



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**CARRERA DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES**

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA  
TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y UN CONTROL DE ACCESO  
MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE  
INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-  
ECUADOR.**

**Trabajo de Titulación para optar al título de:**

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

**Autores:**

Gusqui Villa Edison Daniel  
Valdivieso Ambi Andrés Vinicio

**Tutor:**

Dr. Marlon Danilo Basantes Valverde

**Riobamba, Ecuador. 2023**

## DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Edison Daniel Gusqui Villa con cédula de ciudadanía 060379412-4 y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi con cédula de ciudadanía 060459584-3, autores del trabajo de investigación titulado: **“Diseño y Construcción de un Prototipo de Sistema Transferencia Automática y un Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial usando Técnicas de Inteligencia Artificial para la Fundación Ecosur-Ecuador”**, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mi exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 06 de noviembre de 2023.

Edison Daniel Gusqui Villa

C.I: 060379412-4

Andrés Vinicio Valdivieso Ambi

C.I:060459584-3

## DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Tutor y Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Diseño y Construcción de un Prototipo de Sistema Transferencia Automática y un Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial usando Técnicas de Inteligencia Artificial para la Fundación Ecosur-Ecuador**", presentado por Edison Daniel Gusqui Villa con cédula de identidad 060379412-4 y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi con cédula de identidad 060459584-3, certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha asesorado durante el desarrollo, revisado y evaluado el trabajo de investigación escrito y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 6 días de noviembre de 2023.

Deysi Vilma Inca Balseca, Msc.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma

Antonio Manuel Meneses Freire, PhD.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



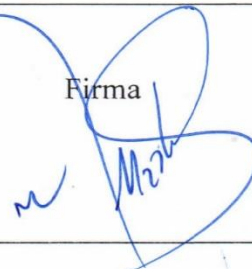
Firma

Leonardo Fabián Rentería Bustamante, PhD.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO**



Firma

Marlon Danilo Basantes Valverde, PhD.  
**TUTOR**



Firma

## CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación "**Diseño y Construcción de un Prototipo de Sistema Transferencia Automática y un Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial usando Técnicas de Inteligencia Artificial para la Fundación Ecosur-Ecuador**", presentado por Edison Daniel Gusqui Villa, con cédula de identidad número 060379412-4 y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, bajo la tutoría de Dr. Marlon Danilo Basantes Valverde; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 6 días de noviembre de 2023.

Presidente del Tribunal de Grado  
Msc. Deysi Vilma Inca Balseca




Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
PhD. Antonio Manual Meneses Freire



Firma

Miembro del Tribunal de Grado  
PhD. Leonardo Fabián Rentería Bustamante




Firma



# CERTIFICACIÓN

Que, **EDISON DANIEL GUSQUI VILLA** con CC: **060379412-4** y **VALDIVIESO AMBI ANDRÉS VINICIO** con CC: **060459584-3**, estudiantes de la Carrera **ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES, NO VIGENTE**, Facultad de **INGENIERÍA**; han trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y UN DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR**", cumplen con el **1%**, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **URKUND**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 01 de noviembre de 2023



---

PhD. Marlon Basantes  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA I**

Este trabajo es dedicado con mucho amor, a Dios a los seres que me han dado la vida y su apoyo constante.

A mis queridos padres, quienes con su amor incondicional, apoyo constante y sabios consejos han sido mi guía durante este viaje académico. Su dedicación y sacrificio son la inspiración detrás de cada logro. A ustedes, quienes han sembrado en mí la semilla del conocimiento y el valor del esfuerzo, les dedico este logro con todo mi cariño y gratitud. ¡Gracias por ser mi mayor motivación y por creer en mí siempre!

**Edison Daniel Gusqui Villa**

## **AGRADECIMIENTO I**

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de diversas formas a la realización de esta tesis.

En primer lugar, mi gratitud al Dr. Marlon Basantes, por su orientación, sabiduría y dedicación en cada fase de este proyecto. Sus consejos y dirección fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

También deseo agradecer a la Fundación ECOSUR por proporcionar los recursos y el ambiente propicio para llevar a cabo esta investigación.

Agradezco enormemente a mis amigos y compañeros de estudio por su apoyo moral, valiosas discusiones y ánimo constante durante este proceso.

A mi familia, en especial a mis padres y hermanos les agradezco por su amor incondicional, paciencia y aliento en los momentos más exigentes. Su respaldo fue fundamental para superar los desafíos.

Gracias a cada uno de ustedes por su colaboración, orientación y aliento durante este viaje académico.

**Edison Daniel Gusqui Villa**

## **DEDICATORIA II**

Primeramente, a Dios fuente inagotable de sabiduría y guía, le dedico este logro, agradecido por su constante apoyo y dirección en mi camino académico.

A mi amada madre, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable fueron mi roca durante este arduo trayecto. Tu sacrificio y aliento fueron la luz que iluminó mi camino hacia el éxito.

A toda mi querida familia, cómplices y testigos de mi esfuerzo, agradezco cada momento compartido, cada palabra de aliento y cada gesto de motivación. Su respaldo ha sido fundamental en este viaje educativo. Este logro no solo es mío, sino también de cada uno de ustedes, que forman parte esencial de mi historia. Gracias por ser mi inspiración y sostén.

**Andrés Vinicio Valdivieso Ambi**

## **AGRADECIMIENTO II**

"El éxito no se logra solo con cualidades especiales. Es, sobre todo, un trabajo de constancia, de método y de organización".

Víctor Hugo.

"Agradezco sinceramente al Dr. Marlon Basantes Valverde, mi guía y mentor, cuya sabiduría y orientación han sido la brújula que ha dirigido cada paso de mi investigación. Su compromiso y apoyo han sido esenciales para el éxito de este trabajo académico.

A la Fundación Ecosur-Ecuador, mi profundo agradecimiento por su generoso respaldo, que ha permitido que este proyecto se materialice y contribuya al avance del conocimiento y apoyo en nuestra comunidad.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por brindarme lo más maravilloso de mi vida universitaria. Su compromiso con la excelencia académica ha sido fundamental para mi crecimiento profesional.

A mis familiares, quienes han sido el cimiento de mi fuerza y determinación. Su amor incondicional y apoyo constante han sido mi mayor motivación.

A mis amigos, cómplices y confidentes en este viaje académico, gracias por compartir risas, aliviar las tensiones y ser fuente de inspiración. Su amistad ha sido un regalo invaluable.

Este logro no solo es mío, sino de todos aquellos que han sido parte de mi trayecto. A cada uno de ustedes, mi más sincero agradecimiento por ser parte fundamental de este capítulo significativo en mi vida. Con gratitud,

**Andrés Vinicio Valdivieso Ambi**



# ÍNDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTI-PLAGIO

DEDICATORIA I

AGRADECIMIENTO I

DEDICATORIA II

AGRADECIMIENTO II

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I.....	21
1. INTRODUCCION.....	21
1.1 Antecedentes.....	21
1.2 Planteamiento del problema.....	24
1.3 Justificación.....	25
1.4 Objetivos.....	26
1.4.1 Objetivo General.....	26
1.4.2 Objetivos Específicos.....	26
CAPÍTULO II.....	27

2. MARCO TEORICO .....	27
2.1 Sistema de transferencia automática (ATS) .....	27
2.2 Suministro de energía.....	28
2.3 Generador eléctrico de emergencia (Grupo Electrónico).....	29
2.3.1 Clasificación de los grupos electrónicos .....	29
2.3.2 Partes de un grupo electrónico.....	30
2.3.3 Funcionamiento del grupo Electrónico .....	31
2.3.4 Instalación de un grupo Electrónico.....	32
2.4 Tablero de transferencia (Manual-Automático) .....	33
2.4.1 Transferencia manual.....	34
2.4.2 Transferencia automática .....	34
2.5 Elementos de un Sistema de transferencia automático .....	35
2.5.1 Contactores .....	35
2.5.2 Relé Encapsulado de 8 pines 220V.....	35
2.5.3 Interruptores termomagnéticos .....	36
2.5.4 Luces piloto .....	37
2.5.5 Selector 3 posiciones.....	37
2.5.6 Controlador lógico programable (PLC) .....	37
2.5.7 Lenguaje de programación para Plc.....	39
2.5.8 Funciones de Programación en un PLC.....	40
2.6 Arduino.....	41
2.7 Sistema de control de acceso mediante visión artificial.....	41
2.7.1 Sistema Biométrico.....	41
2.8 Modelo de Tecnologías Biométricas.....	42

2.8.1	Recopilación de datos .....	42
2.8.2	Transmisión de datos .....	42
2.8.3	Procesamiento de señales .....	42
2.8.4	Almacenamiento de información.....	43
2.9	Tipos de sistema Biométricos.....	43
2.9.1	Reconocimiento Dactilar.....	43
2.9.2	Reconocimiento por Voz.....	43
2.9.3	Reconocimiento por Patrones.....	43
2.9.4	Reconocimiento por Iris.....	44
2.9.5	Reconocimiento Facial.....	44
2.9.6	Machine Learning .....	44
2.9.7	Algoritmo de Viola Jones.....	46
2.9.8	Clasificador Haar Like .....	47
2.9.9	LBP (Patrón Binario Local) .....	47
2.9.10	Procedimiento de extracción de características .....	47
2.9.11	Método LBPH Histograma de Patrones Binarios Locales .....	49
2.10	Entorno de programación Python.....	50
2.10.1	Tkinter y Python .....	50
2.11	Base de Datos Firebase.....	50
2.11.1	Firestore Realtime Database .....	50
2.11.2	Firestore Authentication .....	51
2.12	MIT App Inventor .....	51
2.13	Raspberry Pi.....	51
2.13.1	Comunicación VNC.....	52

2.13.2	Comunicación SSH.....	52
2.14	Análisis estadístico .....	52
CAPÍTULO III.....		53
3.	METODOLOGÍA .....	53
3.1	Tipos de investigación.....	53
3.1.1	Investigación aplicada.....	53
3.1.2	Investigación exploratoria.....	53
3.1.3	Investigación Experimental.....	53
3.1.4	Fuentes de información.....	54
3.2	Población y muestra.....	54
3.2.1	Población ATS.....	54
3.2.2	Muestra ATS .....	54
3.2.3	Hipótesis del Sistema de Transferencia Automático .....	56
3.2.4	Variables.....	56
3.2.5	Población visión artificial.....	57
3.2.6	Muestra visión artificial. ....	57
3.2.7	Hipótesis de Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial.....	58
3.2.8	Variables.....	58
3.3	Desarrollo de la investigación .....	59
3.3.1	Desarrollo de un Sistema de Transferencia Automática.....	59
3.4	Diagrama de funcionamiento para el control de acceso mediante reconocimiento facial	74
3.5	Sistema de funcionamiento de visión por computadora .....	74
3.6	Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial.....	75
3.7	Instalación de Librerías en Raspberry Pi Modelo 4B .....	76

3.8	Tipos de Registros.....	77
3.9	Comunicación con Firebase .....	77
3.10	Registro Tradicional mediante Autenticación” Administradores”.....	78
3.11	Registro mediante Reconocimiento Facial “Usuarios” .....	80
3.12	Procesamiento de Imágenes.....	82
3.13	Proceso de entrenamiento de Datos.....	84
3.14	Reconocimiento Facial .....	85
3.14.1	Reconocimiento Facial con Firebase .....	85
3.15	Integración del Sistema de Reconocimiento Facial e interacción con los actuadores	87
3.15.1	Conexión Raspberry Pi con Módulos Bidireccionales y Actuadores .....	87
3.15.2	Interacción App Inventor, Firebase y Raspberry Pi.....	91
3.16	Diseño del Prototipo de maqueta en AutoCAD .....	97
CAPÍTULO IV .....		98
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	98
4.1	Encendido Automático del Sistema de Transferencia para una Muestra de 60 datos ....	98
4.1.1	Descriptivos .....	98
4.1.2	Gráfica y Tendencias de la distribución de los datos: Histogramas de Frecuencia.	98
4.1.3	Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: Diagramas de Caja.....	99
4.1.4	Test de Normalidad de los Datos.....	99
4.1.5	Prueba de hipótesis .....	100
4.1.6	Control de calidad y estudio de la métrica $6\sigma$ (Software R con RComander).....	104
4.1.7	Activación de Red.....	105
4.1.8	Prueba de hipótesis .....	107
4.2	Reconocimiento Facial para una Muestra de 60 datos, 15 intentos por 4 distancias fijas	

4.2.1	Descriptivos .....	108
4.2.2	Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: histogramas de frecuencia..	109
4.2.3	Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: diagramas de caja .....	111
4.2.4	Test de normalidad de los datos para una distancia de 50cm.....	113
4.2.5	Matriz de correlaciones .....	113
4.2.6	Prueba de hipótesis .....	114
CAPÍTULO V.....		116
5.	CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES .....	116
5.1	Conclusiones.....	116
5.2	Recomendaciones .....	117
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	119
7.	ANEXOS .....	123

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Funciones básicas lenguaje Lader .....	40
<b>Tabla 2:</b> Comparación de métodos para la extracción de características.....	48
<b>Tabla 3:</b> Variables de estudio. Población .....	56
<b>Tabla 4:</b> Variables de estudio. Población .....	58
<b>Tabla 5:</b> Elementos principales de un Sistema de Transferencia .....	61
<b>Tabla 6:</b> Especificaciones del generador AF22D6 .....	61
<b>Tabla 7:</b> Características Relé encapsulado de 8 pines.....	63
<b>Tabla 8:</b> Características del Plc Logo 230.....	64
<b>Tabla 9:</b> Definición de entradas y salidas.....	69
<b>Tabla 10:</b> Definición de funciones. Tiempos .....	69
<b>Tabla 11:</b> Librerías y Dependencias utilizadas en la Raspberry Pi.....	76
<b>Tabla 12:</b> Análisis descriptivo del encendido del Generador .....	98
<b>Tabla 13:</b> Normalidad de Datos .....	99
<b>Tabla 14:</b> Test no Paramétrico de Wilcoxon .....	100
<b>Tabla 15:</b> Análisis descriptivo de activación de Red .....	105
<b>Tabla 16:</b> Test de Normalidad Lilliefors.....	107
<b>Tabla 17:</b> Test no Paramétrico de Wilcoxon .....	107
<b>Tabla 18:</b> Análisis descriptivo con distancia de 30cm.....	108
<b>Tabla 19:</b> Análisis descriptivo con distancia de 50cm.....	108
<b>Tabla 20:</b> Análisis descriptivo con distancia de 70cm.....	108
<b>Tabla 21:</b> Análisis descriptivo con distancia de 90cm.....	109
<b>Tabla 22:</b> Test de Normalidad para una distancia de 50cm .....	113
<b>Tabla 23:</b> Matriz de correlaciones entre distancias.....	113
<b>Tabla 24:</b> Test no Paramétrico de Wilcoxon .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Elementos de un sistema de transferencia Eléctrico.....	28
<b>Figura 2:</b> Partes fundamentales de un Grupo Electrónico.....	29
<b>Figura 3:</b> Partes de un grupo electrógeno.....	31
<b>Figura 4:</b> Tablero de Transferencia Eléctrica.....	33
<b>Figura 5:</b> Contactor.....	35
<b>Figura 6:</b> Relé encapsulado de 8 pines 220V.....	36
<b>Figura 7:</b> Interruptores termomagnéticos.....	36
<b>Figura 8:</b> Luces piloto.....	37
<b>Figura 9:</b> Selector 3 posiciones.....	37
<b>Figura 10:</b> Plc Siemens Logo V8.....	38
<b>Figura 11:</b> Funcionamiento del PLC.....	38
<b>Figura 12:</b> Arduino Mega 2560 Rev3.....	41
<b>Figura 13:</b> Filtros que utilizan características de tipo Haar-Like.....	47
<b>Figura 14:</b> Procedimiento LBP.....	49
<b>Figura 15:</b> Extracción de características con LBPH.....	49
<b>Figura 16:</b> Logo de Python.....	50
<b>Figura 17:</b> Entorno App Inventor.....	51
<b>Figura 18:</b> Logo Raspberry Pi.....	51
<b>Figura 19:</b> Componente de sistema VNC.....	52
<b>Figura 20:</b> Etapas de implementación del ATS.....	59
<b>Figura 21:</b> Diagrama de diseño de un sistema de transferencia automático.....	60
<b>Figura 22:</b> Plc Logo 230RC.....	63
<b>Figura 23:</b> Diagrama de conexiones del sistema de transferencia.....	65
<b>Figura 24:</b> Colocación de Riel Din y canales.....	67
<b>Figura 25:</b> Instalación de dispositivos en el tablero.....	67
<b>Figura 26:</b> Conexiones físicas del tablero de transferencia.....	68
<b>Figura 27:</b> Definición de acciones en la automatización en Logo Sorf.....	70
<b>Figura 28:</b> Complemento en la definición de acciones en Logo Sorf.....	71



<b>Figura 29:</b> Esquema de adquisición de datos de un ATS mediante sensores no invasivos SCT013 .....	72
<b>Figura 30:</b> Recorte de señal .....	73
<b>Figura 31:</b> Diagrama de funcionamiento del control de acceso mediante reconocimiento facial	74
<b>Figura 32:</b> Sistema de funcionamiento de visión por computadora .....	74
<b>Figura 33:</b> Creación del Proyecto en Firebase.....	78
<b>Figura 34:</b> Registro Tradicional con Autenticación en Firebase .....	78
<b>Figura 35:</b> Nodo Administradores en Firebase.....	79
<b>Figura 36:</b> Autenticación para el Modo Administrador del Sistema .....	80
<b>Figura 37:</b> Adquisición de datos con reconocimiento facial .....	80
<b>Figura 38:</b> Nodo Registro Facial Firebase. ....	81
<b>Figura 39:</b> Diagrama de Funcionamiento del procesamiento de las Imágenes .....	82
<b>Figura 40:</b> Detección Aplicando Clasificadores Haar .....	83
<b>Figura 41:</b> Redimensionamiento, conversión a escala de grises y guardado .....	83
<b>Figura 42:</b> Diagrama de Entrenamiento de Datos .....	84
<b>Figura 43:</b> Verificación en Consola de los rostros entrenados y el modelo guardado .....	85
<b>Figura 44:</b> Diagrama de Funcionamiento del Reconocimiento Facial y comunicación con Firebase .....	86
<b>Figura 45:</b> Rostro Desconocido “Izquierda”, Rostro Reconocido “Derecha” .....	86
<b>Figura 46:</b> Conexión Física Raspberry Pi y Módulos Bidireccionales y Actuadores .....	87
<b>Figura 47:</b> Diagrama de funcionamiento inversiones de giro del motor .....	88
<b>Figura 48:</b> Conexión Física Raspberry Pi y Servomotor .....	89
<b>Figura 49:</b> Diagrama de Funcionamiento para el control del Servo Motor .....	89
<b>Figura 50:</b> Conexión Física Raspberry Pi, Modulo Bidireccional y Alarma .....	90
<b>Figura 51:</b> Diagrama de funcionamiento para el Control de Alarma .....	90
<b>Figura 52:</b> Comunicación en Tiempo real App Inventor, Firebase y Raspberry Pi .....	91
<b>Figura 53:</b> App Inventor y Firebase Autenticación .....	92
<b>Figura 54:</b> App Inventor e Interfaz de Inicio.....	92
<b>Figura 55:</b> Ventana de Interacción App Inventor y Firebase .....	93
<b>Figura 56:</b> Almacenamiento de datos en Firebase obtenidos de App Inventor.....	94

<b>Figura 57:</b> Diagrama de Funcionamiento interacción entre App Inventor, Firebase, Raspberry y los Actuadores.....	94
<b>Figura 58:</b> Diagrama de Funcionamiento Total del Sistema de Reconocimiento Facial.....	95
<b>Figura 59:</b> Panel principal de control con Interfaz Grafica .....	96
<b>Figura 60:</b> Implementación de maqueta con las piezas diseñados en Auto Cad.....	97
<b>Figura 61:</b> Histogramas de Frecuencia .....	98
<b>Figura 62:</b> Diagramas de Caja.....	99
<b>Figura 63:</b> Diagrama de dispersión.....	101
<b>Figura 64:</b> Gráfico para los primeros 7 datos de variación (sin repetición).....	101
<b>Figura 65:</b> Ajuste Polinomial de grado 36 .....	102
<b>Figura 66:</b> Histogramas de Frecuencia.....	106
<b>Figura 67:</b> Diagrama de caja .....	106
<b>Figura 68:</b> Histogramas de Frecuencia a 30cm .....	109
<b>Figura 69:</b> Histogramas de Frecuencia a 50cm .....	110
<b>Figura 70:</b> Histogramas de Frecuencia a 70cm .....	110
<b>Figura 71:</b> Histogramas de Frecuencia a 90cm .....	111
<b>Figura 72:</b> Diagramas de caja a los 30cm .....	111
<b>Figura 73:</b> Diagrama de Caja a los 70 cm.....	112
<b>Figura 74:</b> Diagrama de caja a los 90 cm. ....	112
<b>Figura 75:</b> Diagrama de dispersión confiabilidad a los 50cm.....	115

## RESUMEN

La presente investigación consta de dos fases que mediante la automatización mejore la calidad de vida en el Centro de Acopio de Leche El Altar, Parroquia El Altar, Cantón Penipe. Colaborando con la fundación Ecosur-Ecuador y la Universidad Nacional de Chimborazo, implementando un Sistema de Transferencia Automático para suministrar energía al centro de acopio. Utilizando un PLC Siemens Logo V8.3, controla la conexión entre la Red Eléctrica Principal y el Generador, asegurando una transición eficiente.

Se implementa un Prototipo de Control de Acceso con reconocimiento facial mediante OpenCv y una Raspberry Pi 4 como servidor. Facilita el acceso al centro de acopio verificando la base de datos de usuarios a través de una interfaz gráfica para el registro facial, almacenando datos en Firebase. La aplicación en App Inventor notifica fallos en el reconocimiento facial o intentos no autorizados, mejorando la seguridad.

Los resultados indican un tiempo mínimo de encendido del generador de 10.82 segundos, calculado mediante el Potencial de Morse, en el Sistema de Transferencia Automático. Para el Sistema de Reconocimiento Facial, con una distancia efectiva de 50 cm, logra una confiabilidad promedio del 90.53%.

Logrando mejorar la eficiencia energética del centro de Acopio el Altar y la seguridad mediante un sistema de transferencia automática y control de acceso basado en reconocimiento facial, respectivamente, con resultados prometedores en términos de tiempo de respuesta y confiabilidad.

**Palabras Clave:** Sistema de Transferencia Automático, PLC LOGO V8.3, Generador AF22D6, Automatización, Raspberry Pi 4, Firebase, App Inventor, Reconocimiento Facial con OpenCv.

## ABSTRACT

The present investigation consists of two phases that, through automation, improve the quality of life in *El Altar* Milk Collection Center, *El Altar* Parish, *Penipe* Canton. It collaborates with the Ecosur-Ecuador Foundation and the National University of Chimborazo. It consists of implementing an Automatic Transfer System to supply energy to the milk collection center. Using a Siemens Logo V8.3 PLC, it controls the connection between the Main Grid and the Generator, ensuring an efficient transition. An Access Control Prototype with facial recognition was implemented using OpenCV and a Raspberry Pi 4 as a server. It facilitates access to the collection center by verifying the user database through a graphical interface for facial registration and storing data in Firebase. The app in App Inventor reports facial recognition failures or unauthorized attempts, improving security. The results indicate a minimum generator ignition time of 10.82 seconds, calculated using the Morse Potential, in the Automatic Transfer System. The Facial Recognition System, with an effective distance of 50 cm, achieves an average reliability of 90.53%. It managed to improve the energy efficiency and security of the Acopio El Altar center through an automatic transfer system and access control based on facial recognition, respectively, with promising results regarding response time and reliability.

**Keywords:** Automatic Transfer System, PLC LOGO V8.3, AF22D6 Generator, Automation, Raspberry Pi 4, Firebase, App Inventor, Facial Recognition with OpenCv.



Firmado electrónicamente por:  
**JENNY  
ALEXANDRA  
FREIRE  
RIVERA**

Reviewed by:  
Lic. Jenny Freire Rivera

**ENGLISH PROFESSOR**

C.C. 0604235036

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes

La energía eléctrica cumple un papel de suma importancia para la movilidad, productividad en la industria a nivel mundial, debido a esto un corte de este servicio trae consigo varios inconvenientes al sector industrial, para ello se debe tener un constante suministro de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta productora que cumple con el trabajo de producción.

La probabilidad de un corte en el sistema de red eléctrico por diferentes causas es muy latente, por eso es importante planificar medidas preventivas que permitan disminuir interrupciones no previstas del fluido eléctrico evitando la paralización de los elementos que necesiten el consumo de corriente, por tal motivo mantener un constante suministro de energía eléctrica sin interrupciones trae grandes beneficios al sector que necesiten un constante suministro de energía. [1]

Dado el caso del corte del fluido eléctrico se debe tener un mecanismo de respaldo de energía eléctrica que permita la transferencia manual o automática cuando el fluido eléctrico de la red pública empiece a fallar. [2]

Debido a la necesidad de mantener un constante flujo de corriente sin corte o variaciones abruptas que estén por debajo o encima de los límites establecidos, han surgido varias soluciones para este tipo de problemas de suministro de energía como es la instalación de grupos electrógenos que nos brinda el respaldo energético.

Un grupo electrógeno se define como una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica a través de la combustión interna de un motor diésel y un generador eléctrico, donde el objetivo es abastecer de energía eléctrica y/o usuarios finales donde la energía no llega, también son utilizados como medida de emergencia frente a un corte del suministro principal. [3]

Según normativas de varios países exigen la instalación de grupos electrógenos en lugares donde haya grandes densidades de personas y tomando en cuenta el tipo de aplicaciones, tales como hospitales, data center, cárceles, centros comerciales, edificios administrativos, sector industrial etc.

Los grupos electrógenos se componen de varias partes entre la más importante es el sistema de transferencia, este sistema de transferencia puede ser de forma manual o automática, para este tema de investigación se tomará como parte principal el sistema de transferencia automática ya que este me permite detectar con mayor precisión un posible fallo en la red de suministro de energía eléctrica y así dar paso al generador instalado para compensar y abastecer a la planta industrial, también hace frente a la problemática reduciendo el tiempo de respuesta de los grupos electrógenos de emergencia con una ventaja de ser independiente de la intervención humana, por tal razón las plantas industriales cada vez se proyectan a ser automatizadas, de esta manera se incrementa la productividad. [1]

Para la automatización de un sistema de transferencia es muy importante adaptarse a herramientas que cumplan con el objetivo requerido de una forma precisa, rápida y sobre forma eficaz. Para ello fue necesario la utilización de un Plc Logo de Siemens, este dispositivo a pesar de ser pequeño es una herramienta ideal para poder realizar el sistema de Transferencia.

Hoy en día el avance de la tecnología crece muy rápidamente, usando diferentes métodos de seguridad en cuanto al control de acceso a instalaciones privadas, una alternativa es el reconocimiento facial que permite al personal, sea de empresas, instituciones o industrias el ingreso adecuado, evitando de esta manera accesos no autorizados.

La inteligencia artificial se puede definir la capacidad que tienen las computadoras para ejecutar alguna acción sin necesidad de la intervención humana, al usar diferentes algoritmos y aprender de los datos de entrada aprendiendo de ellos y a la toma de decisiones tal cual como lo haría una persona, con la diferencia que las máquinas pueden analizar grandes datos al mismo tiempo sin necesidad de entrar en reposo. [4] Los sistemas biométricos permiten identificar mediante varias características de las personas como su rostro, ojos, manos o huellas dactilares. La utilización de llaves o tarjetas son muy susceptibles a pérdidas o robos diferenciándose de los sistemas de reconocimiento que son de más confianza. [5]

A nivel mundial, en Europa se implementaron soluciones biométricas para controles fronterizos esto como resultado del crecimiento del número de viajeros en todo el mundo llamados sistemas de control fronterizo (ABC) los cuales pueden manejar las problemáticas de aumento y aglomeramiento. [6]

En Estados Unidos, Nueva York a partir de los atentados que ocurrió el 11 de septiembre del 2001 se implementó el sistema biométrico de reconocimiento fácil en los aeropuertos basándose en cámaras de vigilancia y softwares dedicados para identificar a las personas que

circulan por delante del sistema, estas imágenes son almacenadas en la base de datos del aeropuerto donde se guarda todos los datos del pasajero con el fin de prevenir la delincuencia y el terrorismo. [7]

En Ecuador los sistemas biométricos de reconocimiento artificial son utilizados principalmente por entidades de seguridad para la búsqueda de personas prófugas de la justicia, así como para la localización de personas desaparecidas. [8]

En este presente estudio se desea crear un sistema de Reconocimiento Facial aplicando Métodos de Inteligencia artificial mediante Redes Neuronales Convolucionales ya que este tipo de estructuras son más eficientes al momento de identificar personas y minimizando los tiempos de reconocimiento, para el estudio se pretende evaluar un control adecuado de acceso de personas a sus instalaciones.

En la actualidad las aplicaciones de Sistemas Biométricos e Inteligencia artificial mediante Redes Neuronales Convolucionales van siendo muy utilizados en el área del reconocimiento facial de personas, este tipo de soluciones se da para empresas para controlar el ingreso del personal a realizar sus labores cotidianas. [9]

Todo el estudio se realiza en base a una necesidad y solucionar de manera indispensable y adecuada la dificultad de acceso y el tiempo que este conlleva al entrar a las instalaciones y a diferentes sectores de esta, con la finalidad de contribuir y mejorar la seguridad de entrada a las instalaciones privadas, así como tener un adecuado uso del sistema de respaldo de energía.

ECOSUR-Ecuador trabaja actualmente con diferentes entidades en el Cantón Penipe y una parte de sus proyectos contempla en ayudar a la Parroquia el Altar en especial al Centro de Acopio de Leche, (Fundación ECOSUR) que posteriormente sería uno de los beneficiarios en la aplicación de este proyecto de investigación los cuales están interesados en la Automatización de varios procesos y el Control de Seguridad, contribuyendo de esta manera a un constante del suministro de energía y control de accesibilidad al establecimiento.

El desarrollo del tema contempla un enfoque tecnológico por medio de procedimientos o pasos que nos ayudará en el diseño del proyecto de sistema transferencia de energía automática y Control de Acceso mediante Reconocimiento Facial usando técnicas de Inteligencia Artificial siendo estos muy importante para un mejoramiento de algún sector.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Los problemas de cortes, fallas en el suministro de energía eléctrica afectan de manera proporcional al proceso productivo en el centro de acopio de leche El Altar, y al no disponer de un sistema seguridad, los intentos de robos o daños al sector privado son un constante malestar, por ello vale crear un plan de contingencia frente a estas problemáticas, se requiere de un sistema de alta confiabilidad de autoabastecimiento de energía eléctrica y un sistema confiable de seguridad para poder acceder a las instalaciones.

El Centro de Acopio de leche el Altar al ser beneficiario gracias a la Fundación ECOSUR del proyecto de investigación, cuenta con un generador eléctrico modelo F22D6, el mismo no se encontraba en funcionamiento de forma automática y era necesario la intervención humana para su activación, ello traía un tiempo aproximado de 3 min para su activación, en este transcurso de tiempo es muy largo, esto trae consigo la paralización de la planta y el mismo se ve afectado en la producción, sobre todo al tratamiento de enfriamiento de la leche. Según Mesías Medina (2023) presidente del centro de acopio el Altar, cuentan con 18 socios, 10 productores y 6 familias con un promedio de 4 integrantes trayendo consigo 36 familias beneficiarias con un total de 132 personas beneficiadas. Pero vale recalcar que todas estas personas beneficiarias no cuentan con una autorización para el ingreso a al centro de acopio de leche tan solo un personal limitado, también al ser la comunidad el Altar una zona muy transitada existe una latente probabilidad que exista robos y posibles daños al establecimiento, al no disponer de un buen sistema de seguridad y vigilancia que nos permita identificar y reconocer que solo personal autorizado pueda acceder a las instalaciones del centro de acopio de leche, una posible infiltración de personal no autorizado es muy probable.



### **1.3 Justificación**

Un sistema de transferencia de energía eléctrica ayudará al restablecer y suministrar energía en el momento del corte o fallo del suministro eléctrico de la red, cuando esto suceda las etapas de control y potencia entraran en funcionamiento permitiendo activar el grupo electrógeno suministrando energía eléctrica hasta el retorno de la energía de la red principal, gracias a esta transferencia de energía de forma automática se evita una posible paralización de los distintos procesos de la planta.

La ejecución de un sistema de control de acceso el cual el personal autorizado pueda acceder a las instalaciones y a lugares específicos, mediante el reconocimiento facial se pueda dar apertura y acceso dentro del establecimiento, para esto se lo realizará mediante una cámara, permitiendo el ingreso solo al personal con autorización, en el caso de que sea una persona no esté autorizada en el sistema se dará un aviso mediante una alarma y por medio de una aplicación me notificará una posible intrusión.

El principal propósito de este proyecto de investigación es contribuir en una gran variedad de aplicaciones tales como controlar varios procesos de automatización de suministros de energía, así como también en el control de acceso de personal a las instalaciones de una empresa, con estos sistemas se pretenden tener un control adecuado en el flujo de energía eléctrica y la fiabilidad de un control de acceso adecuado del personal a las instalaciones.

¿Cómo beneficiaría un Sistema Automatizado para el Centro de Acopio de Leche el Altar, tanto un Sistema de Transferencia Automático y un Control de Acceso?

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Desarrollar un Prototipo de Sistema de Transferencia Automático y Control de Acceso mediante Reconocimiento Facial usando técnicas de Inteligencia Artificial para la Fundación Ecosur-Ecuador.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Investigar los diferentes tipos de Sistemas de Transferencia Automática y los Sistemas de Control de Acceso que me permita implementar de acuerdo con las necesidades y posibilidades de los beneficiarios.
- Diseñar un Sistema de Transferencia Automática y un Sistema Integrado de Seguridad para el Control de Acceso para la fundación Ecosur-Ecuador.
- Construir el Sistema de transferencia Automática y el Prototipo de Control de Acceso basada en la Metodología Scrum.
- Evaluar los Sistemas Integrados mediante un Control de fiabilidad para verificar la eficiencia del prototipo de Transferencia Automática y Control de Acceso.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEORICO**

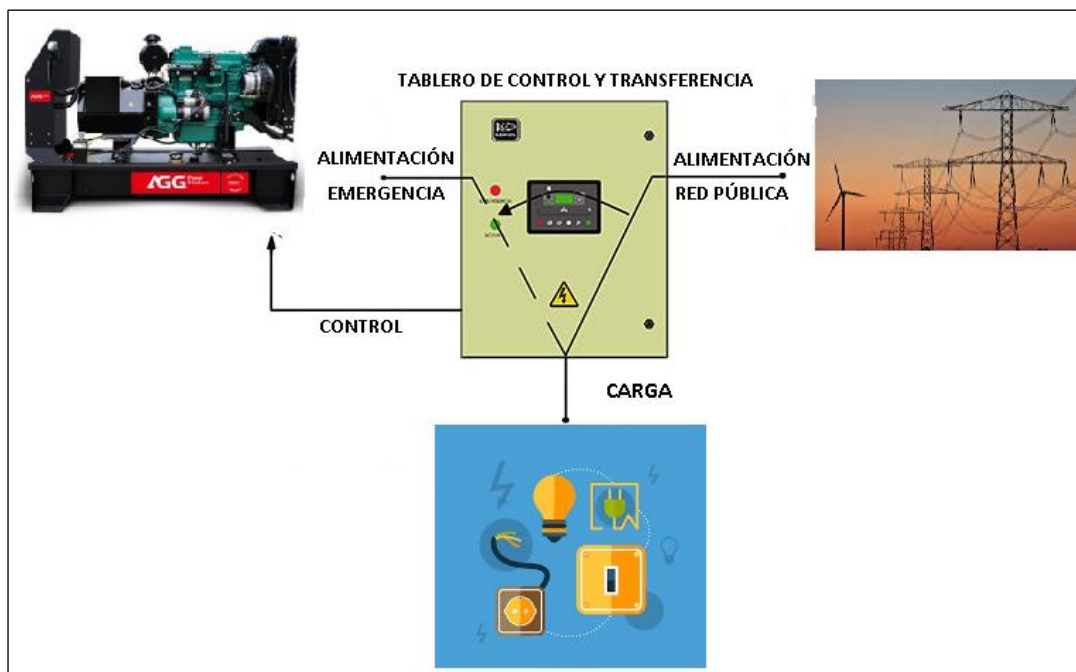
Ahora dado la necesidad de tener una alternativa para producir energía nacen los generadores eléctricos pero que en su mayor parte son usadas como una alternativa o emergencia en el caso de que la red principal falle. Hoy en día muchos sectores como el industrial, eléctrico, electrónico, hospitales, edificios etc., necesitan que sus equipos trabajen sin ningún tipo de interrupción inesperado, por tal motivo se necesita crear un sistema de respaldo que me permita avanzar de energía en el caso de falla o cortes en el suministro de energía eléctrica de la red pública, para contrarrestar dichos fallos o cortes se cuenta con los sistemas de transferencia de energía eléctrica.

#### **2.1 Sistema de transferencia automática (ATS)**

Un sistema de transferencia de energía eléctrica es un sistema que se utiliza para transferir energía eléctrica de una fuente de energía a un receptor de energía de manera eficiente y segura. El objetivo principal de este sistema es suministrar energía eléctrica a una carga en todo momento, incluso en situaciones de emergencia, para garantizar la continuidad del servicio. [10]

El Sistema de Transferencia de Energía Eléctrica está compuesto por los siguientes elementos:

- Suministro de energía (Red pública)
- Generador eléctrico de emergencia (Grupo electrógeno)
- Tablero de transferencia (Manual-Automático)
- Cargas eléctricas (Edificios, Hospitales, Fabricas, etc.)



**Figura 1:** Elementos de un sistema de transferencia Eléctrico

**Fuente:** Autores

Para tener una mejor comprensión de estos elementos indispensables en un sistema de transferencia, se da a conocer la función que cumple cada uno de estos.

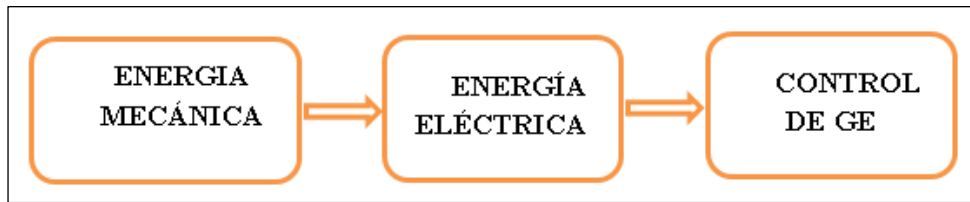
## 2.2 Suministro de energía

Hay muchas formas de generar energía, una de las más empleadas por su cantidad de energía que puede producir son las centrales hidroeléctricas, central nuclear, también se cuenta, con alternativas como una central eólica, central solar fotovoltaica. Vale recalcar que la mayoría de estos tienen algo en común que el aprovechamiento de la naturaleza es decir que su funcionamiento se basa en energías renovables y por ende para su instalación va a depender de posiciones geográficas o condiciones climáticas que no están disponibles en todas las partes del mundo y por ello no pueden ser construidas en cualquier parte.

El suministro de energía eléctrica se refiere al proceso de proveer electricidad a los consumidores, ya sea a nivel residencial, comercial, industrial o a gran escala. Este suministro implica la generación, transmisión y distribución de electricidad generada en centrales de diversas fuentes y ser llevadas a los usuarios finales que lo requieran. Los sistemas que suministran energía están compuestos por otros subsistemas; en un mercado liberalizado, cada subsistema es propiedad de una empresa diferente y se permite la libre competencia en cada uno de ellos. [10]

### 2.3 Generador eléctrico de emergencia (Grupo Electrónico)

Un grupo electrónico, también conocido como generador eléctrico o generador de respaldo, es un dispositivo que genera electricidad de forma autónoma mediante la conversión de energía mecánica en energía eléctrica. Es utilizado como fuente de energía de respaldo en caso de cortes de suministro eléctrico o en áreas donde no hay acceso a la red de electricidad. Un grupo electrónico consta de tres partes fundamentales como indica el diagrama de bloques, estos son:



**Figura 2:** Partes fundamentales de un Grupo Electrónico

**Fuente:** Autores

La energía mecánica está representada por el motor de esta manera el alternador gira y genera electricidad para esto existen dos tipos de motores que se usan a gasolina y diésel, por lo general los motores diésel son los más utilizados en grupos electrónicos.

Bajo la norma ISO 8528 que me indica la norma para métodos de prueba de grupos electrónicos impulsados por motores, hay dos regímenes de funcionamiento para los grupos electrónicos, los de generación y emergencia. [9]

#### 2.3.1 Clasificación de los grupos electrónicos

Los grupos electrónicos se pueden clasificar de diferentes formas según varios criterios. A continuación, se presentan algunas clasificaciones comunes de los grupos electrónicos:

##### **Según el tipo de combustible utilizado:**

- Grupos electrónicos diésel: Utilizan combustible diésel como principal fuente de energía. Son comunes en aplicaciones comerciales, industriales y de respaldo.
- Grupos electrónicos de gasolina: Utilizan combustible de gasolina. Suelen ser más pequeños y se utilizan en aplicaciones más ligeras o en uso ocasional. [11]

##### **Según la potencia y capacidad de carga:**

- Grupos electrónicos de baja potencia: Tienen una potencia nominal generalmente inferior a 100 kW y se utilizan en aplicaciones residenciales, pequeños comercios y eventos.

- Grupos electrógenos de media potencia: Tienen una potencia nominal que va desde aproximadamente 100 kW a 1 MW y se utilizan en aplicaciones comerciales e industriales de tamaño mediano.
- Grupos electrógenos de alta potencia: Tienen una potencia nominal que supera 1 MW y se utilizan en aplicaciones industriales, centros de datos, hospitales, complejos comerciales, entre otros. [1]

**Según la configuración y movilidad:**

- Grupos electrógenos estacionarios: Son instalados en un lugar fijo y se utilizan para suministrar energía a un edificio o una instalación específica.
- Grupos electrógenos portátiles: Son más pequeños y compactos, diseñados para ser transportados fácilmente y utilizados en diferentes ubicaciones temporales. [1]

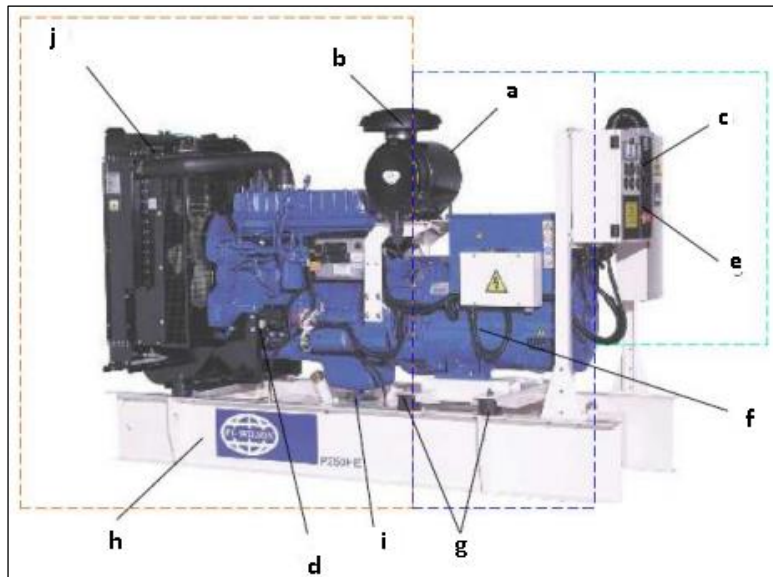
**Grupos electrógenos según la tensión:**

- Monofásicos: la mayoría de los grupos electrógenos de baja potencia (hasta 5 kW) suministran corriente alterna a una tensión de 220V
- Trifásicos: los generadores de potencia superior en cambio suelen incorporar tomas de corriente alterna a 400V. [12]

Es importante tener en cuenta que estos son solo algunos ejemplos de clasificaciones comunes de los grupos electrógenos. La clasificación exacta puede variar según otros factores, como la tecnología utilizada, las normativas locales y las necesidades específicas de cada aplicación.

**2.3.2 Partes de un grupo electrógeno**

Un grupo electrógeno está compuesto por varias partes y componentes que trabajan en conjunto para generar electricidad y que cumplan con la energía requerida. A continuación, se muestra las partes principales de un grupo electrógeno.



**Figura 3:** Partes de un grupo electrógeno

Fuente: [2]

- a. Filtro purificador de aire.
- b. Tubo de escape.
- c. Controlador del grupo electrógeno.
- d. Alternador para cargar el motor.
- e. Control de velocidad del motor.
- f. Generador energía eléctrica.
- g. Soporte anti-vibraciones.
- h. Base para el grupo electrógeno.
- i. Radiador.
- j. Tanque de combustible.

Estas son algunas de las partes principales que componen un grupo electrógeno. Es importante aclarar que la configuración y los componentes pueden variar según el modelo, la capacidad y los requisitos específicos de cada grupo electrógeno.

### 2.3.3 Funcionamiento del grupo Electrógeno

El funcionamiento de un grupo electrógeno involucra varios pasos y etapas. A continuación, se describe de manera general el proceso de funcionamiento de un grupo electrógeno:

- **Arranque del motor:** El arranque puede ser manual o automático, dependiendo del sistema de arranque del grupo electrógeno. En el caso de un arranque manual, se acciona el interruptor o se realiza una secuencia de pasos para encender el motor. En

el caso de un arranque automático, el sistema de control detecta un corte de energía en la fuente principal y activa automáticamente el motor. [11]

- **Generación de energía mecánica:** Una vez que el motor está en funcionamiento, convierte la energía del combustible en energía mecánica a través de la combustión.
- **Transformación a energía eléctrica:** La energía mecánica generada por el motor se transmite al alternador. El alternador consta de un rotor y un estator, y utiliza principios electromagnéticos para convertir la energía mecánica en energía eléctrica. [13]
- **Distribución de la energía eléctrica:** La energía eléctrica generada por el grupo electrógeno se distribuye a través de los circuitos eléctricos conectados al panel de distribución. Esto permite alimentar los equipos, sistemas y cargas eléctricas que requieren energía.
- **Apagado y parada:** Una vez que se restablece el suministro de energía de la red principal o se resuelve la causa del corte de energía, el grupo electrógeno puede apagarse y detenerse. Esto puede realizarse manual o automáticamente a través del sistema de control, dependiendo de la configuración del grupo electrógeno y los requisitos de la aplicación.

Es importante destacar que, durante todo el proceso de funcionamiento del grupo electrógeno, se deben mantener y monitorear los niveles de combustible, refrigeración, lubricación y otros parámetros para garantizar un funcionamiento seguro y confiable del equipo. Además, es esencial seguir las instrucciones del fabricante y cumplir con los procedimientos de mantenimiento recomendados para asegurar un rendimiento óptimo y prolongar la vida útil del grupo electrógeno.

#### **2.3.4 Instalación de un grupo Electrógeno**

La instalación de un grupo electrógeno requiere seguir ciertos pasos y consideraciones para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente. Por ello nos basaremos en lo que dice la NORMA Ecuatoriana de construcción (NEC) ya que nos proporciona una guía para la instalación de un grupo electrógeno:

- El Generador de emergencia debe estar ubicado en un lugar accesible para su instalación, operación y mantenimiento, sin interferencia de ningún tipo, este espacio deberá ser de uso exclusivo del sistema eléctrico de suministro de la edificación.



- El Generador de emergencia debe ser seleccionado tomando en cuenta el tipo de usuario, de acuerdo con la altura a nivel del mar y a las condiciones del ambiente.
- Se debe tener en cuenta el montaje mecánico del generador. Si el equipo cuenta con un sistema antivibración la losa no requiere ninguna consideración especial salvo soportar el peso del equipo; caso contrario se deberá construir una base apropiada que evite la transmisión de la vibración al resto de la estructura.
- La evacuación de gases del escape al exterior debe ser lo más directa posible, la ubicación de la salida al exterior se debe cumplir con las reglamentaciones u ordenanzas municipales.
- Se recomienda contemplar la instalación y conexión de todos los accesorios que requiere el generador para garantizar su adecuado funcionamiento y su disponibilidad oportuna.
- Se debe cumplir con las normas de niveles de ruido y contaminación aplicables de acuerdo con el reglamento u ordenanza de la Dirección Ambiental de la localidad o del Órgano Competente. [14]

#### 2.4 Tablero de transferencia (Manual-Automático)

Es el encargado de la gestión del arranque y la parada del grupo electrógeno bien sea de manera manual o automática a través de una transferencia. Entre sus funciones está la de vigilar el estado de las alarmas, y la operación del estado de los interruptores de transferencia.[18] Esto garantiza una transferencia segura de la fuente de energía principal (red pública) a una fuente de energía de respaldo, como un generador, este hace que se activen los componentes correspondientes a la entrada de emergencia, y dar energía desde la planta eléctrica, luego de cumplir con las pautas de encendido previstas para el mismo.



**Figura 4:** Tablero de Transferencia Eléctrica

**Fuente:** [3]

En la actualidad hay varios tipos de tableros de transferencia que son muy utilizados, como pueden ser: interruptor de transferencia automática (ATS), el interruptor de transferencia estático (STS) y el interruptor de transferencia manual (MTS).

La diferencia de estos, son los tiempos de duración de la transferencia. Un MTS depende del tiempo de respuesta de un operario para realizar el cambio, en el otro extremo un STS la transferencia puede durar menos de medio ciclo. [1]

En este trabajo de investigación se tomó en cuenta principalmente al sistema de transferencia manual y sistema de transferencia automático ya que esto nos permite obtener una respuesta rápida y una respuesta según el usuario lo tome como necesaria.

#### **2.4.1 Transferencia manual**

Este tipo de sistema requiere la intervención manual para cambiar la fuente de alimentación. Por ejemplo, en caso de una interrupción del suministro eléctrico de la red principal, se desconecta manualmente de la red y se conecta a una fuente alternativa, como un generador o baterías. También se hace uso de este tipo de transferencia cuando se quiera dar algún tipo de mantenimiento o revisión de los equipos. [10] Principalmente están compuesto por elementos tales como interruptores termomagnéticos y llave conmutadora.

#### **2.4.2 Transferencia automática**

Es un conjunto de componentes que se utilizan para cambiar automáticamente la fuente de alimentación eléctrica de un sistema, generalmente de la red de suministro público a un generador eléctrico (grupo electrógeno) en caso de una interrupción del suministro eléctrico. Los sistemas de transferencia automática brindan ventajas que permiten evaluar parámetros, procesar información, ejecutar tareas específicas de forma autónoma, y tiene la capacidad rápida de respuesta ante cualquier fallo del flujo eléctrico que para cualquier sistema no automático involucraría grandes cantidades tiempo. [15]

La transferencia automática generalmente se basa en elementos que monitorea constantemente los parámetros eléctricos (voltaje, frecuencia) de las fuentes de energía primaria y de respaldo. Si existe un fallo en el suministro de la red principal, el ATS transferirá automáticamente el circuito de carga de la fuente de respaldo. Como regla general, la mayoría de los interruptores de transferencia automática buscan la conexión a la fuente de energía primaria (servicio público) de forma predeterminada y solo se conectarán a la fuente de energía alternativa cuando sea necesario o se le solicite hacerlo. [10]

## 2.5 Elementos de un Sistema de transferencia automático

Los elementos que constituyen un tablero de transferencia tanto como manual o automática son: el gabinete que contiene todos los elementos, el interruptor de conmutación integrado con los transformadores de corriente y voltaje, el controlador programado con las operaciones frente a los distintos escenarios y fuentes primarias y secundarias de la instalación, y por último los dispositivos auxiliares, sensores, elementos de comunicación, cableado, conectores, fuentes auxiliares de energía, entre otros.

A continuación, describiremos los elementos que constituyen un sistema de transferencia automática sin antes aclarar que esto puede variar según el diseño o finalidad de su uso.

### 2.5.1 Contactores

Son dispositivos electromecánicos similares a un relevador con diferencia que estos soportan mayor potencia, cuentan con tres contactos principales y son normalmente abiertos cuya función es soportar toda la potencia de consumo. El uso de contactores es importante, gracias a que estos equipos son lo principal para poner en marcha un circuito eléctrico y de equipos. De esta manera sus contactos auxiliares permiten a que todo el sistema de control y fuerza en un sistema eléctrico entre en modo de operación cada vez que los contactos sean accionados ya sea automáticamente o mediante un operador. [16]



Figura 5: Contactor

Fuente: [12]

### 2.5.2 Relé Encapsulado de 8 pines 220V

Un relé encapsulado de 8 pines a 220V es un dispositivo eléctrico que se utiliza para controlar la conexión o desconexión de un circuito eléctrico en función de la activación de

una señal de entrada. El relé consta de una bobina, que se activa con una tensión o corriente específica, y contactos que se abren o cierran cuando la bobina se activa o desactiva.



**Figura 6:** Relé encapsulado de 8 pines 220V

**Fuente:** [12]

Los relés se utilizan para controlar y supervisar la transferencia de carga entre diferentes fuentes de alimentación. Estos son comandados por el PLC, los relés también cumplen la función de proteger los canales de salida del PLC frente a un corto circuito. [11]

### 2.5.3 Interruptores termomagnéticos

Los interruptores termomagnéticos, también conocidos como disyuntores, son dispositivos de protección utilizados en el sistema de transferencia y en el sistema eléctrico en general. Estos interruptores cumplen la función de proteger los circuitos y los equipos eléctricos contra sobrecargas y cortocircuitos.



**Figura 7:** Interruptores termomagnéticos

**Fuente:** [3]

#### 2.5.4 Luces piloto

Los pulsadores luminosos que se instalara en el tablero en la parte frontal nos indican el estado por el cual se encuentra el tablero de transferencia automática ya sea en modo automático, modo manual, como también indicara el estado de la red, y frente a una falla que se presente con el suministro de energía se encenderá o apagara las lámparas piloto.



**Figura 8:** Luces piloto

**Fuente:** [10]

#### 2.5.5 Selector 3 posiciones

Un selector de 3 posiciones es un interruptor o conmutador que permite seleccionar entre tres estados o funciones diferentes. Estos interruptores se utilizan en una variedad de aplicaciones en las que se necesita alternar entre tres opciones distintas. Aquí tienes una descripción de las tres posiciones típicas en un selector de 3 posiciones:



**Figura 9:** Selector 3 posiciones

**Fuente:** [10]

#### 2.5.6 Controlador lógico programable (PLC)

Un PLC es un dispositivo utilizado en sistemas de automatización y control industrial, permite controlar, supervisar y automatizar procesos y máquinas en una amplia variedad de

aplicaciones industriales. Estos dispositivos son esenciales en entornos de fabricación, procesamiento y control de maquinaria.

Un PLC (Controlador Lógico Programable) se puede utilizar en un sistema de transferencia automática para controlar y supervisar el proceso de conmutación entre una fuente de energía principal y una fuente de respaldo.

En un sistema de transferencia automática, el PLC se encarga de monitorear la fuente de energía principal y activar la fuente de respaldo en caso de una interrupción o fallo en la fuente principal. Esto implica la supervisión continua de las señales eléctricas y la toma de decisiones en función de las condiciones del sistema.



**Figura 10:** Plc Siemens Logo V8

**Fuente:** [16]

El PLC se conecta a sensores y dispositivos de conmutación para detectar y controlar la disponibilidad y calidad de la energía. Los sensores pueden incluir dispositivos de medición de voltaje, corriente, frecuencia, entre otros. Los dispositivos de conmutación, como contactores o interruptores automáticos, se utilizan para cambiar la alimentación entre las fuentes principal y de respaldo. [12]



**Figura 11:** Funcionamiento del PLC

**Fuente:** Autores

El PLC se programa utilizando un software de desarrollo específico que permite definir la lógica de control y las secuencias de operación del sistema de transferencia automática. Esto incluye la configuración de las entradas y salidas del PLC, la definición de las condiciones para activar la fuente de respaldo, la programación de temporizadores y retardos, y la supervisión del estado del sistema.[19]

Cada fabricante proporciona su propio software que está diseñado específicamente para programar y configurar sus PLCs.

### **2.5.7 Lenguaje de programación para Plc**

Hoy en día existe una variedad de lenguajes para programar sistemas de automatización dependiendo de las marcas de los Plc.

Para programar un PLC Logo es necesario dos tipos de lenguaje para su ejecución:

- **Lenguaje FUP (Funktionsplan):** Es un tipo de lenguaje de programación de diagramas de funciones utilizado en la programación de controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de automatización industrial.

También se lo llama diagrama de bloques ya que toda su programación está hecha mediante bloques de compuertas lógicas; AND, OR, NOT, XORD, NAND, NOR, entre muchas más. De esta forma se pueda visualizar una programación agrupada por diferentes bloques donde cada uno de ellos cumplen funciones diferentes. [16]

El lenguaje es particularmente adecuado para sistemas de control secuenciales y lógicos, comunes en la automatización industrial.

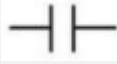
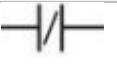
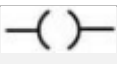
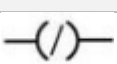
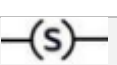
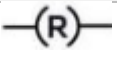
- **Lenguaje KOP (Kontaktplan):** Es un tipo de lenguaje de programación de diagramas de contactos utilizado en la programación de controladores lógicos programables (PLC) y sistemas de automatización industrial. Es también conocido como lenguaje de escalera. En KOP, se representan las funciones y la lógica de control utilizando símbolos gráficos que se asemejan a contactos eléctricos y relés. Se menciona que este es el lenguaje más fácil de entender y el más utilizado para las programaciones de PLC. [16]

### 2.5.8 Funciones de Programación en un PLC

Para esto se enfoca en las funciones básicas del lenguaje de escalera (Lader). Aquí hay algunos elementos básicos del lenguaje de programación LAD utilizado en los PLC Logo de Siemens:

**Tabla 1:** Funciones básicas lenguaje Lader

Fuente: Autores

Símbolo	Nombre	Característica
	Contacto NA	Representan como interruptores abiertos, se activa cuando hay un uno lógico en el elemento.
	Contacto NC	Representa como interruptores cerrados, se activa cuando hay un cero lógico en el elemento.
	Bobina NA	Representar salidas o acciones de control, se activa cuando la combinación que hay a su entrada da un uno lógico.
	Bobina NC	Representar salidas o acciones de control, se activa cuando la combinación que hay a su entrada da unos cero lógicos.
	Bobina Set	Una vez activa no se puede desactivar si no es por su correspondiente bobina en Reset.
	Bobina Reset	Permite desactivar una bobina Set, previamente activa.

Existen también funciones especiales y son representados en formatos de bloque tales como se muestra a continuación:

**Temporizadores;** los temporizadores se utilizan para introducir retardos en una secuencia de control. Los temporizadores pueden ser temporizadores a la conexión (TON), temporizadores a la desconexión (TOF), o temporizadores on-delay y off-delay (TONR, TOFR), entre otros.

**Contadores;** los contadores se utilizan para contar eventos o pulsos. Pueden ser contadores ascendentes (CTU) o contadores descendentes (CTD) y se utilizan para llevar un registro de eventos específicos en el proceso de control.



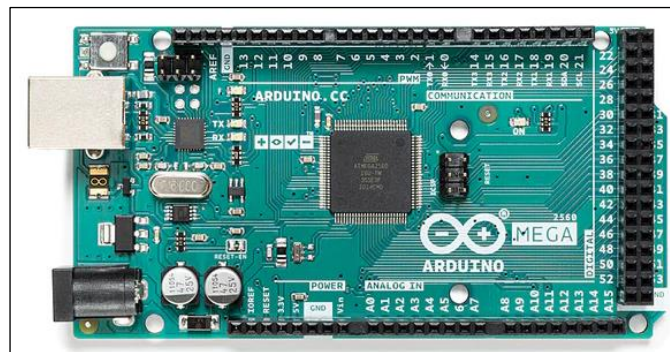
**Comparadores;** los comparadores se utilizan para comparar dos valores y tomar decisiones basadas en la relación entre ellos, como verificar si un valor es igual a, mayor que o menor que otro valor.

Estas son algunas de las funciones especiales comunes que se pueden encontrar en la programación en escalera en PLC. La disponibilidad y la sintaxis exacta de estas funciones pueden variar según el fabricante del PLC y el modelo específico.

## 2.6 Arduino

Arduino es una placa o plataforma de hardware de código abierto que se centra en un microcontrolador y un entorno de desarrollo (software). Su propósito es simplificar la incorporación de componentes electrónicos en una variedad de proyectos interdisciplinarios.

[17]



**Figura 12:** Arduino Mega 2560 Rev3

Fuente: [18]

## 2.7 Sistema de control de acceso mediante visión artificial

Un sistema de control de acceso mediante visión artificial es una solución tecnológica que utiliza cámaras y software avanzado para supervisar y gestionar el acceso a una ubicación o instalación. Este sistema permite identificar y autenticar a las personas que intentan ingresar a un área específica, como un edificio, una habitación o una instalación, al utilizar la detección y el reconocimiento de características visuales.

### 2.7.1 Sistema Biométrico

Un sistema biométrico está conformado por varios componentes como son el Hardware y el respectivo Software que son necesarios para el reconocimiento. Esto implica que dentro de Hardware se incluyen dispositivos o sensores los cuales son los encargados de extraer las características y datos para previamente ser procesados por el Software. [19]

Todos los seres Humanos poseemos de características físicas que nos diferencian, tales como la forma de nuestra cara, ojos, cuerpo y la cual es más conocida nuestras huellas digitales que son rasgos que nos diferencian del resto de personas. [19]

Un sistema con tecnología biométrica se basa a través de reconocimiento de huellas digitales, a través de datos ópticos y también en sistemas de reconocimiento por voz, este tipo de sistemas biométricos en los últimos años ha sido utilizados como controles de seguridad, registro de personas, entre variedades de aplicaciones. [20]

## **2.8 Modelo de Tecnologías Biométricas.**

### **2.8.1 Recopilación de datos**

Los sistemas biométricos se basan en la medición de características del comportamiento, las cuales deben presentar una amplia variabilidad entre individuos, pero una variabilidad mínima para cada individuo de medición a medición. Los cambios inevitables en el comportamiento pueden afectar la capacidad de repetición y la distinción en las mediciones, las cuales buscan características del comportamiento que sean distintivas y consistentes para cada individuo, a fin de garantizar la precisión y la repetibilidad en las mediciones biométricas. [21]

### **2.8.2 Transmisión de datos**

Algunos sistemas biométricos no recopilan datos en la misma ubicación donde se almacenan y procesan. En estos casos, se requiere la transmisión de datos, lo cual puede ser un desafío si implica una gran cantidad de información. La compresión de datos es crucial para reducir el ancho de banda y el espacio de almacenamiento necesarios. Un área de investigación interesante se centra en encontrar métodos de compresión que tengan un impacto mínimo en el subsistema de procesamiento de señales. En caso de que el sistema sea abierto, los protocolos de compresión y transmisión deben ser estandarizados para permitir que cada usuario pueda reconstruir la imagen original a partir de los datos. [21]

### **2.8.3 Procesamiento de señales**

La extracción de características biométricas tiene como objetivo analizar el modelo biométrico real en relación con la presentación y las características del sensor, teniendo en cuenta las pérdidas de ruido y la señal transmitida. El siguiente paso es preservar el modelo biométrico, conservando las cualidades distintivas y repetibles, y descartando aquellas que no lo sean o que sean redundantes. El proceso de coincidencia con el modelo tiene como

propósito comparar una muestra actual con las características de un modelo almacenado, y proporcionar al subsistema de decisión una medida cuantitativa de la comparación. [21]

#### **2.8.4 Almacenamiento de información**

El almacenamiento de información en el contexto de la captación y verificación de características biométricas implica que una persona se registre previamente en el sistema. Durante el proceso de registro, el sistema captura una característica biométrica específica de la persona, como su huella digital, y la procesa para generar un modelo de referencia electrónico. Este modelo de referencia será utilizado posteriormente para verificar la autenticidad de la característica biométrica durante el proceso de verificación del sistema. [21]

### **2.9 Tipos de sistema Biométricos**

#### **2.9.1 Reconocimiento Dactilar**

Este tipo de sistema está conformado por un conjunto de pequeños arcos, ángulos, remolinos, cabe recalcar que ninguna persona posee las mismas huellas dactilares, este sistema biométrico es el más utilizado en la actualidad, debido a que son muy útiles para restringir accesos a diferentes dispositivos electrónicos así también como el ingreso a las instalaciones de una empresa. [22]

#### **2.9.2 Reconocimiento por Voz**

Utiliza el tono de voz de cada persona, varios de los inconvenientes que presenta este tipo de sistemas es que en el momento de verificar la identidad de cada una de las personas pueden estar expuestas a diferentes interferencias, ruidos externos, enfermedad que podría afectar a la voz o hasta el envejecimiento que podrían afectar al reconocimiento de la voz. [22]

#### **2.9.3 Reconocimiento por Patrones**

El reconocimiento por patrones es una rama importante de la Inteligencia Artificial la cual permite clasificar la información en varias categorías o patrones, que mediante la adquisición

de señales o imágenes se pueden obtener características que serán procesados por sistemas informáticos para la identificación de los respectivos objetos a identificar, se debe tomar en cuenta que los patrones son conjuntos de características de una imagen. [22]

#### **2.9.4 Reconocimiento por Iris**

Este tipo de reconocimiento es más estable que utilizar cualquier otra característica del ojo ya que se usan las características esenciales como de la retina o de la córnea, ya que independientemente del estado de la persona este método de reconocimiento es posible sin depender de las variaciones de iluminación, para la recolección de los datos se emplean un cierto tipo de cámaras infrarrojas con el fin de obtener una imagen correcta del iris, esta técnica no es perjudicial para la persona ya que la córnea esta lubricada y posee un alto índice de reflexión por lo que el escáner no interviene directamente al ojo. [23]

#### **2.9.5 Reconocimiento Facial**

Este sistema de reconocimiento facial es una aplicación informática que utiliza algoritmos para identificar y verificar automáticamente a una persona en una imagen digital. Esto se logra comparando las características faciales detectadas en la imagen con una base de datos faciales previamente almacenada. El sistema utiliza tecnologías de análisis facial para reconocer y autenticar la identidad de las personas a por medio de imágenes. [21]

#### **2.9.6 Machine Learning**

El aprendizaje automático es una rama de la inteligencia artificial, se enfoca en automatizar los diferentes patrones o distintas tendencias en los datos utilizando diferentes algoritmos para llevar a cabo estas tareas. Para lo cual es necesario elegir adecuadamente un algoritmo apropiado y ajustarlos a nuestras necesidades para poder abordar problemas concretos mediante predicciones y decisiones. [24]

## **2.9.6.1 Tipos de Machine Learning**

### **2.9.6.1.1 Aprendizaje Supervisado**

Este tipo de aprendizaje este tipo de algoritmos operan con datos etiquetados, donde la información de salida es previamente conocida, el objetivo principal de este aprendizaje es encontrar una función mediante las variables de entrada, se pueda asignar de manera precisa la etiqueta de salida, generalmente es usado en problemas de clasificación y de regresión. [24]

### **2.9.6.1.2 Aprendizaje No Supervisado**

Para este aprendizaje se aplica cuando no existen datos etiquetados disponibles para el entrenamiento, en este escenario solo se tienen únicamente los datos de entrada, sin datos de salida correspondientes, se centra principalmente en describir la estructura de los datos con la finalidad de identificar de alguna manera que facilite el análisis, ya que busca comprender la naturaleza de los datos sin un objetivo en específico, siendo utilizado en problemas de clustering (agrupamientos basados en similitud), agrupamiento de coocurrencias, perfilado o profiling. [24]

### **2.9.6.1.3 Aprendizaje por Refuerzo**

Se enfoca en mejorar el rendimiento a través de un proceso de retroalimentación, el funcionamiento del algoritmo aprende observando y experimentando con su entorno utilizando como herramienta la retroalimentación que recibe como respuesta a sus acciones, en conclusión, este sistema aprende a través de un proceso de prueba y error. [24]

## **2.9.6.2 Etapas de un Reconocimiento Facial**

Dentro de las Etapas teóricas sobre el funcionamiento del control de acceso mediante el reconocimiento facial para la obtención de características y clasificación de los patrones extraídos conta de 5 fases. [23]

### **2.9.6.2.1 Detección de Rostro**

En la etapa de detección el objetivo principal es localizar la región facial excluyendo el fondo de la imagen, se usan plantillas como por ejemplo “Bootstrap” o Eigenface, los cuales ayudan a la detección de caras y eliminan los patrones que no son correspondientes al rostro. “Bootstrap” es una técnica basada en patrones que usa rostros de personas como patrones agrega falsos positivos como “patrones de no-rostro”. Cada vez que aparecen nuevos falsos,

se agregan como patrones adicionales, esto permite que la técnica funcione como un clasificador de patrones. Eigenface sin embargo es una herramienta basada en el Análisis de Componentes Principales (PCA), que comprime las imágenes obtenidas a través de un PCA formando espacio de características, cada espacio es una matriz que contiene una serie de vectores que representan la variación de los valores de gris de cada pixel de la imagen. [23]

#### **2.9.6.2.2 Acontecimiento**

En la etapa de acondicionamiento, se determinan las componentes y escalas en las que se encuentra el rostro, esto se logra mediante transformaciones geométricas. [21]

#### **2.9.6.2.3 Normalización**

La normalización espacial tiene como objetivo alinear los centros del rostro, como los ojos, determinando el número de píxeles entre su distancia, además se realiza la extracción de las características exclusivamente de la región facial, excluyendo los elementos como el cabello. [21]

#### **2.9.6.2.4 Extracción de las características**

La extracción de características implica obtener los rasgos distintivos de cada rostro, lo cual permite su clasificación en diferentes enfoques, existiendo diversos enfoques como el holístico en el cuál la imagen del rostro es un todo, por características el cual da importancia a diferentes partes de la cara, y el enfoque híbrido que se enfoca en características tanto locales y globales para el reconocimiento facial. [23]

#### **2.9.6.2.5 Reconocimiento**

En esta etapa se clasifican las características extraídas del rostro de la persona, en el cual se determinan un patrón de entrada para una clase predefinida, para reconocer a una persona en específico se evalúan similitudes encontradas en el patrón de su rostro que permite la clasificación de este. [23]

### **2.9.7 Algoritmo de Viola Jones**

El algoritmo de Viola Jones es una técnica de detección de rostros que se caracteriza por su eficiencia computacional y la capacidad de operar en tiempo real. Fue desarrollado para abordar el desafío de la detección de rostros y se basa en comparar la intensidad de luz en regiones rectangulares denominadas “Haar-Like”. Estas comparaciones se realizan utilizando una técnica llamada imagen integral. El algoritmo funciona en cascada, y utiliza

un enfoque de aprendizaje llamado AdaBoost para mejorar su rendimiento en la detección de rostros, demostrando ser efectivo para identificar caras en imágenes en tiempo real. [25]

### 2.9.8 Clasificador Haar Like

Las características Haar Like son elementos rectangulares sencillos utilizados como entradas para el clasificador en cascada. Estas características forman parte de un enfoque para la detección de objetos en imágenes, y son descripciones muy básicas que se buscan en las imágenes. Consisten en comparaciones de intensidades de luz entre regiones rectangulares contiguas en la figura se observa varios clasificadores en cascada. [25]

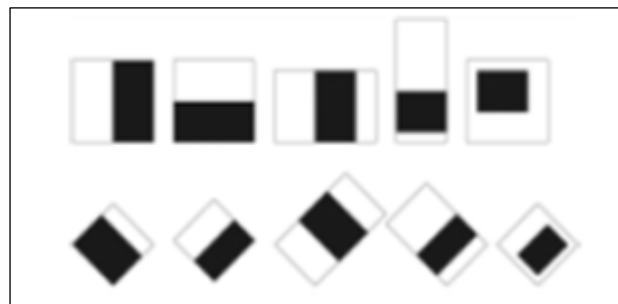


Figura 13: Filtros que utilizan características de tipo Haar Like

Fuente: [25]

### 2.9.9 LBP (Patrón Binario Local)

Es un operador de textura que, a pesar de su simplicidad, resulta altamente eficaz en la etiquetación de píxeles en una imagen. Este operador se basa en un umbral de vecindad si es mayor o menor aplicado a cada píxel, generando un resultado en forma de número binario. Su destacada simplicidad computacional ha hecho que la operación con texturas LBP sea ampliamente aceptada en diversas aplicaciones. Una de las ventajas notables de LBP es su resistencia a variaciones monótonas en la escala de grises causadas por cambios en la iluminación, lo que lo hace robusto en estos escenarios. [26]

### 2.9.10 Procedimiento de extracción de características

Implica la reducción de información requerida para representar una imagen y así capturar sus características clave. [27]

**Tabla 2:** Comparación de métodos para la extracción de características

Fuente: [27]

Método	Ventajas	Desventajas
LBPH	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se ve afectado por variaciones de iluminación</li> <li>• Es adaptable a entrenamiento adicional.</li> <li>• Requiere menos Procesamiento de imágenes.</li> <li>• Presenta la menor tasa de error en el reconocimiento facial en comparación con los otros 2 métodos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida de información espacial es una desventaja importante del LBPH en análisis de textura.</li> </ul>
EIGENFACES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para un conjunto pequeño de datos resulta eficiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensible a variaciones en la iluminación.</li> <li>• Requiere alto poder computacional.</li> <li>• Problemas con imágenes de alta resolución.</li> <li>• Resultados de PCA no son discriminativos.</li> </ul>
FISHERFACES	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiene en cuenta la variabilidad de la iluminación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta mayor margen de error en comparación de los tres.</li> <li>• No admite reentrenamiento</li> <li>• Requiere un extenso preprocesamiento de imágenes.</li> </ul>



### 2.9.11 Método LBPH Histograma de Patrones Binarios Locales

Tras la detección facial, se analiza la región que contiene el rostro, representándola mediante métodos como el LBP, diseñado para texturas y usado en sistemas de reconocimiento facial como se aprecia en la figura 14.

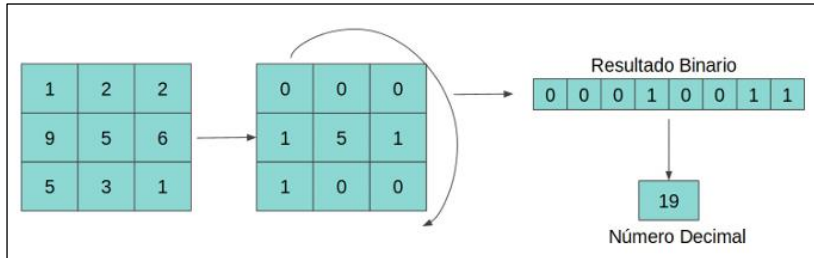


Figura 14: Procedimiento LBP

Fuente: [27]

LBP trabaja con imágenes en escala de grises, las cuales se dividen en segmentos de tamaño  $X*Y$ , estos segmentos se exploran utilizando una máscara de  $n*m$  píxeles, donde se compara el valor del píxel central con los píxeles vecinos. Si el píxel central es menor que sus vecinos, se asigna un valor de 0, y si es mayor, se asigna un valor de 1, generando así un número binario que reemplaza al valor central. [27]

LPBH entonces en lugar de considerar la imagen en su totalidad, divide la imagen en regiones más pequeñas extrayendo la información de textura local de cada región, una vez calculado los patrones binarios locales se crea un histograma que resume la frecuencia de ocurrencia de cada patrón binario, siendo el resultado final un vector de datos que representa a la imagen que finalmente resultan en un Histograma de Concatenación. [28]

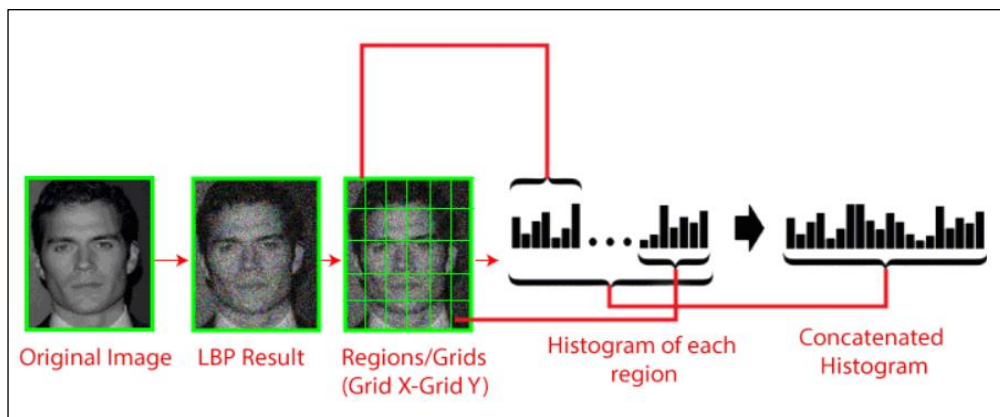


Figura 15: Extracción de características con LBPH

Fuente: [28]

## 2.10 Entorno de programación Python

Python es un lenguaje de programación versátil y fácil de aprender, con una sintaxis elegante y tipado dinámico, su interpretación y amplia biblioteca estándar lo hacen ideal para desarrollo rápido en diversas plataformas y un efectivo sistema de programación orientado a objetos, es adecuado para extender aplicaciones existentes. [29]



**Figura 16:** Logo de Python

**Fuente:** [29]

### 2.10.1 Tkinter y Python

Tkinter es una librería de Python que facilita la creación de aplicaciones de escritorio con interfaces gráficas, siendo la opción estándar para interactuar con una base de datos y permitiendo el desarrollo eficaz de interfaces en Python. [29]

## 2.11 Base de Datos Firebase

Firebase es una plataforma móvil desarrollada por Google que se enfoca en crear aplicaciones móviles de alta calidad de manera rápida, con el objetivo de aumentar la base de usuarios y la monetización de las aplicaciones. Se encuentra en la nube y es compatible con Android, iOS y web, ofreciendo flexibilidad para satisfacer las necesidades de los desarrolladores. [30]

### 2.11.1 Firebase Realtime Database

Es un servicio de Firebase que almacena y sincroniza datos de usuarios en tiempo real, accesibles desde dispositivos web y móviles. Simplifica el proceso de almacenamiento y compartición de datos, eliminando la complejidad de configurar y mantener una base de datos. [31]

### 2.11.2 Firebase Authentication

Firebase Authentication simplifica la autenticación para usuarios y desarrolladores al ofrecer servicios backend, SDK amigables y bibliotecas de UI preconstruidas. Esto permite que los desarrolladores se concentren en los usuarios en lugar de la infraestructura compleja. Firebase admite diversas formas de autenticación, como correo electrónico y proveedores externos como Twitter, Facebook y otros. [32]

### 2.12 MIT App Inventor

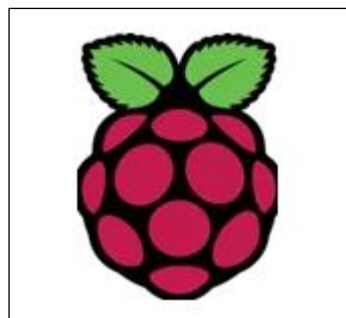


**Figura 17:** Entorno App Inventor

**Fuente** [33]

App Inventor se orienta a la creación de aplicaciones funcionales para dispositivos Android e iOS. Su objetivo es democratizar el desarrollo de software, permitiendo que incluso los jóvenes pasen de ser consumidores de tecnología a creadores activos. Se destaca por su enfoque visual e intuitivo con un lenguaje basado en bloques. [33]

### 2.13 Raspberry Pi



**Figura 18:** Logo Raspberry Pi

**Fuente:** [34]

Raspberry Pi es una serie de computadoras de placa única de bajo costo y alto rendimiento con un tamaño compacto. Se trata de un diminuto equipo informático que opera un sistema

operativo Linux, el cual brinda la oportunidad a individuos de todas las edades de explorar el mundo de la informática y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. Este dispositivo es competente para realizar la mayoría de las actividades convencionales de un ordenador de escritorio, incluyendo la navegación en línea, la reproducción de videos en alta definición, la edición de documentos de ofimática y la ejecución de videojuegos. [34]

### 2.13.1 Comunicación VNC

VNC, que significa Virtual Network Computing en inglés, es una aplicación de software de código abierto que se fundamenta en una arquitectura cliente-servidor. Permite la observación de las actividades de una computadora servidor de manera remota desde otra computadora cliente. VNC emplea el protocolo RFB para transferir datos de píxeles de pantalla entre dos sistemas a través de una red y, al mismo tiempo, permite la transmisión de eventos de control en sentido contrario. [35]

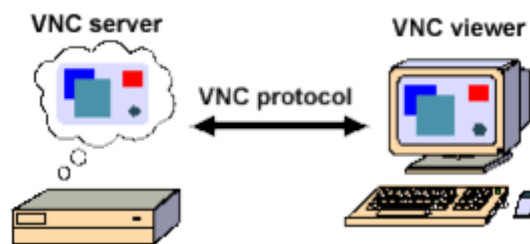


Figura 19: Componente de un sistema VNC

Fuente: [35]

### 2.13.2 Comunicación SSH

El protocolo SSH, se lo conoce como "Secure Shell". Se emplea para acceder a máquinas virtuales ubicadas en lugares remotos mediante una red. SSH utiliza técnicas de cifrado basadas en algoritmos con el propósito de garantizar que la información transmitida a través de las comunicaciones sea legible solo para los destinatarios adecuados. Esto asegura que ningún tercero pueda interceptar el nombre de usuario, la contraseña de inicio de sesión o el contenido de la sesión en ningún momento. [36]

## 2.14 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico se tomó algunos métodos y conceptos de las siguientes referencias. [37], [38]

## CAPÍTULO III

### 3. METODOLOGÍA

Como bien se sabe, la metodología se basa en un conjunto de procedimientos que se utiliza para llevar a cabo un estudio o investigación de manera sistemática y rigurosa, esto a la vez me permite obtener, analizar y evaluar datos de manera objetiva con el fin de llegar al objetivo planteado en la investigación.

#### 3.1 Tipos de investigación

Para realizar el estudio e implementación de un sistema de transferencia automática y el desarrollo de un prototipo de un sistema de reconocimiento facial se utilizaron los siguientes tipos de investigación:

##### 3.1.1 Investigación aplicada

En un Sistema de Transferencia Automática se hace el uso de una investigación aplicada, por tal motivo se centra en desarrollar, mejorar y aplicar los conocimientos tecnológicos para abordar la problemática relacionada al tiempo de encendido del generador en el caso de un corte en el suministro de energía eléctrica.

##### 3.1.2 Investigación exploratoria

Para la presente investigación se realizó una revisión de literatura sistemática recolectando información científica con respecto al diseño y construcción de prototipo de un Sistema de transferencia automática y control de acceso mediante visión artificial con un propósito innovador y con el fin de dar solución a la problemática que tiene el centro de acopio El Altar mediante tecnologías actuales y eficientes. Toda información se recolectó a partir de las bases de datos científicas en los diferentes repositorios de universidades nacionales y extranjeras que son de acceso libre en la web.

##### 3.1.3 Investigación Experimental

Esta parte de la presente investigación es de tipo experimental ya que tiene como finalidad crear un prototipo de Control de Acceso usando técnicas de reconocimiento facial el cual consta de varias etapas que se han definido en el transcurso del proyecto, se da una breve explicación como se conforma el sistema empezando por la Adquisición de Datos,

Entrenamiento y Reconocimiento el cual mediante los actuadores me permiten validar el acceso, en este caso se ha realizado una maqueta que indica el funcionamiento.

### **3.1.4 Fuentes de información**

Para la presente investigación se realizó una revisión de literatura sistemática recolectando información científica con respecto al diseño y construcción de prototipo de un Sistema de transferencia automática y control de acceso mediante visión artificial con un propósito innovador y con el fin de dar solución a la problemática que tiene el centro de acopio El Altar mediante tecnologías actuales y eficientes. Toda información se recolectó a partir de las bases de datos científicas en los diferentes repositorios de universidades nacionales y extranjeras que son de acceso libre en la web.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población ATS**

La población en base al sistema de transferencia automático se tomará una medición cada 5 minutos para evaluar el flujo constante de la red dando como resultado un total de 288 valores por día y se tomará en cuenta para poder verificar un total de muestras con respecto a un mes de variaciones o cambios en la red de energía dando un total de 8928 valores distintos en un mes.

En cuanto al Reconocimiento Facial, en base a que la capacidad de la raspberry pi tiene una capacidad de memoria limitada se tomaran como prueba un total de 500 valores para un total de 6 personas, dando como resultado un total de 3000 datos a utilizar.

### **3.2.2 Muestra ATS**

Para el Sistema de transferencia Automático, se procede a calcular la muestra mediante la fórmula para estimación de una media, con un nivel de confiabilidad del 90%, 95%, 100% para un valor de  $Z_{\alpha}$  de 1.96 que corresponde a una distribución normal, una desviación estándar de la población  $\sigma$  del 50% y una precisión del 5%

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 * \sigma^2} \quad \text{Ec.(1)}$$

Donde de lo anterior tenemos que:

$$N=8928$$

$$Z_{\alpha}=1.96$$

$$\sigma = 50\% = 0,5$$

$$\sigma = 5\% = 0.05$$

$$n(5\%) = \frac{8928 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2(8928 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2} = 368.35 = 368$$

Para en Reconocimiento Facial, se procede a calcular la muestra mediante la fórmula para estimación de una media, con un nivel de confiabilidad del 90%, 95%, 100% para un valor de  $Z_{\alpha}$  de 1.96 que corresponde a una distribución normal, una desviación estándar de la población  $\sigma$  del 50% y una precisión del 5% y 10%

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}{d^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}$$

Donde de lo anterior tenemos que:

$$N=3000$$

$$Z_{\alpha}=1.96$$

$$\sigma = 50\% = 0,5$$

$$\sigma = 5\% = 0.05$$

$$\sigma = 10\% = 0.1$$

$$n(5\%) = \frac{3000 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2(3000 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2} = 340.65 = 341$$

$$n(10\%) = \frac{3000 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.1^2(3000 - 1) + 1.96^2 * 0.1^2} = 95.95 = 96$$

Para el sistema de transferencia Automático, se deberán tomar un aproximado de 368 valores distintos por día para un nivel de confiabilidad del 95% teniendo un margen de error del 5%, esto permitirá que el sistema sea más exacto en cuanto haya fluctuaciones en el suministro de energía principal de la red.

En cuanto al sistema de reconocimiento facial, se tomarán como muestra un total de 341 valores de imágenes para tener una buena cantidad de datos para el entrenamiento de la red

neuronal convolucional de forma que sea de una manera efectiva esto tomando en cuenta un margen de error del 5%, para el caso de tener un margen de error mayor del 10% se tomarían un total de 96 valores de muestras.

### 3.2.3 Hipótesis del Sistema de Transferencia Automático

#### 3.2.3.1 Hipótesis Nula

Ho: El tiempo de encendido del generador es mayor o igual que 1800 segundos (30 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

#### 3.2.3.2 Hipótesis Alternativa

H1: El tiempo de encendido del generador es menor que 1800 segundos (30 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

### 3.2.4 Variables

#### Variable Independiente:

- Valor de las variaciones del flujo de energía.

#### Variable Dependiente:

- Tiempo de reacción del encendido del sistema de transferencia automático.

**Tabla 3:** Variables de estudio. Población

Fuente: Autores

<b>Variables Independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Fluctuaciones de voltajes</b>	Mediante un sensor de voltaje y corriente realizar mediciones de fluctuaciones	Sensor de mediciones	Sensor No Invasivo SCT-013 100 A/1V
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Tiempo de Respuesta</b>	Encendido Automático	Tiempo de medida en segundos.	Arduino Mega y Micro SD



### 3.2.5 Población visión artificial.

En base a que la capacidad de la raspberry pi tiene una capacidad de memoria limitada se tomaran como prueba un total de 500 valores para un total de 6 personas, dando como resultado un total de 3000 datos a utilizar.

### 3.2.6 Muestra visión artificial.

Se procede a calcular la muestra mediante la fórmula para estimación de una media, con un nivel de confiabilidad del 90%, 95%, 100% para un valor de  $Z_{\alpha}$  de 1.96 que corresponde a una distribución normal, una desviación estándar de la población  $\sigma$  del 50% y una precisión del 5 y 10%

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 * \sigma^2} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde de lo anterior tenemos que:

$$N=3000$$

$$Z_{\alpha}=1.96$$

$$\sigma = 50\% = 0,5$$

$$\sigma = 5\% = 0.05$$

$$\sigma = 10\% = 0.1$$

$$n(5\%) = \frac{3000 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.05^2(3000 - 1) + 1.96^2 * 0.5^2} = 340.65 = 341$$

$$n(10\%) = \frac{3000 * 1.96^2 * 0.5^2}{0.1^2(3000 - 1) + 1.96^2 * 0.1^2} = 95.95 = 96$$

Se tomarán como muestra un total de 341 valores de imágenes para tener una buena cantidad de datos para el entrenamiento de la red neuronal convolucional de forma que sea de una manera efectiva esto tomando en cuenta un margen de error del 5%, para el caso de tener un margen de error mayor del 10% se tomarían un total de 96 valores de muestras.

### 3.2.7 Hipótesis de Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial

#### 3.2.7.1 Hipótesis Nula

Ho: El nivel de confiabilidad para el sistema por reconocimiento facial es menor o igual al 90% para la mejor distancia (50cm) tomada de la muestra.

#### 3.2.7.2 Hipótesis Alternativa

H1: El nivel de confiabilidad para el sistema por reconocimiento facial es mayor al 90% para la mejor distancia (50cm) tomada de la muestra.

### 3.2.8 Variables

#### Variable Independiente:

- Cantidad de Imágenes.

#### Variable Dependiente:

- Identificación de las personas en base al porcentaje de confiabilidad.

Tabla 4: Variables de estudio. Población

Fuente: Autores

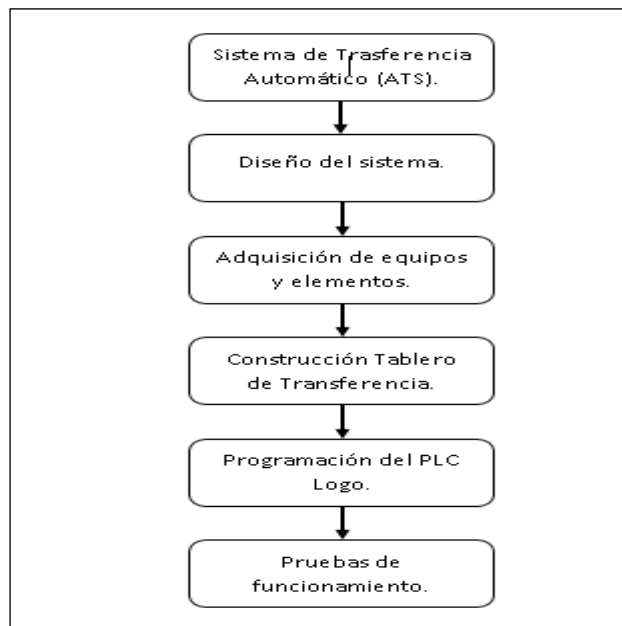
<b>Variables Independiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Cantidad de Imágenes</b>	Mediante una cámara de Raspberry pi 4 Modelo B se tomarán una cantidad de imágenes mediante una Web Cam.	Matriz de 30 pixeles de 30 fotogramas por segundo.	Cámara Webcam 720px, 1080px
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Concepto</b>	<b>Indicador</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Porcentaje de Confiabilidad</b>	Mostrar el Porcentaje de Confiabilidad del Sistema en porcentaje desde 0% al 100%	Etiqueta de Porcentaje en la Interfaz de Usuario Grafica.	Monitor TFT de 7 pulgadas para Raspberry Pi

### 3.3 Desarrollo de la investigación

Esta investigación está realizada de dos partes fundamentales como es la implementación de un Sistema de Transferencia Automática y el desarrollo de un prototipo de control de acceso mediante reconocimiento facial usando técnicas de inteligencia artificial.

#### 3.3.1 Desarrollo de un Sistema de Transferencia Automática

A continuación, se muestra un diagrama que representan las etapas clave del proyecto de implementación de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica y una breve descripción de cada una de ellas.



**Figura 20:** Etapas de implementación del ATS

**Fuente:** Autores

El flujo comienza en el nodo "Inicio" y se dirige a la etapa de preparación del proyecto, donde se lleva a cabo la planificación inicial y se establecen los objetivos y requisitos del sistema.

### 3.3.1.1 Diseño del Sistema de transferencia automático

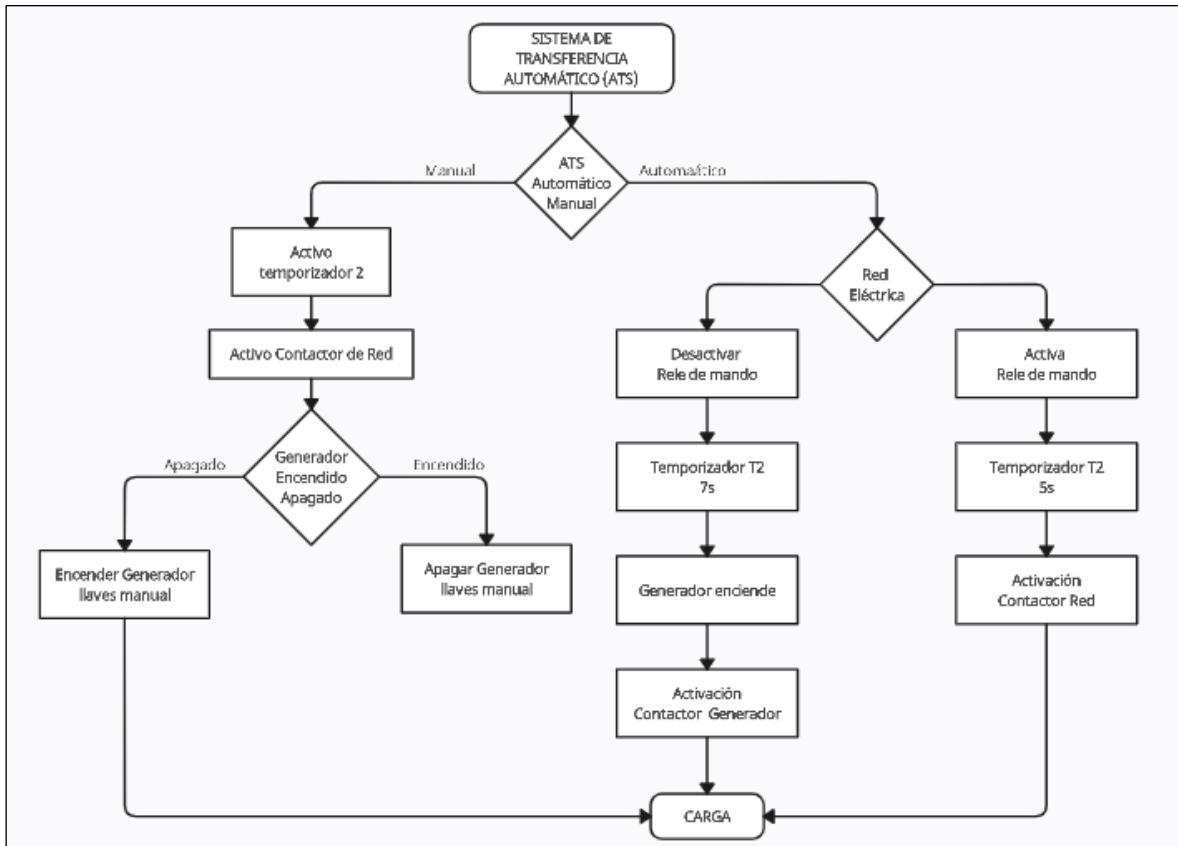


Figura 21: Diagrama de diseño de un sistema de transferencia automático

Fuente: Autores

Como se puede observar está diseñado para que el sistema de transferencia funciones de dos formas diferentes, en automático y manual. Todo este procedimiento se detalla en las siguientes etapas de desarrollo.

### 3.3.1.2 Adquisición de dispositivos

Para un sistema de transferencia se considera la adquisición de dispositivos que habiliten la activación manual y automática del panel de control en el sistema de transferencia. Para lograrlo, se lleva a cabo una exploración y empleo de dispositivos electrónicos, cuyo desglose se presenta a continuación.

**Tabla 5:** Elementos principales de un Sistema de Transferencia

Fuente: [13]

<b>Dispositivo</b>	<b>Función</b>
<b>AF22D6</b>	Generador de energía.
<b>Contactores 95A 220V</b>	Cambio de voltaje de la red al generador o viceversa
<b>Disyuntores</b>	Protege contra sobrecargas o cortocircuitos
<b>Relés detectores</b>	Detector de fase
<b>PLC Logo Siemens 230RCE</b>	Permite la transición de forma automática.
<b>CDP R-UPR508 (UPS)</b>	Mantiene al tablero alimentado

### ➤ Grupo Electrónico (Generador)

Las especificaciones de un grupo eléctrico pueden variar dependiendo del modelo y fabricante, por tal razón se a conocer de un modelo con él se trabaja en este proyecto de investigación.

**Tabla 6:**Especificaciones del generador AF22D6

Fuente: [13]

<b>Generador Modelo AF22D6</b>	
Potencia stand by (Kva / Kw)	22/18
Potencia principal (Kva / Kw)	20/16
Frecuencia	60HZ
Velocidad	1800RPM
Corriente máxima(0.8pf)	92 <sup>a</sup>
Voltaje	240/120V
Fases	1

El grupo eléctrico está diseñado para satisfacer respuesta transitoria ISO8528-5 y NFPA 110.

Sistema diseñado para funcionar a temperaturas ambiente 50 ° C / 122F con una restricción de flujo de aire de 0,5 en refrigeración. [13]

➤ **Contactores 3P 95A EBASEE**

Los contactores son componentes esenciales en un sistema de transferencia automática (ATS) que permite la conmutación segura y controlada de la energía eléctrica entre la fuente de alimentación principal y la fuente de respaldo, como un generador.

Para elegir la capacidad de soporte de corriente de los contactores va a ser de acuerdo con los cálculos y diseño necesarios para su elección.

Contactador para Red Normal

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

I=Capacidad

S= Potencia aparente del grupo en KVA

V=Voltaje del grupo en KV

La ecuación (1) sirve tanto para el contactor de red normal como para el contactor del grupo electrógeno.

$$I I = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 96.22A$$

➤ **Disyuntores termomagnéticos.**

Los disyuntores termomagnéticos son dispositivos de protección que se utilizan para interrumpir el flujo de corriente eléctrica en un circuito en caso de sobrecargas o cortocircuitos. Desempeñan un papel importante en la seguridad y la protección del sistema.

➤ **Relé Encapsulado de 8 pines 220V**

Estos elementos son los principales recursos que se necesita para la construcción del sistema de transferencia, el relé es utilizado para supervisar la tensión de la fuente principal y activarse cuando la tensión cae por debajo de un cierto umbral o cuando se produce una interrupción en el suministro.

**Tabla 7:** Características Relé encapsulado de 8 pines

**Fuente:** Autores

<b>Características</b>	
<b>Capacidad de contacto</b>	28 V CC / 220 V CA 10A 5A
<b>Resistencia de contacto</b>	$\leq 50\text{m}\Omega$
<b>Resistencia de aislamiento</b>	$\geq 500\text{m}\Omega$
<b>Rigidez dieléctrica</b>	1500 V AC 50 / 60Hz
<b>Vida útil</b>	mecánica 10,000,000 / eléctrica 100,000

### ➤ PLC Logo de Siemens

El PLC LOGO de Siemens es un controlador lógico programable compacto y versátil diseñado para aplicaciones de automatización y control en entornos industriales y comerciales.

Siemens ofrece una variedad de modelos para adaptarse a diversas aplicaciones y requisitos tanto como para 12V, 24V y 230V, cada modelo tiene sus propias características y capacidades específicas.



**Figura 22:** Plc Logo 230RC

**Fuente:** Autores

Para este tema de investigación se utiliza el PLC logo de siemens 230RC, este tiene Aquí tienes algunas características y aspectos importantes relacionados con el dispositivo:

**Tabla 8:** Características del Plc Logo 230

**Fuente:** Autores

<b>Especificaciones técnicas PLC Logo 230RC</b>	
<b>Número de entradas</b>	8
<b>Entrada/Voltaje de suministro</b>	115-230V AC/DC
<b>Rango Permissible</b>	85VAC a 265 VAC; 100VDC a 253 VDC.
<b>Número de Salidas</b>	4 (Relay)
<b>Corriente continua</b>	10A. con carga Resistiva; 3A. con carga Inductiva
<b>Protección contra cortocircuitos</b>	Breaker de protección externa es requerido
<b>Tipo de pantalla</b>	Pantalla (Display)
<b>Temperatura de Almacenamiento</b>	-40 C a +70 C
<b>Grado de Protección</b>	IP20
<b>Montaje</b>	Sobre riel DIN (35mm), o sobre pared
<b>Dimensiones (Ancho x Alto x Profundidad)</b>	71.5 (4MW) x 90 x 60 (mm)
<b>Programa Máximo memoria:</b>	400 bloques
<b>Cable de Programación</b>	Ethernet
<b>Modulo externo de Memoria</b>	Tarjeta Estándar Micro SD (no incluida)
<b>Registro de datos</b>	Memoria Interna (200 datos grabados) / En Tarjeta Micro SD (2000 datos grabados)

El PLC LOGO puede programarse para supervisar las condiciones de la fuente de alimentación principal y, cuando se detecta una anomalía, para iniciar la transferencia automática al generador de respaldo. El controlador puede realizar un seguimiento de la calidad del suministro eléctrico y tomar decisiones basadas en la información de los sensores y las entradas del sistema.

#### ➤ Ups

Una Unidad de Alimentación Ininterrumpida (UPS) es un componente valioso en un Sistema de Transferencia Automática (ATS) que proporciona respaldo de energía adicional y



estabilidad durante situaciones de interrupción eléctrica. Su integración en un sistema de transferencia automática aporta varias ventajas, como la protección de equipos sensibles y la mejora de la continuidad del suministro eléctrico. Aquí tienes cómo se utiliza una UPS en un sistema de transferencia automática:

### 3.3.1.3 Construcción del tablero de transferencia

El diseño y la construcción del tablero de transferencia implican la planificación y la creación de un gabinete que permita la transferencia automática de la energía eléctrica de una fuente a otra, normalmente de una fuente de suministro principal a una de respaldo.

Para que se facilite las conexiones y sea de forma clara y fácil de implementar se ha diseñado un diagrama de conexiones en CadeSimu donde este software también me permite simular y con ello verificar su correcto funcionamiento del sistema de transferencia.

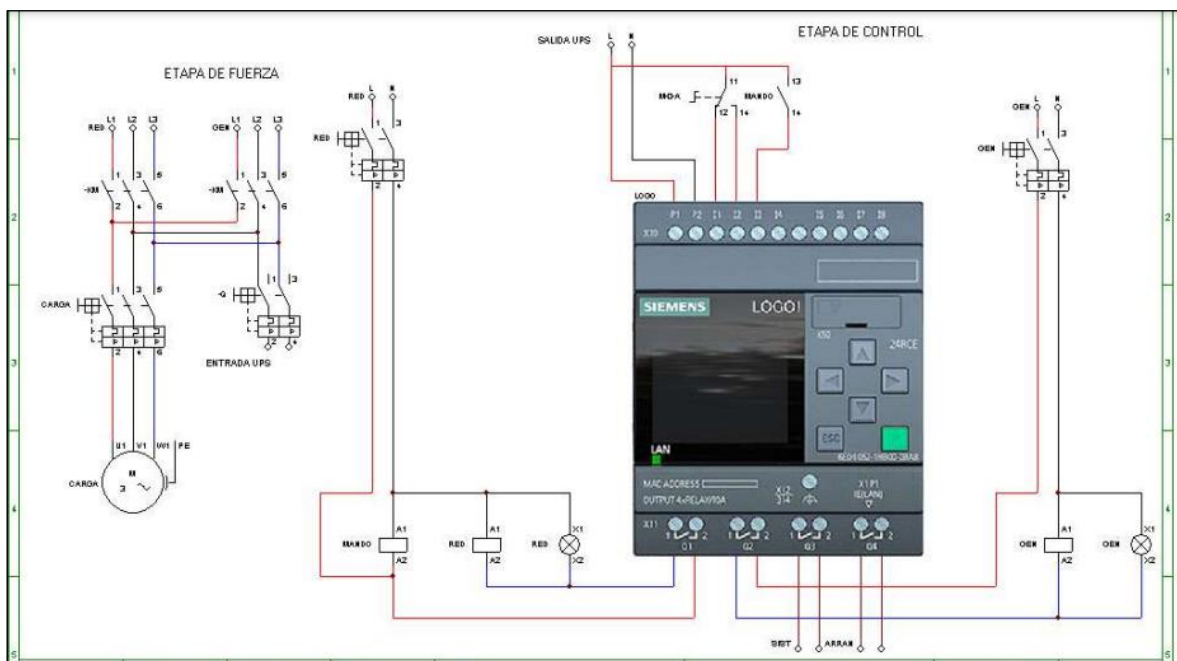


Figura 23: Diagrama de conexiones del sistema de transferencia automático

Fuente: Autores

#### ➤ Circuito de Potencia.

El circuito de potencia de un Sistema de Transferencia Automática (ATS), es la parte del sistema que se encarga de la manipulación y el enrutamiento de la electricidad de la fuente de alimentación principal a la fuente de respaldo o viceversa. Este circuito de potencia

juega un papel crucial en garantizar la continuidad del suministro eléctrico en caso de una interrupción en la fuente principal. Aquí hay una descripción general de los componentes en el circuito de potencia de un sistema de transferencia:

Como se puede observar en la figura 23, se tiene una alimentación directa de la red pública al contactor que esta designado dar paso de energía a la carga y de igual forma se observa una alimentación directa del generador al otro contactor que me permite dar energía cuando se produzca la transición de energía de energía. Adicional a esto se conecta un Ups que es alimentado del ingreso de la carga y de la salida del Ups será requerido para poder alimentar las señales de mando del PLC

### ➤ **Circuito de Control**

El circuito de control de un Sistema de Transferencia Automática (ATS) es una parte crucial del sistema que se encarga de supervisar y controlar la operación del ATS, garantizando que la transferencia de la fuente de alimentación principal a la fuente de respaldo y viceversa ocurra de manera automática y segura. Aquí están los componentes típicos del circuito de control de un ATS:

La parte principal del circuito está formado por un PLC Logo 230RC, el mismo que esta alimentado por el UPS. Las entradas del Plc Logo I1, I2 están conectadas a un selector manual automático y la entrada I3 a un contacto normalmente abierto del relé de mando. Del disyuntor termomagnético para la red el neutro va directo al relé detector A1, a la bobina del contactor de la red A1 y al piloto, mientras que la fase va directa al relé detector A2 y este a la vez ingresa a un borne de Q1 y de la salida del borne nos vamos al piloto al contactor de la red A2. Esto quiere decir que cada vez que se cierre el contacto Q1 va influir en el funcionamiento del contactor de red es decir habilita dicho contactor.

Del disyuntor termomagnético para el generador, el neutro va directo al a bobina del contactor del generador A1 y también al piloto, mientras que la fase va directo al borne de Q2 y la salida del borne alimenta a la bobina del contactor del generador A2 y al piloto. Del disyuntor electromagnético para el grupo electrógeno, el neutro va directo a la bobina del contactor del generador A1 y también al piloto. El contacto Q3 sale directo a una bornera que va a conectar al controlador del generador es decir el encendido de este.

➤ **Instalaciones de riel Din y canaletas en el tablero**

Para ello es necesario colocar de forma adecuada y las canaletas por dónde irán la mayoría del cableado del sistema de transferencia y la centralización del Riel Din para que todos los elementos a utilizar sean colocados de forma adecuada en el tablero.



**Figura 24:** Colocación de Riel Din y canales

**Fuente:** Autores

➤ **Instalación de dispositivos en el tablero**

Se precede a la ubicación de cada uno de los dispositivos en el tablero, tanto como la etapa de potencia y la etapa de control para sus respectivas conexiones.



**Figura 25:** Instalación de dispositivos en el tablero

**Fuente:** Autores

En la figura 25 podemos observar la instalación de 2 contactores de fuerza de 95<sup>a</sup> a 220V, 2 disyuntores termomagnéticos para la etapa de potencia y un disyuntor termomagnético para la etapa de control, un relé que funcionan como detector de fase, para la parte principal para de la etapa de control esta un PLC de Siemens 230RCE y posteriormente se colocará un UPC que tendrá alimentado al tablero.

### ➤ Conexiones físicas

Para las conexiones físicas del circuito de potencia se utiliza cable #8 AWG flexible de cobre donde se conecta L1, L2 y N de la red normal hacia las entradas del contactor de red y con el mismo cable conectar de las salidas de contactor hacia el tablero de distribución. De igual manera para las conexiones del generador hasta las entradas de contactor para el generador L1, L2 y N se utiliza el mismo calibre de cable, y de la salida del contactor hasta el tablero de distribución.



**Figura 26:** Conexiones físicas del tablero de transferencia

**Fuente:** Autores

Para las conexiones del circuito de control se lo realiza con cables flexible # 16, todas las conexiones de esta etapa están hechas con el mismo calibre de cable incluso la alimentación al PLC con sus respectivos conectores.

### 3.3.1.4 Diseño y programación Logo Soft

El sistema de transferencia automática se configura mediante un PLC Logo, lo que habilita la completa automatización del sistema. A continuación, se describen en detalle los pasos para programar utilizando el software Logo Soft Comfort. Es importante destacar que esta automatización se logra a través del uso del lenguaje de bloques, lo que facilitará una representación más comprensible de la programación y permitirá realizar múltiples programaciones en cada uno de los bloques empleados.

Lo primero es definir las entradas, salidas y funciones adicionales del PLC.

**Tabla 9:** Definición de entradas y salidas

**Fuente:** Autores

<b>Definición de entradas y salidas</b>	
<b>I1</b>	Entrada manual
<b>I2</b>	Entrada automática
<b>I3</b>	Entrada de mando
<b>Q1</b>	Salida de Red
<b>Q2</b>	Salida del Generador
<b>Q3</b>	Salida del sistema
<b>Q4</b>	Salida de arranque

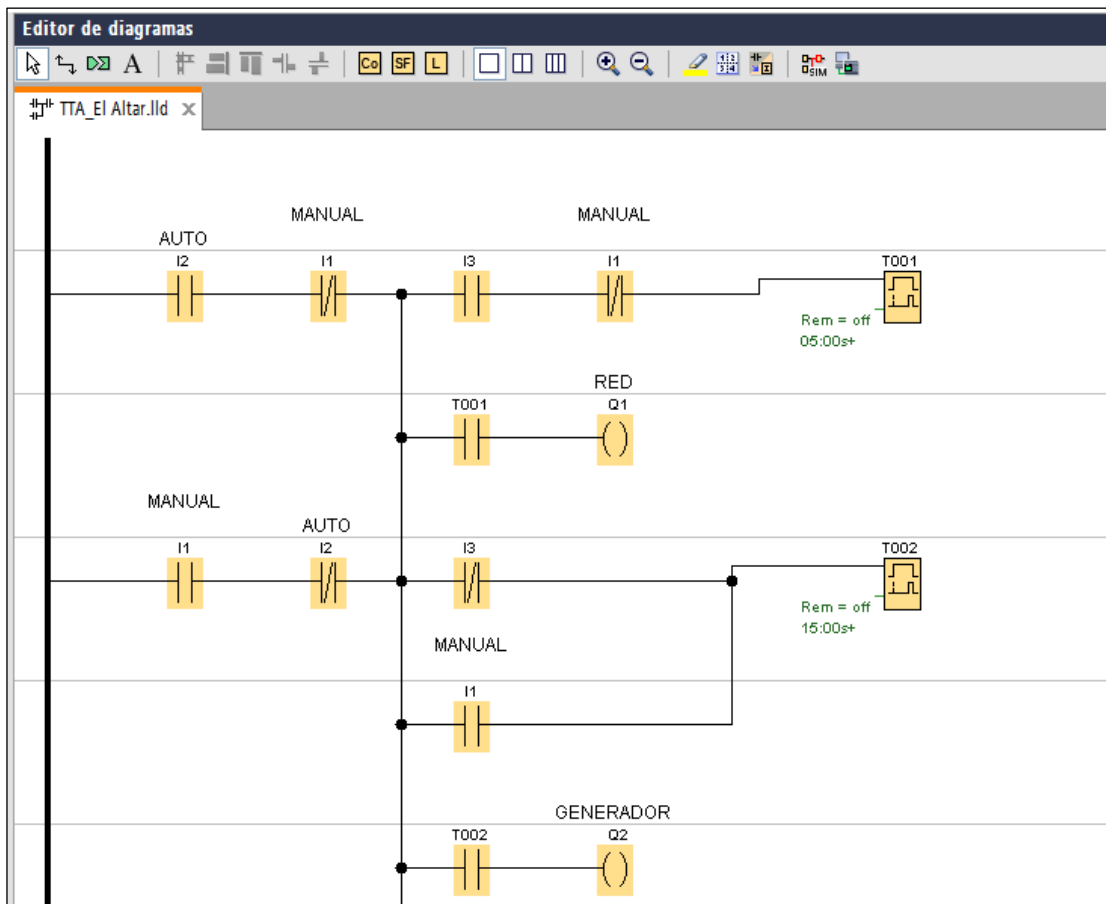
Se aclara que las entradas están representadas físicamente por un selector de e posiciones y la entrada de mando por y relé normalmente abierto.

Como funciones adicionales se tiene temporizadores que cumplen un papel muy importante.

**Tabla 10:** Definición de funciones. Tiempos

**Fuente:** Autores

<b>Funciones adicionales</b>	
<b>T1</b>	Activa el contactor de Red
<b>T2</b>	Activa el contactor del GE
<b>T3</b>	Activa el sistema
<b>T4</b>	Activa el arranque

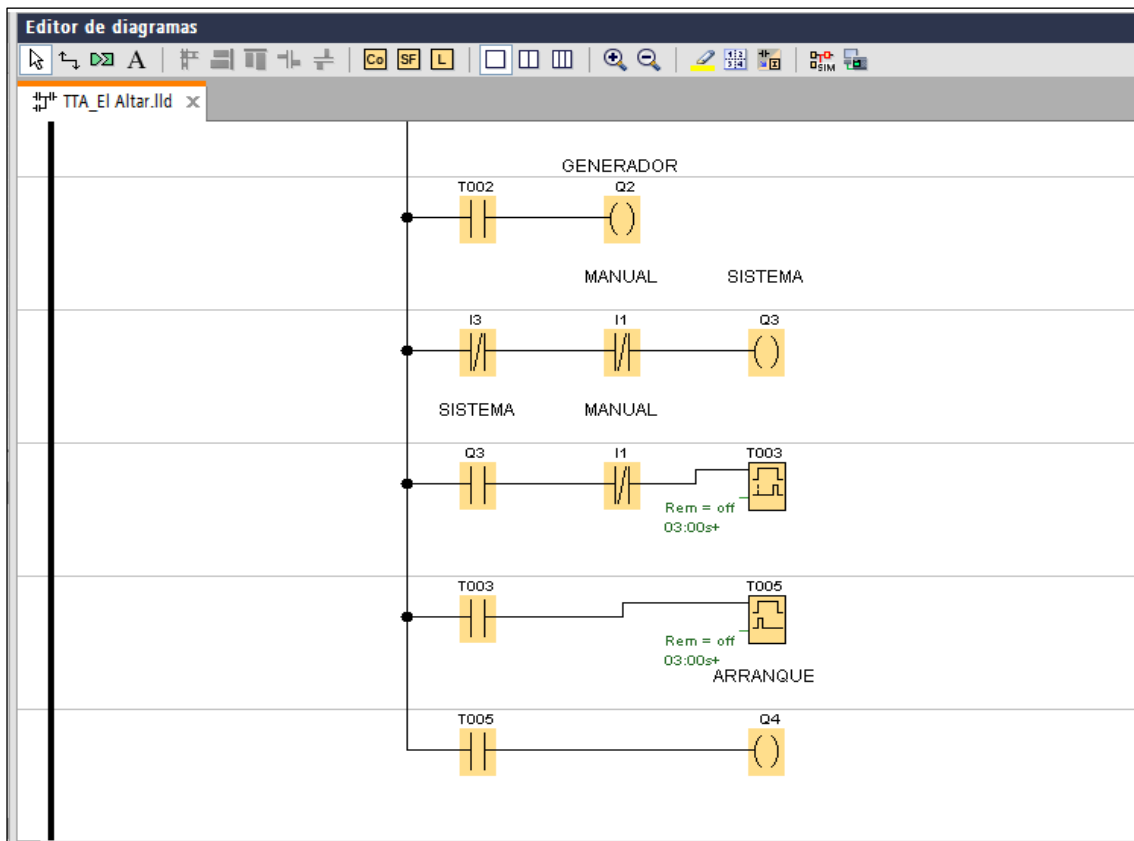


**Figura 27:** Definición de acciones en la automatización en Logo Soft

**Fuente:** Autores

Al contacto automático se le coloca el contactor manual negado, esto quiere decir si el contacto automático este encendido, el contacto manual debe estar apagado, esto está representado por el selector 3 posiciones. Posteriormente se coloca el contacto abierto de mando cuya función es que cada vez que enclave se debe tener la alimentación de la Red directamente, que pueda alimentar el Temporizador T1 tiene que estar en automático, al estar en manual cerrado, quiere decir que es en automático, se alimenta al temporizador al que se le asigna un tiempo de 5s, transcurrido este tiempo se cierra el contacto T1 y produce ele enclavamiento en el contactor de la red Q1.

En el caso que se des energizar el relé de mando es decir el flujo de corriente sufra un corte, el contacto de mando se cierra y alimenta al temporizador T2, a este se le asigna un tiempo de 7s, transcurrido dicho tiempo se enclava a la salida de Q2 que está destinado al contactor del generador.



**Figura 28:** Complemento en la definición de acciones en Logo Soft

**Fuente:** Autores

A la par de lo explicado anteriormente si I3 esta des energizado y está en modo automático Q3 se activa y se alimenta al temporizador T3 que se le asigna un tiempo de 2s, transcurrido ese tiempo habilita el sistema y este a su vez alimenta al temporizador T4, T4 es un caso particular, que al tener u pulso este trabaja por un tiempo determinado de 3s, T4 se activa lo que nos da paso al pulso de arranque, transcurrido los 3s Q4 se abre.

### 3.3.1.5 Presentación y funcionamiento

Finalmente se presenta el sistema de transferencia automático de energía eléctrica funcionando y conectado a la carga del Centro de Acopio de Leche el Altar.

Para ello es necesario realizar las respectivas pruebas necesarias y verificar su funcionamiento y desempeño, una vez hecho esta labor está listo para que entre a trabajar de forma automática todo lo expuesto anteriormente. Hay que tener en cuenta que su desempeño, debe ser monitoreado para así obtener los datos cuando se produzca la transferencia, y así obtener el tiempo promedio que se produzca la transición.

### 3.3.1.6 Adquisición de datos del Sistema de Transferencia mediante sensores de corriente no invasivo SCT013

Una vez que se verifica el correcto funcionamiento del sistema de transferencia, es necesario tomar medidas tanto del voltaje de la Red principal y del generador, mediante estos datos determinar el tiempo exacto de transferencia.

Para adquirir datos de un Sistema de Transferencia Automática (ATS) mediante sensores de corriente no invasivos SCT-013, hay una secuencia de pasos a seguir:

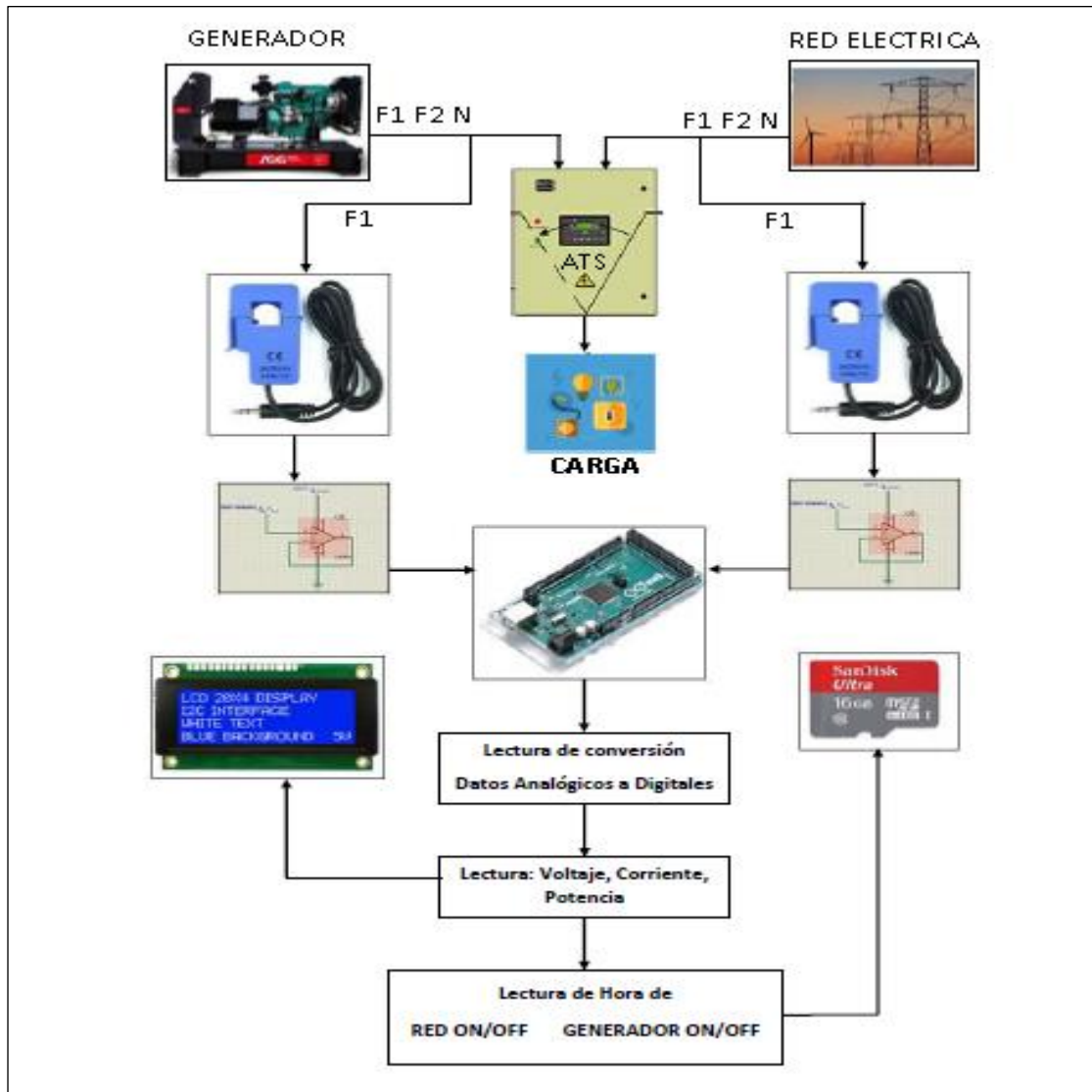


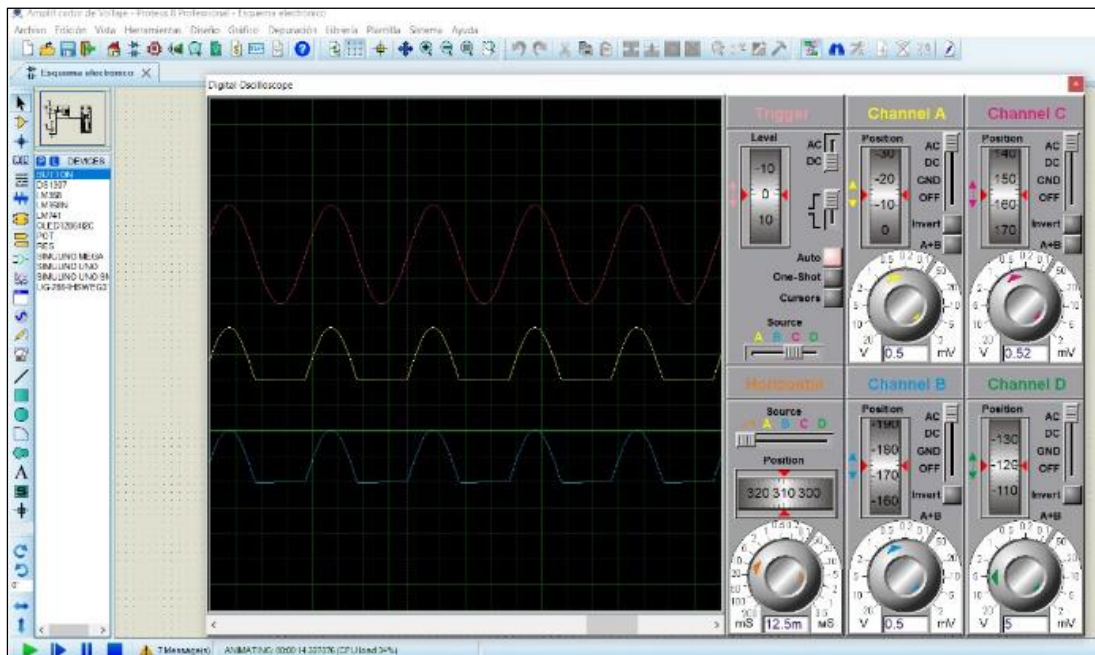
Figura 29: Esquema de adquisición de datos de un ATS mediante sensores no invasivos SCT013

Fuente: Autores

Para la adquisición de datos de un ATS se lo ha desarrollado código en Software de Arduino mediante sensores de corriente no invasivos, los mismos que operan como transformadores



de corriente. Partiendo de las características de voltaje y corriente del Generador se elige los sensores de corriente no invasivos de 100A/1V, esto da que, por cada 10A en la salida del sensor se tiene 100mV. Partiendo de estos datos obtenidos que son netamente analógicos se ha elegido el circuito integrado LM358, este circuito permite recortar la señal analógica la parte negativa, esta acción vuelve a la señal adecuada para poder trabajar con el Arduino.



**Figura 30:** Recorte de señal

**Fuente:** Autores

Este procedimiento se realiza tanto para leer la señal de Red eléctrica como para la señal del Generador. Los resultados de la señal se pueden observar mediante el uso de Proteus 8.

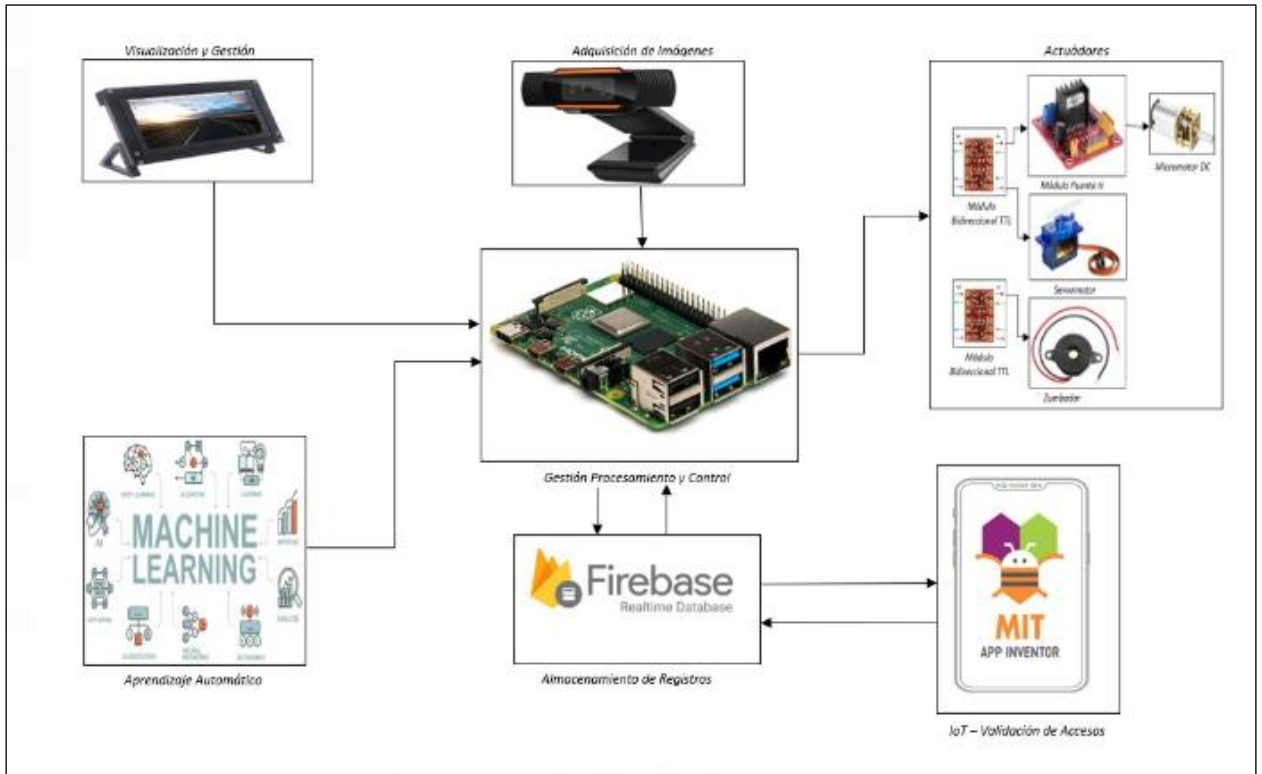
Otro inconveniente para solucionar es la señal de salida de los sensores SCT013, debido a que en su salida se obtiene valores en escala muy pequeña de voltaje en el orden de los mV.

Para la solución se configura en la programación a las entradas analógicas que en lugar de leer valores de 0 a 5 voltios lea valores de 0 a 1 voltio haciendo adecuado para trabajar con valores de voltaje muy pequeños.

En resumen, este procedimiento controla un sistema de monitoreo y registro de energía eléctrica utilizando Arduino, sensores de corriente, una pantalla LCD, una tarjeta microSD para almacenar y visualizar datos. También realiza un seguimiento del tiempo de corte y encendido del generador.

Ahora se hace énfasis en el desarrollo de la siguiente parte del tema de investigación como es reconocimiento mediante visión artificial.

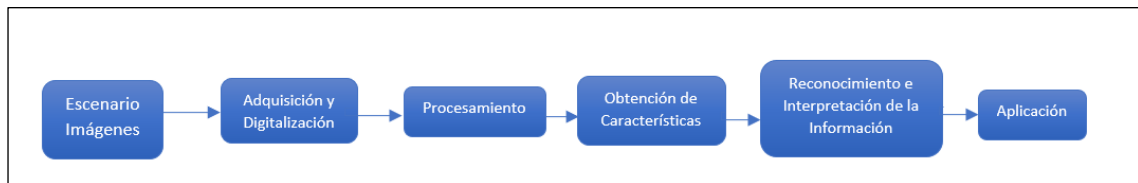
### 3.4 Diagrama de funcionamiento para el control de acceso mediante reconocimiento facial



**Figura 31:** Diagrama de funcionamiento del control de acceso mediante reconocimiento facial

**Fuente:** Autores

### 3.5 Sistema de funcionamiento de visión por computadora



**Figura 32:** Sistema de funcionamiento de visión por computadora

**Fuente:** Autores

El diagrama de funcionamiento mediante visión por computadora consta de varias etapas los cuales son:

- **Escenario de Imágenes:** Mediante imágenes de muestra o un conjunto de imágenes se puede proporcionar al sistema para una vez entrenado el modelo poder validar el respectivo reconocimiento.
- **Adquisición y Digitalización:** Mediante una cámara a diferencia del escenario podemos interactuar directamente con el usuario para de esta manera adquirir el respectivo número de imágenes que serán tomadas para el entrenamiento.
- **Procesamiento:** Mediante métodos de detección de visión artificial se puede tomar una decisión en cuanto al modelo para no consumir demasiados recursos computacionales.
- **Obtención de Características:** Mediante una serie de patrones o características propias de cada rostro se puede utilizar un modelo el cual nos servirá para entrenar las imágenes anteriormente adquiridas.
- **Reconocimiento e Interpretación de la Información:** Esta etapa es la encargada de la toma de decisiones propia del reconocimiento facial y verificación del rostro.
- **Aplicación:** El sistema de visión por computadora puede ser aplicado en diferentes medios como puede ser validación de datos, controles de accesos, registros entre muchas aplicaciones más.

### 3.6 Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial

Una vez establecido el modelo de machine learning que será de tipo supervisado, ya que se obtienen imágenes de usuarios y sus respectivas etiquetas, usamos el algoritmo de Viola-Jones que es muy utilizado para la detección de objetos en este caso los rostros de los usuarios que se registren en la Base de Datos de Local, esta es una metodología que combina el uso de características Haar, basados en Clasificadores en cascada, este algoritmo se destaca por su eficiencia en la detección de rostros y objetos en tiempo real los cuales son eficientes para la detección rápida en regiones de interés de una imagen, en combinación con LBPH que es un Histograma de Patrón Binario Local una vez se han identificado las regiones de interés con los clasificadores Haar, LBPH es utilizado para realizar un análisis más detallado dentro de esas regiones, entonces con el uso de LBPH analiza a detalle las texturas y características locales haciendo útil para reconocer la identidad de una persona mediante concatenación de Histogramas.

### 3.7 Instalación de Librerías en Raspberry Pi Modelo 4B

Puesto que el reconocimiento facial lo realizamos en la raspberry Pi 4 Modelo B, instalamos algunas dependencias y librerías y el Software necesario para facilitarnos el desarrollo de nuestro algoritmo de programación.

**Tabla 11:** Librerías y Dependencias utilizadas en la Raspberry Pi

**Fuente:** Autores

<b>Librerías y Dependencias Utilizadas</b>	
<b>sudo apt update</b>	Descarga la lista de paquetes disponibles y sus respectivas versiones.
<b>sudo apt upgrade</b>	Actualización de los paquetes de Software Disponible.
<b>OpenCv</b>	Desarrollado para trabajar con aplicaciones de Visión por Computadora.
<b>Os</b>	Diseñada para manipulación de Archivos, leer, escribir.
<b>Imutils</b>	Facilita el uso de operaciones básicas en el procesamiento de imágenes.
<b>Numpy</b>	Desarrollada para cálculos algebraicos sobre vectores y matrices
<b>RPI.GPIO</b>	Diseñada para la manipulación de los pines de la Raspberry Pi.
<b>Pyrebase</b>	Desarrollada para la Comunicación con la API de Firebase.
<b>Tkinter</b>	Desarrollada para la creación de aplicaciones de Escritorio, mediante interfaz gráfica.
<b>Datetime</b>	Diseñada para operaciones aritméticas con fechas y horas, así como proporcionar el tiempo actual.
<b>Pillow</b>	Permite edición de imágenes en diferentes formatos GIF, JPEG, etc.
<b>CSV</b>	Permite leer y escribir datos tabulares en formato CSV.
<b>Shutil</b>	Permite realizar operaciones en archivos y colecciones de archivos.
<b>Time</b>	Permite obtener el número de segundos transcurridos desde que se inició el sistema.
<b>Sistema Operativo</b>	Raspbian Full 32 bits

Estas son las herramientas necesarias para empezar con el algoritmo de reconocimiento facial y también para crear un entorno gráfico que servirá para interactuar con los usuarios, facilitando el registro, administración e ingreso, así como también la aplicación realizada en App Inventor que Interactuará como intermediario para validar el acceso en caso de que el Reconocimiento Facial resulte fallido.

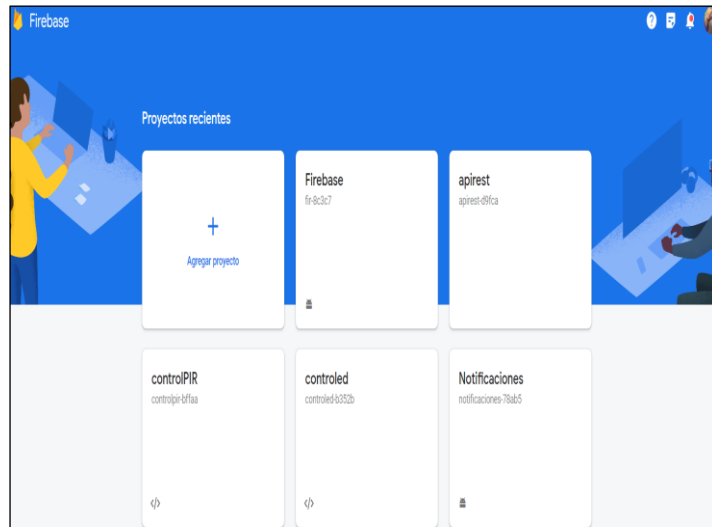
### **3.8 Tipos de Registros**

Para el Ingresar al Sistema lo hemos definido mediante 2 opciones uno es el acceso mediante registro tradicional de ser el caso los usuarios a registrarse en esta opción se consideran como administradores del Sistema y son encargados de administrar, ver, borrar y obtener registros de cualquier persona que este dentro de la Base de Datos Local para este registro lo hemos almacenado en un nodo en Firebase que cumplirán con los requisitos de autenticación esto para poder almacenar los respectivos datos de correo y contraseña para luego validar el ingreso a la Interfaz como administrador del Sistema de Reconocimiento.

El otro método de ingreso a las instalaciones se lo realiza mediante la obtención de imágenes que luego serán procesadas y entrenadas para comparar en la base de datos local del directorio, para realizar este proceso es necesario estar acompañado de el o los administradores para poder ingresar a la Interfaz gráfica y poder completar el registro de reconocimiento facial para una nueva persona esto será implementado en el entorno de la Raspberry Pi.

### **3.9 Comunicación con Firebase**

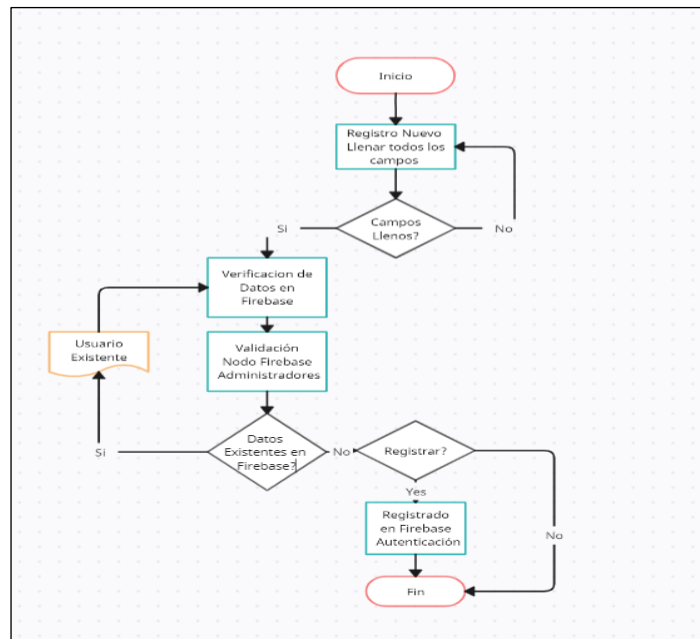
Previamente a mencionar los tipos de registros en los diferentes nodos en Firebase, se incluyó la Creación de un proyecto en el entorno de Firebase ver figura 33, el cual me permitirá tener el adecuado control de todos mis registros y datos así como también configurar la autenticación y la obtención de credenciales necesarias para la comunicación y la administración de la Base de Datos en Tiempo Real.



**Figura 33:** Creación del Proyecto en Firebase

**Fuente:** Autores

### 3.10 Registro Tradicional mediante Autenticación” Administradores”



**Figura 34:** Registro Tradicional con Autenticación en Firebase

**Fuente:** Autores

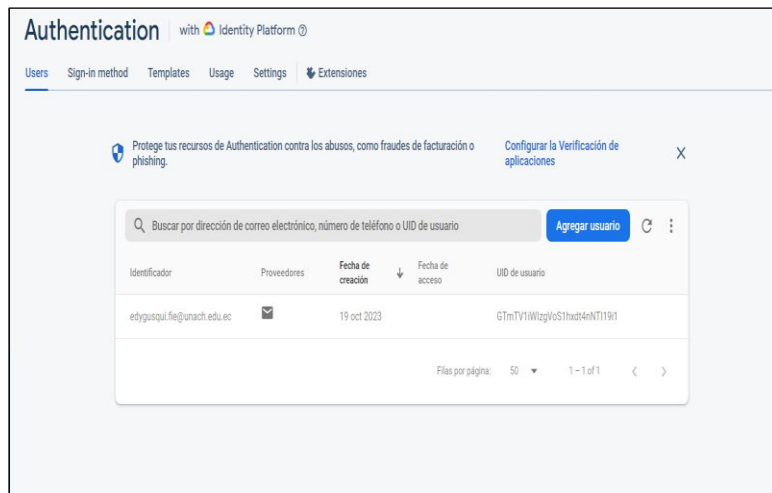
Para realizar el proceso de autenticación en el registro tradicional primeramente llenaremos los datos correspondientes en los campos de entrada de la interfaz gráfica, una vez cumplido con todos los requisitos que son necesariamente obligatorios para proseguir con la validación de registro en Firebase además interactuamos con Firebase Autenticación, en esta etapa de validación de registro los campos de correo y una contraseña son indispensables para poder luego acceder a las instalaciones y también poder administrar el sistema principal con la interfaz gráfica.



**Figura 35:** Nodo Administradores en Firebase

**Fuente:** Autores

Mediante Firebase se puede apreciar cómo se registró un nuevo administrador en el Nodo correspondiente llamado Administradores de esta manera tendremos un control adecuado de registros de creación con diferentes características.

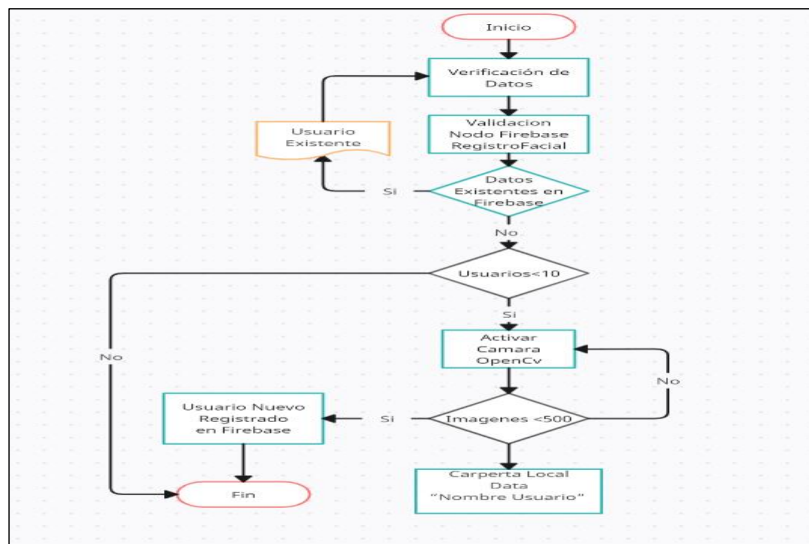


**Figura 36:** Autenticación para el Modo Administrador del Sistema

**Fuente:** Autores

A diferencia del Registro Facial como se mencionó anteriormente este tipo de Registro consta de Autenticación por medio de Firebase tanto como el correo y la Contraseña que será utilizados en la interfaz gráfica diseñada para poder administrar el ingreso al funcionamiento del Sistema de Reconocimiento Facial.

### 3.11 Registro mediante Reconocimiento Facial “Usuarios”



**Figura 37:** Adquisición de datos con reconocimiento facial

**Fuente:** Autores



En esta etapa primero llenaremos los datos respectivos y validamos los datos de un nuevo usuario, esto lo realizamos mediante consultas a Firebase donde una vez cumplido con los requisitos de registro se cree un nuevo usuario en Firebase en el Nodo llamado registro Facial donde se pueden visualizar diferentes tipos de datos para el registro como se aprecia en la figura 38, esto con la finalidad que no se puedan registrar si ya previamente se almacenaron usuarios con los mismos datos, esto evitara duplicados de personal dentro del sistema, de esta manera se guardara las imágenes en una base de datos local llamada Data dentro del directorio de la Raspberry Pi y como muestra se tomaron 500 imágenes para el previo procesamiento, dentro de esta carpeta se almacenaran las imágenes, dado que la Raspberry no posee de un procesador dedicado GPU una unidad de procesamiento gráfico se restringió como máximo 10 usuarios para no exceder con la capacidad máxima de la Raspberry Pi.

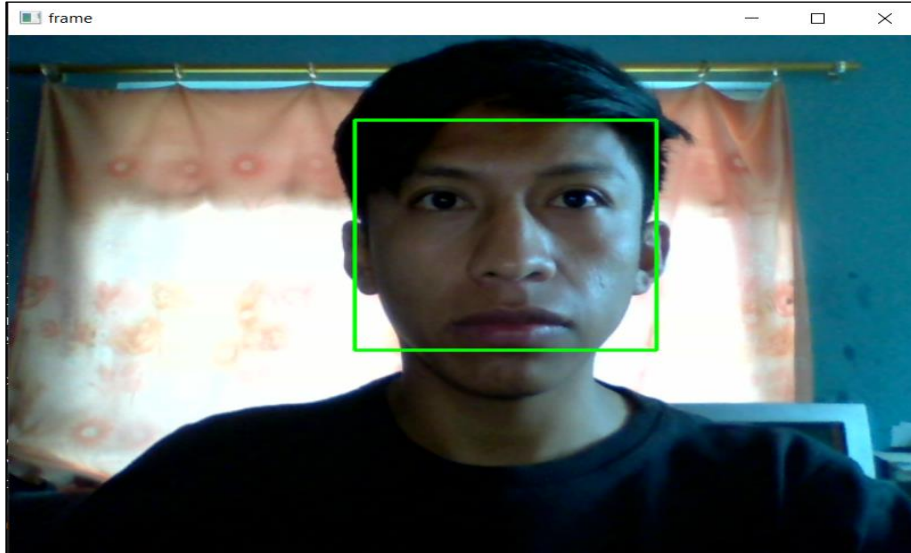


**Figura 38:** Nodo Registro Facial Firebase.

**Fuente:** Autores



trabajaremos con una gran cantidad de imágenes para diferentes usuarios, permitiendo en las imágenes uniformidad y consistencia y siendo menos sensibles a variaciones de color con poca iluminación entonces resulta efectivo para el modelo de aprendizaje.



**Figura 40:** Detección Aplicando Clasificadores Haar

**Fuente:** Autores



**Figura 41:** Redimensionamiento, conversión a escala de grises y guardado

**Fuente:** Autores

### 3.13 Proceso de entrenamiento de Datos

Una vez realizado el registro y las capturas de imágenes convertidas a escala de grises usamos esos datos para el entrenamiento, cabe recalcar que este proceso de entrenamiento se debe realizar cada vez que se registre un nuevo usuario para que el sistema de reconocimiento facial lo reconozca, en la figura 42 se puede apreciar que empezamos con la lectura de la lista de Personas en la Carpeta Local del directorio de la Raspberry pi llamada Data, entonces para cada persona primero accedemos a su respectiva carpeta y leemos la imágenes, para cada imagen también lee su respectiva etiqueta y lee cada imagen que fue convertida en escala de grises en el procesamiento una vez termine de leer todas las imágenes y etiquetas procede a finalizar la lectura de los datos y crea un reconocedor de rostros basado en el método LBPH (Histograma de patrón binario local) y se configura para entrenar los datos recopilados, se utilizara para identificar personas basado en las características de sus rostros.

Para el entrenamiento se utiliza las imágenes y etiquetas de los rostros dentro de la Carpeta Local, de esta manera el modelo aprende a identificar a cada individuo en función de las características faciales de cada persona, una vez entrenado el modelo es guardado automáticamente dentro del mismo directorio en donde se encuentra el algoritmo, este modelo contendrá la información necesaria para ser utilizado en el respectivo reconocimiento.

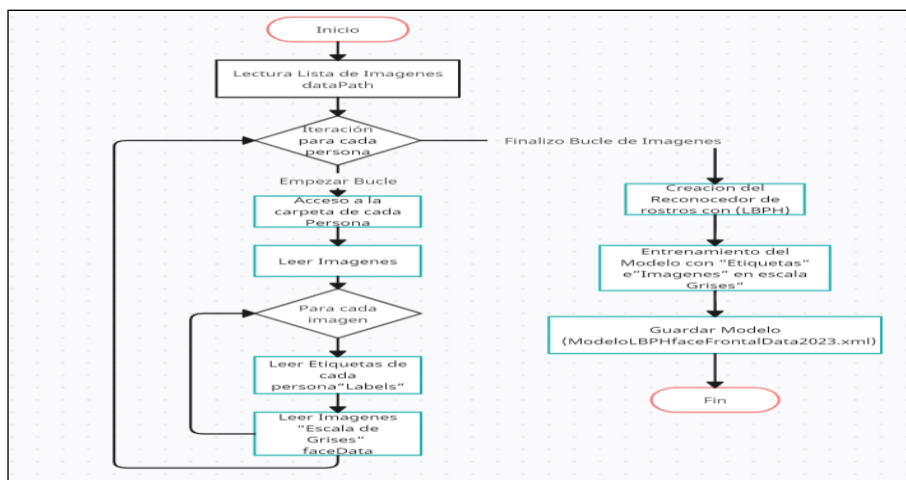
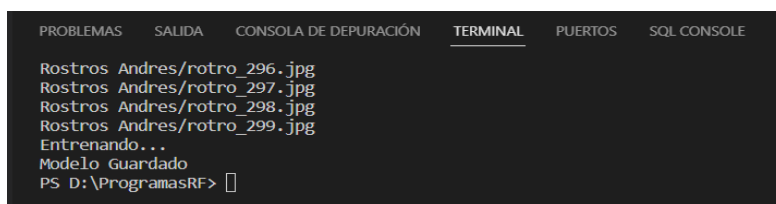


Figura 42: Diagrama de Entrenamiento de Datos

Fuente: Autores

Como se aprecia en la figura 43, primero lee cada una de las imágenes en el Base de Datos Local de imágenes, previamente es entrenado y automáticamente se genera un modelo entrenado y listo para usarlo en el reconocimiento Facial.



```
PROBLEMAS SALIDA CONSOLA DE DEPURACIÓN TERMINAL PUERTOS SQL CONSOLE
Rostros Andres/rotro_296.jpg
Rostros Andres/rotro_297.jpg
Rostros Andres/rotro_298.jpg
Rostros Andres/rotro_299.jpg
Entrenando...
Modelo Guardado
PS D:\ProgramasRF> █
```

**Figura 43:** Verificación en Consola de los rostros entrenados y el modelo guardado

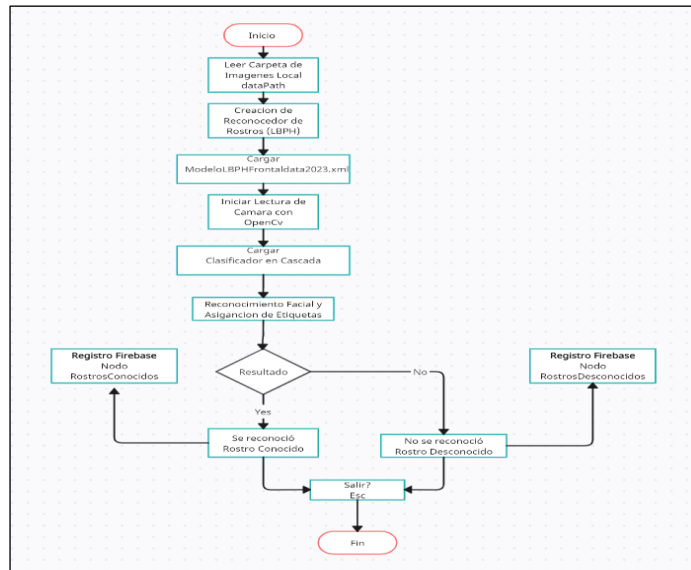
**Fuente:** Autores

### 3.14 Reconocimiento Facial

Esta etapa es la encargada de verificar los rostros que se registraron dentro de la Base de Datos Local, así como también de verificar en el caso de fallar el reconocimiento.

#### 3.14.1 Reconocimiento Facial con Firebase

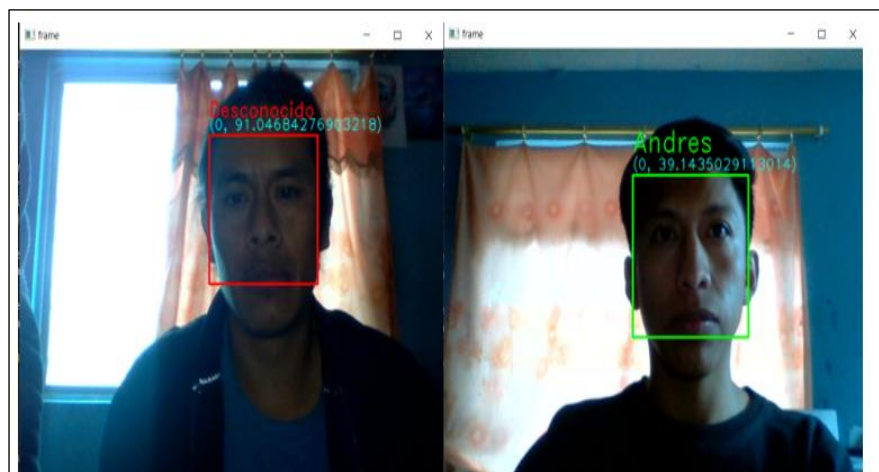
El proceso de reconocimiento Facial se realiza mediante una serie de pasos, como se puede apreciar en la figura 44, primero leemos de nuestro directorio local las imágenes que están guardadas en la Carpeta Data Local en la Raspberry, creamos un reconocedor de rostros mediante LBPH para mostrar un valor de acertación en pantalla, cargamos nuestro modelo creado previamente en el entrenamiento que lo llamamos “ModeloLBPHFrontalFace2023”, inicializamos la cámara para validar el reconocimiento y cargamos el clasificador en Cascada “haarcascade\_frontalface\_default.xml”, el cual es encargado de mostrar el rostro en caso de ser un usuario que está registrado y sino lo esta se mostrara como un usuario desconocido, cuando el proceso de reconocimiento se cumple exitosamente enviara un registro que queda guardado en la base de datos de Firebase en el Nodo “Rostros Conocidos”, incluido el nombre, la fecha y la hora, en caso de que el reconocimiento falle también se enviara un registro a Firebase en el Nodo “Rostros Desconocidos”, con los datos anteriormente mencionados de hora y fecha, de esta manera se asegura un control de registro facial adecuado que se puede administrar, leer, borrar lo eventos ocurridos y guardados en la Base de Datos de Firebase.



**Figura 44:** Diagrama de Funcionamiento del Reconocimiento Facial y comunicación con Firebase

**Fuente:** Autores

Como se aprecia en la figura 45, en la imagen izquierda se observa como el reconocimiento facial falló esto se debe a que el usuario que está intentando a ingresar al sistema no se registró previamente, en la imagen derecha claramente se puede observar como el registro facial se realizó con éxito esto se debe a que la persona previamente está registrada en el sistema y sus datos están entrenados previamente al reconocimiento facial dando como resultado su nombre como etiqueta de verificación.



**Figura 45:** Rostro Desconocido “Izquierda”, Rostro Reconocido “Derecha”

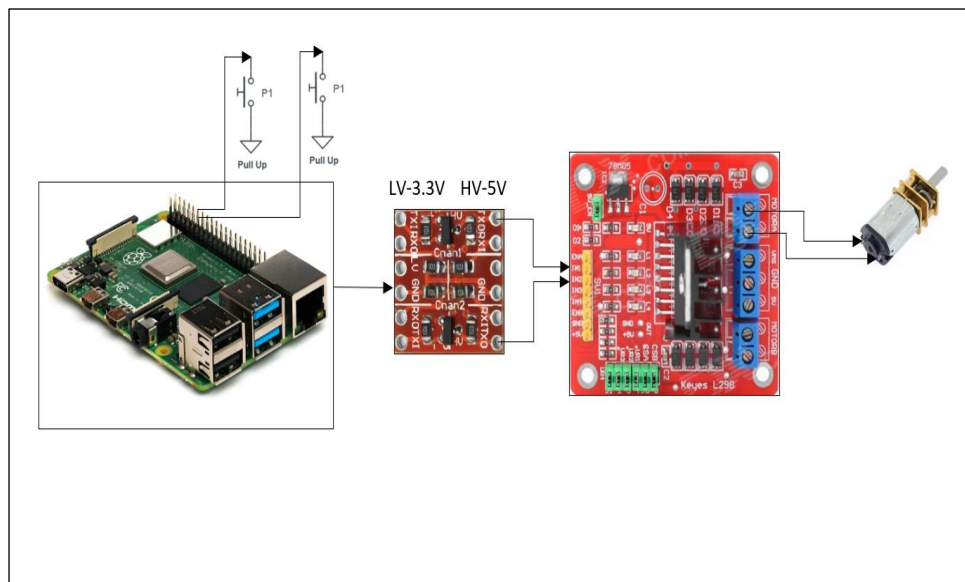
**Fuente:** Autores

### 3.15 Integración del Sistema de Reconocimiento Facial e interacción con los actuadores

Una vez comprobado el sistema de reconocimiento facial que se realizó con satisfacción podemos configurar la raspberry pi para poder establecer la comunicación con los pines GPIO y realizar diferentes acciones con el Hardware necesario además de eso interactuar con la plataforma App Inventor mediante IoT, y Firebase que donde alojaremos nuestra Base de Datos en tiempo real.

#### 3.15.1 Conexión Raspberry Pi con Módulos Bidireccionales y Actuadores

##### 3.15.1.1 Conexión Física Raspberry Pi, Módulo Bidireccional, Puente H y Micromotor para controles de Giro.

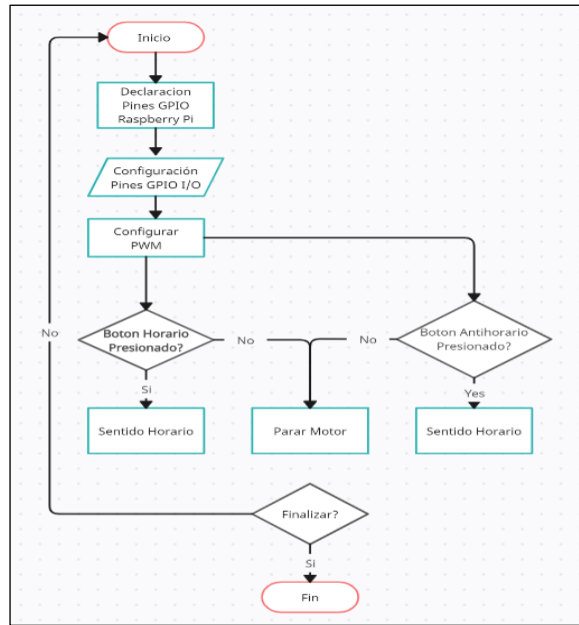


**Figura 46:** Conexión Física Raspberry Pi y Módulos Bidireccionales y Actuadores

**Fuente:** Autores

Como primer punto se tomó en cuenta configurar correctamente los pines de salidas y entradas de los puertos GPIO y la lógica necesaria para realizar el movimiento de un motor para esto se toma en cuenta un módulo puente H para poder realizar las inversiones de giro en sentido horario y en sentido antihorario simulando la apertura (sentido antihorario del motor) y cierre de una puerta corrediza (sentido horario del motor), dado que los pines GPIO de la Raspberry posee un voltaje de salida de 3.3 voltios y el módulo Puente H trabaja con 5 voltios no se debe conectar directamente a los pines de salida de Raspberry, debido a que podría haber un retorno de corriente o sobrecarga en los pines provocando directamente

daños a la Tarjeta, entonces para solucionar este inconveniente utilizamos un módulo convertidor de Niveles TTL que me permite elevar la tensión de 3.3 voltios a 5 voltios permitiendo de esta manera garantizar y asegurar el funcionamiento de las salidas desde la raspberry pi hacia el módulo puente H, mediante botones podremos controlar el sentido horario y antihorario del Motor como se muestra en la figura 47.



**Figura 47:** Diagrama de funcionamiento inversiones de giro del motor

**Fuente:** Autores

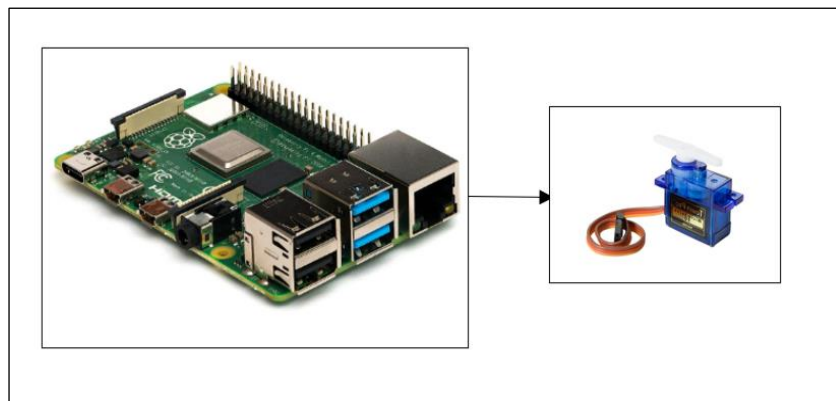
Mediante dos pulsadores configurados previamente en la Codificación de la Raspberry entonces definimos al Pin Gpio 23 pulsador para el sentido horario y el Pin Gpio24 para el sentido antihorario ambos pines en modo Pull-Up permitiendo configurar el modo de entrada en estado alto al no presionarse ningún pulsador y como estado bajo al presionarse cualquiera de ellos, cada vez que presionemos el respectivo pulsador se procede a verificar las inversiones de giro correspondientes, además se tomó en cuenta que al trabajar con un motor necesitábamos un control de giro controlado y esto se logró mediante un PWM configurado para activar el módulo puente H (pin enable) definido en la tarjeta Raspberry como Pin GPIO 18 entonces mediante el pwm obtuvimos un control adecuado de la velocidad de giro del motor.

### 3.15.1.2 Conexión Física Raspberry Pi y Servomotor

Para el funcionamiento del Servomotor al igual que el caso anterior primero verificamos las características de nuestro servomotor para verificar si lo podemos conectar de forma directa en este caso el utilizamos el Micro Servo Tower pro, sus características nos indican que el



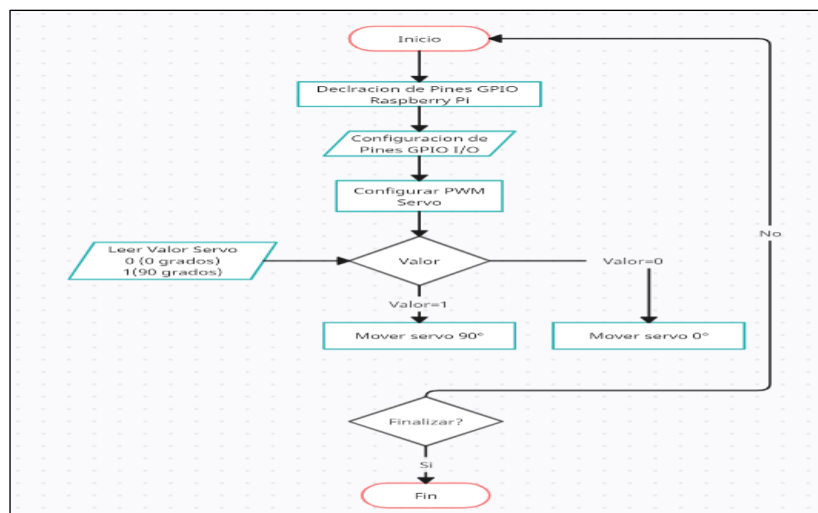
nivel de tensión con el que puede trabajar va de 3.3 voltios a 5 voltios entonces lo conectamos de forma directa a la Raspberry Pi asegurando su correcto funcionamiento, para la parte de codificación se toma en cuenta el ancho de pulso con el cual trabaja que va de 0ms (0 grados) a 20ms (180 grados) haciéndolo perfecto para simular el cierre y la apertura de una chapa eléctrica.



**Figura 48:** Conexión Física Raspberry Pi y Servomotor

**Fuente:** Autores

Como se puede apreciar en la figura 49, debemos de igual manera declarar y configurar los pines correspondientes para controlar el servomotor, configuramos un pwm al pin GPIO13 para controlar el sentido de giro con mayor precisión, entonces con esto simulamos a una chapa eléctrica física.



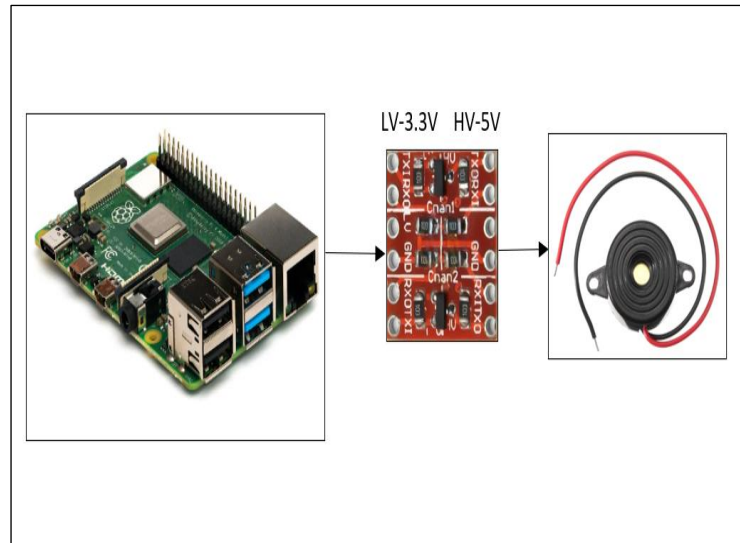
**Figura 49:** Diagrama de Funcionamiento para el control del Servo Motor

**Fuente:** Autores

En el diagrama de flujo se puede apreciar que funciona mediante dos opciones cuando se ingrese un valor 0 el servomotor se quedara en 0 grados y cuando ingrese un valor de 1 entonces el servo girara a 90 grados.

### 3.15.1.3 Conexión Física Raspberry Pi y Alarma

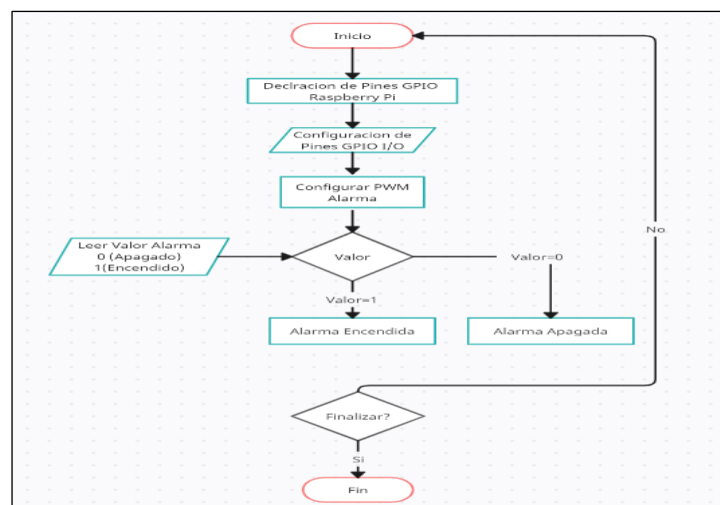
Para poder configurar los pines de nuestra Alarma (Zumbador Activo), verificamos también las características del Zumbador debido a que este funciona con 5 voltios en un extremo y GND al otro extremo, entonces también tendremos que usar un módulo bidireccional TTL que permita la conexión Física de 3.3 voltios a 5 voltios entre la tarjeta Raspberry Pi y el Zumbador que representa una Alarma como se logra apreciar en la figura 50.



**Figura 50:** Conexión Física Raspberry Pi, Modulo Bidireccional y Alarma

**Fuente:** Autores

Para poder utilizar el zumbador como alarma se configuro el pin GPIO 21 de la tarjeta Raspberry Pi la fue configurado como PWM, como se puede apreciar en el esquema de funcionamiento figura 51.

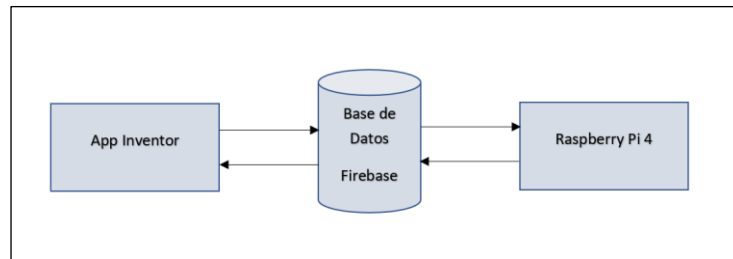


**Figura 51:** Diagrama de funcionamiento para el Control de Alarma

**Fuente:** Autores

### 3.15.2 Interacción App Inventor, Firebase y Raspberry Pi

Para poder interactuar App Inventor, Firebase y Raspberry Pi primeramente creamos un nuevo nodo en la Base de datos llamada “Firebase” donde almacenaremos los datos provenientes de tipo String de App Inventor, funcionando de forma cliente-servidor donde nuestro cliente en este caso App Inventor consulta constantemente en el Nodo a ver si hay cambios de la misma manera Firebase realiza consultas constantemente hacia App Inventor si se han generado cambios en la Aplicación, de forma similar la Raspberry Pi consulta frecuentemente al nodo a ver si se han realizado cambios en Nodo “Firebase” para poder interactuar con los distintos actuadores, como el motor, servomotor y alarma, obteniendo de esta forma los datos y cambios producidos en ambos lugares en tiempo real obteniendo comunicación simultánea, siendo Firebase un Servidor Intermediario para realizar este proceso como se muestra en la figura 52, sabiendo que Firebase proporciona una API (Interfaz de programación de Aplicaciones) que puede ser utilizada para aplicaciones web y móviles haciendo perfecta para utilizarla con nuestra aplicación, también de manera adicional se tomó en cuenta la seguridad que se abordara en puntos posteriores.



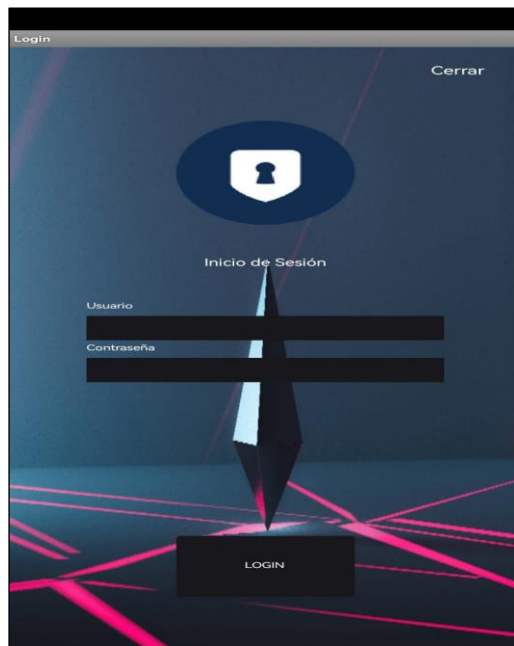
**Figura 52:** Comunicación en Tiempo real App Inventor, Firebase y Raspberry Pi

**Fuente:** Autores

Partiendo de este esquema, configuramos y realizamos la comunicación anteriormente descrita.

#### 3.15.2.1 App Inventor y Firebase Autenticación

Como bien se menciona con anterioridad los administradores tendrán acceso al ingreso del sistema mediante reconocimiento facial, con la interfaz gráfica y la Aplicación de App Inventor, para poder acceder a la aplicación primero se debe registrar en el “Registro tradicional” de forma local en la interfaz, se debe registrar con un correo y contraseña, estas credenciales se guardan en Firebase Autenticación, entonces para validar el acceso a la aplicación, se verifica el correo y la contraseña de el o los administradores.



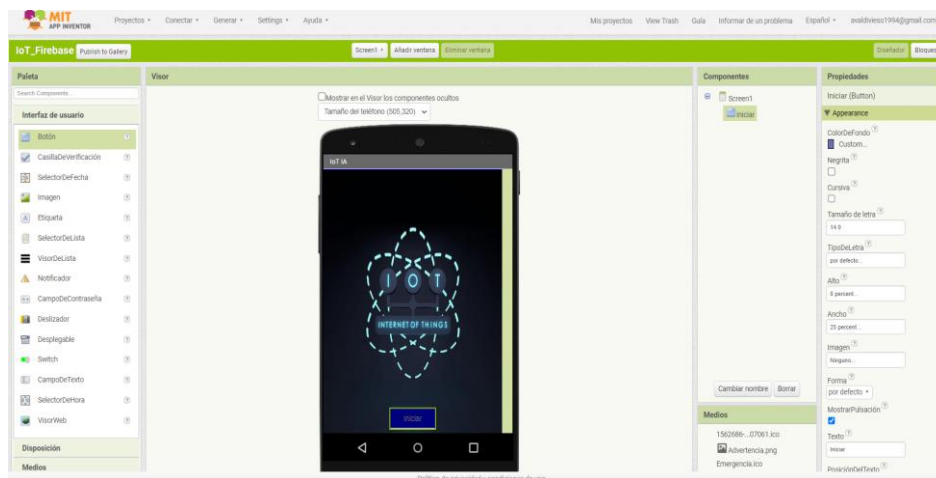
**Figura 53:** App Inventor y Firebase Autenticación

**Fuente:** Autores

Como primer campo se valida las credenciales de correo y en el segundo campo la contraseña, una vez verificado el acceso la aplicación permite ingresar al Sistema que interactúa con la Base de Datos y la Raspberry Pi.

### 3.15.2.2 App Inventor y Firebase

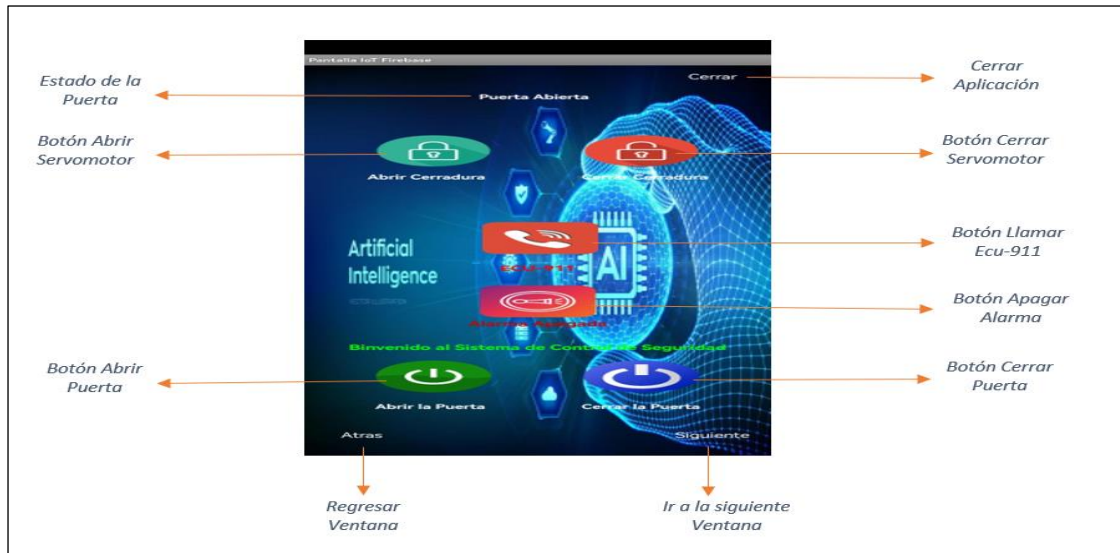
Partiendo de un nuevo proyecto en App Inventor llamado IoT Firebase utilizamos los componentes necesarios para la comunicación con la Base de datos así como también las herramientas necesarias para poder interactuar con el usuario facilitando su fácil comprensión al momento de interactuar con la Aplicación.



**Figura 54:** App Inventor e Interfaz de Inicio

**Fuente:** Autores

Para poder enviar datos al nodo que interactúa directamente con la aplicación creamos diferentes accionadores “botones” en la ventana principal figura 55 los que serán encargados de enviar los datos correspondientes a ser almacenados en el nodo Firebase.



**Figura 55:** Ventana de Interacción App Inventor y Firebase

**Fuente:** Autores

Mediante varios componentes como botones podemos enviar datos a Firebase de tipo String los cuales realizan las diferentes acciones, empezando con el botón abrir cerradura es el encargado de abrir el servomotor 90 grados, que representa a la chapa eléctrica que está en modo abierto, y el botón cerrar cerradura es el encargado de cerrar el servomotor 0 grados, también mediante los botones de abrir la puerta puedo hacer girar al motor en sentido antihorario y con el botón cerrar motor se puede girar el motor en sentido horario, también para comprobar el encendido de la alarma un componente botón apagar alarma, y el botón Ecu-911 me permite llamar directamente a un número especificado estas dos componentes, interactúan directamente con el sistema de reconocimiento facial dándome diferentes opciones para comprobar si el sistema de reconocimiento se realizó con éxito o si fallo, esto se lo presentara más adelante en la interacción con raspberry pi y Sistema de Control de Acceso mediante Reconocimiento Facial.

### 3.15.2.3 App Inventor, Firebase y Raspberry Pi

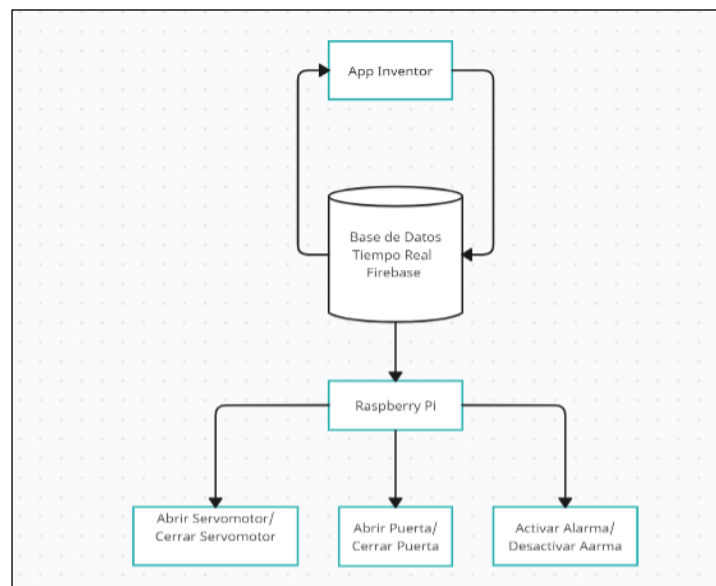
Una vez establecido la comunicación de App Inventor con Firebase, podemos interactuar directa con la Raspberry pi, la cual realiza consultas a Firebase en el Nodo "Firebase" como se aprecia en la figura 56.



**Figura 56:** Almacenamiento de datos en Firebase obtenidos de App Inventor

**Fuente:** Autores

Raspberry Pi mediante previa configuración de todos los parámetros necesarios y establecida la conexión con la Base de Datos en tiempo real, consulta constantemente al Nodo llamado Firebase para realizar las respectivas acciones como girar el motor en sentido horario y antihorario, abrir y cerrar el servomotor el cual representa a una chapa eléctrica, y también controla el estado de la Alarma, obteniendo sus datos y permite interactuar con los actuadores.



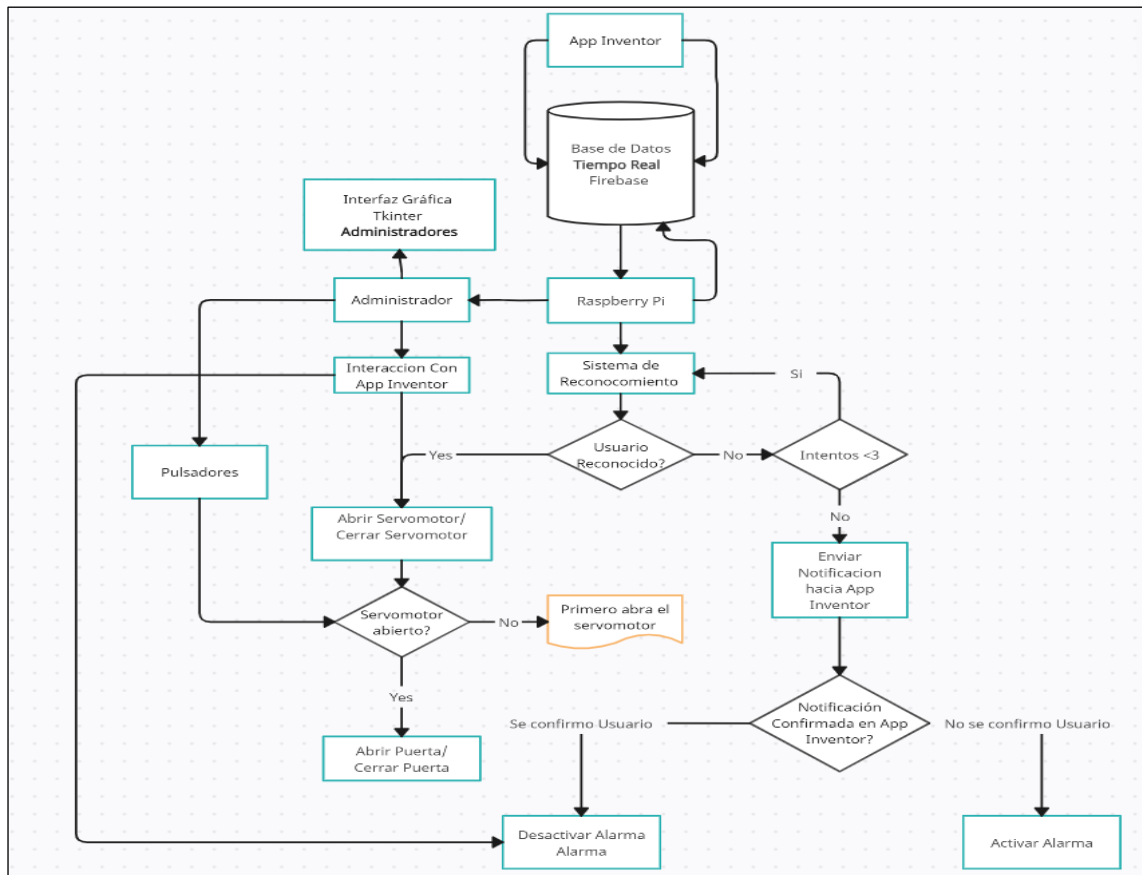
**Figura 57:** Diagrama de Funcionamiento interacción entre App Inventor, Firebase, Raspberry y los Actuadores

**Fuente:** Autores

Se verifica en el diagrama anterior como se logra realizar la comunicación para poder funcionar el diferente hardware conectado a la tarjeta.

### 3.15.2.4 App Inventor, Firebase, Raspberry Pi y Reconocimiento Facial

Una vez comprobado que el sistema funciona correctamente con la interacción de App Inventor y Firebase e interactúa con el hardware, se agrega el sistema de reconocimiento Facial el cual permite el control de la apertura del servomotor y el motor una vez que se completó el sistema de Reconocimiento, el sistema establece un máximo de 3 intentos permitidos para el Reconocimiento Facial de una persona con lapsos de 5 segundos en cada intento, en caso de completar con los intentos permitidos la Raspberry actúa como servidor enviando una notificación Push hacia app Inventor siendo intermediario Firebase de esta manera la aplicación muestra si el reconocimiento facial fallo, en caso del administrador confirmar que se presenta una intrusión con la aplicación, se enciende automáticamente la Alarma, hasta que pueda ser desactivada mediante la aplicación de teléfono o con la interfaz gráfica como se muestra en la figura 58.



**Figura 58:** Diagrama de Funcionamiento Total del Sistema de Reconocimiento Facial

Fuente: Autores

### 3.15.2.5 Integración del Sistema de Reconocimiento Facial con Raspberry Pi, App Inventor, Firebase e Interfaz Gráfica en Tkinter



**Figura 59:** Panel principal de control con Interfaz Grafica

**Fuente:** Autores

Para el sistema de reconocimiento facial se aplicó por medio de una interfaz gráfica que permite la fácil comprensión de Navegar por diferentes ventanas a continuación se provee un breve resumen de cada uno de los botones de navegación.

- **Registro Tradicional:** Aquí se registran los Administradores con todas las credenciales necesarias para poder interactuar con Firebase Autenticación que es necesario también para ingresar a la aplicación con App Inventor.
- **Registro Facial:** En esta opción se pueden registrar tanto usuarios como administradores mediante el Sistema de Reconocimiento Facial.
- **Ingresar a Sistema:** Una vez completado el registro tradicional, aquí se validan las credenciales para ingresar al Sistema de manera local dentro de la Interfaz Gráfica.
- **Usuarios Registrados BD:** Aquí se muestra la información de cada nodo en la Base de datos de Firebase tanto como registros de Administradores, Usuarios, hora de reconocimiento facial exitosos, reconocimiento facial inválidos y todo lo relacionado a los datos provenientes de App Inventor.



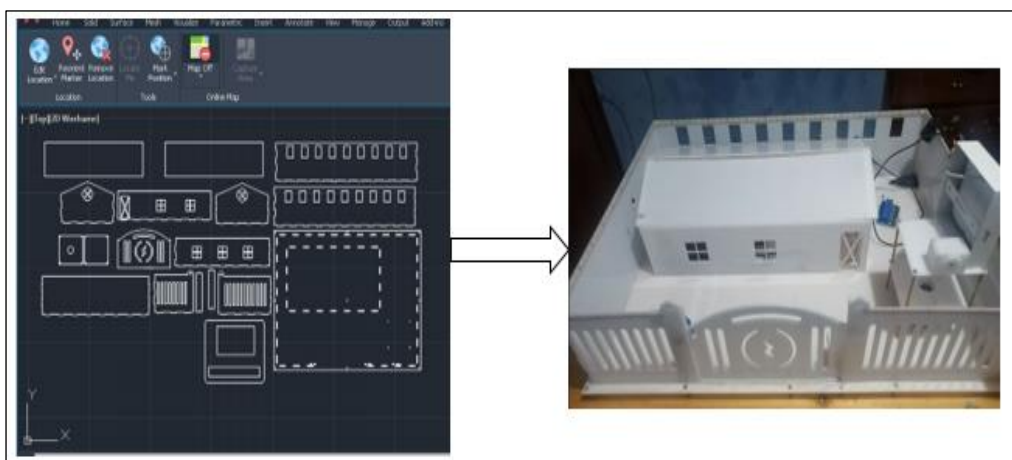
- **Sistema CCTV:** Dentro de esta interfaz el sistema funciona como un sistema de monitoreo local CCTV permitiendo ver al administrador lo que sucede dentro y fuera de las instalaciones.
- **Panel Principal:** En esta interfaz podemos acceder mediante el Sistema de Reconocimiento Facial a las instalaciones, abrir el servomotor “chapa eléctrica” y el motor que mueve a la puerta corrediza.
- **Ingreso Tradicional:** Aquí se validan también las credenciales de Firebase Autenticación para poder acceder a la interfaz que controla la apertura y cierre tanto del servomotor “chapa eléctrica” así como de la puerta corrediza, además se puede activar directamente la sirena dentro de esta interfaz de Administrador.

### 3.16 Diseño del Prototipo de maqueta en AutoCAD

Al momento de realizar el diseño de la maqueta se ha tomado como modelo las instalaciones del Centro de Acopio de leche EL Altar

Lo más importante es el diseño de una puerta corrediza ya que este permite mostrar el funcionamiento de apertura y cierre de la puerta mediante un motor que es activado con el uso de reconocimiento facial.

Para modelar la maqueta se hace con el uso de Software de Auto CAD donde se realiza el diseño de piezas que representan las distintas partes para ser armado, tales como: paredes, techo, puertas, ventanas y pueta, tomando como referencia el modelo de las instalaciones del Centro de Acopio de Leche EL ALTAR. Vale aclarar que este diseño se lo hace de forma sencilla y fácil simplemente para demostrar el funcionamiento de una parte del proyecto de investigación.



**Figura 60:** Implementación de maqueta con las piezas diseñados en AutoCAD

**Fuente:** Autores

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Encendido Automático del Sistema de Transferencia para una Muestra de 60 datos

##### 4.1.1 Descriptivos

Tabla 12: Análisis descriptivo del encendido del Generador

Fuente: Autores

media	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
12.55	0.8911048	1	11	12	13	13	15	60

La media en tiempo del encendido del generador es de 12.55 segundos con una desviación estándar de 0.89.

##### 4.1.2 Gráfica y Tendencias de la distribución de los datos: Histogramas de Frecuencia

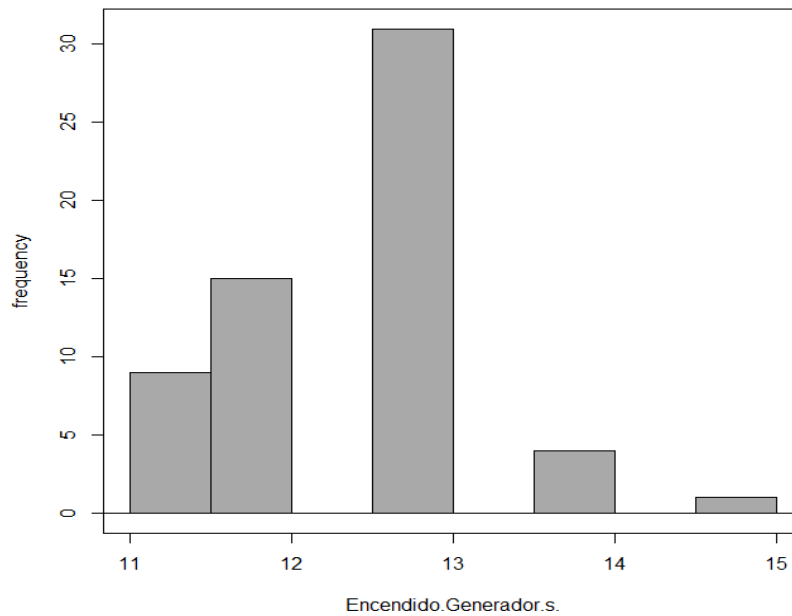
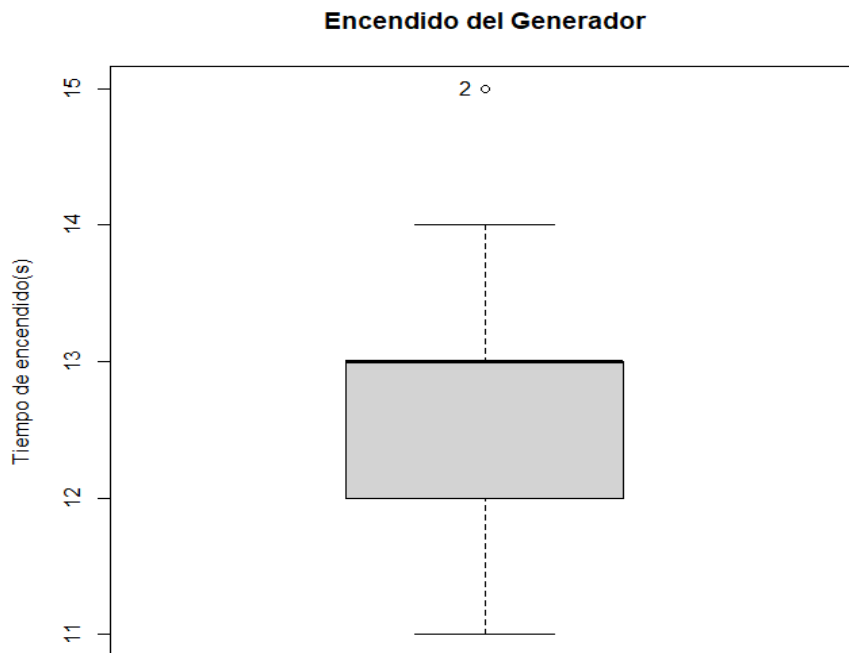


Figura 61: Histogramas de Frecuencia

Fuente: Autores

En la gráfica se nota un promedio de encendido de aproximadamente 13 segundos.

### 4.1.3 Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: Diagramas de Caja



**Figura 62:** Diagramas de Caja

**Fuente:** Autores

En el gráfico se nota la poca varianza de los datos con respecto a la media además de la cercanía de los extremos.

### 4.1.4 Test de Normalidad de los Datos

Para esta prueba se utiliza un “Test de Normalidad” de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) por el número de datos poblacionales.

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

**Tabla 13:** Normalidad de Datos

**Fuente:** Autores

<b>Test de Normalidad</b>	
<b>Datos: Encendido Generador. (s)</b>	
<b>D = 0.29322</b>	<b>p-value = 3.963e-14</b>

Puesto que el p-valor  $< 0.05$ , los datos provienen de una distribución de probabilidades no normalizada con un 95% de significancia.

#### 4.1.5 Prueba de hipótesis

H<sub>0</sub>: El tiempo de encendido del generador es mayor o igual que 1800 segundos (30 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

H<sub>1</sub>: El tiempo de encendido del generador es menor que 1800 segundos (30 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

Para la verificación de la Hipótesis se utiliza un TEST NO PARAMÉTRICO DE WILCOXON para una muestra con Hipótesis nula:  $\mu = 0.0$ .

Wilcoxon signed rank test with continuity correction

**Tabla 14:** Test no Paramétrico de Wilcoxon

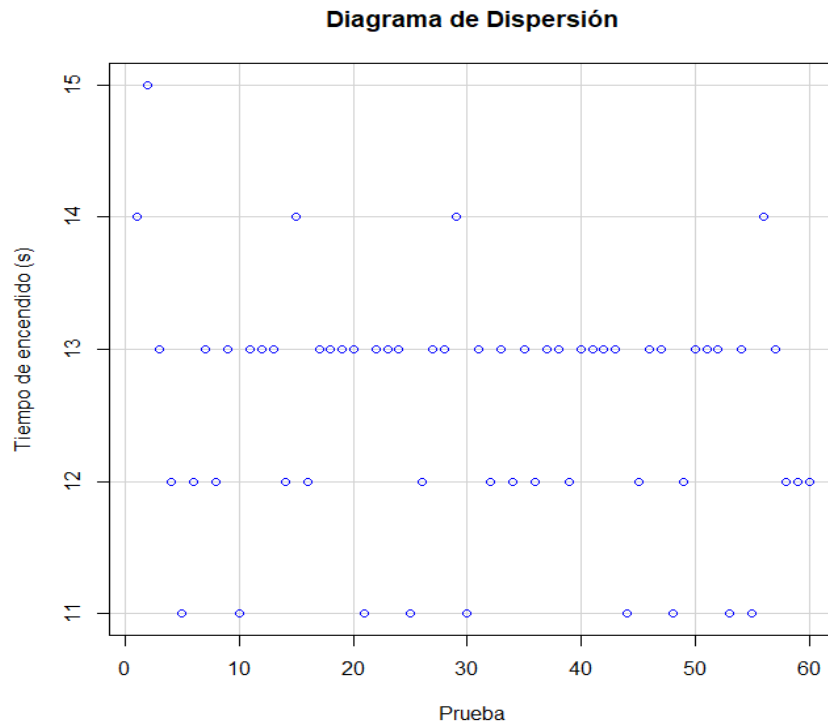
**Fuente:** Autores

<b>Test no Paramétrico de Wilcoxon</b>	
<b>Data: Encendido Generador (s).</b>	
<b>V = 1830</b>	<b>p-valor = 6.657e-12</b>

Hipótesis alternativa: la ubicación verdadera no es igual a 0.

Puesto que el p-valor  $< 0.05$  (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Gráficas:

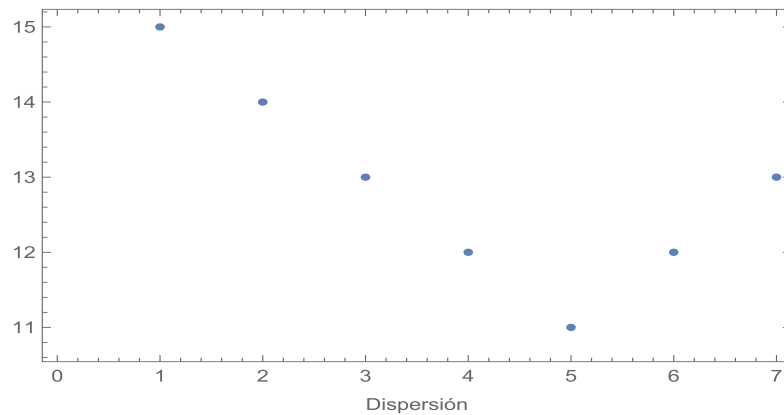


**Figura 63:** Diagrama de dispersión

**Fuente:** Autores

En la gráfica de Dispersión se evidencia los datos repetidos para el tiempo de encendido entre 11s y 15s siendo el mayor número para 13s.

Determinación del tiempo mínimo de encendido del generador utilizando el modelo de ajuste de curvas a un polinomio de grado n-ésimo basado en la teoría del mínimo potencial de morse, utilizando wolfram mathematica.



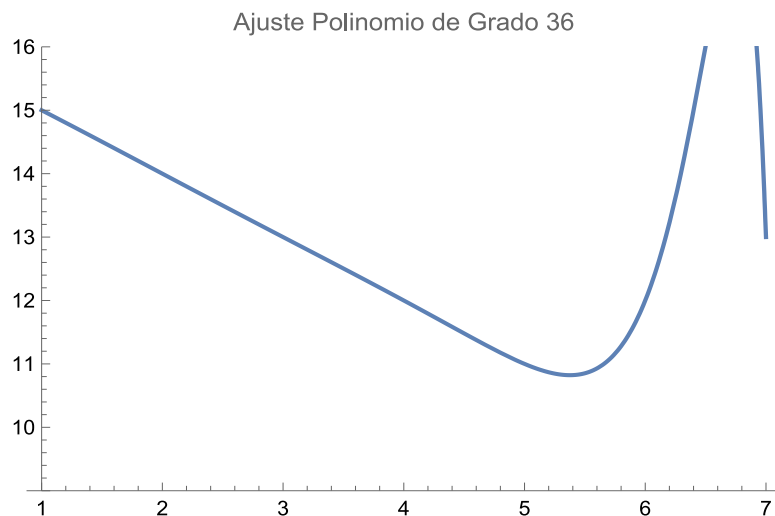
**Figura 64:** Gráfico para los primeros 7 datos de variación (sin repetición)

**Fuente:** Autores

Se encuentra entonces la Curva Polinomial que se ajusta a los puntos:

$$\begin{aligned}
 &5.9351 - 0.8791864640078084x - 0.06622176609732958x^2 \\
 &+ 0.00919520341279312x^3 + 0.001149984028557881x^4 \\
 &- 0.00004240432878074331x^5 - 0.000027929885252456114x^6 \\
 &- 0.000004556446218470443x^7 - 4.459092227509404 \times 10^{-7}x^8 \\
 &- 1.539270725739253 \times 10^{-8}x^9 + 4.892059858580087 \times 10^{-9}x^{10} \\
 &+ 1.531359382340322 \times 10^{-9}x^{11} + 3.003903284417109 \times 10^{-10}x^{12} \\
 &+ 4.922225466732221 \times 10^{-11}x^{13} + 7.281092988198141 \times 10^{-12}x^{14} \\
 &+ 1.00437003413828 \times 10^{-12}x^{15} + 1.312257244518999 \times 10^{-13}x^{16} \\
 &+ 1.634936026806397 \times 10^{-14}x^{17} + 1.942895692870114 \times 10^{-15}x^{18} \\
 &+ 2.187111202095811 \times 10^{-16}x^{19} + 2.288955329003446 \times 10^{-17}x^{20} \\
 &+ 2.125412552297378 \times 10^{-18}x^{21} + 1.50750361012575 \times 10^{-19}x^{22} \\
 &+ 1.489113400471337 \times 10^{-21}x^{23} - 2.379516225195627 \times 10^{-21}x^{24} \\
 &- 6.715591872796743 \times 10^{-22}x^{25} - 1.380084555114709 \times 10^{-22}x^{26} \\
 &- 2.50175694767191 \times 10^{-23}x^{27} - 4.238613008206879 \times 10^{-24}x^{28} \\
 &- 6.884872159925507 \times 10^{-25}x^{29} - 1.086770312763544 \times 10^{-25}x^{30} \\
 &- 1.680574396222305 \times 10^{-26}x^{31} - 2.559304766696445 \times 10^{-27}x^{32} \\
 &- 3.851942779139422 \times 10^{-28}x^{33} - 5.744289907864787 \times 10^{-29}x^{34} \\
 &- 8.503665605180807 \times 10^{-30}x^{35} - 1.251426769303745 \times 10^{-30}x^{36}
 \end{aligned}$$

y su gráfica:



**Figura 65:** Ajuste Polinomial de grado 36

**Fuente:** Autores

Los puntos críticos de este polinomio son:  $\{x \rightarrow -6.252358896080013 - 0.63107832866397i\}, \{x \rightarrow -6.252358896080013 + 0.63107832866397i\}, \{x \rightarrow -6.096434179268479 - 1.8247405804989805i\}, \{x \rightarrow -6.096434179268479 + 1.8247405804989805i\}, \{x \rightarrow -5.725063891780519 - 2.934677781089518i\}, \{x \rightarrow -5.725063891780519 + 2.934677781089518i\}, \{x \rightarrow -5.151020746869816 - 3.9500701321605045i\}, \{x \rightarrow -5.151020746869816 + 3.9500701321605045i\}, \{x \rightarrow -5.0419182148432355\}, \{x \rightarrow -4.395465937948975 - 4.845093129475078i\}, \{x \rightarrow -4.395465937948975 + 4.845093129475078i\}, \{x \rightarrow -3.4824046495989394 - 5.592433205007459i\}, \{x \rightarrow -3.4824046495989394 + 5.592433205007459i\}, \{x \rightarrow -2.439103031864475 - 6.1668825089173875i\}, \{x \rightarrow -2.439103031864475 + 6.1668825089173875i\}, \{x \rightarrow -1.296131018855832 - 6.546619152390552i\}, \{x \rightarrow -1.296131018855832 + 6.546619152390552i\}, \{x \rightarrow -0.0870590888465345 - 6.713759968712763i\}, \{x \rightarrow -0.0870590888465345 + 6.713759968712763i\}, \{x \rightarrow 1.1520174586571768 - 6.654451714314901i\}, \{x \rightarrow 1.1520174586571768 + 6.654451714314901i\}, \{x \rightarrow 2.3830295518848232 - 6.358380701538134i\}, \{x \rightarrow 2.3830295518848232 + 6.358380701538134i\}, \{x \rightarrow 3.5665910871709827 - 5.817208974797208i\}, \{x \rightarrow 3.5665910871709827 + 5.817208974797208i\}, \{x \rightarrow 4.1979222793959705 - 2.1077188832034808i\}, \{x \rightarrow 4.1979222793959705 + 2.1077188832034808i\}, \{x \rightarrow 4.6633854977432 - 5.02066703032385i\}, \{x \rightarrow 4.6633854977432 + 5.02066703032385i\}, \{x \rightarrow 5.375743415897606\}, \{x \rightarrow 5.639519110938344 - 3.9483921767557857i\}, \{x \rightarrow 5.639519110938344 + 3.9483921767557857i\}, \{x \rightarrow 6.472025585605928 - 2.5566374710527193i\}, \{x \rightarrow 6.472025585605928 + 2.5566374710527193i\}, \{x \rightarrow 6.760855072501192\}$

con soluciones enteras que determinan los siguientes mínimos:

$$\text{Min1} = 10.82236385150516$$

$$\text{Min2} = 17.85855465617238$$

Lo que indica que el sistema automático no podrá encender el generador en un tiempo menor que 10.82 segundos.

#### 4.1.6 Control de calidad y estudio de la métrica $6\sigma$ (Software R con RComander)

Dentro del estudio del control de calidad de un prototipo son importantes:

- La calidad y competitividad
- La productividad
- La medición del desempeño
- La variabilidad

Dentro del ciclo de calidad es necesario desarrollar proyectos de mejora: planear, hacer, verificar y actuar (PHVA).

Un PHVA se puede realizar en ocho pasos:

1. Seleccionar y caracterizar cualquier problema en el diseño e implementación del prototipo.
2. Buscar todas las posibles causas del problema.
3. Investigar las causas más importantes.
4. Considerar las medidas de remediación.
5. Implementar las posibles medidas de remedio.
6. Revisar los resultados obtenidos.
7. Prevenir la recurrencia del problema (si este persiste).
8. Y finalmente, concluir con una mejora en la calidad.

En este trabajo de investigación, el control de calidad del prototipo para el encendido automático del generador se basa en la comparación de los sensores y equipos utilizados, de los materiales, de la implementación del sistema de control, del tiempo de encendido y de la eficiencia en el manejo y resultados.

Coefficiente de variación de la intensidad de red

$$CV=(24/141)*100 =17.02\%$$

Coefficiente de variación del tiempo de encendido

$$CV=(0.55/14.0)*100 =3.92 \%$$

Conclusión:

Existe una menor variación en el porcentaje del tiempo de encendido frente a la variación de la Intensidad de Red.



Índice de capacidad potencial de proceso

$$Cp = \frac{(ES - EI)}{6\sigma} = \frac{\text{Variación Tolerada}}{\text{Variación Real}}$$

Es la especificación superior para la característica de calidad

EI es la especificación inferior para la característica de calidad

$6\sigma$  es 6 veces la desviación estándar, es la variación real debido a las distribuciones normales donde se afirma que entre  $\mu \pm 3\sigma$  se encuentra 99.73% de los valores de una variable con distribución normal.

### Tiempo

Se toma la variación tolerada como 240 s, (al 95% de confiabilidad)

$$Cp = \frac{(240)}{6(24)} = 1.66$$

Conclusión:

Puesto que  $Cp=1.66$  es mayor que 1.33, la clase del proceso es 1 con una decisión ADECUADA.

### 4.1.7 Activación de Red

#### 4.1.7.1 Descriptivos

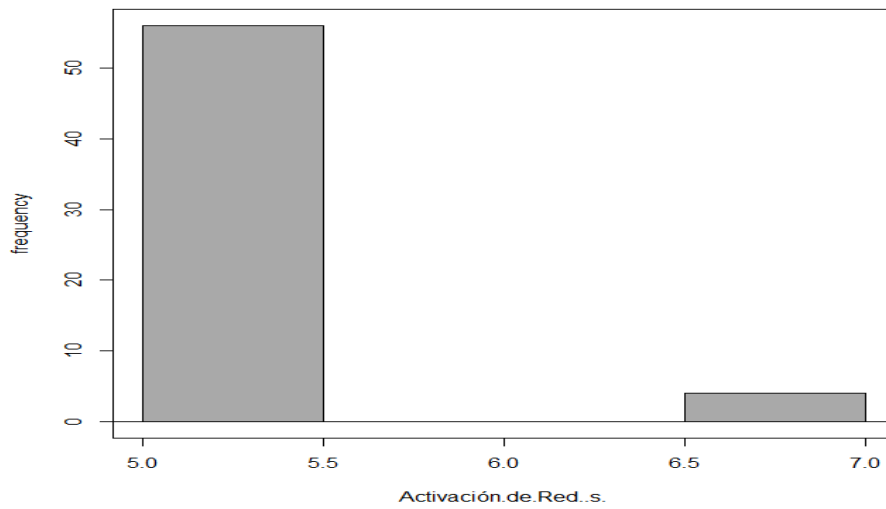
Tabla 15: Análisis descriptivo de activación de Red

Fuente: Autores

media	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
5.133333	0.5030977	0	5	5	5	5	7	60

La media en tiempo de activación de red es de 5.13 segundos con una desviación estándar de 0.50.

#### 4.1.7.2 Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: histogramas de frecuencia

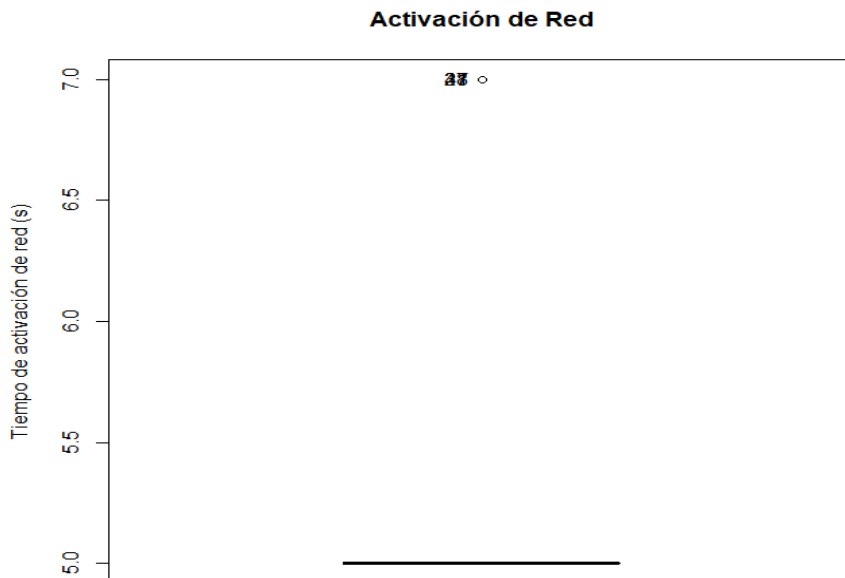


**Figura 66:** Histogramas de Frecuencia

**Fuente:** Autores

En la gráfica se nota un promedio de la activación de red es de aproximadamente 5 segundos.

#### 4.1.7.3 Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: Diagramas de Caja



**Figura 67:** Diagrama de caja

**Fuente:** Autores

En la figura 67, se nota la poca varianza de los datos con respecto a la media además de la cercanía de uno de los extremos.

#### 4.1.7.4 Test de normalidad de los datos

Para esta prueba se utiliza un “Test de Normalidad” de Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) por el número de datos poblacionales.

Lilliefors (Kolmogorov-Smirnov) normality test

**Tabla 16:** Test de Normalidad Lilliefors

**Fuente:** Autores

<b>Test de Normalidad Lilliefors</b>	
<b>Data: Activación de Red (s)</b>	
<b>D = 0.53784</b>	p-valor < 2.2e-16

Puesto que el p-valor <0.05, los datos provienen de una distribución de probabilidades no normalizada con un 95% de significancia.

#### 4.1.8 Prueba de hipótesis

Ho: El tiempo de la activación de red o igual que 600 segundos (10 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

H1: El tiempo de encendido del generador es menor que 600 segundos (10 minutos es el dato promedio suministrado por el centro de Acopio de Leche) para una muestra de 60 mediciones.

Para la verificación de la Hipótesis se utiliza un TEST NO PARAMÉTRICO DE WILCOXON para una muestra con Hipótesis nula:  $\mu=0.0$ .

Prueba de rango con signo de Wilcoxon con corrección de continuidad

**Tabla 17:** Test no Paramétrico de Wilcoxon

**Fuente:** Autores

<b>Test no Paramétrico de Wilcoxon</b>	
<b>Data: Activación de Red (s).</b>	
<b>V = 1830</b>	p-valor = 5.531e-14

Hipótesis alternativa: la ubicación verdadera no es igual a 0.

Puesto que el p-valor < 0.05 (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

## 4.2 Reconocimiento Facial para una Muestra de 60 datos, 15 intentos por 4 distancias fijas

### 4.2.1 Descriptivos

**Tabla 18:** Análisis descriptivo con distancia de 30cm

Fuente: Autores

Distancia a 30 cm										
media	sd	se(media )	IQ R	cv	0 %	25%	50%	75%	100 %	n
90.4473	25.0515	6.46829	1.3	0.276974	0	96.0	96.6	97.4	99.6	1
3	8	1	8	3		5	8	3	8	5

El promedio del a confiabilidad es del 90.44% con una desviación típica del 25.05%

**Tabla 19:** Análisis descriptivo con distancia de 50cm

Fuente: Autores

Distancia a 50 cm								
media	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
90.534	25.06875	1.7	0	96.025	96.84	97.725	99.42	15

El promedio del a confiabilidad es del 90.53% con una desviación típica del 25.06%

**Tabla 20:** Análisis descriptivo con distancia de 70cm

Fuente: Autores

Distancia a 70cm								
media	sd	IQR	0%	25%	50%	75%	100%	n
78.77067	40.77637	1.88	0	97.22	98.07	99.1	99.87	15

El promedio del a confiabilidad es del 78.77% con una desviación típica del 40.77%

**Tabla 21:** Análisis descriptivo con distancia de 90cm

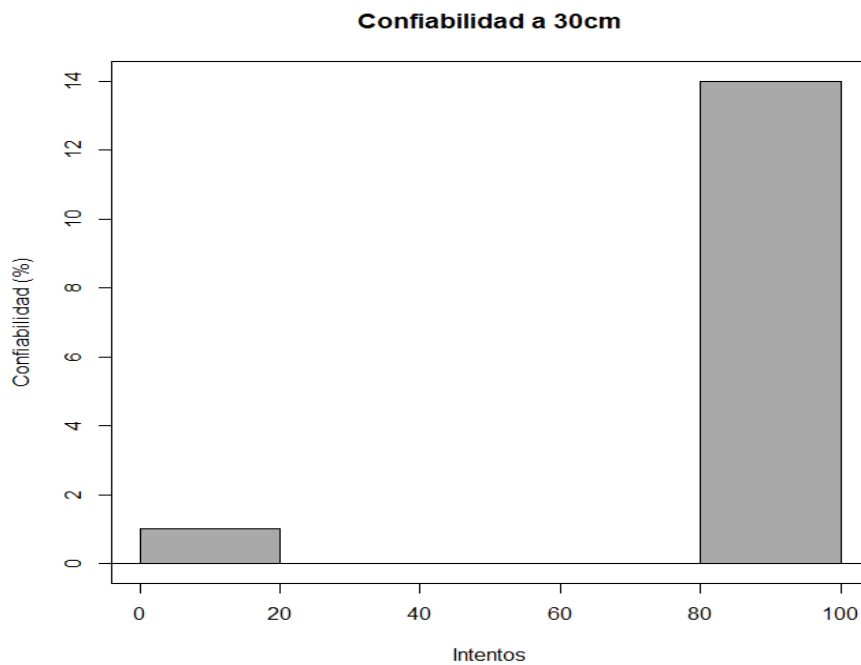
**Fuente:** Autores

<b>Distancia a 90cm</b>								
<b>media</b>	<b>sd</b>	<b>IQR</b>	<b>0%</b>	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>75%</b>	<b>100%</b>	<b>n</b>
<b>65.01267</b>	47.5967	97.66	0	0	96.97	97.66	99.71	15

El promedio de la confiabilidad es del 65.01% con una desviación típica del 47.59%

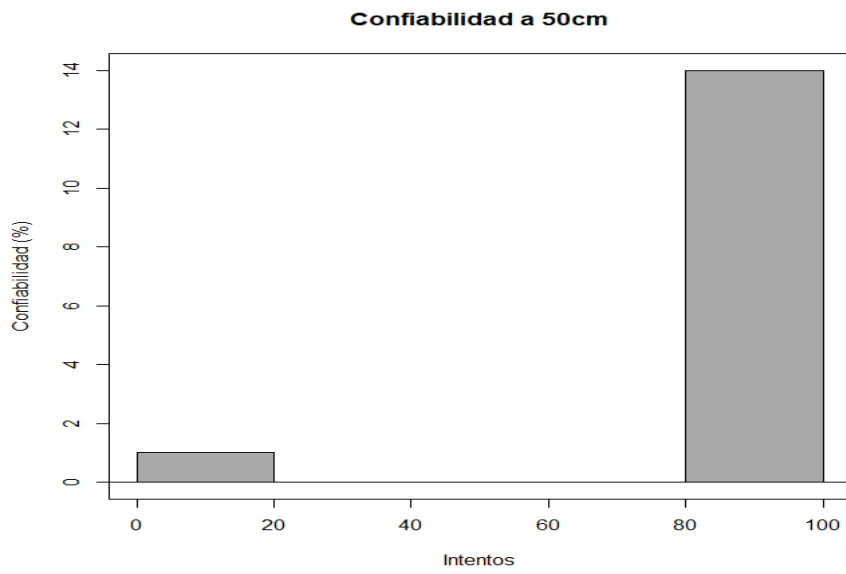
Se concluye que la mejor distancia es a los 50cm

#### 4.2.2 Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: histogramas de frecuencia

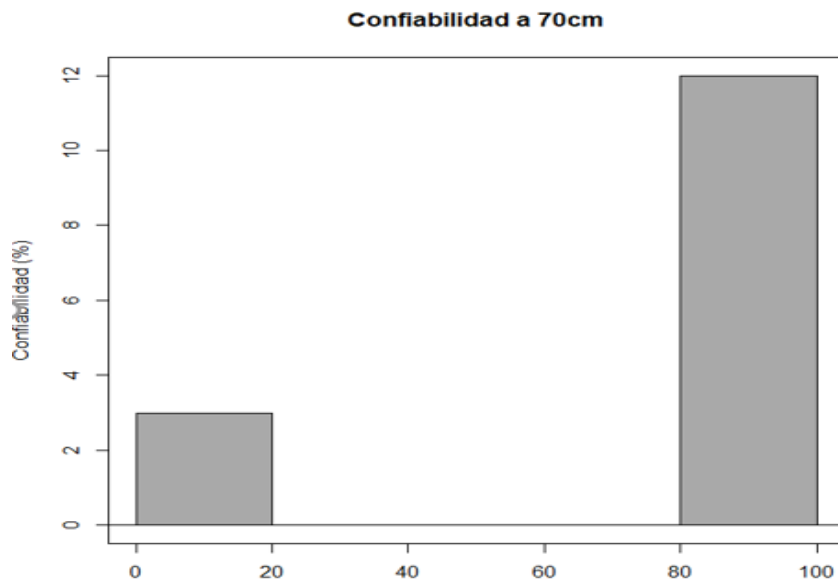


**Figura 68:** Histogramas de Frecuencia a 30cm

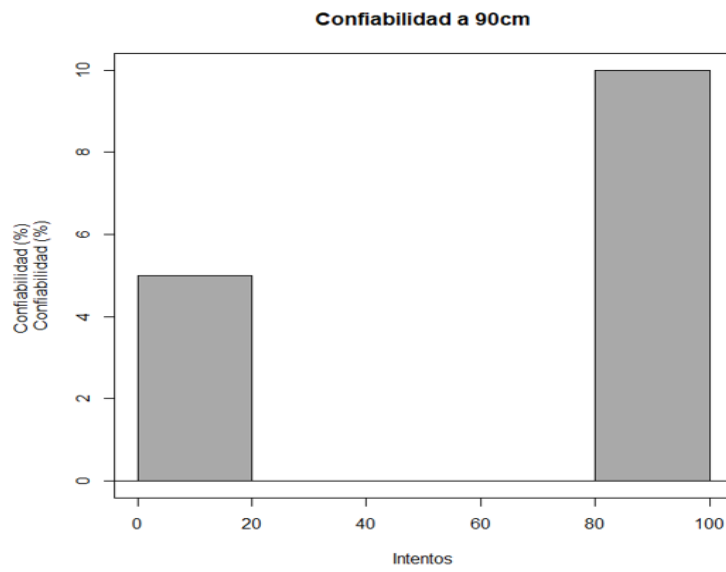
**Fuente:** Autores



**Figura 69:** Histogramas de Frecuencia a 50cm  
**Fuente:** Autores



**Figura 70:** Histogramas de Frecuencia a 70cm  
**Fuente:** Autores

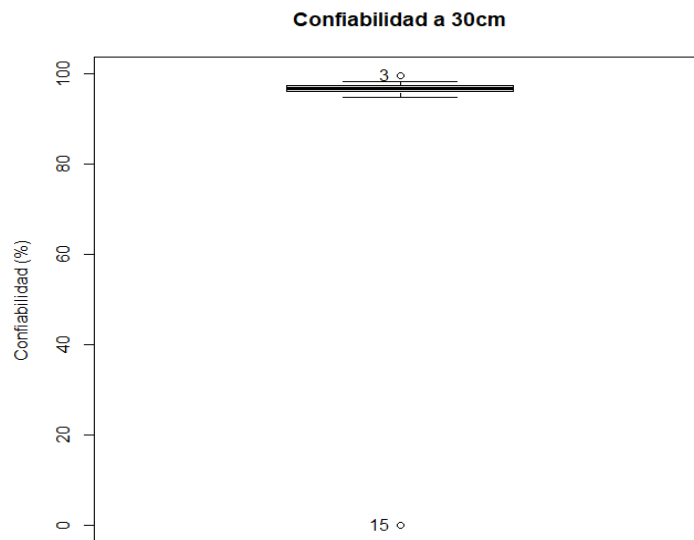


**Figura 71:** Histogramas de Frecuencia a 90cm

**Fuente:** Autores

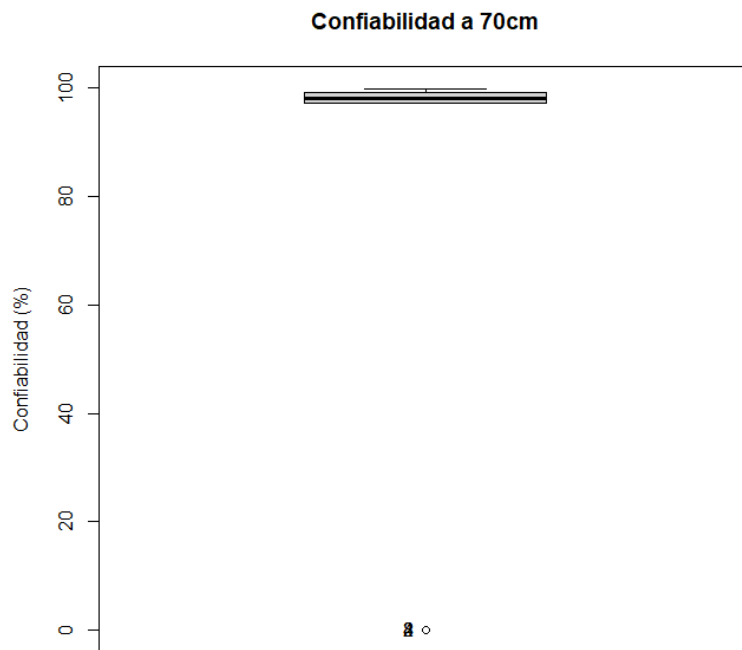
Viendo claramente que, la mejor distancia es a los 50cm.

#### 4.2.3 Gráfica y tendencias de la distribución de los datos: diagramas de caja

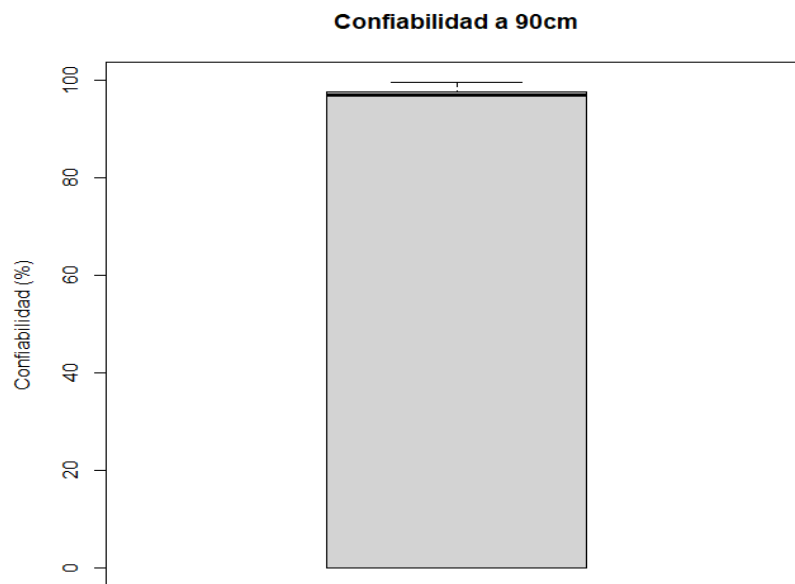


**Figura 72:** Diagramas de caja a los 30cm

**Fuente:** Autores



**Figura 73:** Diagrama de Caja a los 70 cm  
**Fuente:** Autores



**Figura 74:** Diagrama de caja a los 90 cm  
**Fuente:** Autores



Claramente la menor variación es para una distancia de 50cm.

#### 4.2.4 Test de normalidad de los datos para una distancia de 50cm

Para esta prueba se utiliza un “Test de Normalidad” de Shapiro-Wilk por el número de datos poblacionales.

**Tabla 22:** Test de Normalidad para una distancia de 50cm

Fuente: Autores

<b>Test de Normalidad</b>	
<b>Data: Confiabilidad</b>	
<b>W = 0.32345</b>	<b>p-valor = 0.0000001784</b>

Puesto que el p-valor  $< 0.05$ , los datos provienen de una distribución de probabilidades no normalizada con un 95% de significancia.

#### 4.2.5 Matriz de correlaciones

Para esta prueba se utiliza un coeficiente de Spearman.

**Tabla 23:** Matriz de correlaciones entre distancias

Fuente: Autores

	<b>Confiabilidad 30cm</b>	<b>Confiabilidad 50cm</b>	<b>Confiabilidad 70cm</b>	<b>Confiabilidad 90cm</b>
<b>Confiabilidad 30cm</b>	1.00000000	-0.36851580	-0.04659528	0.4327988
<b>Confiabilidad 50cm</b>	-0.36851580	1.00000000	-0.02693003	-0.1257000
<b>Confiabilidad 70cm</b>	-0.04659528	-0.02693003	1.00000000	-0.1788512
<b>Confiabilidad 90cm</b>	0.43279882	-0.12569995	-0.17885118	1.0000000

Se puede evidenciar que no existe correlación alguna entre la confiabilidad y la distancia al objeto para los datos. Es por esto que se ha elegido la mejor distancia a aquella 50cm.

#### 4.2.6 Prueba de hipótesis

Ho: El nivel de confiabilidad para el sistema por reconocimiento facial es menor o igual al 90% para la mejor distancia (50cm) tomada de la muestra.

H1: El nivel de confiabilidad para el sistema por reconocimiento facial es mayor al 90% para la mejor distancia (50cm) tomada de la muestra.

Para la verificación de la Hipótesis se utiliza un TEST NO PARAMÉTRICO DE WILCOXON para una muestra con Hipótesis nula:  $\mu=0.0$ .

Prueba de rango con signo de Wilcoxon con corrección de continuidad.

**Tabla 24:** Test no Paramétrico de Wilcoxon

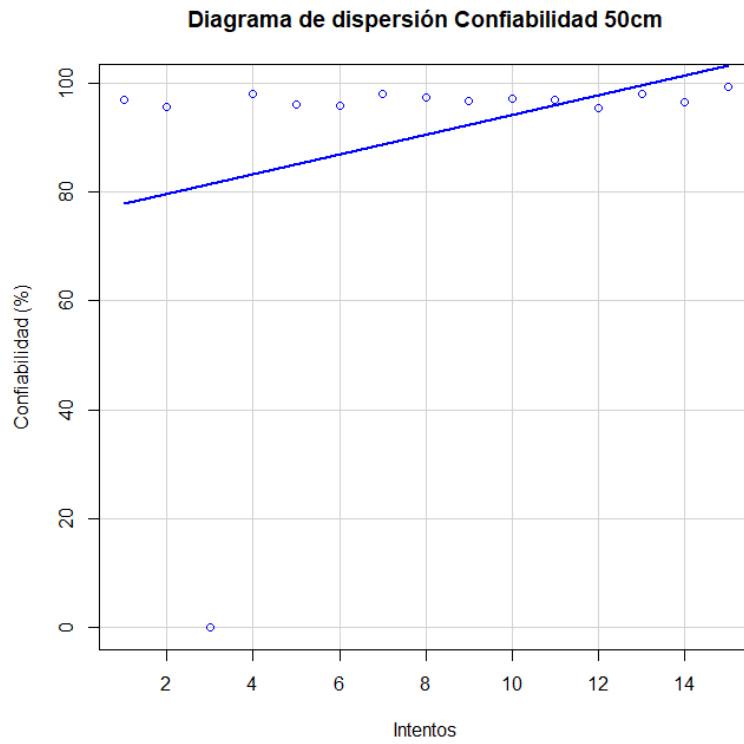
**Fuente:** Autores

<b>Test no Paramétrico de Wilcoxon</b>	
<b>Dato: Confiabilidad</b>	
<b>V = 105</b>	p-valor = 0.001091

Hipótesis alternativa: la ubicación verdadera no es igual a 0.

Puesto que el p-valor  $< 0.05$  (5%) se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Gráficas:



**Figura 75:** Diagrama de dispersión confiabilidad a los 50cm  
**Fuente:** Autores

En la gráfica de Dispersión se evidencia que la confiabilidad en promedio es alta (superior al 90%) dónde un solo dato rompe la distribución casi constante.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

La investigación exhaustiva sobre los diferentes tipos de Sistemas de Transferencia Automática y los Sistemas de Control de Acceso mediante reconocimiento facial ha brindado una visión integral de las tecnologías disponibles, permitiendo una toma de decisiones informada y estratégica, para su respectivo diseño y construcción de acuerdo con las necesidades y posibilidades de los beneficiarios.

Se diseñó un Sistema de Transferencia Automática y un Sistema Integrado de Seguridad para el Control de Acceso mediante reconocimiento facial gracias a la búsqueda de una solución integral y tecnológicamente avanzada, tras considerar varios factores, se determinó que el uso de un PLC Logo para la etapa de control del Sistema de transferencia y para el reconocimiento facial se utilizó la técnica basada en histogramas de patrones binarios locales LBPH junto a la combinación de la biblioteca OpenCv. El diseño de un sistema de transferencia automática con PLC ofrece una solución robusta y eficiente para la gestión de la energía eléctrica, mientras que la integración de sistemas de control de acceso mediante reconocimiento facial añade una capa adicional de seguridad y comodidad.

La construcción del Sistema de Transferencia Automática y el Prototipo de Control de Acceso basada en la Metodología Scrum permitió una colaboración continua entre los equipos de desarrollo, facilitando una adaptación constante a medida que evolucionaban los requisitos y las circunstancias del proyecto. La flexibilidad inherente de Scrum facilitó la incorporación de cambios en los requisitos y la capacidad de realizar ajustes continuos para mejorar la calidad del producto final, teniendo más énfasis en el reconocimiento facial ya que permitió desarrollar varios cambios en el uso y gestión de plataformas.

La evaluación de los Sistemas Integrados mediante un Control de fiabilidad es fundamental para verificar la eficiencia de la implementación del Sistema de Transferencia Automática y el prototipo de Control de Acceso. Este proceso permite medir la capacidad de los sistemas para funcionar de manera consistente y confiable, cumpliendo con los requisitos y

expectativas establecidos. Dando como resultado el valor mínimo de encendido para el generador es de 10.82 s y para el Sistema de Reconocimiento Facial una confiabilidad del 90.53% como resultado de una distancia recomendable de 50cm.

## **5.2 Recomendaciones**

Se sugiere un mantenimiento mensual para el sistema de Transferencia Automático con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del generador. Este programa incluirá inspecciones, pruebas y ajustes para mantener la fiabilidad operativa y prevenir problemas a largo plazo.

Se recomienda que la verificación del sistema de transferencia automático sea realizada exclusivamente por personal capacitado. Esta medida garantiza una evaluación precisa y la capacidad de identificar y abordar eficientemente cualquier problema, contribuyendo así a prolongar la vida útil del sistema y optimizar su rendimiento a lo largo del tiempo.

Se sugiere que a futuro tanto el Sistema de Transferencia Automática como el Generador estén debidamente conectados a un sistema de puesta a tierra. Esta medida es esencial para garantizar la seguridad eléctrica, proteger los equipos contra sobretensiones, reducir interferencias electromagnéticas, mejorar el rendimiento general del generador y cumplir con las normativas y regulaciones eléctricas además la puesta a tierra efectiva también contribuye a prevenir fugas de energía y facilita el mantenimiento de los equipos.

Se recomienda implementar un sistema de alumbrado equilibrado dirigido específicamente hacia la cámara para optimizar el control de acceso mediante reconocimiento facial. Dado que este método es sensible a las variaciones de luz, la iluminación estratégica garantizará condiciones óptimas para la captura precisa de rostros de usuarios. Esta medida contribuirá significativamente a mejorar la fiabilidad y precisión del sistema de reconocimiento facial, incluso en entornos con fluctuaciones lumínicas.

Se recomienda en el caso de existir mucho más usuario en la Base de Datos de la Raspberry Pi debido a que es una tarjeta de desarrollo con capacidades limitadas optar por un sistema

más robusto como un servidor dedicado ya que garantizara la velocidad de procesamiento y abarcar mayor cantidad de imágenes para hacer más eficiente al sistema.

Se recomienda evaluar la opción de migrar a un sistema más robusto, como un servidor dedicado, cuando la base de datos de usuarios en la Raspberry Pi sea considerablemente extensa. Dada la limitada capacidad de procesamiento de la Raspberry Pi, el uso de un servidor dedicado garantizará una mayor velocidad y eficiencia en el reconocimiento facial. Esta medida no solo mejorará la capacidad del sistema para gestionar un mayor volumen de imágenes, sino que también optimizará su rendimiento general, asegurando una experiencia eficaz y ágil en el proceso de identificación de usuarios.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. I. Elferes Martinez, *Desarrollo de un sistema de transferencia automática del grupo*, Lima, 2021.
- [2] E. R. Carrión Aquise, *Diseño de la transferencia automática de energía eléctrica monitoreado con SCADA para la máquina extrusora de plástico en la empresa Peruana de Moldeados S.A., Callao 2018*, Lima, 2019.
- [3] V. A. Curo Rimache, *Diseño e implementación de un sistema de transferencia automática de energía eléctrica con interruptor de acoplamiento de barras para selección de cargas esenciales, monitoreo y control.*, Lima, 2021.
- [4] L. Rouhiainen, «Inteligencia Artificial,» alienta, Barcelona, 2018.
- [5] J. Ibarra-Estévez y K. Paredes , «REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA EL CONTROL DE ACCESO BASADO EN RECONOCIMIENTO FACIAL,» *Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra. Ibarra, Ecuador.*, 2018.
- [6] J. Sanchez del Rio, D. Moctezuma, C. Conde, I. Martin de Diego y E. Cabello, «Automated border control e-gates and facial recognition systems,» *Science Direct*, 2016.
- [7] J. L. Lozano Jiménez, «Cámaras de reconocimiento facial en el arte contemporaneo,» *AusArt Journal for Research*, 2018.
- [8] J. González Astudillo y M. G. Zhindón Mora, *Plataforma de servicios de reconocimiento facial para detección de prófugos de la justicia en Ecuador*, 2020.
- [9] E. P. Muñoz Vega, *Desarrollo de un sistema de control de acceso de personal empleando reconocimiento facial respaldado con técnicas de aprendizaje profundo*, 2021.
- [10] S. V. Bravo Salvatierra y J. R. Cepeda Ushca, *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UNA PLANTA INDUSTRIAL EMPLEANDO EL MÓDULO DE TRANSFERENCIAS UBICADO EN EL LABORATORIO DE INSTALACIONES INDUSTRIALES*, Guayaqui, 2021.

- [11] G. Rojas, *Grupos electrogenos, principios Básicos*, Caracas, 2018.
- [12] J. J. Guin Quinde y J. Á. Ángel Illesca, *Sisteme Automatico de Transferencia de Energía Eléctrica para una gasolinera*, Guayaquil, 2022.
- [13] A. P. SOLUTION, «AF22D6 INDUSTRIAL RANGE POWERED BY AGG,» [En línea]. Available: <https://www.aggpower.com/af22d6-60hz.html>.
- [14] NEC2011, *CAP15 INSTALACIONES ELECTROMECHANICAS*, 2013.
- [15] L. F. Coyago Lopez, *Implementación de un sistema de transferencia automático de energía eléctrica en la empresa panificadora Dulce Pan*, Latacunga, 2021.
- [16] W. A. Roldan Bastidas, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN TABLERO DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA PARA LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA RESIFLEX DURAFLEX S.A*, Quito, 2021.
- [17] M. Marisela Vital Carrillo, «Introducción de Arduino,» 2021.
- [18] arduino.cc, «Arduino Mega 2560 Rev3,» 2021. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>. [Último acceso: 11 Julio 2023].
- [19] S. Biométricos, «Sistemas Biométricos.,» *Artist*, [Art]. 2023..
- [20] J. R. Cedeño Navarrete y C. L. Párraga Vera, «SISTEMA BIOMÉTRICO DE CONTROL DE ACCESO PARA EL LABORATORIO DE CÓMPUTO DE LA UNIDAD EDUCATIVA FRANCISCO GONZÁLEZ ÁLAVA,» p. 72, 2017.
- [21] A. S. Rojas Capera, *PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESO* *PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESO BIOMÉTRICO PARA LAS INSTALACIONES DE ORANGE BUSINESS SERVICES*, [Art]. UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS DE AQUINO, 2020.
- [22] K. X. Nieves Villamar, *RESTRUCTURACIÓN DE UN SISTEMA BIOMÉTRICO PARA FORTALECER LA SEGURIDAD Y CONTROL DE ACCESO EN EL DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS*, [Art]. Universidad Estatal del sur de Manabí, 2021.
- [23] A. S. Rojas Capera, «PROPUESTA PARA LA ACTUALIZACIÓN DEL SISTEMA DE ACCESO BIOMÉTRICO PARA LAS INSTALACIONES DE ORANGE



- BUSINESS SERVICES,» [Art]. *Universidad Santo Tomás de Aquino*, pp. 18-27, 2020.
- [24] P. R. d. I. Santos, «Telefonica Tech,» 2 12 2021. [En línea]. Available: <https://telefonicatech.com/blog/que-algoritmo-elegir-en-ml-aprendizaje>. [Último acceso: 16 05 2023].
- [25] S. V. Hirvin Gonzales, Artist, *RECONOCIMIENTO FACIAL UTILIZANDO VIOLAJONES Y PATRONES BINARIOS*. [Art]. 2019.
- [26] D. C. V. Valderrama, Artist, *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE IDENTIFICACIÓN DE PERSONAS PARA LA SEGURIDAD DE LOS ACCESOS A CONDOMINIOS, BASADO EN EL ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO FACIAL LBPH FACES*. [Art]. UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, 2022.
- [27] M. d. L. A. Ruiz, Artist, *Sistema para la detección de dolor por medio de expresiones faciales*. [Art]. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, 2020.
- [28] S. Jaiswal, «javaTpoint,» [En línea]. Available: <https://www.javatpoint.com/face-recognition-and-face-detection-using-opencv>. [Último acceso: 19 08 2023].
- [29] python, «El tutorial de Python,» 2021. [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>. [Último acceso: 10 07 2023].
- [30] Y. Muradas, «Open Webinars,» 22 06 2021. [En línea]. Available: <https://openwebinars.net/blog/que-es-firebase-de-google/>. [Último acceso: 22 07 2023].
- [31] F. Rodriguez, «KEEPCODING,» 24 07 2023. [En línea]. Available: <https://keepcoding.io/blog/que-es-firebase-realtime-database/>. [Último acceso: 12 09 2023].
- [32] E. I. Chidera, «freeCodeCamp,» 31 10 2022. [En línea]. Available: <https://www.freecodecamp.org/news/use-firebase-authentication-in-a-react-app/>. [Último acceso: 18 09 2023].
- [33] R. Pérez, «Bloc de tecnología e Informatica,» 29 03 2022. [En línea]. Available: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/rperexp/2022/03/29/app-inventor-2022/>. [Último acceso: 25 09 2023].

- [34] M. electronics, «raspberrypi,» [En línea]. Available: <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>. [Último acceso: 07 Agosto 2023].
- [35] F. R. Martínez, «SISTEMA INFORMÁTICO CLIENTE-SERVIDOR PARA EJECUCIÓN DE ESCRITORIO REMOTO CON ACELERACIÓN GRÁFICA,» Valencia, 2018.
- [36] P. L. Echeverría Carrón y G. M. Sánchez Quimis, *DISEÑO DE UNA APLICACIÓN MOVIL EN ANDROID DE ALERTA Y MITIGACIÓN DE ATAQUES INFORMÁTICOS SOBRE UN SERVIDOR LINUX DE COMUNICACIÓN VOZ IP UTILIZANDO COMUNICACIÓN SSH*, 2022.
- [37] M. G. Barrow, Introduction to Molecular Spectroscopy, New York: Book Company, Inc., 1962.
- [38] T. T. Allen, Introduction to Engineering Statistics and Lean Six Sigma, Londres: Springer, 2019.

## 7. ANEXOS

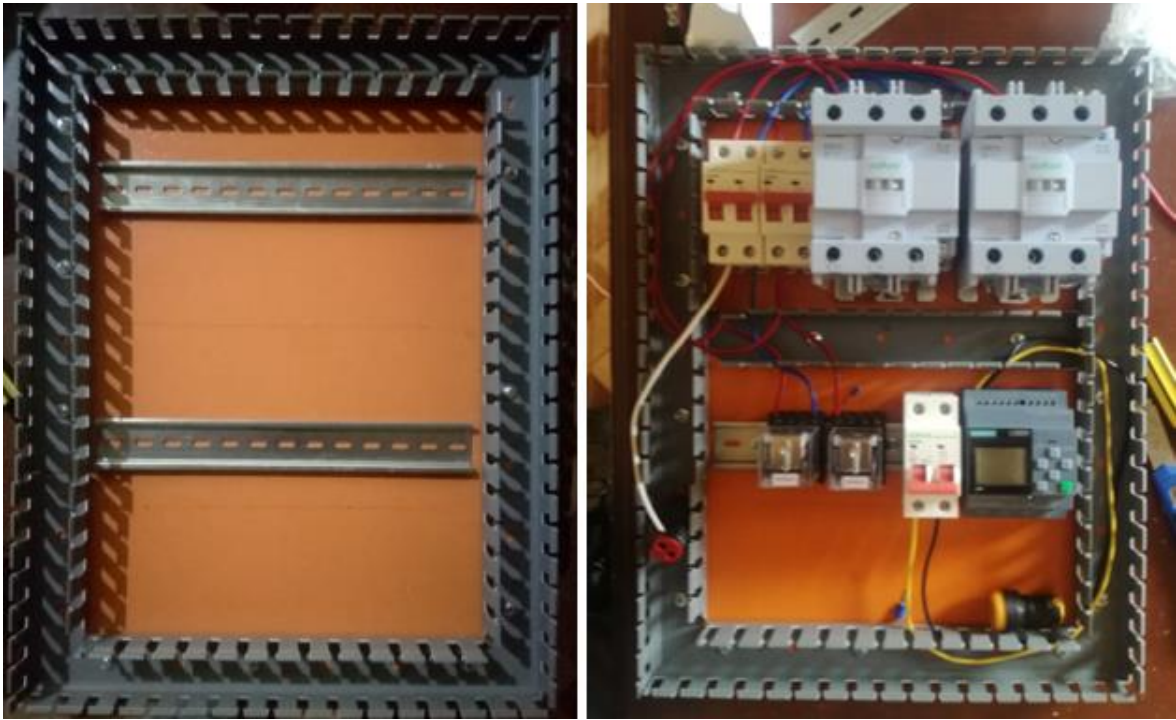
### ANEXO A. CONSTRUCCION DEL TABLERO PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMATICO.



**Anexo A.1.** Visita técnica para revisión del Generador modelo AF22D6.



**Anexo A.2.** Adquisición de los elementos necesarios para el Sistema de Transferencia.



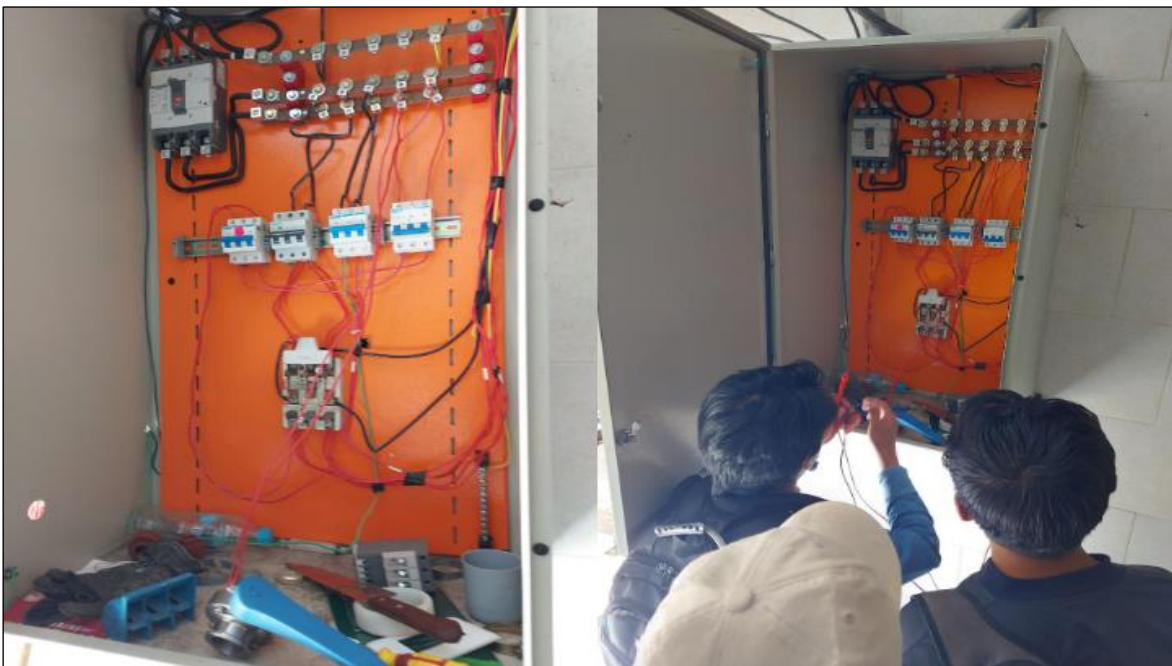
**Anexo A.3.** Construcción del tablero de Sistema de Transferencia Automático.



**Anexo A.4.** Pruebas de funcionamiento del Tablero de transferencia con el Generador AF22D6.



**Anexo A.5.** Instalación y empotrado del tablero de Sistema de Transferencia Automático.



**Anexo A.6.** Conexiones del tablero de transferencia hacia el centro de carga.

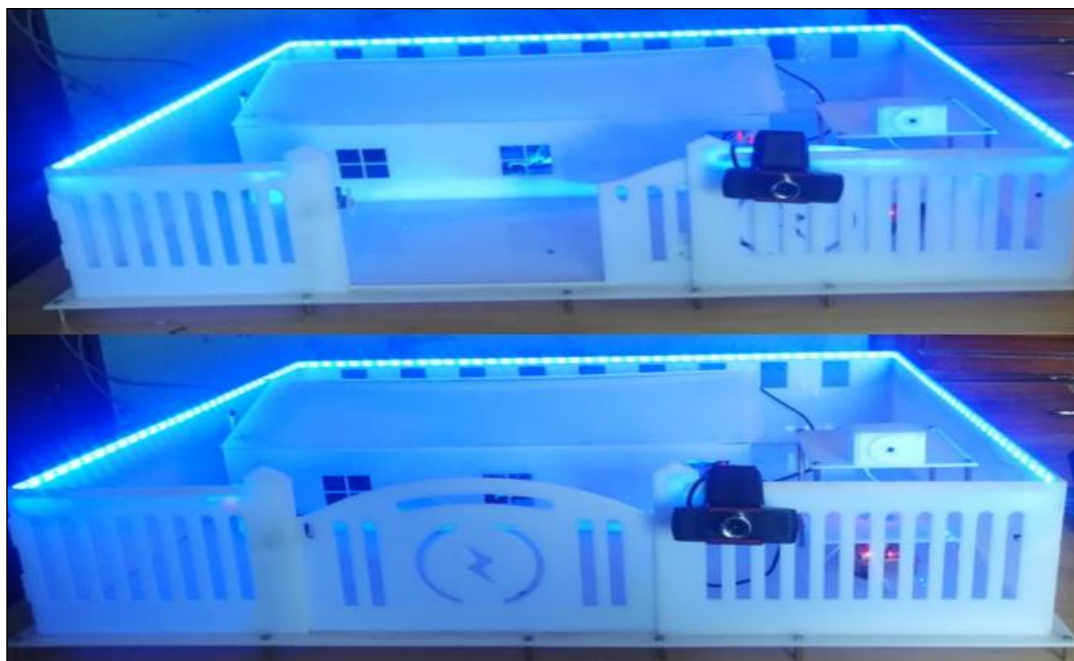


**Anexo A.7.** Tablero de Transferencia Automático terminado.



**Anexo A.8.** Entrega de acta y recepción del Tablero de Transferencia Automático a las autoridades del Centro de Acopio de leche “EL ALTAR” en el Catón Penipe, 2023.

**ANEXO B. MAQUETA PARA COMPROBAR EL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL.**

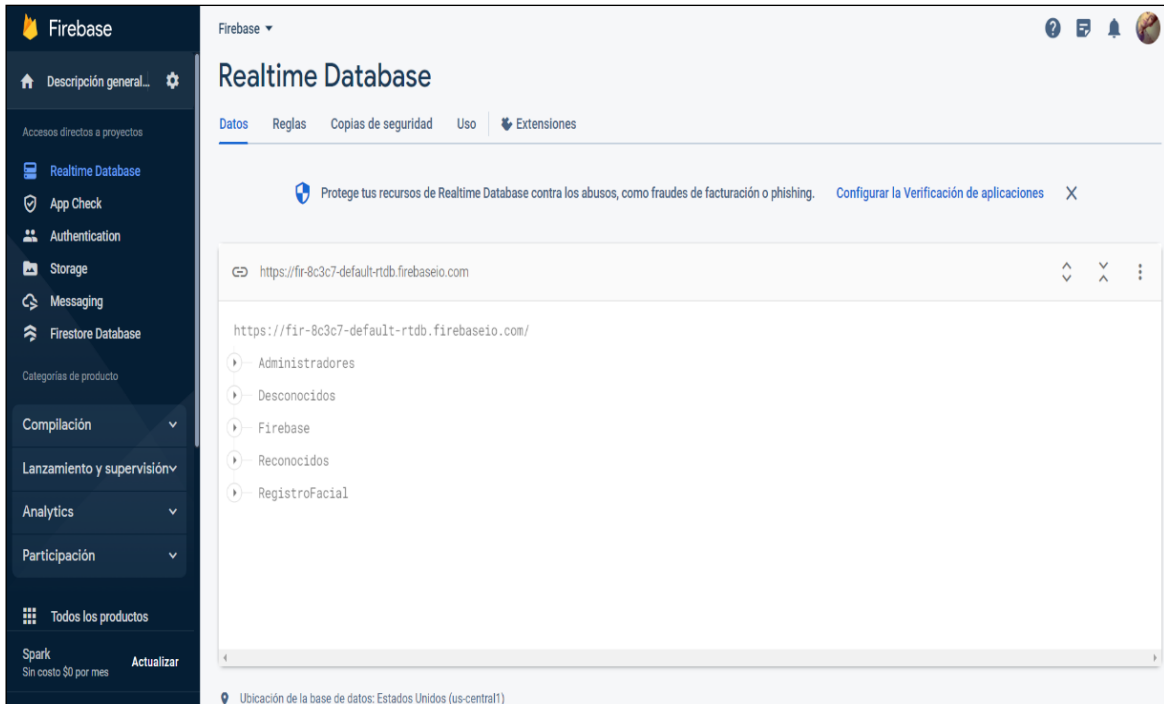


**Anexo B.1.** Maqueta para la Implementación del sistema de control de acceso.



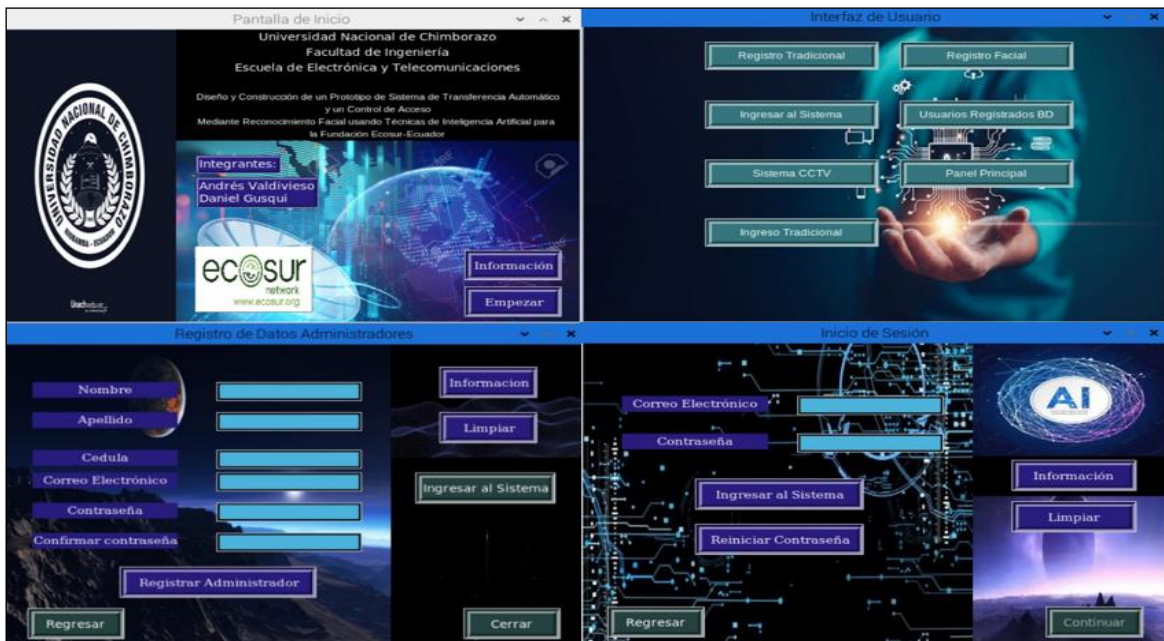
**Anexo B.2.** Armado de la maqueta e implementación de componentes.

## ANEXO C. BASE DE DATOS.



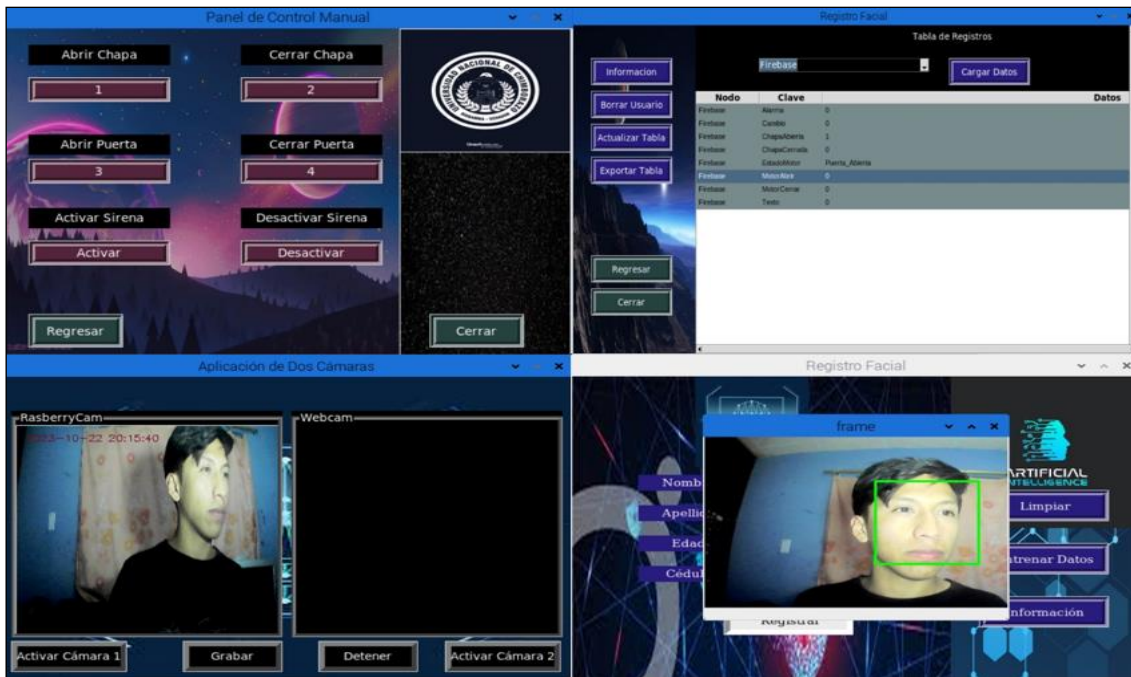
**Anexo C.1.** Proyecto que contiene la información en la Base de Datos de los Administradores, Intentos de Accesos “Reconocidos”, Intentos de Accesos “Desconocidos”, Registro Facial e Interacción App Inventor “Firebase”,

## ANEXO D. INTERFAZ GRAFICA DE INTERACCION CON EL USUARIO.

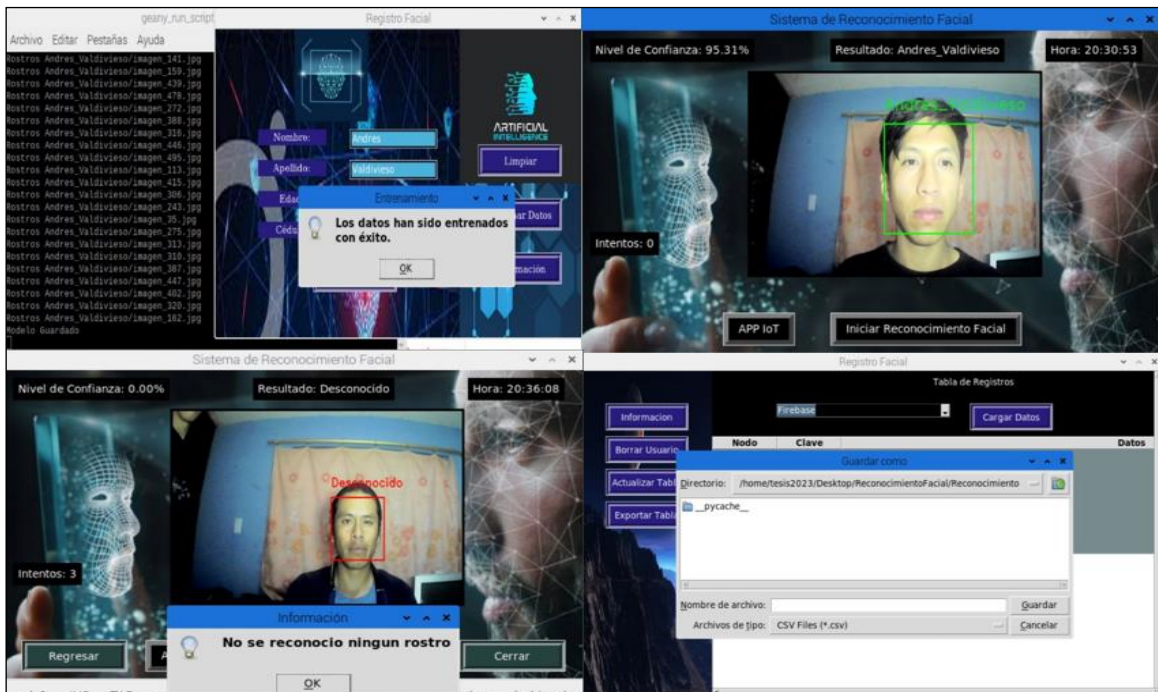


**Anexo D.1.** Interfaz Gráfica, Ventana Bienvenida, Ventana Principal, Ventana Registro Tradicional e Inicio de Sesión.





**Anexo D.2.** Interfaz Gráfica, Ventana Panel de Control, Ventana Datos Obtenidos de Firebase, Ventana Videovigilancia y Registro Facial.

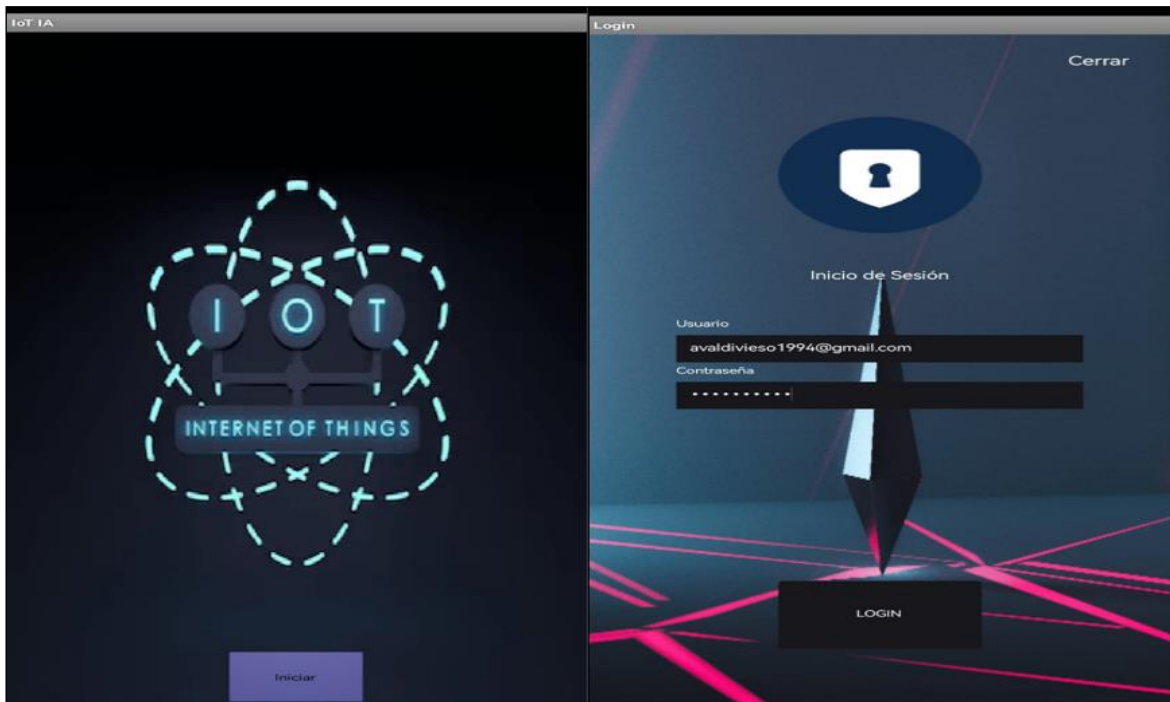


**Anexo D.3.** Interfaz Gráfica, Ventana de Entrenamiento, Ventana Ingreso Facial “Exitoso”, Ventana Ingreso Facial “Desconocido”, Ventana Exportación de Registros.

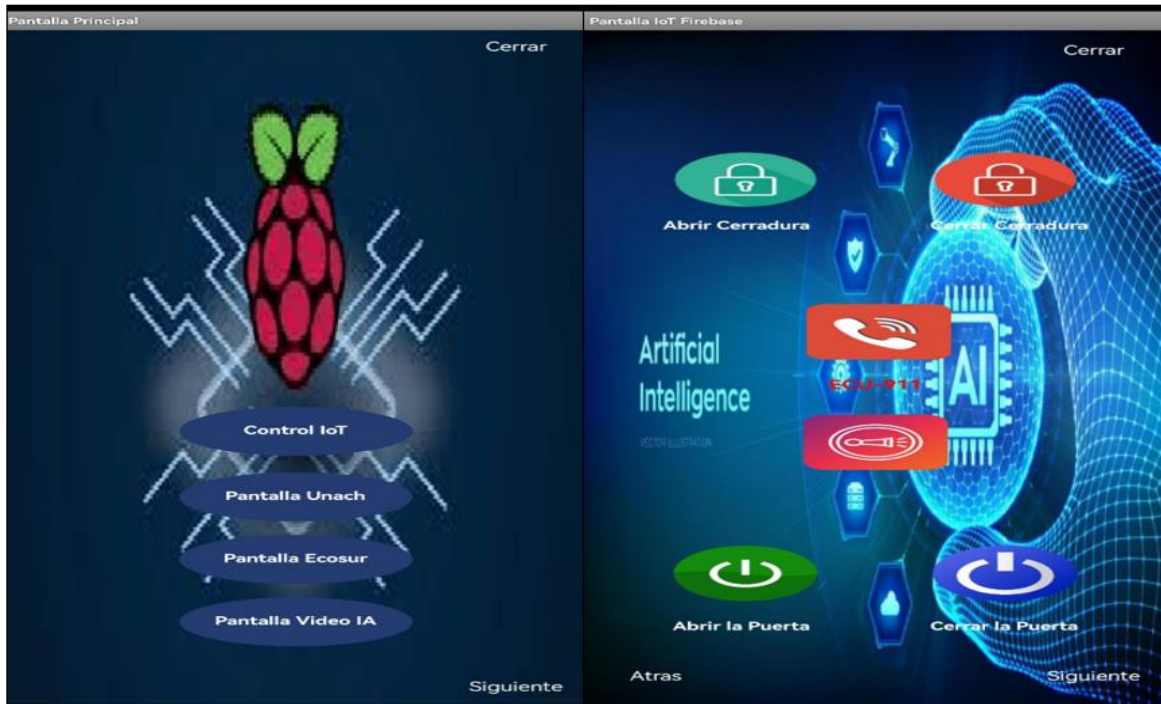


**Anexo D.4.** Sistema de Visualización Mediante Interfaz Gráfica en Maqueta.

**ANEXO E.** APLICACIÓN PARA DISPOSITIVOS ANDROID E INTERACCION CON EL SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL.

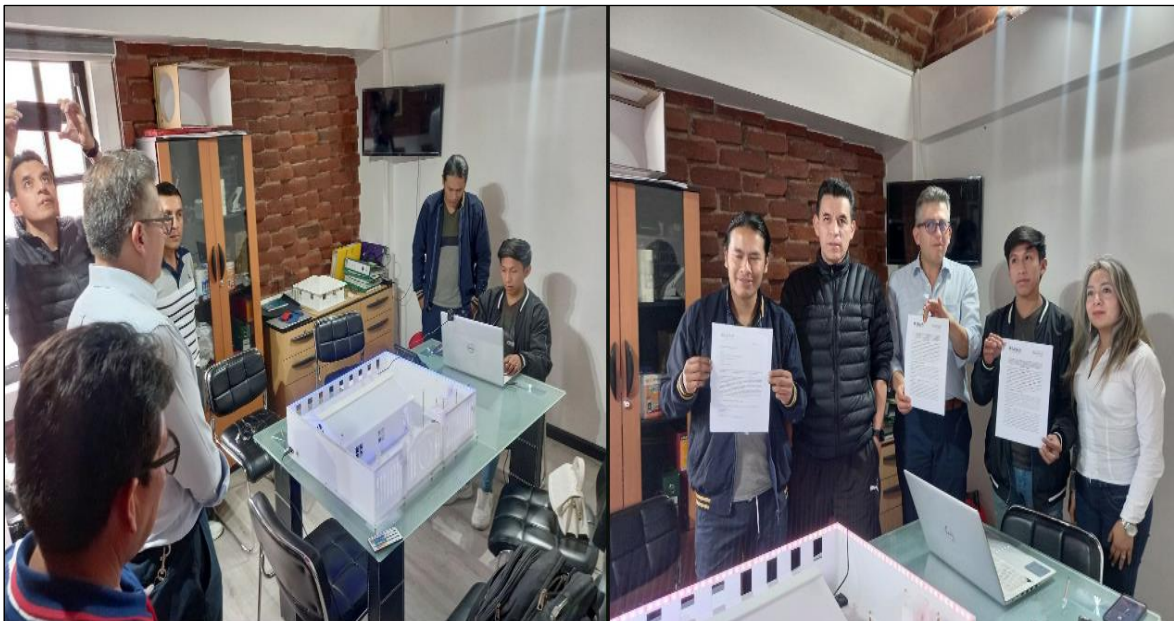


**Anexo E.1.** Iniciar App e Inicio de Sesión.



**Anexo E.2.** Panel de Navegación y Panel de Interacción con el Reconocimiento Facial.

**ANEXO F. ENTREGA-RECEPCION PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL EN LA FUNDACION ECOSUR-ECUADOR EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA.**



**Anexo F.1.** Entrega de acta y recepción del prototipo de control de acceso mediante Reconocimiento artificial en la fundación ECOSUR-ECUADOR en la ciudad de Riobamba, 2023.

Penipe, 18 de enero de 2023

Ing.  
Deysi Inca Balseca, MSc.  
**DIRECTORA DE CARRERA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA, UNACH**

De nuestra mayor consideración y estima.

La Asociación de Productores de Leche y el Centro de Acopio de la Parroquia Altar del Cantón Penipe extendemos nuestro fraterno saludo a toda la comunidad universitaria y en especial a la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones.

En el contexto de la mejora de la calidad de vida de la población y en especial de las personas más vulnerables, nos dirigimos a usted para solicitarle de la manera más comedida, y por su intervención, nos extiendan su ayuda como Academia para la realización de Proyectos de Tesis financiadas, mismos que resolverán algunos de los problemas que afrontamos a diario por la no tecnificación ni automatización de muchos de los principales procesos en la recolección y almacenamiento de la leche.

Informamos además que nuestro centro actualmente no cuenta con un Sistema de Seguridad y es muy importante, además, que nuestro Generador Eléctrico a base de combustible fósil funcione de manera automatizada pues cuando existe algún corte de energía, debemos encenderlo de forma manual perdiendo mucho tiempo en esta tarea.

Contamos con la ayuda de la Facultad de Ingeniería y en especial con la Escuela de Electrónica y Telecomunicaciones que usted preside para que, en cooperación mutua, podamos resolver algunos de estos problemas que afectan el rendimiento de nuestro Centro, mismo que beneficia a decenas de familias en nuestra parroquia.

Saludamos a todas las autoridades de la Universidad Nacional de Chimborazo y extendemos, desde ya, nuestro más sincero agradecimiento por la acogida que se digne dar a la presente.

Atentamente,



Mesías Medina Gavidia  
**ADMINISTRADOR**



network  
www.ecosur.org

the network for the ecological  
and economical habitat

FUNDACIÓN ECOSUR - ECUADOR

Riobamba, 27 de marzo de 2023.

A la Escuela de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo.

De nuestra mayor consideración:

Por este medio damos a conocer nuestro apoyo total y un co-financiamiento, basado en el convenio que nuestra institución mantiene con la UNACH, para el desarrollo del trabajo de investigación titulado **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y UN PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR.”** que el Dr. Marlon Basantes Valverde, Ph. D y sus estudiantes egresados Gusqui Villa Edison Daniel y Valdivieso Ambi Andrés Vinicio, desarrollarán como proyecto de tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones con el Apoyo del “Centro de Acopio de Leche” de la Parroquia El Altar-Cantón Penipe-Provincia de Chimborazo”.

Con el firme compromiso de desarrollar estas actividades de Investigación, en cooperación mutua en el marco ético y de acuerdo con lo establecido en el convenio entre nuestras Instituciones, informamos que dicha investigación es de gran importancia y forma de los ejes transversales dentro de los Proyectos que nuestra Institución desarrolla en Cooperación con Entidades Nacionales e Internacionales con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las poblaciones más vulnerables que habitan en zonas que reciben poca o nula atención de nuestra sociedad.

El Dr. Basantes Valverde y sus estudiantes quedan comprometidos a cumplir con los objetivos planteados en su trabajo de investigación y los resultados obtenidos serán debidamente socializados entre todas las Instituciones que formamos parte de este Proyecto.

Somos conscientes de que la colaboración entre instituciones es vital para el avance científico y tecnológico de nuestro país, por lo que reiteramos nuestro total compromiso de seguir colaborando con ustedes en el desarrollo sostenible de estos proyectos sociales.

ATENTAMENTE

Ing. Diego Coloma

DIRECTOR EJECUTIVO FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR

c/c al Archivo ECOSUR

FUNDACIÓN ECOSUR ECUADOR  
RUC: 0691719766001

**ACTA ENTREGA - RECEPCIÓN DE PARTE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DENOMINADO “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR”**

En la parroquia El Altar, cantón Penipe, provincia de Chimborazo, al día 27 del mes de octubre del dos mil veinte y tres, comparecen a la presente Acta, por una parte, los señores Ing. Diego Coloma Director ejecutivo Fundación EcoSur- Ecuador, el Sr. Mesías Medina Coordinador de la Asociación de Lecheros Parroquia El Altar y por otra parte el señor Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D, en calidad de Tutor de los señores tesisistas: Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones-Facultad de Ingeniería de la “Universidad Nacional de Chimborazo”, con la finalidad de realizar la entrega de un Sistema de Transferencia Automático como parte del Proyecto de Investigación denominado “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR”

**CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES**

Los señores Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, tesisistas de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo, se encuentran desarrollando el proyecto de investigación “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR ” bajo la Tutoría del Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D, docente de la institución.

En el Proyecto de Investigación “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR ” se especifica la construcción e implementación de un tablero de Sistema de Transferencia Automática. El diseño y la construcción del panel de transferencia implican el desarrollo y la implementación de un gabinete que permita la transferencia automática cuya función principal es garantizar que una carga o sistema esté siempre conectado a una

fuelle de energía eléctrica confiable, ya sea desde la red eléctrica principal o desde una fuente de respaldo, como un generador.

**CLÁUSULA SEGUNDA: CARACTERÍSTICAS DEL BIEN**

El tablero de Sistema de transferencia Automático tiene los siguientes componentes y características:

Tablero de Transferencia Automática		
Ítem	Componente	Características.
1	Gabinete metálico	500x400x200
1	PLC Logo 230RC	115-230V AC/DC.
2	Contactores	95A-230V
1	Relay 8 pines	28 V CC / 220 V CA 10A 5A
3	Disyuntores termomagnéticos	10A
1	Selector 3 posiciones	Posición automático manual
2	Luces pilotos	verde, rojo
2	Medidor de voltaje	0-999V
2	Medidor de corriente	0-99A
1	CDP R-UPR508 (UPS)	130V

El PLC Logo 230RC cuenta con el siguiente software instalado:

- LOGO!Soft Comfort V8.3

**CLÁUSULA TERCERA: ENTREGA RECEPCIÓN**

El señor Tutor Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D y los señores tesistas Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, entregan al señor Mesias Medina, en calidad de Administrador del Centro de Acopio de Leche EL ALTAR, un tablero de un Sistema de Transferencia Automática descrita en la CLÁUSULA SEGUNDA, en excelente estado físico y de completo funcionamiento, obligándose la entidad receptora de este equipo a su conservación y buen uso.

**CLÁUSULA CUARTA: ACEPTACIÓN**

Las partes declaran estar de acuerdo con el contenido de todas y cada una de las cláusulas de la presente Acta. Para constancia de su aceptación las partes suscriben el presente instrumento en tres ejemplares de igual tenor y efecto.

Firman como constancia:



Edison Daniel Gusqui Villa  
Estudiante Egresado (UNACH)  
ENTREGO CONFORME



Andrés Vinicio Valdivieso Ambi  
Estudiante Egresado (UNACH)  
ENTREGO CONFORME



Dr. Malón Basantes Valverde, PhD  
Docente Tutor  
ENTREGO CONFORME



Ing. Daysi Inca Balseca, M.Sc  
Directora TELECOMUNICACIONES  
ENTREGO CONFORME



Ing. Diego Coloma  
Director ECOSUR-ECUADOR  
RECIBO CONFORME



Sr. Mesias Medina  
Administrador Aso. Lecheros EL ALTAR  
RECIBO CONFORME



**ACTA ENTREGA - RECEPCIÓN DE PARTE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DENOMINADO “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACION ECOSUR-ECUADOR”**

En la Fundación Ecosur-Ecuador, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, al día 09 del mes de noviembre del dos mil veinte y tres, comparecen a la presente Acta, por parte complementaria, el señor Ing. Diego Coloma, Director ejecutivo Fundación Ecosur-Ecuador y por otra parte el señor Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D, en calidad de Tutor de los señores tesisistas: Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la “Universidad Nacional de Chimborazo”, con la finalidad de realizar la entrega de un Sistema de Transferencia Automático como parte del Proyecto de Investigación denominado “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACION ECOSUR-ECUADOR”

**CLÁUSULA PRIMERA: ANTECEDENTES**

Los señores Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, tesisistas de la Carrera de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Chimborazo, se encuentran desarrollando el proyecto de investigación “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACION ECOSUR-ECUADOR ” bajo la Tutoría del Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D, docente de la institución.

En el Proyecto de Investigación “DISEÑO Y PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSFERENCIA AUTOMÁTICO Y CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACION ECOSUR-ECUADOR ” se especifica el diseño y construcción de un prototipo de Control de Acceso mediante Inteligencia Artificial. El diseño y construcción del Sistema de Control de Acceso implican la planificación y creación de un Sistema de Control de Acceso, es decir su principal función es garantizar el ingreso adecuado a las instalaciones que como tomo como referencia para la realización de la maqueta las instalaciones del Centro de Acopio el Altar, garantizando un control de ingreso adecuado a las personas que pertenezcan al registro de Reconocimiento Facial,

dando una mayor seguridad y también confirmando la autenticidad en caso de fallo del Sistema una Notificación de Alerta mediante el Internet hacia una Aplicación Android.

**CLÁUSULA SEGUNDA: CARACTERÍSTICAS DEL BIEN**

La Maqueta del Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial tiene los siguientes componentes y características:

Maqueta Control de Acceso		
Ítem	Componente	Características.
1	Maqueta Acrílico	800x550x160
1	Raspberry Pi 4 Modelo B	4GB RAM.
1	Pantalla TFT	Touch 7 pulgadas
2	Tomas de Alimentación	15A-120V
1	Sirena	5 VDC
2	Módulos Bidireccionales TTL	3.3VDC-5VDC
1	Protoboard	Conexiones
1	Cámara USB Web	1080-720px
1	Modulo Puente H	2 amperios
1	Motor	6-12 VDC
1	Cables	HDMI-USB
1	Ventilador	12 VDC
1	Control Remoto	Luces RGB
1	Cargadores DC	Raspberry, Luces

La Raspberry Pi 4 cuenta con el siguiente software instalado:

- Raspbian OS Full 32 Bits

**CLÁUSULA TERCERA: ENTREGA RECEPCIÓN**

El señor Tutor Dr. Marlon Basantes Valverde Ph.D y los señores tesisistas Edison Daniel Gusqui Villa y Andrés Vinicio Valdivieso Ambi, entregan al Ing. Diego Coloma, en calidad de Director Ejecutivo de la Fundación Ecosur-Ecuador un Prototipo de Sistema de Control de Acceso Mediante Reconocimiento Facial descrita en la CLÁUSULA SEGUNDA, en excelente estado físico y de completo funcionamiento, obligándose la entidad receptora de este equipo a su conservación y buen uso.

**CLÁUSULA CUARTA: ACEPTACIÓN**

Las partes declaran estar de acuerdo con el contenido de todas y cada una de las cláusulas de la presente Acta. Para constancia de su aceptación las partes suscriben el presente instrumento en dos ejemplares de igual tenor y efecto.



Sr. Edison Daniel Gusqui Villa  
**Estudiante Egresado (UNACH)**  
**ENTREGO CONFORME**  
Ci: 060379412-4



Sr. Andres Vinicio Valdivieso Ambi  
**Estudiante Egresado (UNACH)**  
**ENTREGO CONFORME**  
Ci:060459584-3



Dr. Malón Basantes PhD  
**Docente Tutor**  
**ENTREGO CONFORME**  
Ci:



Ing. Daysi Balseca MS.C  
**Directora de carrera**  
**ENTREGO CONFORME**  
Ci:



Ing. Diego Coloma  
**Director ECOSUR-ECUADOR**  
**ENTREGO CONFORME**  
Ci:

Riobamba, a 09 de noviembre de 2023

Señores

ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍA, UNACH.

Presente

De nuestra consideración.

La asociación de Lecheros y el Centro de Acopio de Leche de la Parroquia El Altar les extiende sus más sinceros saludos y les desea éxitos en sus funciones que muy acertadamente realizan en la búsqueda de la excelencia académica.

Con la finalidad de validar el proyecto de investigación de tesis "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y UN PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR" desarrollado por los señores estudiantes Gusqui Villa Edison Daniel y Valdivieso Ambi Andrés Vinicio, se procedió a constatar de manera presencial en nuestras instalaciones en la Parroquia El Altar el diseño, la implementación y el funcionamiento del Prototipo de un Sistema de Trasferencia Automática, propiedad ahora del Centro de Acopio por el Apoyo y Financiamiento brindados. Entonces, una vez hecha ya la entrega formal del Sistema, cumplimos con informar que esta investigación cumple con todos los objetivos y requerimientos planteados por nosotros lo cual conllevará posteriormente a la Institucionalización del Sistema como parte de nuestro Centro beneficiando a todos los Socios y a sus familias. Esperamos que esta tecnología desarrollada pueda ser compartida en un futuro cercano con toda nuestra comunidad.

Es todo cuanto podemos informar en honor a la verdad.

Por la atención que se sirvan dar a la presente, anticipamos nuestros sinceros agradecimientos.

Atentamente.



Sr. Mesías Medina

PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN DE LECHEROS  
PARROQUIA EL ALTAR, CANTÓN PENIPE.



Riobamba, a 09 de noviembre de 2023

Señores

ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

FACULTAD DE INGENIERÍA, UNACH.

Presente

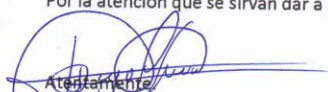
De nuestra consideración.

La Fundación EcoSur Ecuador les extiende sus más sinceros saludos y les desea éxitos en sus funciones que muy acertadamente realizan en la búsqueda de la excelencia académica.

Con la finalidad de validar el proyecto de investigación de tesis "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA Y UN PROTOTIPO DE CONTROL DE ACCESO MEDIANTE RECONOCIMIENTO FACIAL USANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR" desarrollado por los señores estudiantes Gusqui Villa Edison Daniel y Valdivieso Ambi Andrés Vinicio, se procedió a constatar de manera presencial en nuestras instalaciones el diseño, la implementación y el funcionamiento del Prototipo de Control de Acceso mediante Reconocimiento Facial usando Técnicas de Inteligencia Artificial, ahora propiedad de la Fundación EcoSur-Ecuador por el Apoyo y Financiamiento brindados. Entonces, cumplimos con informar que esta investigación cumple con todos los objetivos y requerimientos planteados por nosotros lo cual conllevará posteriormente a la socialización de este proyecto ante todas aquellas entidades que podrían ser partícipes de la tecnología desarrollada.

Es todo cuanto podemos informar en honor a la verdad.

Por la atención que se sirvan dar a la presente, anticipamos nuestros sinceros agradecimientos.

  
Atentamente,  
Ing. Diego Coloma

DIRECTOR EJECUTIVO FUNDACIÓN ECOSUR-ECUADOR