y cortes de energía eléctrica en la máquina secadora de cacao.
- Para el diseño de los circuitos de los sistemas de transferencia automático como el sistema de control de temperatura se desarrolló en el software CADe SIMU V.3 para su respectiva función de los sistemas y la programación se lo realizó en el software LOGO Soft Confort V.2 para la ejecución del proyecto mencionado.
- Se implementó el tablero de transferencia automático con un PLC Logo V8 y un grupo electrógeno a diésel ATM8600TS como también para el sistema de control automático de temperatura se utilizó un controlador digital REX C-900 con sus respectivos actuadores de control.
- Para poder ejecutar las pruebas y comprobar que todo funcione de manera eficiente, se realizó varias correcciones para luego obtener un resultado óptimo de buen funcionamiento en la ejecución de sus sistemas automáticos.
- Como resultado se elaboró dos tableros de control uno para cada sistema y mediante el selector el operario puede mandar a funcionar en dos modos automático y manual según la necesidad de trabajo del operario en la máquina secadora de cacao.

13.2. Recomendaciones

- Se sugiere que el operador de la máquina automática de secado de cacao identifique sus partes de los sistemas automáticos para que al funcionamiento de secado sea el correcto y no tener problemas en su funcionamiento y también observar alrededor de todos los elementos físicos de maquina no tenga ningún objeto que impida el funcionamiento correcto de la máquina.
- Se recomienda tomar en cuenta los parámetros físicos de la semilla de cacao tanto como temperatura y humedad con la que se ingresa a la máquina ya que para un correcto secado de cacao la temperatura tienen que estar desde los 50°C hasta los 75°C ya que si pasa de esta temperatura se pierde sus propiedades orgánicas y la humedad máxima para ingresar a la secadora de cacao es de 50% mínimo de 10 %.
- Se debe considerar la implementación de un sistema de alarma contra incendio para evitar cualquier tipo de accidente laboral en el acopio.
- Se recomienda crear un cronograma de mantenimiento preventivo programado para todos los equipos del sistema automático de semillas de cacao y por ende llevar todos los datos y documentación de los trabajos que se realicen a los sistemas de automatización.
- Se sugiere la implementación de un mecanismo automático que nos verifique constantemente la humedad del grano de cacao para un secado de cacao establecido.
- Se recomienda estar alejado de los niños del sistema del quemador de la máquina de secado de cacao ya que puede ocasionar quemaduras graves.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, P. (2015). Sistemas de control automático . Obtenido de Industria - Automatización : <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sistemas-de-control-automatico.pdf>
- Anecacao. (22 de 01 de 2015). CACAO CCN- 51. Obtenido de CACAO CCN- 51: <http://www.anecacao.com/index.php/es/quienes-somos/cacaoccn51.html#:~:text=El%20CCN%2D51%20es%20un,como%20su%20comercializaci%C3%B3n%20y%20exportaci%C3%B3n>.
- ARCONEL. (2015). Agencia de regulacion y control de electricidad. Obtenido de Articulos/ Regulacion : <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/reglamentos/>
- Armando. (2017). Características germinativas de semillas de Theobroma cacaoL.(Malvaceae)"cacao". Scielo, 01.
- Calizada , A., Hoyos, V., & Ortiz, G. (25 de Junio de 2018). Universidad Privada de Tacna. Obtenido de Desarrollo de Módulos de Control Electrónico para Máquinas Rotativas Eléctricas, Utilizando el PLC Micrologix Logo Siemens, en el Laboratorio de Automatización y Control de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la UniversidadPrivada de Tacn: <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/607/1/Hoyos-Yaile-Ostiz-Paredes.pdf>
- CONELEC. (2018). Regulacion y Control de Electricidad. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/conelec-00208/>
- Cuasapaz, D. M. (2014). Estudio del proceso de secado del cacao. Obtenido de Estudio del proceso de secado del cacao: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/1205/T-UTB-FAFI-SIST-000114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Farias, K. (10 de mayo de 2019). Repositorio Instituto Superior Tecnológico Bolivariano. Obtenido de Estudio del mercado para un nuevo modelo de la maquina industrial <https://repositorio.itb.edu.ec/bitstream/123456789/259/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20DE%20FARIAS%20BELFOR.pdf>
- Gondres, I. (2018). Gestión del mantenimiento a interruptores de potencia /Estado del arte-Ingeniare. Scielo, 02.
- Grupel M. (2020). Grupo electrogeno. Obtenido de <https://grupel.eu/es/grupel-es/grupo-electrogeno/>

- INEN. (Febrero de 2018). Granos de cacao requisitos. Obtenido de Granos de cacao requisitos: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_176-5.pdf
- Luis, C. O. (2017). Diseño y construcción de una secadora automática para cacao a base de aire caliente tipo rotatorio para una capacidad de 500 kg. Escuela de ingeniería mecánica , 216.
- MAE. (Febrero de 2015). Ministerio del Ambiente. Obtenido de Guia TDRs para Sector Electrico:
<http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/252559/GUIA+PARA+TDR%27S+EIA+SECTOR+ELECTRICO.pdf/b0fc96d3-09a0-4bc7-ae76-87432f1b8ad8;jsessionid=yrASca4LNAEqfZRM06VPuPcN?version=1.0>
- MEER. (2018). Regulacion y Control De Electricidad. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/018-18-Proyecto-de-Regulacion-Franjas-de-Servidumbre-en-lineas-del-servicio-de-energia-electrica-y-distancias-de-seguridad-entre-las-redes-electricas-y-edificaciones.pdf>
- Neira, I. J. (2017). Elaboración de un prototipo de secadora de granos agrícolas . Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2886/1/T-UTEQ-0028.pdf>
- NTE INEN 175. (Diciembre de 1986). Cacao en grano ensayo de corte. Obtenido de Cacao en grano ensayo de corte: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/175.pdf>
- NTE INEN 177:95. (1976). Cacao en grano – Muestreo. Obtenido de Cacao en grano – Muestreo: <http://www.anecacao.com/uploads/standard/muestreo.pdf>
- NTE INEN 620. (Enero de 2017). Cacao en polvo y mezclas de cacao en polvo con azúcares o edulcorantes. Requisitos. Obtenido de Cacao en polvo y mezclas de cacao en polvo con azúcares o edulcorantes. Requisitos: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_620-2.pdf
- Nuñez , S. (2017). Automatización de los procesos de secado y selección del cacao ecuatoriano conservando las características sensoriales y previniendo riesgos laborales. Obtenido de <https://industrial.unmsm.edu.pe/upg/archivos/TESIS2018/DOCTORADO/tesis9.pdf?fbclid=IwAR1IH0tnX1Ldjo0s8mUcHKy3rYskJtYMjUgHcwJZWDq45brrLbUxfE42wqg>

- Orna, J. (02 de junio de 2018). Diseño y construcción de una secadora automática para cacao . Obtenido de <http://scielo.senescyt.gov.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00159.pdf>
- PROECUADOR.(2013). Analisis del sector cacao y elaborados. Obtenido de http://infocafes.com/portal/wpcontent/uploads/2016/06/PROEC_AS2013_CACAO.pdf
- Robert. (2017). Tablero Trasferencia Automatica fotografia . Robert Grupos Electrogenos , 10.
- Rosero, P. (Diciembre de 2017). Modelación de un proceso de secado de cacao. Obtenido de https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3488/DOC_ING_AUT_003.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Salazar , J. (2016). Diseño y análisis de desempeño de un inversor de voltaje utilizando controladores inteligentes. Dspace, 10.
- Sánchez, G. (2017). Universidad Señor de Sipán . Obtenido de Análisis comparativo de las corrientes de arranque de motor trifásico hasta una potencia de 5 hp con circuito de relés (contactor) y circuito electrónico (scr) en la Universidad Señor de Sipán: <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4331/Sanchez%20Galindo%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santos, J. C. (17 de Noviembre de 2012). Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cacao (Theobroma cacao L.) variedad CCN-51-51. Obtenido de EstudiodecacaoEcuador:<http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1451/1/104270.pdf>
- Sergio, N. (2017). Automatización de los procesos de secado y selección de cacao ecuatoriano conservando las características sensoriales y previniendo riesgos laborales. Facultad de ingeniería industrial, <https://core.ac.uk/download/pdf/323352794.pdf>.
- Siemens. (06 de 2015). Siemens Logo. Obtenido de Simplemente ingenioso para pequeñas tareasdeautomatización.:https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf
- Siemens. (2016). Control Industrial. En Siemens, Rele de monitoreo de red (pág. 103). 05.
- Siemens. (2016). Rele de monitoreo de corriente. Control Industrial, 45.

- Siemens.(2019).Contatores.ObtenidodeSiemens:<https://es.scribd.com/doc/158039795/Catalogo-Contactores-Siemens>
- Solís, A. (2018). México, reprobado en el uso de automatización industrial. Forbes Mexico , 27.
- Tolocka, E. (4 de Enero de 2018). Bits, Volts y Kvar. Obtenido de Protecciones electricas : <https://www.profetolocka.com.ar/2018/01/04/interruptores-automaticos funcionamiento-y-simbologia/>
- Varela, C. (25 de Mayo de 2018). POLITECNICA. Obtenido de Campus de excelencia internacional/Ingeniere.:<https://blogs.upm.es/innovaqr/asignatura/electrotecnia/contactores/>

ANEXOS

Anexo 1. Datos del tutor del proyecto.**CURRÍCULUM VITAE****INFORMACIÓN****Nombres y Apellidos:** Guido Gabriel Carrillo Velarde**Cédula de Identidad:** 060424330-3**Celular:** 0996191841**Correo electrónico:** gabcavel_27@hotmail.com**PERFIL PROFESIONAL**

Ingeniero Electrónico en Control y Redes Industriales con experiencia en la docencia, la industria del petróleo y minería habilidades técnicas en sistemas eléctricos de potencia gestión de proyectos electrónica de potencia diseño de sistemas Scada automatización de proceso y máquina.

TÍTULOS

- Ingeniero Electrónico en control y redes industriales
- Magister en Ingeniería

IDIOMAS

- Español
- Inglés 95%

TRALLETORIA PROFESIONAL

	INSTITUCIÓN	PAIS	FECHA
<i>ESTUDIOS</i>			
POENCIA: Congreso Internacional de Investigación Científica La Maná, Artículo: Filtro activo de potencia en sistema tracción DC	Universidad Técnica De Cotopaxi	Ecuador	Mayo 2019
DISEÑO MAQUINARIA: Calibrador de válvulas de seguridad y Manómetros para beaterios Petroecuador.	TECNHA	Ecuador	April 2013
SOPORTE TÉCNICO: Primer concurso nacional interuniversitario de mecatrónica organizado por la Cámara de la pequeña y mediana Industria de Pichincha.	TECNHA	Ecuador	Oct 2012
<i>TRABAJO</i>			
DESARROLLO DE TESIS: Análisis de un compensador de armónicos, reactivos y fluctuaciones de tensión con filtro activo de potencia.	Universidad Pontificia Bolivariana	Colombia	Jan 2018
BECA: Miembro del grupo de ganaderos de una beca completa para Estudio de Maestría en Colombia	ICETEX	Colombia	May 2016
PROYECTO: Generación de energías alternativas. 1ra competencia Nacional interuniversitaria "Logo conocimiento en acción".	Siemens Industry	Ecuador	Sep 2012
POENCIA: Prótesis de miembro superior actuado por músculos neumáticos y controlado por señales mioeléctricas y neuronales.	15Th International Convention 2013	Cuba	Mar 2013
COMPETENCIA: Primer lugar VI concurso de robótica ESPOCH 2011	ESPOCH	Ecuador	April 2011

Anexo 2. Datos del estudiante Jackson Lozano.

CURRÍCULUM VITAE

INFORMACIÓN

Nombres y Apellidos: Jackson Javier Lozano Sivasaca
Cédula de Identidad: 172435357-6
Lugar y fecha de nacimiento: Loja, 26 de Septiembre de 1995
Domicilio: Quito
Dirección: AV. Ajavi y Huigra
Teléfono: (02)2960788
Celular: 0983104900
Correo electrónico: jackson.lozano3576@utc.edu.ec



ESTUDIOS

Primaria: Escuela Fe y Alegría “María Augusta Urrutia”

Secundaria: Colegio Técnico “ECUADOR”

Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi “Carrera Ingeniería Electromecánica”

TÍTULOS

- Técnico Industrial mención Electromecánico Automotriz
- Conductor Profesional Tipo C

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

- Primera Conferencia Científica Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética
- I Conferencia Científica Internacional 2016 realizado en la UTC-Extensión La Maná.
- El I Congreso Nacional De Electricidad y Energías Renovables CONEER 2017
- II Conferencia Científica Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética- UTC La Maná
- III Congreso Internacional de Investigación Científica UTC-La Maná.
- Cursos de torno y fresadora realizado en Centro de formación artesanal “Centro Técnico Quevedo”
- Certificación en Prevención en Riesgos Laborales con registro en el Sistema del SENESCYT.

Anexo 3. Datos del estudiante Limber Gavilanez.

CURRÍCULUM VITAE

INFORMACIÓN

Nombres y Apellidos: Limber Paul Gavilanez Ayala
Cédula de Identidad: 050388637-6
Lugar y fecha de nacimiento: La Maná, 18 de Abril de 1994
Domicilio: Parroquia Guasaganda
Dirección: Recinto El Copal
Teléfono: (03) 3048233
Celular: 0983739700
Correo electrónico: limberazo.1994@gmail.com



ESTUDIOS

Primaria: Escuela Fiscal Mixta “Dr. Carlos Andrade Marín”

Secundaria: Colegio Unidad Educativa “Guasaganda”

Tercer Nivel: Universidad Técnica de Cotopaxi “Carrera Ingeniería Electromecánica”

TÍTULOS

- Bachiller Químico Biológicas
- Conductor profesional Tipo C

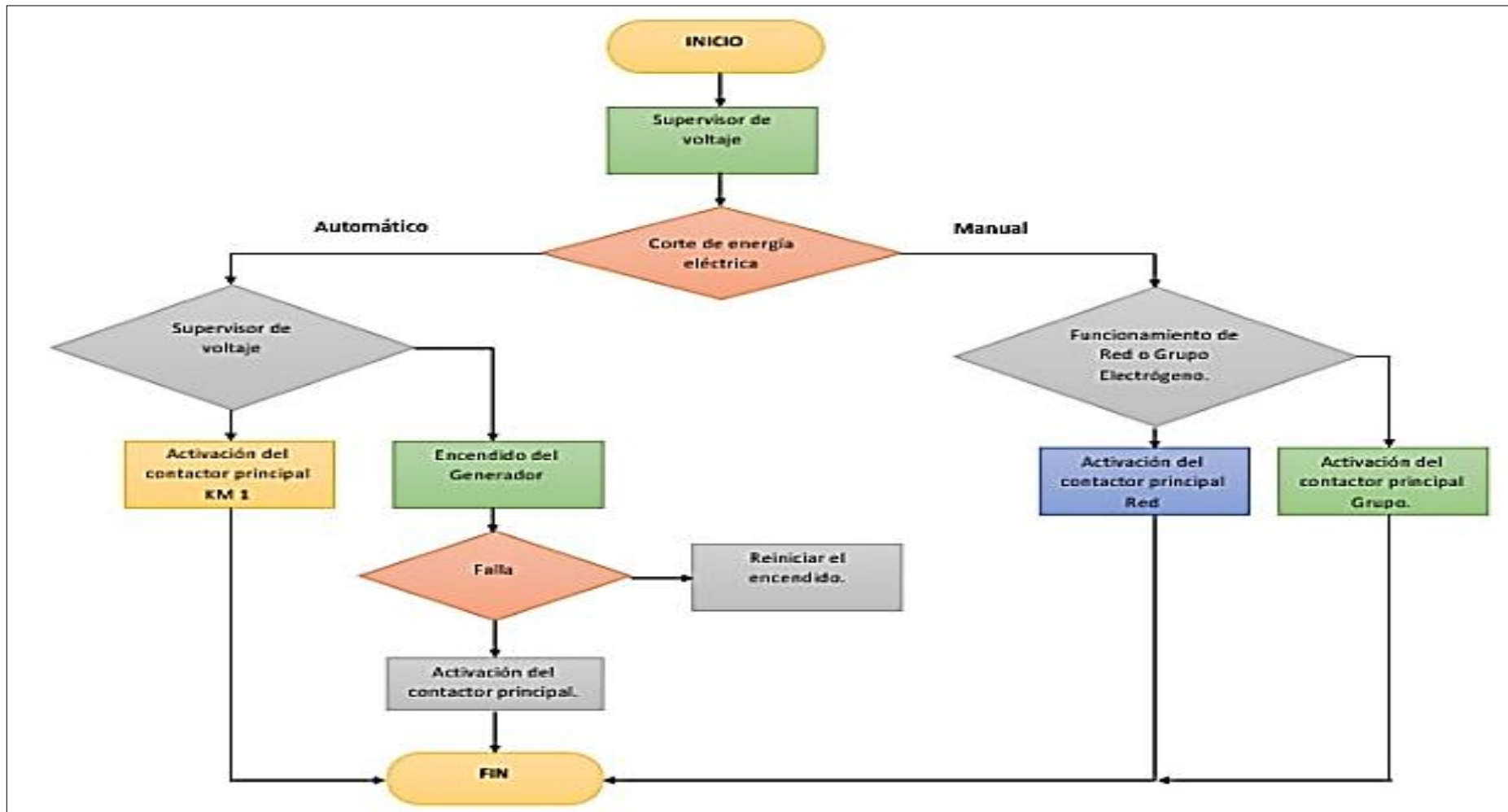
IDIOMAS

- Español (nativo)
- Suficiencia en el Idioma Inglés B1

CURSOS DE CAPACITACIÓN

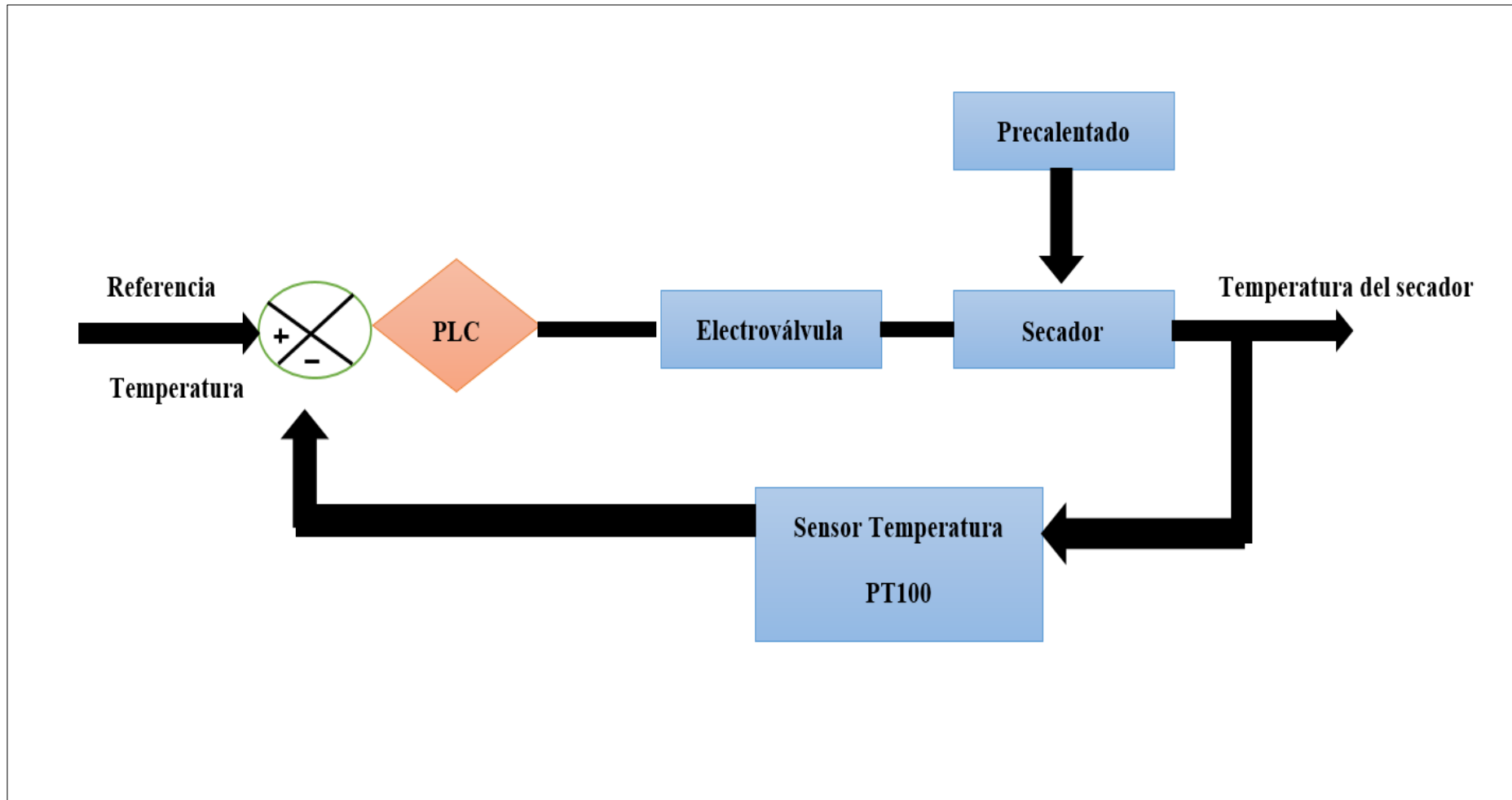
- Curso Teórico práctico intensivo Radio Difusión y Programación edición 2020.
- I Conferencia Científica Internacional 2016 realizado en la UTC-Extensión La Maná.
- II Conferencia Científica Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética- UTC La Maná.
- III Congreso Internacional de Investigación UTC-La Maná.
- Cursos de torno y fresadora realizado en Centro de formación artesanal “Centro Técnico Quevedo”
- Certificación en Prevención en Riesgos Laborales con registro en el Sistema del SENESC

Anexo 4. Diagrama de flujo del sistema de la transferencia automática.



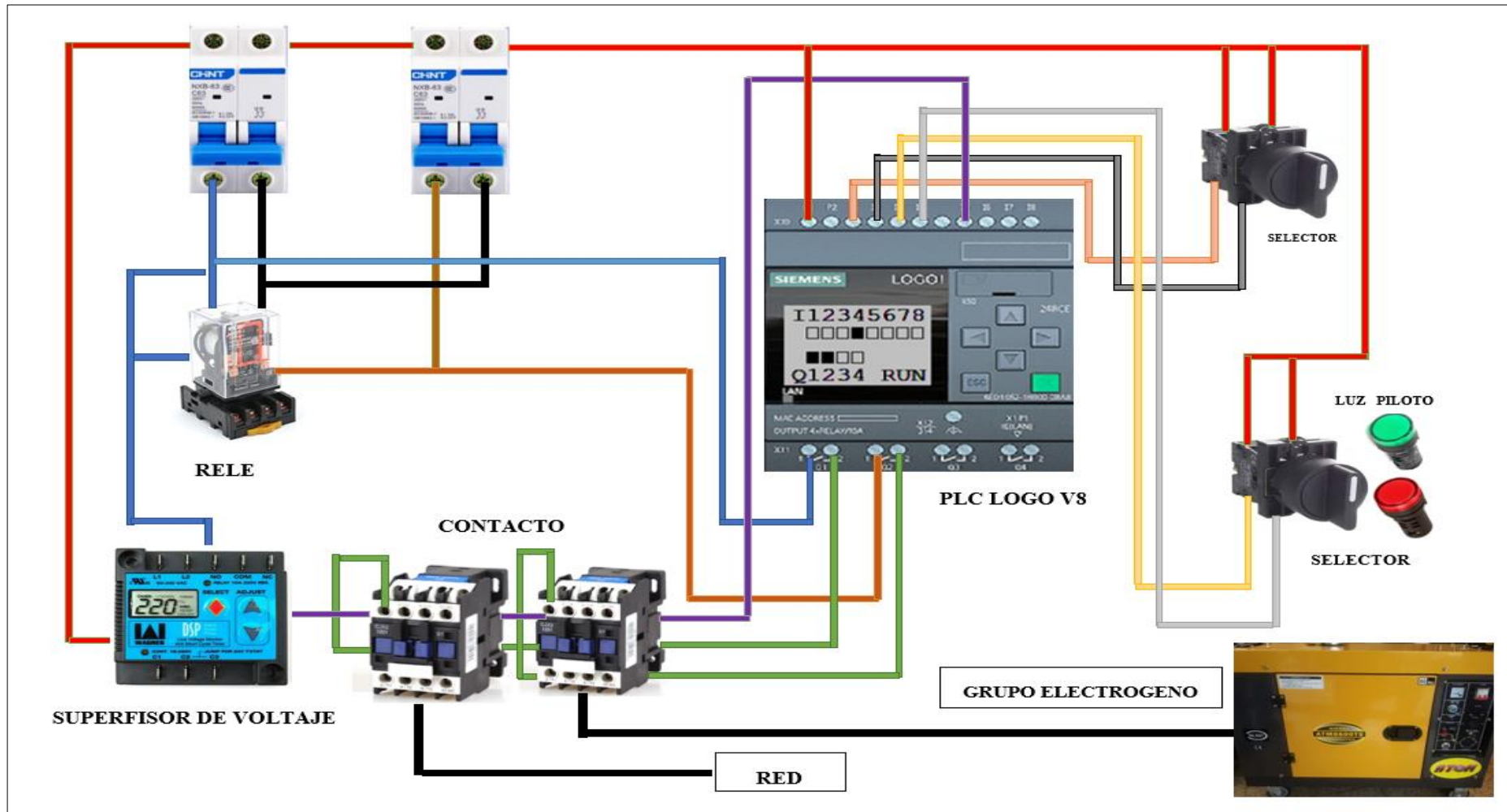
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 5. Diagrama de control de lazo cerrado del sistema de control de temperatura.



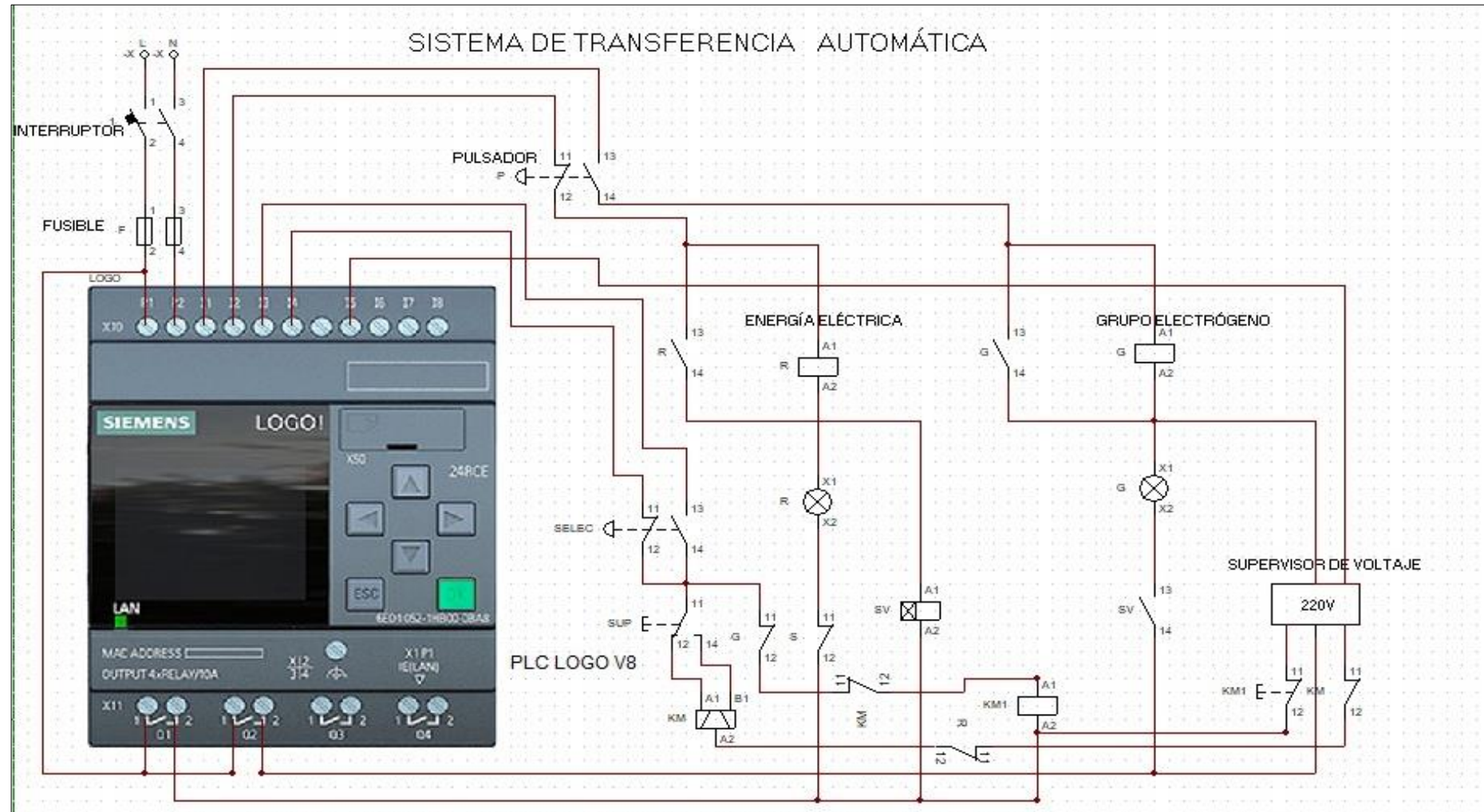
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 6. Esquema del sistema de la transferencia automática.



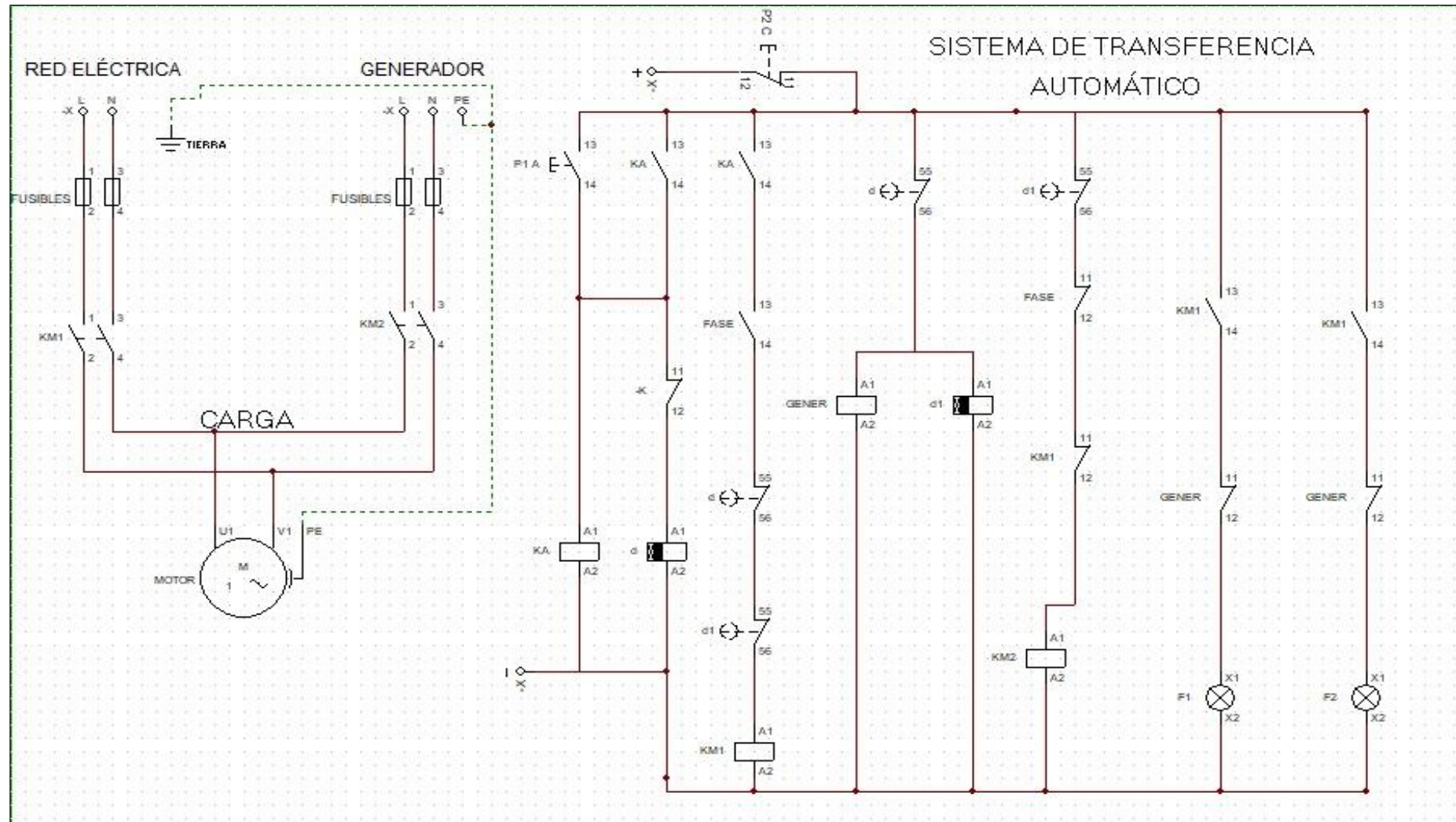
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 7. Circuito eléctrico de mando del sistema de transferencia automática.



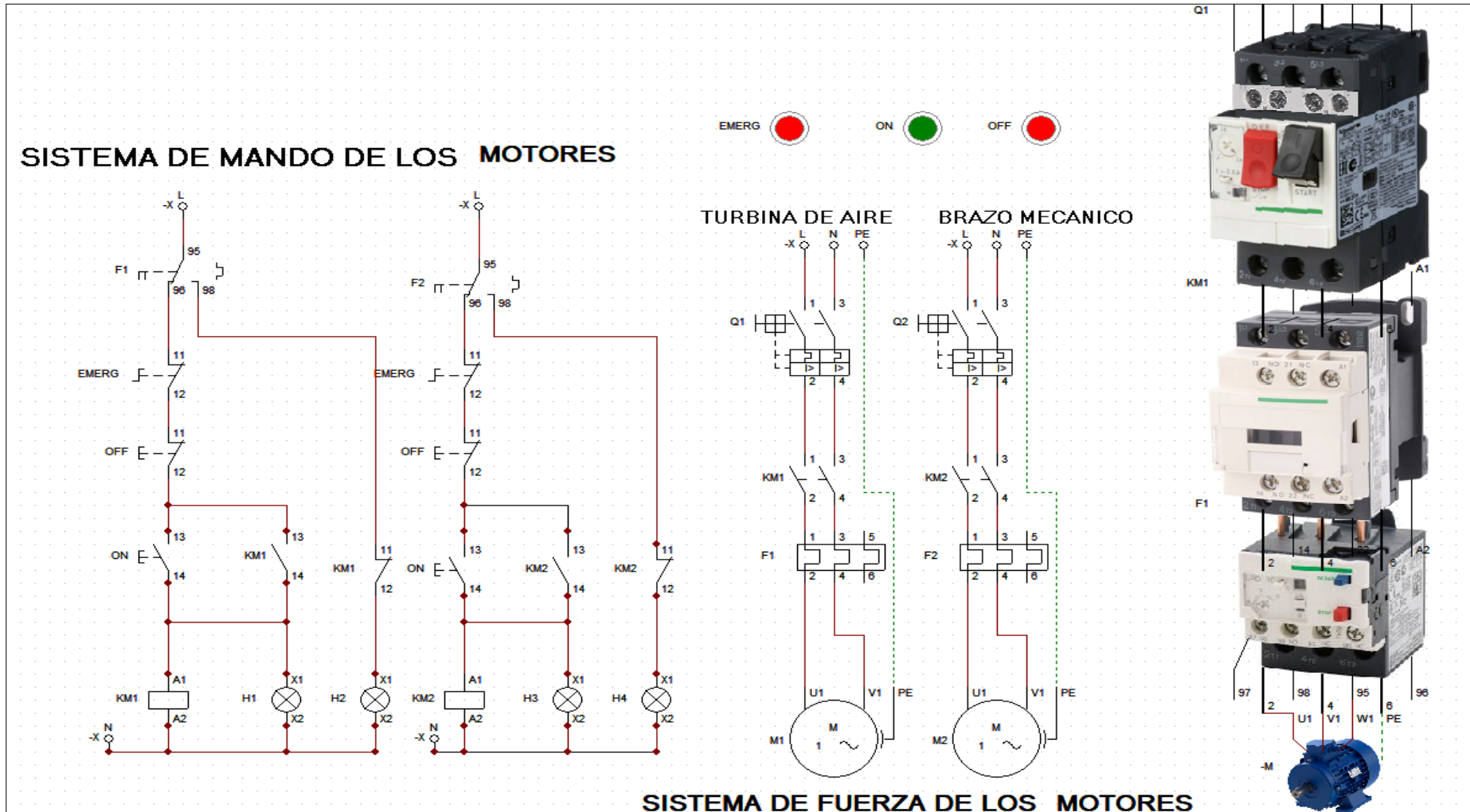
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 8. Circuito eléctrico de fuerza del sistema de la transferencia automática.



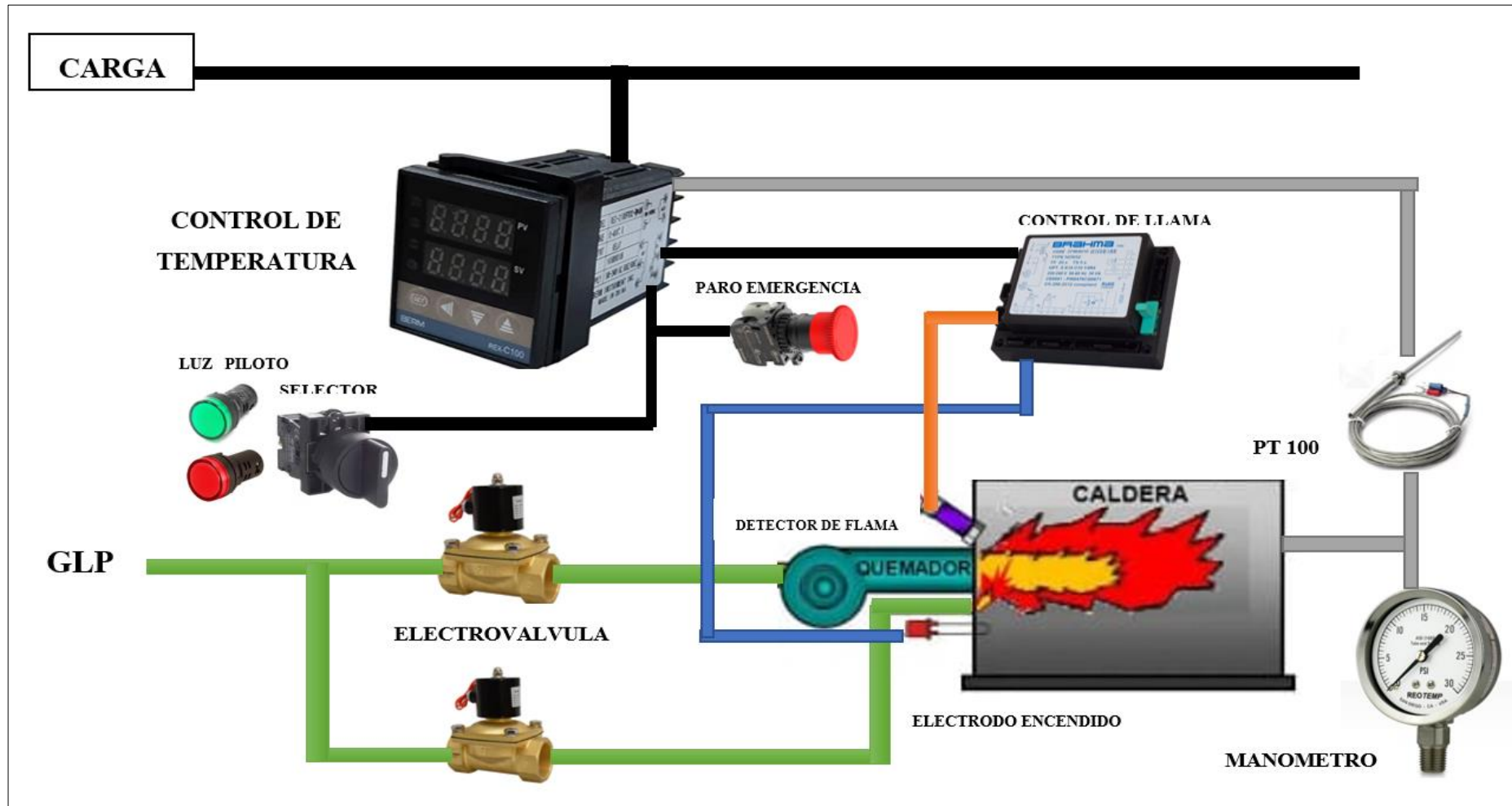
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 9. Plano del circuito de los motores de la secadora.



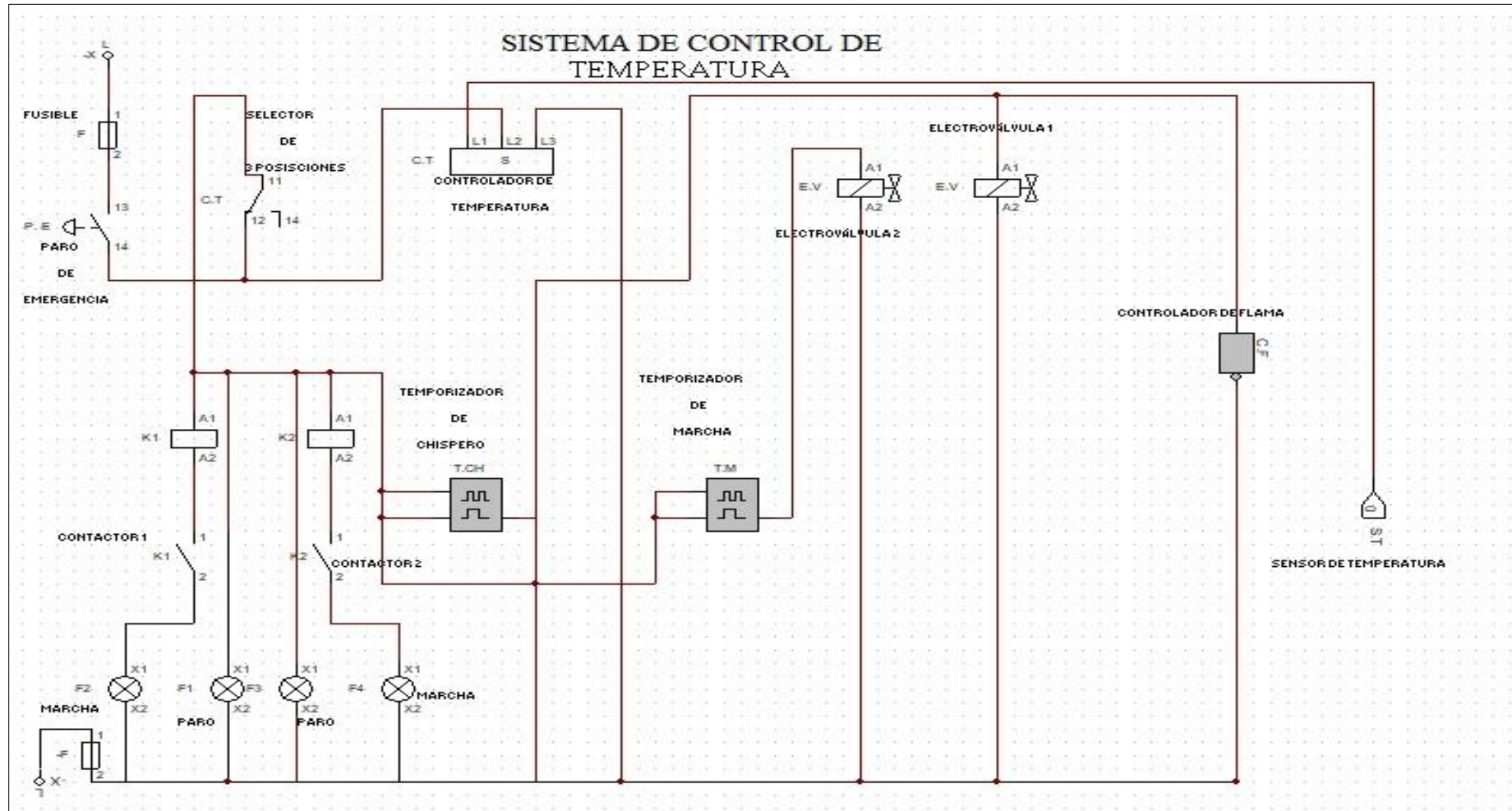
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 10. Esquema del sistema de control de temperatura automático.



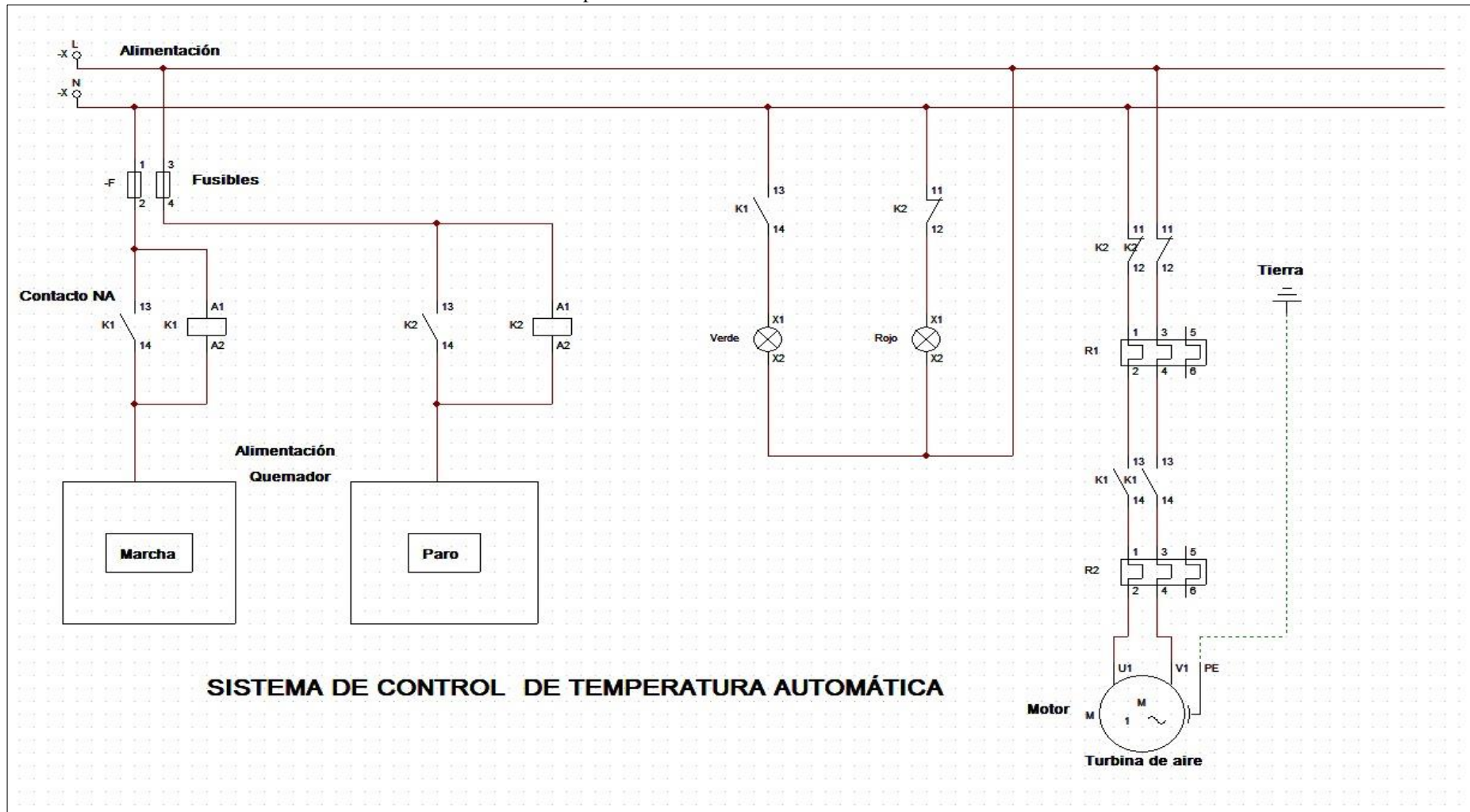
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 11. Circuito eléctrico de mando del sistema de control de temperatura.



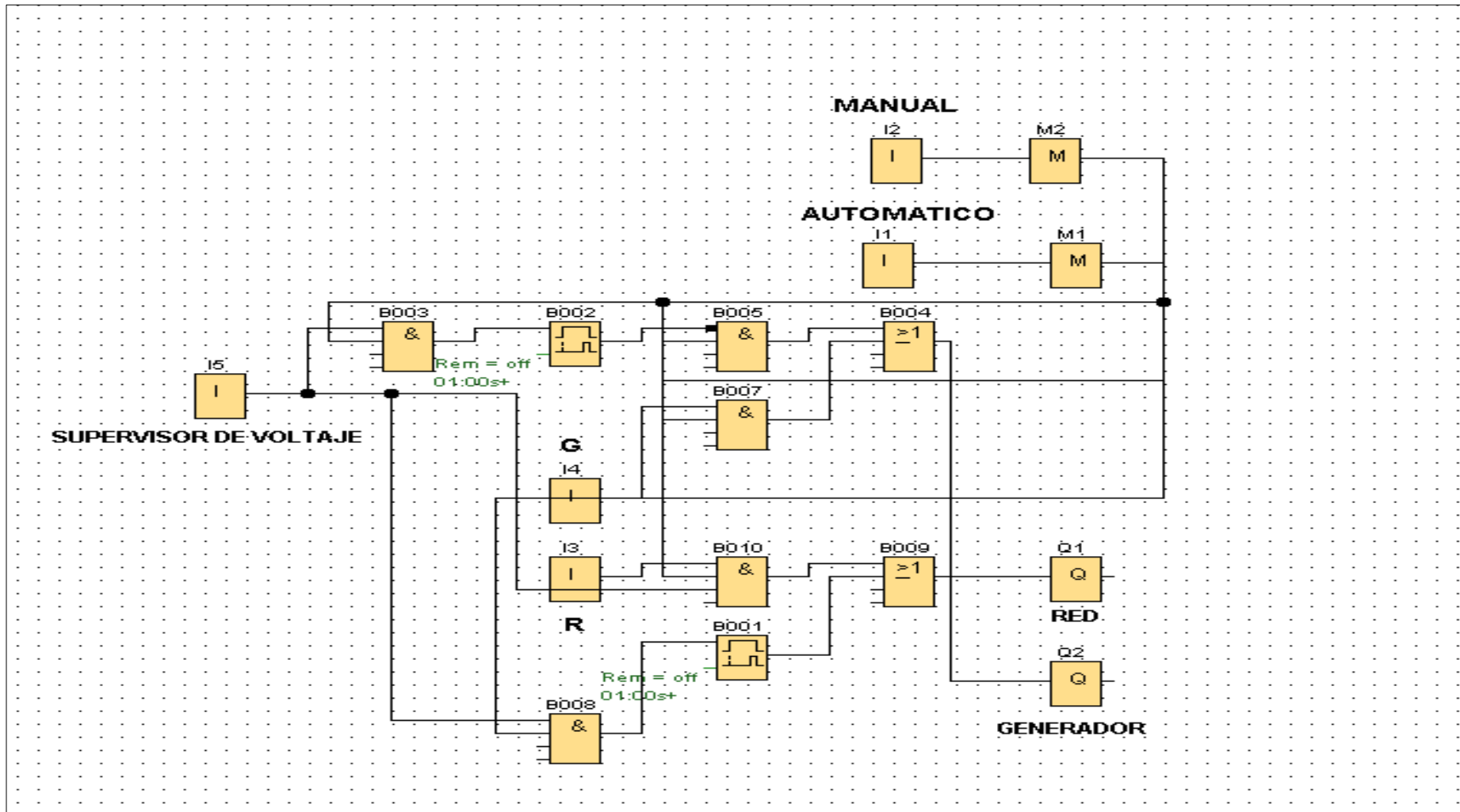
Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 12. Circuito eléctrico de fuerza del sistema de control de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 13. Programación del PLC logo



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 14. Diseño de los tableros de los sistemas de transferencia automática y el tablero de control de temperatura.

Fotografía 23. Cortes de canaletas ranuradas.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 22. Instalación de los equipos.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 25. Ubicación de los tableros de mando.

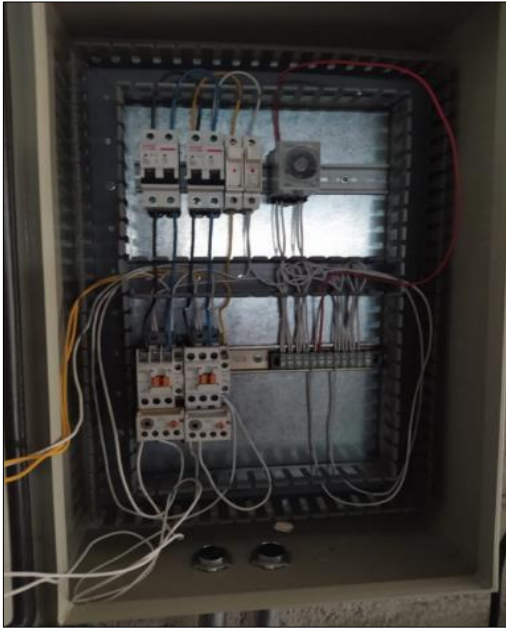
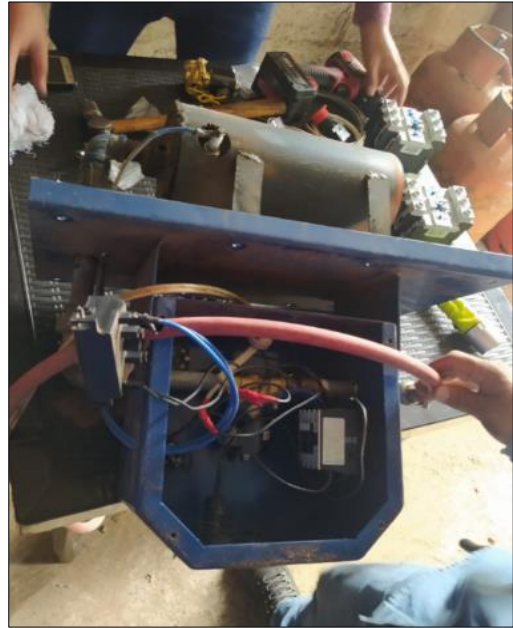


Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 24. Instalación de los instrumentos.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 15. Instalación de los equipos del sistema de control de temperatura.**Fotografía 27.** Instalación del encendido automático.**Fuente:** Gavilanez L., Lozano J.**Fotografía 26.** Instalación de la electroválvula.**Fuente:** Gavilanez L., Lozano J.**Anexo 16.** Instalación de los equipos del sistema de la transferencia automática.**Fotografía 28.** Instalación en el generador el circuito de mando.**Fuente:** Gavilanez L., Lozano J.**Fotografía 29.** Instalación del circuito de fuerza en la transferencia automática.**Fuente:** Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 17. Programación del circuito para la automatización de la secadora.

Fotografía 30. Diseño de la programación en el programa Logo Soft V8.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 31. Simulación de los equipos.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 18. Instalación del sistema de encendido automático

Fotografía 33. Comprobación de sus líneas.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 32. Instalación del control de llama.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

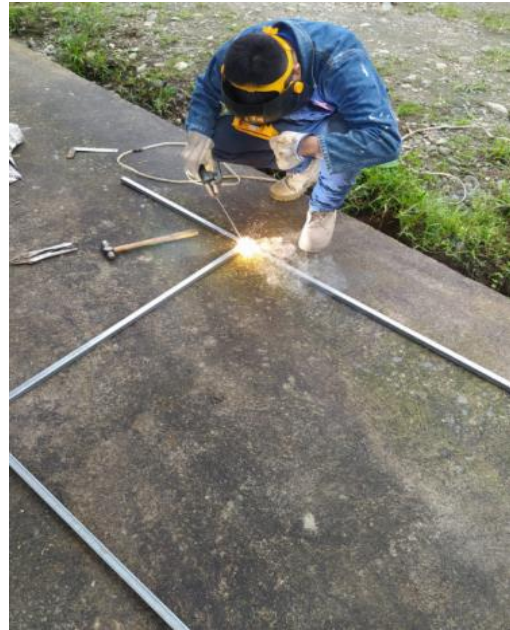
Anexo 19. Instalación del grupo electrógeno.

Fotografía 35. Medición de la tensión del sistema.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 34. Estructura para el generador.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 36. Soldadura del techo de la estructura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 37. Finalización de la cubierta del generador.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 20. Implementación de los sistemas.

Fotografía 39. Tablero de control de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 38. Tablero de transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 40. Finalización de los sistemas de secado automático.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 41. Equipo de trabajo.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 21. Puesta a tierra del sistema.

Fotografía 42. Instalación de los cables.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 43. Puesta a tierra.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Fotografía 44. Simulación de los sistemas automatizados.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

Anexo 22. Manual de operación y mantenimiento del sistema automático.



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



Carrera de
Electromecánica
La Maná

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN EN LA SECADORA DE CACAO.



Autores:

Lozano Sivisaca Jackson Javier

Gavilanez Ayala Limber Paul

Tutor:

Ing. Carrillo Velarde Guido Gabriel M.Sc.

LA MANÁ - ECUADOR

FEBRERO-2021

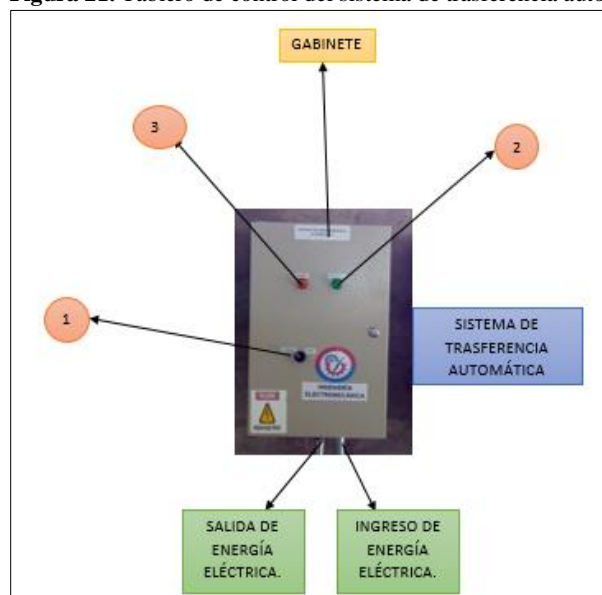
INTRODUCCIÓN

La presente guía práctica que se encuentra en la operación y mantenimiento del sistema de automatización en la secadora de cacao será de gran utilidad para que el operario, tenga un conocimiento previo antes de manipular la secadora y así evitar cualquier tipo de daños que puede generar al momento de encender todo el sistema automático, para que de esa manera todo el sistema funcione de manera correcta.

Elementos y esquema de funcionamiento.

En la siguiente Figura 21, se puede observar todas las partes del sistema de transferencia para que el operador pueda diferenciar y así manipular en una forma correcta el sistema.

Figura 21. Tablero de control del sistema de transferencia automática.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

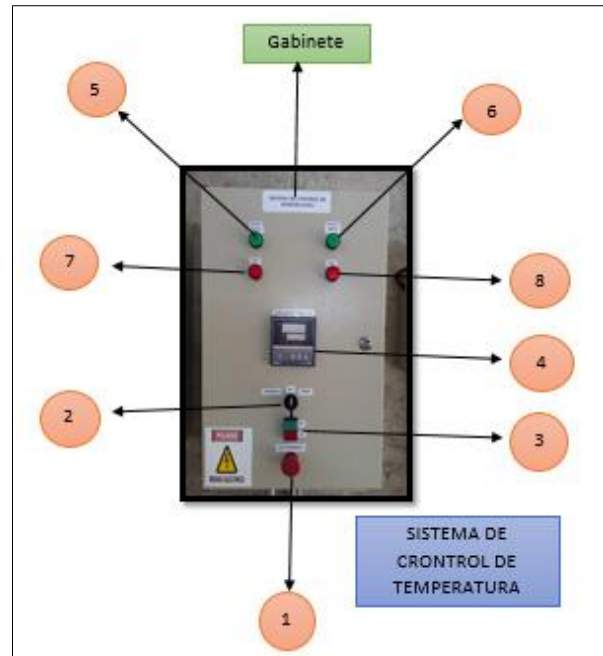
La Figura 21, Se muestra cómo está formado el sistema de transferencia automática, por lo que se encuentra enumeradas en orden las partes del sistema mencionado y a continuación se detalla las siguientes:

- 1. Selector de dos posiciones.-** Se utiliza para seleccionar ya sea de manera automático o manual, es decir de acuerdo a las necesidades que se presente en la secadora de cacao.
- 2. Luz piloto color verde.-** Señala que cuando se encuentra encendido muestra que la energía eléctrica externa ingresa a la máquina de secado de cacao.

3. Luz Piloto color tomate.- Señala cuando se encuentra encendido el grupo electrógeno.

En la Figura 22, se puede observar todas las partes del sistema de control de temperatura automático para que el operador pueda diferenciar y así manipular en una forma correcta el sistema.

Figura 22. Tablero de control del sistema de temperatura.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

El sistema de control de temperatura automática, se detalla a continuación cada uno de sus partes enumeradas en orden:

1. Paro de emergencia.- Se pulsa para proveer de energía eléctrica a la secadora de cacao y también se lo utiliza en función de pulsador de emergencia cuando exista alguna falla para prevenir situaciones que sitúen en peligro a las personas en el sistema de control automático de temperatura.

2. Selector de tres posiciones.- Sirve para seleccionar el trabajo de la secadora de cacao ya sea de forma automático o de forma manual es decir de acuerdo a las necesidades del operario.

3. Botonera ON-OFF.- Se utiliza como pulsador, es decir que si presionamos el botón rojo sirve para apagar toda la secadora de cacao y si presionamos el botón verde para encender la secadora.

4. Controlador de Temperatura: Es un aparato inteligente para controlar la variable de la temperatura la cual se puede modificar a que temperatura se va a secar el cacao, en este caso el rango de temperatura que se trabaja en el secado es de 50 – 75°C.

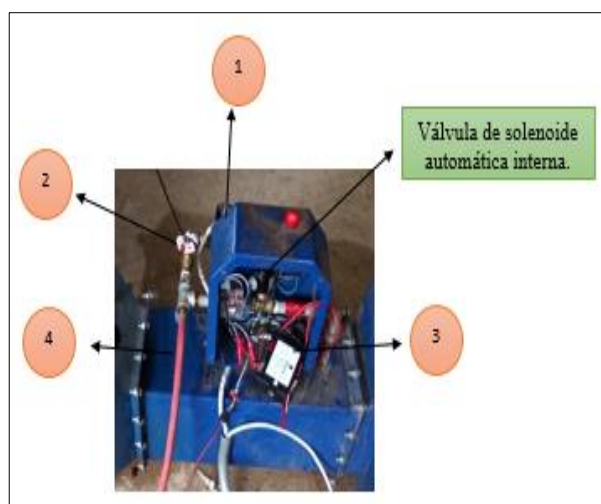
5. Luz piloto color verde del motor 1: Señala que cuando se encuentra encendido muestra que el motor de la turbina está en marcha, es decir en su correcto funcionamiento.

6. Luz piloto color verde del motor 2: Señala que cuando se encuentra encendido muestra que el motor de la reductora de velocidad o agitador de la secadora está marcha, es decir en su correcto funcionamiento.

7. Luz piloto color rojo del motor 1: Señala que cuando se encuentra encendido muestra que el motor de la turbina de aire presenta una falla, por lo que posterior a ello se debe dar una revisión para saber que daño presenta, mediante una revisión o diagnóstico realizado y así dar una respectiva solución a dicho problema ocasionado.

8. Luz piloto color rojo del motor 2: Señala que cuando se encuentra encendido muestra que el motor de la reductora de velocidad o agitador de la secadora presenta algún tipo de falla, por lo que de igual manera se debe realizar una revisión o diagnóstico en el motor para saber cuál es daño presentado y así dar solución al daño provocado.

Figura 23. Sistema de las electroválvulas y control de llama.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En el esquema de la Figura 23, se muestra de cómo está formado este sistema, por lo se encuentran enumeradas en orden para que el operario tenga un previo conocimiento de cómo funcionan cada una de estas partes que se detalla a continuación:

1. Electroválvula externa.- Es un sistema que sirve para controlar el paso del fluido del gas de forma automática.

3. Llave de paso.- Es un dispositivo que sirve para regular el paso del gas que se requiere al momento del encendido, pero una vez regulado esta llave de paso ya no se puede manipular nuevamente para que no se reconfigure el sistema.

3. Control de llama.- Es un sistema de control que permite realizar todo el trabajo en el sistema de control de temperatura de forma automática.

4. Manguera de GLP.- Es el conducto el cual fluye el gas a 160 PSI y por ende generar fuego dentro de la caldera de la máquina mediante una turbina de aire y así poder secar el cacao.

Figura 24. Motores eléctricos su ubicación.



Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

En la Figura 24, se detalla la ubicación de los dos motores que cuenta la máquina secadora de cacao para que el operario tenga un previo conocimiento de cómo funcionan los motores a continuación:

1. Motor de la turbina de aire.- El primer motor su principal funcionamiento es de generar aire mediante una turbina para el sistema de llama dentro de la cámara para el secado de cacao.

2. Motor de la reductora de velocidad.- El segundo motor su principal función es de generar movimiento mediante unos brazos giratorios a una velocidad de 10 RPM para el secado de cacao.

REGLAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DENTRO Y FUERA DE LA SECADORA DE CACAO.

Las señaléticas que se ubicó dentro y fuera de la secadora de cacao para prevenir cualquier tipo de accidente laboral hacia el operador de la máquina son los siguientes:

Tabla 16: Señaléticas.

	<p>PROHIBIDO FUMAR.</p>
	<p>MATERIAL INFLAMABLE.</p>
<p>GENERADOR ELÉCTRICO</p> 	<p>ACCESO RESTRINGIDO.</p>
	<p>ALTO VOLTAJE.</p>

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

El sistema de automatización de la secadora de cacao se requiere de un respectivo mantenimiento para evitar daños indeseados en la secadora de cacao a así evitar pérdidas económicas en la asociación, ya que con esto también se estará alargando la vida de los motores de la secadora de cacao y el generador.

Tabla 17: Plan de mantenimiento preventivo.

Frecuencia	ELEMENTOS Y PARTES DEL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA SECADORA DE CACAO.					Trabajo a realizar
	Tablero del sistema de transferencia automática.	Tablero del sistema de control de temperatura.	Motor 1 de la turbina de aire.	Motor 2 de la reductora de velocidad	Generador	
Semanal	X	X	X	X	X	Limpieza de las partes del sistema de automatización de la secadora.
Mensual	X	X				Revisión de todas las partes del sistema de automatización para su correcto funcionamiento.
Trimestral					X	Verificación de la carga de la batería del generador.
Semestral			X	X		Comprobación de la intensidad de los motores de la secadora de cacao a través de un multímetro.
Anual	X	X				Reemplazo de algún tipo de elemento de protección que se requiera en el sistema mencionado para su eficaz trabajo al momento de secar el producto.

Fuente: Gavilanez L., Lozano J.

OPERACIÓN DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE LA SECADORA DE CACAO (PASO A PASO).

1. Abrir las cuatro válvulas de gas.
2. Seleccionar en el sistema de transferencia automática en forma manual o automático, para que la energía externa ingrese hacia todo el sistema.
3. Seleccionar de manera automático o manual en el selector del tablero de control de temperatura para que realice su respectivo trabajo al momento de secar el cacao.
4. Presionar en la botonera ON para el encendido de la secadora de cacao y OFF si se desea apagar el sistema.
5. Observar que las luces piloto de color verde se encuentren encendido para su correcto funcionamiento.

Nota: Pulsar el botón de emergencia para desenergizar todo el sistema de transferencia y el de control de temperatura o presionar cuando exista algún tipo de falla o emergencia al momento del secado de la almendra de cacao.

Anexo 23: Certificación del antiplagio del URKUND



Document Information

Analyzed document	TESIS GAVILANEZ LIMBER-LOZANO JACKSON.docx (D97675657)
Submitted	3/9/2021 1:39:00 AM
Submitted by	PACO VASQUEZ
Submitter email	paco.vasquez@utc.edu.ec
Similarity	4%
Analysis address	paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / WORD-CUASQUER SALAZAR CHRISTIAN CAMILO - VILLEGAS MARCILLO JHONATAN ALFREDO.docx Document WORD-CUASQUER SALAZAR CHRISTIAN CAMILO - VILLEGAS MARCILLO JHONATAN ALFREDO.docx (D64125397) Submitted by: paco.vasquez@utc.edu.ec Receiver: paco.vasquez.utc@analysis.arkund.com		18
W	URL: https://publicaciones.fctunca.edu.py/jspui/bitstream/123456789/43/1/PFG_JUAN_RAMON ... Fetched: 5/1/2020 12:40:20 AM		1
W	URL: https://docplayer.es/80415645-lpn-escuela-superior-de-ingenieria-mecanica-y-electr ... Fetched: 1/17/2020 9:37:46 PM		1
W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/234580379.pdf Fetched: 7/24/2020 11:57:32 AM		1
SA	Proyecto_tecnico_Rojas_Danny.docx Document Proyecto_tecnico_Rojas_Danny.docx (D26260945)		8
W	URL: http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23076/1/Tesis%20I.M.%20336 ... Fetched: 3/9/2021 1:40:00 AM		1
W	URL: https://docplayer.es/4314098-Universidad-politecnica-salesiana-sede-cuenca-carrera ... Fetched: 3/19/2020 1:58:22 AM		3