



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional “COMPASSION” en la ciudad de Latacunga.

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Procesamiento Digital de Señales e Imágenes

AUTOR: Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa

TUTOR: Ing. Marco Jurado

Ambato – Ecuador

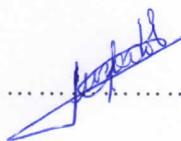
Marzo – 2017

APROBACIÓN DE TUTOR

Yo, Ing. Marco Antonio Jurado Lozada , con cédula de identidad 180177136-9 en mi calidad de Tutor del proyecto de investigación sobre el tema: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO Y CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL DEL CENTRO INTERNACIONAL COMPASSION EN LA CIUDAD DE LATACUNGA”, desarrollado por Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa, de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Junio del 2017

EL TUTOR



Ing. Marco Antonio Jurado Lozada

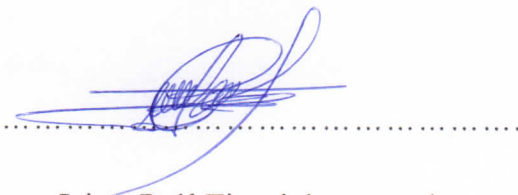
C.I.: 180177136-9

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO Y CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL DEL CENTRO INTERNACIONAL COMPASSION EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Junio del 2017

AUTOR



Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa

C.I.: 050404812-5

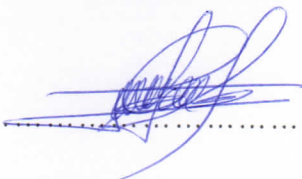
DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Junio del 2017

AUTOR

A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and a horizontal line, positioned above a dotted line.

Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa

C.I.: 050404812-5

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

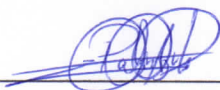
La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Paulina Ayala, Mg. e Ing. Fabián Salazar, Mg., revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO Y CONTROL DE ACCESO DE PERSONAL DEL CENTRO INTERNACIONAL COMPASSION EN LA CIUDAD DE LATACUNGA.”, presentado por el señor Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Junio del 2017



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia., Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Paulina Ayala., Mg.

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Fabián Salazar., Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios porque de él viene la ciencia y la sabiduría, también a mis padres por ser promotores de mi vida educativa e integral.

Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos mis profesores de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, que de forma directa o indirecta aportaron de gran manera a mi sapiencia en los años de mi carrera universitaria; gracias a sus conocimientos impartidos he llegado a ser un buen profesional y sobre todo una gran persona.

Jaime Paúl Tipanluisa Arequipa

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
APROBACIÓN DE TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE TABLAS	xiii
ÍNDICE FIGURAS	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
1 EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 DELIMITACIÓN	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 OBJETIVOS	4

1.5.1	Objetivo General.....	4
1.5.2	Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO II.....		5
2	MARCO TEÓRICO.....	5
2.1	ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	5
2.2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.2.1	Sistema electrónico de Registro.	6
2.2.2	Sistema electrónico de control de Acceso.	6
2.2.3	Sistemas Biométricos	6
2.2.4	Microcontroladores.....	8
2.2.5	Procesadores de Señales Digitales (DSP).....	9
2.2.6	Sistemas de Comunicación.....	14
2.2.7	Interfaz de PC	21
2.2.8	Base de Datos	23
2.2.9	Software de Programación Arduino	26
2.2.10	Software de Programación Labview.....	27
2.2.11	Software de simulación Proteus	28
2.3	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	28
CAPÍTULO III		29
3	METODOLOGÍA	29
3.1	MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.	29

3.1.1	Investigación Documental- bibliográfica	29
3.1.2	Investigación de campo	29
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	29
3.3	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	29
3.4	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	30
3.5	DESARROLLO DEL PROYECTO	31
CAPÍTULO IV		32
4	DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	32
INTRODUCCIÓN		32
4.1	SITUACIÓN ACTUAL.....	33
4.1.1	Principales resultados y tabulación de datos	34
4.1.2	Análisis e Interpretación de datos.....	35
4.1.3	Determinación de las principales Ventajas y Desventajas	38
4.2	FACTIBILIDAD	39
4.2.1	Factibilidad Técnica	39
4.2.2	Factibilidad Económica	39
4.2.3	Factibilidad Bibliográfica.....	39
4.3	REQUERIMIENTOS	40
4.3.1	Determinación de los Requerimientos del Centro Compassion	40
4.3.2	Requerimientos del sistema electrónico	40

4.3.3	Análisis de tecnologías disponibles en la actualidad en el ámbito de la biometría.....	41
4.3.4	Análisis de dispositivos disponibles en el país orientados en la detección de patrones biométricos	46
4.3.5	Selección de la Plataforma de Trabajo	51
4.4	DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	52
4.4.1	Entrada de Datos.....	54
4.4.2	Proceso de Datos	55
4.4.3	Salida de Datos	60
4.5	HERRAMIENTAS ADICIONALES SOFTWARE.....	61
4.5.1	Arduino.....	61
4.5.2	Labview	61
4.5.3	MySQL.....	61
4.5.4	Proteus	61
4.6	DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA ..	62
4.7	DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO	66
4.7.1	Circuito de entrada.....	66
4.7.2	Circuito de salida.....	69
4.7.3	Circuito general del Sistema.....	74
4.8	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	75
4.9	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	80
4.10	RESULTADOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.....	84

4.11	PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO	89
	CAPÍTULO V	91
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
5.1	CONCLUSIONES	91
5.2	RECOMENDACIONES	92
	BIBLIOGRAFÍA	93
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	97
	ANEXOS	98
	ANEXO A.....	99
	Entrevista – Encuesta.....	99
	ANEXO B.....	103
	Datasheets	103
	ANEXO C.....	106
	Interfaz	106
	ANEXO D.....	111
	Programación	111
	ANEXO E.....	132
	Circuito electrónico.....	132

ÍNDICE TABLAS

Tabla 4.1 Tabulación de Datos	34
Tabla 4.2 Tecnologías Biométricas	42
Tabla 4.3 Cuadro comparativo entre las tecnologías biométricas	44
Tabla 4.4 Ventajas y Desventajas de las tecnologías biométricas.....	45
Tabla 4.5 Tecnologías disponibles en el País	49
Tabla 4.6 Comparación entre sensores biométricos	50
Tabla 4.7 Selección de plataforma de trabajo.....	51
Tabla 4.8 Evaluación del sistema electrónico	85
Tabla 4.9 Presupuesto.....	89
Tabla 4.10 Costo del Diseño.....	90

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2.1 Sensor Biométrico FPM10A. [11]	8
Figura 2.2 Estructura básica de una computadora.	9
Figura 2.3 Sistema Microcontrolado. [12].....	9
Figura 2.4 Representación numérica común en DSP [14].....	10
Figura 2.5 (Arriba) Formato de coma flotante. (Abajo) Formato en coma fija [14].....	10
Figura 2.6 Elementos básicos de un sistema de comunicación. [16]	14
Figura 2.7 Transmisión Serial	17
Figura 2.8 Transmisión en Paralelo	18
Figura 2.9 Cable USB.....	19
Figura 4.1 Resultados Pregunta 1	35
Figura 4.2 Resultados Pregunta 2	35
Figura 4.3 Resultados Pregunta 3	36
Figura 4.4 Resultados Pregunta 4	36
Figura 4.5 Resultados Pregunta 5	37
Figura 4.6 Resultados Pregunta 6	37
Figura 4.7 Resultados Pregunta 7	38
Figura 4.8 Grado de implementación en el Mercado	48
Figura 4.9 Diagrama de bloques del sistema registro y control de acceso.....	52
Figura 4.10 Componentes que intervienen en el Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.....	53

Figura 4.11 Pines del Sensor FPM10A.	54
Figura 4.12 Circuito Divisor de Voltaje	56
Figura 4.13 Conexion Arduino Mega - Sensor FPM10A.....	57
Figura 4.14 Tarjeta Arduino Mega	58
Figura 4.15 Microcontrolador ATmega 2560	59
Figura 4.16 Interfaz de PC.....	60
Figura 4.17 Diagrama de flujo del sistema electrónico general	62
Figura 4.18 Segmento A del Flujograma General	63
Figura 4.19 Segmento B del Flujograma General	64
Figura 4.20 Segmento C del Flujograma General	65
Figura 4.21 Diseño del circuito sensor de puerta	67
Figura 4.22 Conexión de los Sensores Ultrasónicos	68
Figura 4.23 Conexión de los Sensores Biométricos	68
Figura 4.24 Simulación del circuito estado del Sistema.....	70
Figura 4.25 Simulación del circuito alarma visual	70
Figura 4.26 Diseño del circuito alarma sonora – Configuración pull-down	71
Figura 4.27 Características eléctricas del transistor 2N3904	72
Figura 4.28 Diseño del circuito chapa electromagnetica.....	73
Figura 4.29 Conexión entre LCD - Arduino.....	74
Figura 4.30 Prototipo del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.....	75
Figura 4.31 Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.....	75

Figura 4.32 Led de estado del Sistema Electrónico.....	76
Figura 4.33 Interfaz Agregar Huella Dactilar.....	76
Figura 4.34 Prueba de nuevo usuario registrado	77
Figura 4.35 Interfaz Eliminar Huella Dactilar.....	77
Figura 4.36 Interfaz Sistema de Registro y Control de Acceso.....	78
Figura 4.37 Interfaz Menú Reportes.....	78
Figura 4.38 Prueba Personal Registrado del Centro Compassion.....	79
Figura 4.39 Prueba Asistencia del Personal del Centro Compassion.....	79
Figura 4.40 Circuito impreso terminado.....	80
Figura 4.41 Distribución de los dispositivos electrónicos en la placa.....	81
Figura 4.42 Materiales utilizados para la elaboración de la carcasa	81
Figura 4.43 Terminado de la carcasa de plástico.....	82
Figura 4.44 Ubicación del sensor y las tarjetas electrónicas	82
Figura 4.45 Cableado de los sensores y las tarjetas electrónicas.....	83
Figura 4.46 Acabado del Sistema Electrónico	83
Figura 4.47 Comparacion Registro Electrónico vs Manual	84
Figura 4.48 Resultados Item 1	86
Figura 4.49 Resultados Item 2.....	86
Figura 4.50 Resultados Item 3.....	87
Figura 4.51 Resultados Item 4.....	87
Figura 4.52 Resultados Item 5.....	88

Figura 4.53 Resultados Item 6.....	88
Figura C. 1 Interfaz del menu principal.....	107
Figura C. 2 Interfaz para agregar un nuevo trabajador.....	107
Figura C. 3 Interfaz para eliminar un ex trabajador	108
Figura C. 4 Interfaz para registrar la hora de entrada o salida.....	108
Figura C. 5 Interfaz del menu de reportes	109
Figura C. 6 Interfaz para consultas de personal registrado.....	109
Figura C. 7 Interfaz para consultas de asistencia del personal	110
Figura D2. 1 Programación menu principal	127
Figura D2. 2 Programación agregar huella dactilar.....	127
Figura D2. 3 Programación eliminar huella dactilar	128
Figura D2. 4 Programación menu reportes.....	128
Figura D2. 5 Programación consulta trabajadores registrados.....	129
Figura D2. 6 Programación consulta asistencia de trabajadores	129
Figura D2. 7 Sistema electrónico de registro y control de acceso.....	130
Figura D3. 1 Base de datos para agregar o eliminar un trabajador	131
Figura D3. 2 Base de datos para registrar la hora de entrada o salida.....	131
Figura E. 1 Diseño de la placa del circuito general del sistema	133

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación estudia a los sistemas electrónicos de registro y control de acceso, para mejorar el servicio que estos sistemas prestan haciendo uso de tecnologías actuales. La falta de responsabilidad al trabajo ha sido motivo para que diversas empresas implementen sistemas de registro y el incremento de la inseguridad para el implemento de sistemas de control de acceso.

El sistema electrónico de registro fue desarrollado para reconocer de forma electrónica al personal del Centro Internacional Compassion, el cual permite obtener los datos informativos de los mismos, la fecha laborable, hora de entrada y salida; además se desarrolló un sistema de control de acceso del personal, para evitar el ingreso sujetos extraños al centro y sea motivo para que la seguridad de la misma sea vulnerada.

A continuación se detalla la forma de funcionamiento del sistema desarrollado:

A la entrada del sistema se obtiene el patrón de la huella dactilar mediante un sensor biométrico, una vez acondicionada la señal se envía a un microcontrolador para realizar el procesamiento de la imagen y de esta forma obtener información entendible para el usuario, el cual mediante un sistema de comunicación es enviada y almacenada en un servidor para su posterior respaldo.

En consecuencia a la implementación del proyecto los niños pertenecientes al proyecto Compassion se sentirán seguros dentro de la institución, recibirán una mejor atención por parte del personal que labora en el centro y podrán fortalecer el área cognitiva, psicológica y bíblica para su buen desarrollo intelectual, emocional y físico.

PALABRAS CLAVES: Biometría, Microcontrolador, Sistema de comunicación, Interfaz, Información, Base de datos.

ABSTRACT

The present research project studies the electronic systems of registry and control of access, to improve the service that these systems render using new technologies. The lack of responsibility for work has been the reason for several companies to implement registration systems and the increase of insecurity has been the reason for the implementation of access control systems.

The electronic registration system was developed to electronically recognize the personnel of the Compassion International Center, which allows obtaining the informative data of the same, the working date, time of entry and exit; In addition a system was developed to control the access of personnel, to prevent the entry of foreign subjects to the center and is a reason for the safety of the same is violated.

The following is a detailed description of how the developed system works:

At the entrance to the system, the fingerprint pattern is obtained by means of a biometric sensor. Once the signal is conditioned, the signal is sent to a microcontroller to perform the image processing and thus obtain information understandable to the user. Communication system is sent and stored on a server for later backup.

As a result of the implementation of the project, the children belonging to the Compassion project will feel safe within the institution, receive better attention from staff who work in the center and can strengthen the cognitive, psychological and biblical area for good intellectual, emotional development And physical.

KEYWORDS: Biometry, Microcontroller, Communication system, Interface, Information, Database.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación que se plasma a continuación fue desarrollado para mejorar la prestación de servicios por parte del personal de “COMPASSION” y así dicho centro pueda contar con credibilidad con sus usuarios; además de esto es necesario restringir el acceso de personas para evitar intrusos dentro del mismo. Para llevar a cabo este fin se implementó un Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal, el cual recolecta información de forma electrónica a partir de patrones biométricos y lo compara en la base de datos del mismo y de esta forma se regula el acceso ya que la información que posee la base de datos son de personas autorizadas.

El desarrollo del proyecto se detalla en cinco capítulos que se describen a continuación:

Capítulo I, en este capítulo se detalla la formulación del problema de investigación, de la misma forma la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos de la tesis.

Capítulo II, en este capítulo se define las variables de estudio necesarias para llevar a cabo con el desarrollo de la investigación, en este punto se encuentran definiciones vitales como sistemas biométricos, microcontrolados, etc. que son de vital importancia para una mejor comprensión de la tesis.

Capítulo III, en este capítulo se describe la metodología que se utilizó para el desarrollo de la investigación como la modalidad, la población, la recolección y procesamiento de la información que fueron necesarios para dar lugar al desarrollo del proyecto de investigación.

Capítulo IV, en este capítulo se hallan los principales resultados obtenidos de las encuestas y la entrevista al personal del Centro Internacional Compassion, la factibilidad del proyecto, el diagrama de bloques y de flujo del sistema electrónico, el diseño e implementación del sistema y el presupuesto necesario para llevar a cabo el mismo.

Capítulo V, en este capítulo se hallan las principales conclusiones y recomendaciones deducidas una vez realizado el proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

1 EL PROBLEMA

1.1 TEMA

Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso para el Centro Internacional “COMPASSION” en la ciudad de Latacunga.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día la prioridad de cualquier empresa es tener un control fácil y seguro de cada uno de sus departamentos con el fin de evitar intrusos o alteraciones de información, en febrero del 2003 en el centro de Amberes en Bélgica ocurrió un atraco en el cual se llevaron entre diamantes oro y joyas un monto de \$ 140 millones de dólares, este suceso ocurrió a pesar de que el lugar contaba con varios tipos de seguridad como grandes barricadas, detectores infrarrojos de calor, sofisticadas cerraduras, cámaras múltiples pero nada sirvió, cabe recalcar que el acceso a la bodega no contaba con un sistema biométrico de acceso o registro. [1]

Otra forma de estafar o acceder a sitios de alta seguridad es mediante el robo de identificación, a lo largo de la historia se han cometido cantidad de atrocidades como robos, homicidios, violaciones, entre otras haciendo uso de este método, el caso más conocido a nivel mundial es de Frank Abagnale conocido como el artista del fraude el cual a sus 20 años se hizo pasar por piloto de avión, médico y abogado, el cual fue uno de los estafadores más buscados en la historia del delito. [2]

La inseguridad en el Ecuador sigue en aumento, según la página oficial de CEDATOS solo en Guayaquil los robos hacia la propiedad privada representa el 39%, esto da a entender que los niveles de seguridad ofrecidos por las diferentes empresas de seguridad no son altamente seguras o no ofrecen sistemas biométricos de registro o control de acceso, y si los tienen son demasiado costosas para que una mediana o pequeña empresa pueda adquirirla y optan por niveles de seguridad más bajos y por ende menos costosos. [3],[4]

El Centro Internacional “COMPASSION” es una institución evangélica comprometida con el desarrollo integral de los niños, niñas y adolescentes en situación de pobreza y exclusión.

COMPASSION no cuenta con un sistema de registro y control de acceso por lo que esta propensa a robos o a que intrusos atenten contra la seguridad e integridad de los niños. A su vez la falta de control hace que las personas que trabajan en dicho centro no permanezcan dentro del establecimiento, se atrasen o no asistan al trabajo, por lo que no cumplen su trabajo asignado al día en forma confiable, lo que origina pérdidas y causa que la imagen de la institución se vea como irresponsable.

1.3 DELIMITACIÓN

Área académica

Comunicaciones

Línea de investigación

Tecnología de Comunicaciones

Sublínea

Procesamiento digital de señales e imágenes.

Delimitación espacial

La investigación se llevó a cabo en el centro “COMPASSION” ubicada en la Cdla. Maldonado Toledo Av. Cotopaxi # 2-59 de la ciudad de Latacunga.

Delimitación temporal

El presente trabajo se desarrolló en el periodo académico Abril 2016 – Septiembre 2016.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Los sistemas electrónicos son cada vez más eficientes al punto de poder remplazar las tareas humanas, estos sistemas son capaces de dar seguridad, almacenamiento y por ende información confiable de los datos obtenidos.

Las nuevas tendencias tecnológicas ha marcado el interés de esta investigación, ya que los sistemas electrónicos mejoran a los sistemas manuales en ciertas aplicaciones; los sistemas manuales son más propensos a ser vulnerados por terceros lo que justifica el desarrollo de un sistema electrónico de registro y control de acceso para mejorar la calidad de servicio en Compassion.

La idea del proyecto es abaratar los costos de adquisición ya que la mayoría de los sistemas electrónicos utilizados en el Ecuador son importados los cuales representa egresos al estado, he aquí la preocupación por parte del gobierno para promover a las pequeñas y grandes industrias a la elaboración de productos desarrollados en el país. El sistema electrónico de registro y control de acceso pretende mejorar las expectativas de los sistemas desarrollados en otros países los cuales en su mayoría son caros.

El proyecto es de utilidad para estos centros de ayuda, ya que mediante este sistema el personal administrativo y docente deberán ser más responsables ya que el registro de asistencia a las horas laborables no dependerá de terceras personas sino de un sistema automatizado sin preferencias o excepción de personas, por lo que deberán cumplir con las tareas encomendadas.

La creación de un sistema de registro y control de acceso para el Centro Internacional "Compassion" permite exigir puntualidad y responsabilidad a los trabajadores en las labores asignadas, debido que para registrar la asistencia al trabajo lo realizan de forma electrónica sin opción a enmendar las faltas o atrasos.

Fue factible la creación de un sistema electrónico ya que garantiza la seguridad y la rapidez de la administración de la información, con lo cual se brinda un mejor servicio tanto a los niños, tutores y padres de familia.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo General

- Implementar un Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso para el centro Internacional “COMPASSION” en la ciudad de Latacunga.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar el sistema de registro de personas que trabajan en el centro Internacional “COMPASSION” para determinar sus ventajas y desventajas.
- Estudiar los sistemas de registro existentes y determinar cuál es el más adecuado para el Centro Internacional "Compassion".
- Desarrollar una interfaz gráfica mediante software para el control de asistencia de los tutores del centro Internacional “COMPASSION”.
- Diseñar un prototipo electrónico que utilice sensores biométricos para realizar la adquisición de datos de patrones biométricos.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Al revisar las diferentes fuentes de información de las universidades y escuelas politécnicas de artículos científicos, libros y tesis se comprobó que existe una serie de estudios acerca del procesamiento de imágenes realizadas en la última década la mayoría orientado a reconocimiento de patrones biométricos.

Danilo Simón Zorita en su Tesis Doctoral da a conocer los diferentes tipos de Sistemas Biométricos y se enfocan a la adquisición, procesamiento y mejora de la imagen haciendo uso de técnicas y diferentes algoritmos, para generar códigos que se puedan asignar a una persona para su identificación. [5]

Virginia Espinosa Duró plasma la factibilidad de utilizar uno de estos métodos de reconocimiento biométrico; donde al hacer uso del método de reconocimiento de huellas dactilares permite que el sistema sea de captura fácil y de bajo coste por el nivel de complejidad al momento de procesar la imagen, además de que es de gran aceptación popular. [6]

En el país existen trabajos como el desarrollado por Rubén Bautista y Rony Salvatierra relacionados con los sistemas electrónicos que permitan el registro y control la entrada y salida de personas; a través de estos sistemas se pretende agilizar los diferentes servicios que presta una empresa con el fin de tener una mejor atención. [7]

Jorge Aching y David Rojas exponen el desarrollo de una base de datos para el almacenamiento de patrones biométricos haciendo énfasis el uso de huella dactilar por ser una de las técnicas más utilizadas en la actualidad debido a sus niveles de seguridad y factibilidad económica para su implementación. [8]

Por otra parte Juan López García propone utilizar una base de datos existente para comprobar que haciendo el uso de la programación también se puede llevar a cabo el reconocimiento de personas mediante el uso de patrones biométricos con una tasa de error del 2% el cual es aceptable. [9]

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Sistema electrónico de Registro.

El sistema electrónico registra en una base de datos toda la información obtenida de la persona, así también la fecha y hora de entrada la cual haciendo uso de la telemática permite gestionar la información la cual está disponible en todo tiempo satisfaciendo las necesidades del administrador de forma rápida.

2.2.2 Sistema electrónico de control de Acceso.

Un sistema electrónico de control de acceso de personas permite o deniega el paso hacia un determinado lugar. Este tipo de control tiene un tiempo determinado para la salida y tiene como objetivo precautelar el acceso de personas ajenas al sitio, es decir da seguridad de forma sofisticada y fácil.

2.2.3 Sistemas Biométricos

Los sistemas biométricos son el conjunto de métodos automatizados que analizan determinadas características humanas para identificar o autenticar personas en general, consta de componentes tanto hardware como de software necesario para el proceso de reconocimiento. Dentro del hardware se incluyen principalmente los sensores que son los dispositivos encargados de extraer la característica deseada. Una vez obtenida la información del sensor, será necesario realizar sobre ella las tareas de acondicionamiento necesarias, para ello se emplean diferentes métodos dependiendo del sistema biométrico utilizado.

Los sistemas biométricos se han desarrollado como respuesta a la creciente demanda de seguridad existente en la actualidad y aunque algunos de ellos son altamente fiables, ningún sistema es efectivo al 100%, y estos sistemas también son susceptibles de ser engañados. [10]

2.2.3.1 Biometría

La biometría es el uso de las características fisiológicas, lo cual incluye huellas digitales, reconocimiento del iris, geometría de la mano, reconocimiento visual, entre otras para realizar el reconocimiento del individuo. [10]

2.2.3.2 Funcionamiento de un sistema biométrico

Un equipo biométrico es aquel que tiene capacidades para medir, codificar, comparar, almacenar, transmitir y/o reconocer alguna característica propia de una persona, con un determinado grado de precisión y confiabilidad. [10]

Estos sistemas hacen uso de software para realizar el reconocimiento de formas, inteligencia artificial, algoritmos matemáticos y criptografía.

2.2.3.3 Clasificación de los sistemas biométricos

Los sistemas biométricos también se pueden clasificar atendiendo a cuál es la característica observada, y está basada en seis grupos:

- Reconocimiento de la huella dactilar
- Reconocimiento de la cara
- Reconocimiento de iris/retina
- Geometría de dedos/mano
- Autenticación de la voz
- Reconocimiento de la firma

La huella dactilar se forma a partir de la sexta semana de vida de la persona y no varía sus rasgos a lo largo de la vida. Estos rasgos se forman en la piel que cubre las yemas de los dedos, estos rasgos son rugosidades que forman salientes y depresiones.

En las salientes se encuentran las glándulas sudoríparas las cuales contienen un aceite que se retiene en los surcos (depresiones) de la huella, por lo que al hacer contacto en una superficie queda un residuo (facsimilar o negativo de la huella). [10]

2.2.3.4 Sensores biométricos

Existe una gran variedad de sensores en las que el método utilizado depende de la característica a medir, es decir, para reconocimiento de iris se emplea una cámara o para reconocimiento de voz un micrófono. Para la captación de huella dactilar

existe una mayor variedad de métodos. Algunos tipos de sensores son los siguientes: [10]

- Sensores Ópticos
- Sensores Termoeléctricos
- Sensores Capacitivos
- Sensores E-Field (de Campo Eléctrico)
- Micrófonos ópticos unidireccionales
- Sensores sin contacto

2.2.3.5 Sensores sin contacto

Un sensor sin contacto funciona de forma similar al sensor óptico. Normalmente con un cristal de precisión óptica donde se escanea el dedo. Se debe mantener limpio el cristal ya que puede llegar polvo y suciedad hasta el cristal óptico y por ende ocasionar distorsión de la imagen. [10]

En la Figura 2.1 se aprecia un dispositivo comercial de este tipo:



Figura 2.1 Sensor Biométrico FPM10A. [11]

2.2.4 Microcontroladores

El microcontrolador (μcc) es una microcomputadora en un solo circuito integrado. En la Figura 2.2 se muestra en forma esquemática y muy general la estructura de una computadora. [12]

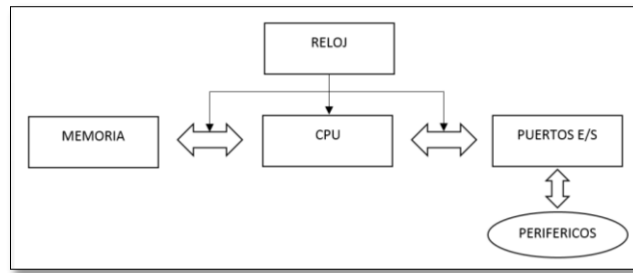


Figura 2.2 Estructura básica de una computadora.

Fuente: Investigador basado en [13]

Los Microcontroladores permiten el control de dispositivos electrónicos de salida mediante un programa el cual debe estar grabado en el mismo, el cual al recibir una señal externa (Dispositivos de entrada) toma una determinada decisión. [13]

En la Figura 2.3 se puede observar cómo está constituido un Sistema Microcontrolado:



Figura 2.3 Sistema Microcontrolado. [12]

2.2.5 Procesadores de Señales Digitales (DSP)

Los procesadores de señales digitales (DSP) son chips que tienen la capacidad de trabajar con señales en forma digital, estos utilizan arquitecturas desarrolladas que permite aumentar la velocidad de cálculo matemático, así como grandes capacidades de memoria para poder ir de forma paralela ejecutando instrucciones y mostrando información necesaria para el usuario.

La principal diferencia de un DSP con los microprocesadores de propósito general o microcontroladores es su prestación para aplicaciones especiales que necesiten cumplir con tareas de altas prestaciones, repetitivas y numéricamente intensas. [14]

2.2.5.1 Características de los Procesadores de Señales Digitales

La elección de un procesador de señales digitales que posea unas ciertas características estará muy limitado a la aplicación que se desee destinar. A continuación se presenta un conjunto de aspectos característicos de los DSP sin que se procure con ello hacer una lista

integra. Estos deben ser tomados en cuenta para el momento de su selección para el determinado uso. A continuación se detallan las principales características:

- **Formato aritmético**

Una de las características fundamentales de los procesadores de señales digitales es el tipo de formato aritmético utilizado por el procesador.

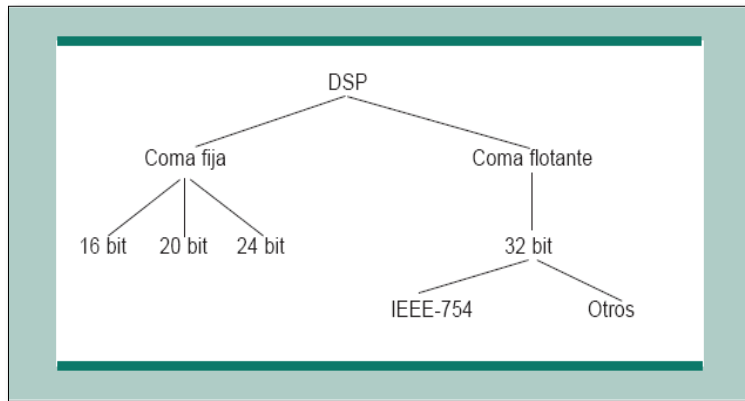


Figura 2.4 Representación numérica común en DSP [14]

La Figura 2.4 muestra la estrecha relación entre formato numérico y número de bits del procesador de señales digitales.

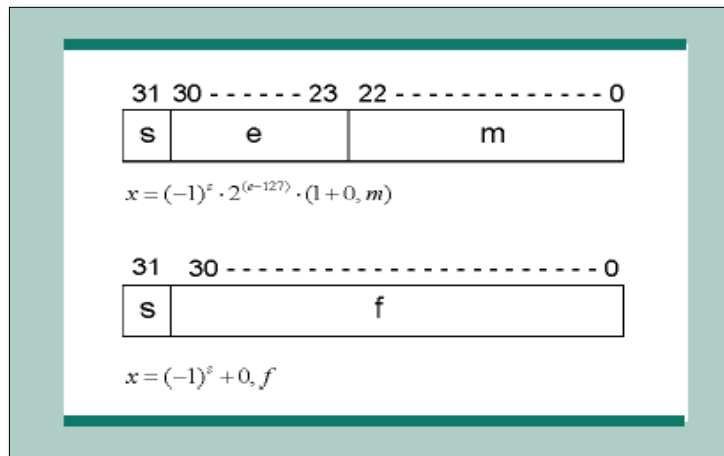


Figura 2.5 (Arriba) Formato de coma flotante. (Abajo) Formato en coma fija [14]

La Figura 2.5 muestra los formatos de coma flotante y coma fija, respectivamente. En el formato IEEE-754 de coma flotante la “s” indica que el bit más significativo es el signo, donde un 1 indica que se trata de un número negativo. La “e” indica exponente, formado por 8 bits y la “m”, de 23 bits, la mantisa del número.

Por otro lado el Formato en coma fija al carecer de exponente, éste puede representar números con más bits significativos que el formato en coma flotante del mismo tamaño en bits. En este ejemplo, 31 bits son significativos, “F”, comparados con los 23 del formato IEEE-754. Para un mismo tamaño en número de bits, el formato en coma fija proporciona una mejor resolución que el formato en coma flotante. Sin embargo, es este último quien posee un margen dinámico superior.

En consecuencia, los DSP de coma flotante son generalmente más fáciles de programar que los de coma fija, pero son usualmente más caros. El mayor coste es resultado del requisito de una mayor complejidad circuital que se traduce en un mayor tamaño de chip. Sin embargo, el mayor margen dinámico facilita su programación pues el programador no debe preocuparse por el margen dinámico ni por la precisión. Por el contrario, en los DSP de coma fija el programador a menudo debe escalar las señales en sus programas para asegurar una adecuada precisión numérica con el limitado margen dinámico de DSP de coma fija.

- **Ancho de Palabra**

Mediante un procesador de señales digitales de coma flotante se puede emplear un bus de datos de 32 bits, en cambio en los procesadores de señales digitales de coma fija, el tamaño más usual es de 16 bits.

El costo de estos integrados es directamente proporcional al del tamaño del bus de datos, pues este es un mediador destacado en el tamaño del chip y en el número de patillas del capsulado. De esta manera se debe emplear este tipo de dispositivos con el mínimo tamaño de palabra que pueda aceptar la aplicación.

Generalmente en un DSP se suele utilizar un ancho de la palabra de instrucción igual a la de los datos, pero no todos estos dispositivos cumplen este parámetro.

- **Velocidad**

En un procesador de señales digitales es necesario conocer cuál es su velocidad de ejecución para tomar en cuenta si será apropiado para el momento de emplearlo. Para medir la velocidad de un procesador podemos encontrar varias alternativas, no obstante

el más habitual es el tiempo de ciclo de instrucción: tiempo necesario para ejecutar la instrucción más rápida del procesador

Su inverso dividido por un millón da lugar a la velocidad del procesador en millones de instrucciones por segundo o MIPS. La mayoría de los DSP ejecutan una instrucción por ciclo de instrucción.

El parámetro MIPS se puede medir de forma muy precisa, dicho valor no necesariamente habla mucho de lo que un DSP es capaz de hacer. Dichos valores sirven para ubicar cada DSP en una categoría amplia en cuanto a prestaciones.

- **Organización de la memoria**

La estructura de un subsistema de memoria de un procesador de señales digitales permite realizar una función de forma eficaz, la instrucción MAC al igual que en otras generalmente tiene primordial importancia en los algoritmos de procesamiento de la señal.

En los procesadores de señales digitales de coma fija generalmente tienen memorias internas que están en el mismo chip, de un tamaño pequeño medio dentro de 256 y 32k palabras y un bus externo de direcciones pequeño.

Por otra parte, generalmente los procesadores de señales digitales de coma flotante no proveen de algún tipo de memoria interna no obstante estas tienen como particularidad el tener buses de direcciones externos de gran tamaño que les ayuda a sobrellevar una gran cantidad en la memoria situada externamente.

- **Segmentación**

El pipelining también conocido como segmentación es el sistema que se utiliza para amplificar el rendimiento de un procesador, el cual consta en distribuir una secuencia de operaciones en otras de más sencillas y efectuar viablemente cada una de ellas en paralelo. En efecto se reduce el periodo íntegramente requerido para culminar un conjunto.

Por otra parte el número de etapas que contiene un dispositivo procesador de señales digitales depende de la técnica de segmentación. En conclusión, a mayor número de etapas se tiene se logra el menor tiempo en ejecutar una determinada instrucción.

- **Consumo**

La utilización de los procesadores de señales digitales se hace cada vez más amplia en las aplicaciones como la telefonía celular, el consumo es un agente que se debe tener en cuenta al momento de elegir el tipo de dispositivo DSP.

Conscientes de esta necesidad, los fabricantes de esta tecnología ya diseñan para tensiones bajas de trabajo (3,3 V -3 V) que incorporan prestaciones para la gestión de energía, como pueden ser los modos “sleep” o “idle” que inhiben el reloj del DSP a todas o sólo algunas partes del mismo, divisores programables del reloj para permitir la realización de determinadas tareas a velocidad inferior o en control directo de periféricos, lo que permite la desactivación de algunos de ellos si no se prevé su aplicación.

- **Coste**

El coste del procesador de señales digitales es un factor primordial cuando se va a fabricar en altos volúmenes. Para llevar a cabo con el diseño de un sistema se debe hacer uso de un DSP que permita un gasto mínimo pero que llegue a cumplir a cabalidad con las necesidades de la aplicación.

Comúnmente entre las familias de los DSP que resulten más cómodos en su precio será el que tenga características menos eficaces, menos memoria interna y además de que dará menos prestaciones que el que tiene un costo más elevado, no obstante un factor muy indispensable en la diferencia de precio será el encapsulado.

2.2.5.2 Aplicaciones

El procesador de señales digitales tiene usos diferentes en aplicaciones que van desde sistemas radar hasta la electrónica de consumo. No existe un DSP que pueda cumplir a cabalidad todas o la mayoría de las aplicaciones. Por lo que una de las obligaciones del diseñador cuando opte por un dispositivo procesador de señales digitales será analizar las prestaciones, el gasto, la composición, factibilidad de desarrollo, la adquisición entre otros factores necesarios para el desarrollo de la aplicación.

En aplicaciones grandes, con respecto a costos para sistemas pequeños como lo son teléfonos, celulares, disqueteras y módems, aquí el precio y la composición son los más vitales. En aquellos sistemas que son portátiles, suministrados por las baterías su

despido es difícil. A pesar de ello para el diseñador la sencillez de desarrollo en estas aplicaciones no es de gran importancia.

También encontramos una segunda clase de aplicaciones en estas se procesan gran cantidad de datos por medio de algoritmos complicados. En efecto el diseñador explora y determina el dispositivo procesador de señales digitales que posea máximas prestaciones.

2.2.6 Sistemas de Comunicación

Un sistema de comunicación permite la transferencia de información desde un punto (origen, fuente, transmisor, TX) a otro (destino, receptor, RX). La codificación utilizada en el sistema debe ser la misma tanto para el TX como para el RX, el TX debe ser capaz enviar y el RX debe ser capaz detectarlo y entenderlo. [15]

En la Figura 2.6 el sistema de comunicación consta de tres elementos básicos: el transmisor, el canal y el receptor.

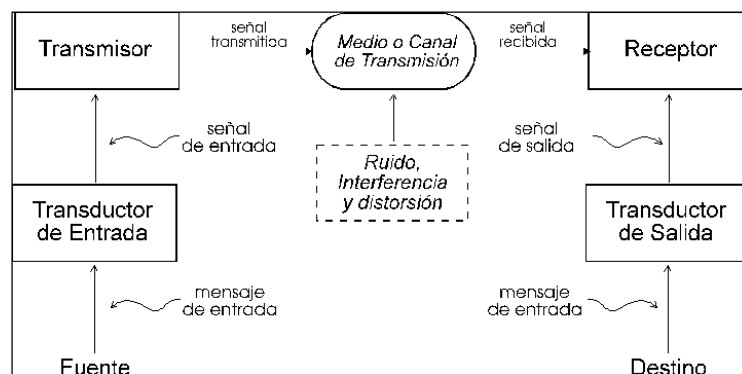


Figura 2.6 Elementos básicos de un sistema de comunicación. [16]

2.2.6.1 Transmisión de Datos

La transmisión de datos se realiza siempre entre un emisor y un receptor por el medio de transmisión, los mismos que se clasifican en guiados y no guiados. Entre el uno y el otro, su comunicación se ejecuta con ondas electromagnéticas. Para los medios guiados como los pares trenzados, cables coaxiales y las fibras ópticas se conducen las ondas a lo largo del camino físico. Por otro lado para los medios que no son guiados se transmiten las ondas electromagnéticas pero sin encaminarlas un claro ejemplo lo podemos encontrar en la dispersión que se da por medio del aire, el mar o el vacío.

- **Transmisión de Datos Analógicas y Digital**

Para la transmisión de datos tanto analógicos como digitales, se puede transmitir de forma guiada o no guiada dependiendo del tipo de transmisión.

El transmisor digital es la comunicación mediante señales digitales dentro de un sistema de comunicaciones, por lo general trabaja entre valores de $-5V - 0V$ y de $1V - 5V$. Las señales digitales pueden ser valores binarios o discretos, además la fuente puede estar en forma digital o señales analógicas convertidas en impulsos digitales.

Los datos también tienen la capacidad de ser analógicos en este caso se puede tomar un valor indeterminado en un intervalo ininterrumpido como es la voz, ya que son ondas de presión.

Finalmente, en la transmisión de la señal por el medio entre origen y destino también puede ser de forma tanto analógica como digital. Esta será analógica si la señal es expresada a base de amplificadores y será digital si esta es expresada a base de repetidores.

2.2.6.2 Perturbaciones en la transmisión

- **Atenuación**

La atenuación es la desorientación de energía que se presenta en la señal conforme esta se desplaza por el medio. Suele acontecer generalmente en todos los medios como, por ejemplo, en un cable metálico la amplitud que baja la resistencia de los electrones que procede a la presentación de un calentamiento en el cable por la propagación de radiaciones electromagnéticas puesto que estas funcionan como una antena que emite una fracción de la señal que canaliza.

La distancia es un factor que debe ser tomado en cuenta para que no se decaiga la energía de una señal por lo tanto hay que tener una confirmación de que la energía adecuada pueda ser obtenida por el circuito del receptor igualmente en el ruido tiene que ser efectivamente menor que la señal original.

Debido a que en la disminución la señal se modifica en función de la frecuencia, se pueden hacer que las señales analógicas lleguen de manera alterada, por lo que se deben

emplear sistemas que restituyan a la señal y sus propiedades iniciales, donde puede utilizarse bobinas que altere las propiedades eléctricas o amplificando más las frecuencias más elevadas

- **Distorsión de Retardo**

La distorsión de retardo es la variación de la velocidad de difusión de las señales en el medio, el mismo que está ligado a la frecuencia. Se puede apreciar este fenómeno de mejor forma en los medios metálicos.

Por esta razón en los medios guiados la velocidad de transmisión de una señal puede cambiar constantemente, se pueden hallar frecuencias que se presentan con anterioridad que otras en esa misma señal resultando que los distintos componentes en frecuencia de la señal se presenten en momentos distintos al receptor. Se pueden mitigar estas dificultades utilizando métodos de ecualización.

- **Ruido**

El ruido es transmisión no requerida que este entre el emisor y el receptor.

El ruido según su procedencia suele ser de cuatro tipos:

- **Térmico:** Ruido blanco, proveniente de la turbación en las moléculas en el entorno de transmisión debido a la temperatura.
- **Diafonía:** Se da por la unión eléctrica en medios de transmisión que están próximos, una manera que va parte de la señal de un medio transmite a manera de ruido al otro medio.
- **Impulsivo:** Consiste en un ruido irregular con un lapso de tiempo corto que se incluye en el medio de transmisión además de que tiene una capacidad referentemente colosal.

En la transmisión analógica, la atenuación, intermodulación y la diafonía son perjudiciales por razones de que la señal al salir da como resultado la difícil detección de poder identificar si es un ruido o una señal. Pero en el caso del ruido impulsivo resulta deficiente por la transmisión digital

2.2.6.3 Tipos de Transmisión

Se tiene los siguientes tipos de transmisión los cuales se describen a continuación:

- **Transmisión de Datos en Serie**

La transmisión de datos en serie o interfaz consecutivo permite la transmisión de los bits de forma continua uno detrás del otro sobre una misma línea como se muestra en la Figura 2.7. Por esta razón este tipo de transmisión es más lenta que la transmisión en paralelo, pero tiene mejor desempeño a medida que la distancia entre los equipos aumenta, además menos costosa. Debido a que debe transmitir la señal a través de grandes distancias tanto los transmisores como los receptores de datos son más complejos.

Para llevar a cabo la conversión de paralelo-serie o serie-paralelo se hace uso de un registro de desplazamiento.

Si antes de transmitir cada bit está determinada la transmisión serie se considera que es síncrona caso contrario cuando la temporización de los bits de un carácter no depende de la temporización de un carácter previo se considera como asíncrona.

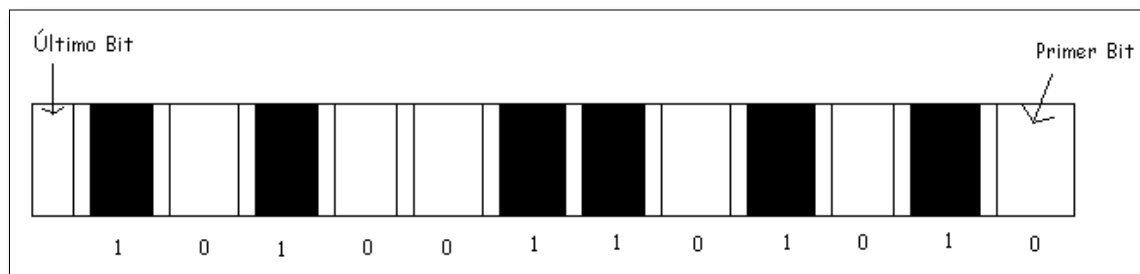


Figura 2.7 Transmisión Serial

- **Transmisión en Paralelo.**

La transmisión de datos en paralelo o interfaz paralelo permite la transmisión de los bits en grupo sobre varias líneas como se muestra en la Figura 2.8.

En este tipo de transmisión se tiene un cable adicional para la señal de reloj también conocida como strobe; esta señal le indica al receptor el momento en el cual todos los bits están disponibles en el buffer para que se puedan tomar muestras de los bits o datos que se están transmitiendo, además se lo usa también para la temporización para que la transmisión y recepción de datos sea correcta.

Este tipo de transmisión de datos se utiliza generalmente en sistemas digitales cercanos uno del otro, es costosa pero de mayor velocidad que la de tipo serial.

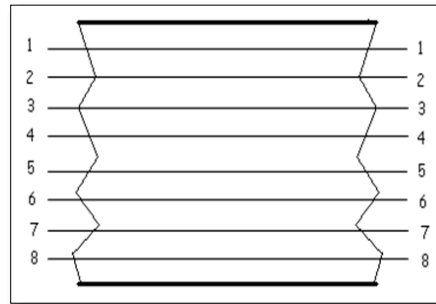


Figura 2.8 Transmisión en Paralelo

2.2.6.4 Modos de Transmisión de Datos

Podemos encontrarnos según el sentido de la transmisión tres clases diferentes

- **Simplex**

En este método de transmisión permite que la información llegue en un solo sentido de manera permanente, pero en esta forma de transmisión se ase complicada la corrección de errores que hayan sido ocasionados por diferencias en línea. Tenemos claros ejemplos que los podemos encontrar en nuestro hogar tales como la radio y la televisión.

- **Half Duplex.**

Este modo de transmisión es similar a la anterior, lo que quiere decir que va en un único sentido de la transmisión de dato con la diferencia que no es de una forma permanente porque el sentido puede dar cambios. El Walkis Talkis es un claro ejemplo.

- **Full Duplex.**

Este modo transmisión es también la más factible ya que de esta manera se puede hacer que la comunicación tenga la facilidad de ir en dos sentidos de tal manera que se puedan corregir los errores instantáneamente y de una forma permanente. Encontramos al teléfono como ejemplo.

2.2.6.5 Medios de Transmisión Guiados o alámbricos

Se tiene los siguientes medios de transmisión los cuales se detallan a continuación:

- Cable coaxial
- Cable de par trenzado
- Fibra óptica
- Ethernet
- USB
- HDMI

- **USB**

Universal Serial Bus o más conocido como cable USB, es un cable de red que permite conectar distintos recursos a una computadora o conformar redes, que permitan compartir los recursos.

Las computadoras actuales suelen incluir varios puertos USB ya que la mayoría de los periféricos, como mouse, teclado, parlantes, impresoras y scanner poseen esta conexión. Por otra parte, suele ser muy utilizado para transferir datos e información; también pueden ser utilizados por los dispositivos de almacenamiento, como el pendrive el cual precisa un puerto USB para poder conectarse. En la Figura 2.9 se puede apreciar el cable tipo USB.



Figura 2.9 Cable USB

2.2.6.6 Medios de Transmisión no Guiados o Comunicaciones inalámbricas

Es toda forma de comunicación en la cual se hace uso del espectro electromagnético para el intercambio de información ya sean entre dispositivos móviles o no. [17]

Según el alcance, se puede establecer tres grupos:

- Redes de área personal inalámbrica (WPAN: wireless personal area networks).
- Redes de área local inalámbrica (WLAN: wireless local area networks).
- Redes de área extendida inalámbrica (WWAN: wireless wide area networks).

- **WWAN**

Las WWAN o redes inalámbricas de área extensa en la jerarquía de las redes inalámbricas es una de las redes que abarca la mayor superficie en lo que concierne a la comunicación, debido a esto toda la telefonía móvil está conectada a una red inalámbrica de área extensa. Para la operación, WWAN se basa en las siguientes tecnologías: [18]

- GSM (Global System for Mobile Communication)
- GPRS (General Packet Radio Service)
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)

- **WLAN**

La WLAN o red de área local inalámbrica es una red que cubre una distancia aproximada de unos cien metros a la redonda, es decir cubre la red local de una empresa. En una red WLAN solamente los terminales que se encuentran dentro del área de cobertura anteriormente dicha pueden comunicarse entre sí. Las principales tecnologías en que se basa WLAN para su operación son: [19]

- Wifi (o IEEE 802.11) con el respaldo de WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)
- hiperLAN2 (High Performance Radio LAN 2.0)

- **WPAN**

Las Redes de área personal inalámbrica (WPAN) tienen un alcance corto por lo que los dispositivos deben encontrarse cerca para intercambiar información. Se acepta como límite de alcance un espacio cerrado aproximadamente a las dimensiones de una habitación.

Las redes WPAN permiten que las comunicaciones sean más cómodas y fáciles de utilizar al evitar el uso de cables, para el envío de información de un punto de

transmisión hacia otro de recepción, siempre que estén a una distancia de aproximadamente diez metros.

Las tecnologías más utilizadas de WPAN son las siguientes: [17]

- Bluetooth
- DECT
- IrDa
- NFC
- Zigbee.

- **Bluetooth**

Bluetooth está regulada por la especificación IEEE 802.15.1; hace uso del espectro electromagnético en la Banda ISM de 2,4 GHz para la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos. La especificación IEEE 802.15.1 también define un alcance aproximado de 10 m y opcionalmente, un alcance medio aproximado a los 100 m.

Bluetooth permite conectar inalámbricamente diferentes dispositivos electrónicos, lo que facilita, abarata y garantiza la interoperabilidad entre distintos dispositivos inalámbricos ya sean de diferentes fabricantes. [17]

2.2.7 Interfaz de PC

Las interfaces son sistemas que permiten la comunicación e interacción entre el usuario y el ordenador (maquina). También el software (programa) instalado en el ordenador se comunica mediante una interfaz con el hardware del mismo. Se debe tomar en cuenta que el diseño de las interfaces influye en gran manera en la interacción de la comunicación; así, es necesario estudiar al ser humano, para diseñar interfaces adaptadas a los mismos y por otra parte preparar a la sociedad para la adaptación de nuevas interfaces desarrolladas relacionadas a su entorno.

Con el avance de las Tecnologías de la información y comunicaciones, los sistemas informáticos también establecen la interacción entre usuario-máquina-usuario, por eso es importante que las interfaces en desarrollo puedan transmitir la información de forma segura y fluida entre los usuarios.

La interfaz de PC en sus inicios hizo uso de las tarjetas perforadas y fue evolucionando hasta la manipulación directa del ordenador personal con menús, submenús y gráficos. En la actualidad las interfaces son más sofisticadas, reducidas, con mayores prestaciones y eficientes. La tecnología de reconocimiento de la fisonomía del cuerpo humano y el lenguaje natural, la realidad virtual y las interfaces nanotecnológicas es lo que está a la puerta, lo que causará impacto en todos los aspectos del ser humano.

Entre las principales interfaces tenemos:

- Interfaces Batch
- Interfaces por comandos
- Interfaces gráficas o GUI's
- Interfaces web
- Interfaces de voz
- Interfaces táctiles
- Interfaces de atención del usuario (discapacidad, realidad virtual, educación, industriales, etc.)

2.2.7.1 Tipos de interfaces

Las interfaces que permiten la interacción entre usuario-máquina son periféricos que se pueden clasificar según el sentido de la comunicación:

- **Dispositivos de entrada o usuario/máquina**

Los dispositivos de entrada son los que se utilizan para introducir información en el ordenador. Los dispositivos de entrada más conocidos son: teclados, ratones, escáneres, micrófonos, cámaras, monitores táctiles, joysticks, lectores de tarjetas, códigos de barras, etc.

- **Dispositivos de salida o máquina/usuario**

Los dispositivos de salida son los que generan formas o símbolos impresos, representaciones gráficas de la información, representación auditiva, etc. a partir de una orden de usuario. Los dispositivos de salida más conocidos son: monitores, impresoras, altavoces, etc.

2.2.7.2 Interfaces gráficas o GUI's

Graphical User Interfaces o GUI son un tipo de interfaces que permiten la interacción del usuario a máquina o viceversa mediante objetos gráficos, métodos visuales e iconos para acceder a programas de forma fácil, rápida y representar la información requerida.

Este método facilita la interacción hombre-máquina con un conjunto de imágenes y objetos gráficas. Este tipo de Interfaz fue evolucionando desde la interfaz por comandos hasta llegar a sofisticadas interfaces, siendo el más conocido y utilizado el escritorio de Windows.

Mediante el GUI se puede acceder a las diversas aplicaciones y movernos por el entorno gracias a la interacción del puntero del ratón con los elementos gráficos; debido a que está basadas en iconos y elementos gráficos es fácil de usar.

- **Características del GUI**
 - Posee un monitor gráfico.
 - Provee elementos de interfaz estándar como menús y cuadros de diálogo.
 - Proporciona respuesta visual a las acciones del usuario.
 - Permite personalizar la interfaz al usuario.

2.2.8 Base de Datos

2.2.8.1 Concepto de Base de Datos

La base de datos es un conjunto de información estructurada apropiadamente y relacionada dentro del mismo contexto; que permite organizar, almacenar y recopilar cada vez más información. En ella se puede almacenar datos de todo tipo como: productos, pedidos, registro de asistencia, calificaciones, etc.

La idea de desarrollar una base de datos se origina cuando determinada información empieza a crecer de manera que comienza aparecer repeticiones e inconsistencias en los datos que resulta complicado revisarlo, es decir cada vez resulta más complicado comprender los datos presentados.

Cuando se determina este tipo de problemas, es debe transferir la información a una base de datos creada mediante un sistema de administración de bases de datos (DBMS), como Office Access, MySQL, MariaDB u otro.

Mediante un DBMS se puede realizar lo siguiente:

- Agregar nuevos datos a una base de datos, como un nuevo trabajador en un registro de personal.
- Modificar datos existentes en la base de datos, por ejemplo, cambiar el cargo de un trabajador.
- Eliminar información, por ejemplo, si un trabajador ya no es parte de la empresa.
- Organizar y ver los datos de diferentes formas.
- Compartir los datos como por ejemplo: internet.

2.2.8.2 Sistema de Gestión de Base de Datos

Un Sistema de Gestión de Base de Datos o SGBD es un software de ordenador que facilita las herramientas necesarias para interactuar con la base de datos y obtener información requerida.

También tiene la capacidad de almacenar la información, para posteriormente realizar consultas sobre esos datos, obtener listados, generar pequeños programas de la BD, o como servidor de datos, esta última opción permite utilizar dichos datos en programas más complejos en cualquier lenguaje de programación para desarrollar sistemas completos como el registro de asistencia de una determinada institución.

Por otra parte un SGBD también ofrece herramientas para la gestión de la Base de Datos como sistemas de permisos para autorización de accesos, volcados de seguridad, transferencia de ficheros, recuperación de información dañada, indización, etc.

En conclusión, un SGBD es un software de BD que permite:

- Centralizar los datos al que accedan todos los usuarios o aplicaciones.
- Es utilizable por múltiples usuarios o aplicaciones.
- Organizar la información total, en parciales.
- Posee herramientas para asegurar:

- La independencia de datos.
- La integridad de los datos.
- La seguridad de los datos.

2.2.8.3 Lenguajes de programación

Para poder acceder a un SGBD el usuario hace uso de un lenguaje, para lo cual existen diferentes tipos de lenguajes para todo tipo de usuarios, desde los más sofisticados hasta los inexpertos. A continuación se describe los más usados en un SGBD:

- **DDL**

Data Definition Language o Lenguaje de definición de datos, es usado para definir el esquema de la base de datos. La interpretación de las instrucciones escritas en el lenguaje de definición de datos, dan como resultado un conjunto de archivos que forman la base de datos.

- **DML**

Data Manipulation Lenguaje o lenguaje de manipulación de datos permite a los usuarios tareas tales como: ingreso de nueva información a la base de datos, consulta, eliminación y modificación de información que se encuentra en la base de datos.

- **SQL**

Structured Query Language o lenguaje estructurado de consulta, es un lenguaje creado con la finalidad de facilitar la información mediante relaciones.

- **DBA**

Database Administrator o administrador de la base de datos, permite las siguientes funciones:

- Creación del esquema de la base de datos
- Modificaciones a la definición de la base de datos
- Define las autorizaciones de acceso a los datos.
- Especificar las restricciones necesarias para garantizar la exactitud de los datos
- Realizar copias de respaldo y restauración de la información.

- Supervisar el rendimiento del sistema

2.2.8.4 Software de Base de Datos MySQL

MySQL es un software orientado para la creación base de datos relacionales desarrollado por MySQL AB. Una base de datos es capaz de almacenar datos tales como información acerca de una agenda, un contador, un sistema de noticias o la información de una red corporativa

Este software es un sistema de administración de bases de datos que permite agregar, acceder y procesar los datos de una base de datos. El servidor de bases de datos MySQL es muy rápido, seguro, y fácil de usar.

- **Ventajas de MySQL**
 - MySQL es un software libre.
 - Grandes velocidades de operación.
 - Bajo costo para elaborar bases de datos.
 - Herramienta multiplataforma.
 - Probabilidad baja para corromper datos.
 - Conectividad a internet.
 - Variedad de interfaces de programación (APIs).

MySQL está disponible para múltiples plataformas, la seleccionada para los ejemplos de GNU/Linux, Windows entre otros. Sin embargo, las diferencias con cualquier otra plataforma son prácticamente nulas, ya que la herramienta utilizada en este caso es el cliente mysql-client, que permite interactuar con un servidor MySQL en modo texto ya sea local o remoto. De este modo es posible realizar todos los ejercicios sobre un servidor instalado localmente o, a través de Internet, sobre un servidor remoto.

2.2.9 Software de Programación Arduino

Arduino es un software de programación de código abierto, además está basada en hardware y es fácil de usar. Arduino es una herramienta de programación que facilita crear ambientes interactivos con el usuario ya que cuenta con sentencias de programación que permiten controlar una variedad de sensores, luces, motores y otros dispositivos electrónicos. Los proyectos de Arduino pueden ejecutarse de forma autónoma en caso de

ser necesario se puede comunicar con el software del mismo en ejecución en un ordenador por ejemplo cuando se hace uso del monitor serie.

Arduino simplifica el proceso de programación en el microcontrolador, ya que reduce sentencias de completas en una sola línea de programación y además no necesita de una herramienta adicional para grabarla; además este software es de descarga gratuita en la red por lo que es usada para fines investigativos.

2.2.10 Software de Programación Labview

El software de programación LabVIEW hace uso del lenguaje de programación gráfica y está diseñado y desarrollo específicamente para ingenieros y científicos que deseen realizar procesos de automatización, control y medidas.

La programación gráfica utiliza un modelo de flujo de datos en lugar de líneas secuenciales de código de texto, lo que le permite escribir código funcional utilizando un diseño visual que se asemeja al proceso del pensamiento lo que facilita crear y codificar sistemas concretos y por lo tanto reducir tiempos de desarrollo de los sistemas y realizar el análisis de datos recolectados.

Este software es una poderosa herramienta para el análisis de datos y procesamiento de señales digitales o analógicas, además cuenta con una arquitectura abierta que permite la integración de cualquier dispositivo de hardware y compatibilidad con otros tipos de software.

Este software está orientado a diferentes áreas de aplicación en las cuales es necesario:

- Automatizar medidas y procesar datos de señal.
- Control de instrumentos.
- Automatizar sistemas de pruebas y validación.
- Diseñar sistemas de monitoreo y control embebidos.
- Enseñanza académica.
- Generación de prototipos.

2.2.11 Software de simulación Proteus

El software de simulación Proteus es un entorno diseñado para realizar proyectos de construcción de equipos electrónicos el cual permite el diseño, simulación, depuración y construcción de los diferentes prototipos electrónicos.

A continuación se detalla por partes cada una de las etapas anteriormente mencionadas:

- **Fase de diseño**

Durante la diseño de un determinado circuito, Proteus proporciona una variedad de dispositivos electrónicos como herramientas para interconectar los mismos y detallarlos.

- **Fase de simulación**

Una vez diseñado el esquema electrónico, se puede realizar la simulación del funcionamiento del prototipo utilizando las herramientas como ProSPICE (simulación del circuito electrónico).

- **Fase de depuración**

En la fase de depuración se puede corregir los errores de forma fácil, cabe recalcar que sin este software esta fase puede convertirse en una labor ardua en tiempo y recursos, lo que conlleva un alto coste económico.

- **Fase de construcción**

En esta fase Proteus proporciona de la herramienta Ares la cual permite mostrar al usuario en 3D el diseño final del circuito, además se debe tomar en cuenta que cualquier modificación en la etapa de diseño también se modificará en esta etapa.

2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Mediante la implementación de un sistema electrónico de registro y control de acceso para el centro Internacional “COMPASSION” se podrá registrar la entrada y salida del personal administrativo y docente de forma biométrica, optimizando sus jornadas laborales.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN.

El presente proyecto se centró en la aplicación de conocimientos y tecnologías a corto plazo con fin de mejorar los procesos administrativos del Centro Internacional “COMPASSION” por lo que se considera Investigación aplicada. El presente proyecto hizo uso de la investigación bibliográfica y de campo.

3.1.1 Investigación Documental- bibliográfica

Es investigación bibliográfica se llevó a cabo para la implementación del sistema, para lo cual se recurrió a fuentes de información relacionados como: libros, artículos científicos, papers y tesis desarrollados relacionados con el tema para fundamentar de manera técnica el correcto desarrollo de la investigación.

3.1.2 Investigación de campo

El investigador se trasladó hacia el Centro Internacional “COMPASSION” de la ciudad de Latacunga para conocer el sistema de registro y control de acceso que dicho centro poseía, mediante esta investigación se obtuvo criterios de los usuarios y beneficiarios, lo cual permitió orientar de mejor forma el desarrollo del proyecto, mediante el uso de técnicas tales como la entrevista y la encuesta para determinar la necesidad de implementar el sistema propuesto.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Por las características de la investigación no se requiere población y muestra.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se observó y se analizó en primera instancia el Sistema de Registro y control de acceso con la que contaba el centro internacional “COMPASSION”, para determinar el problema, conocer sus causas y efectos, así como también las circunstancias que las producen.

Se realizó un estudio del funcionamiento del Sistema utilizado para determinar en qué circunstancias ocurren los inconvenientes. Se propuso implantar un nuevo Sistema de Registro y control de acceso que pueda solucionar los problemas detectados anteriormente para brindar un mejor servicio.

Para conocer la efectividad del sistema de registro y control de acceso que posee “COMPASSION” se realizó la comparación entre los datos obtenidos en el estudio y los de la observación para determinar el nivel de confiabilidad que posee el mismo.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se tomó imágenes de patrones Biométricos de las personas que ingresan al centro Internacional “COMPASSION” de la ciudad de Latacunga; posteriormente se procesó y se reconoció los rasgos de las huellas dactilares y se determinó la velocidad máxima adecuada para un reconocimiento fiable.

Los datos obtenidos son de naturaleza binaria los cuales para la gestión del proyecto fueron codificados, de tal forma que dicha información es entendible para el usuario y así tener una correcta operación del sistema.

Mediante el uso de una computadora que contiene un lenguaje de programación se pudo analizar y procesar los datos obtenidos por el sensor biométrico para llevar a cabo el reconocimiento de cada persona de forma efectiva.

La información obtenida de cada persona en el análisis de datos se almacena en una base de datos para su posterior uso mediante el uso de un software que permita el almacenamiento de información.

La información que se obtuvo en la investigación de campo sirvió para aclarar dudas y dar un mejor servicio mediante el sistema implantado.

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo el desarrollo del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso propuesto se cumplió con las siguientes etapas:

1. Análisis del sistema de registro y control de acceso actual del Centro Internacional “COMPASSION”.
2. Determinación de las ventajas y desventajas del sistema con el cual trabaja el centro.
3. Análisis de tecnologías disponible en la actualidad en el ámbito de la biometría.
4. Análisis de dispositivos disponibles en el país orientados en la detección de patrones biométricos.
5. Diseño del circuito electrónico de Registro y control de acceso.
6. Desarrollo del circuito electrónico de Registro y control de acceso.
7. Análisis del uso de software más factible para el desarrollo de la base de datos.
8. Desarrollo de la base de Datos para el centro Internacional “COMPASSION”.
9. Análisis del uso de software más factible para el desarrollo de la interfaz gráfica.
10. Desarrollo de la interfaz gráfica para el registro de asistencia.
11. Comunicación entre la interfaz Gráfica y el circuito de electrónico.
12. Implementación del Prototipo de Registro y Control de acceso.
13. Prueba de funcionamiento y corrección de errores.

CAPÍTULO IV

4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la necesidad de automatizar los procesos desarrollados por el hombre con el fin de obtener una mayor eficiencia y calidad de servicio en cualesquier área desempeñada por el hombre ha sido motivo de llevar a cabo el presente proyecto de investigación en el cual se lleva la forma de registro y control de acceso tradicional a un sistema electrónico automatizado.

En este capítulo contiene paso a paso el desarrollo de la propuesta donde se hace énfasis la factibilidad técnica, económica y bibliográfica para llevar el desarrollo de la investigación. A la vez conociendo la situación actual se ha determinado los requerimientos que necesita el sistema a implementar para satisfacer las necesidades de la empresa.

Además en esta investigación se presenta el diagrama de bloques y el diagrama de flujo utilizado por el sistema de registro y control de acceso, las herramientas tanto de hardware y de software que fueron usadas para la implementación del diseño del circuito ya que son de vital importancia para simular o a su vez para programar de manera física en un microcontrolador.

Una vez simulado todo el sistema se muestra cómo se implementó el sistema en el Centro Internacional Compassion, también en este punto se realizó las pruebas de funcionamiento y su respectivo control de errores en los casos pertinentes para un correcto funcionamiento y satisfacción de la empresa.

El sistema a implementar además de cumplir con las exigencias del usuario también está equipado con un sistema de seguridad anti intrusos para resguardar la integridad de todo el personal que está vinculado a este centro de ayuda como son: personal administrativo, tutores, personal de servicios varios, padres de familia, niños.

A continuación se presenta los pasos considerados para el desarrollo de la propuesta.

4.1 SITUACIÓN ACTUAL

Compasión Internacional es una fundación cristiana, que se encarga del bienestar de los más necesitados, especialmente niños y jóvenes de entre 6 y 18 años de edad en todo el mundo, su sede se encuentra en Colorado (Estados Unidos).

En Ecuador también se encuentra el Centro de Desarrollo Integral CDI 118 Calderón, que pertenece a Compasión Internacional, y que ayuda a 658 niños y jóvenes aproximadamente a nivel nacional. [20]

Esta fundación proporciona de alimentación a los niños y jóvenes pertenecientes al Centro Compassion de la ciudad de Latacunga dos veces por semana (lunes y martes o miércoles y jueves), y a la vez las tutoras imparten clases sobre los valores cristianos y a su vez ayudan a realizar las tareas académicas, también se encargan de que siempre se mantengan saludables, de que tengan ropa y comida. Cada patrocinado tiene un padrino extranjero, quien envía dinero de forma voluntaria por su cumpleaños, problemas familiares o para ayudar con la compra de implementos que le haga falta.

La institución cuenta con políticas de registro y control de acceso para resguardar la seguridad e integridad de los niños pertenecientes a la fundación, en la entrevista realizada a la directora que consta en el ANEXO A, supo manifestar lo siguiente con respecto a:

Registro del personal.- El registro de entrada y salida del personal se lo realiza de la siguiente forma; el personal debe firmar en una hoja física de asistencia en la cual se detalla hora de ingreso y salida.

Control de acceso del personal.- Existe una persona encargada en la puerta a la hora de entrada y salida, también es encargada de ver que cumplan con el horario.

Seguridad.- En cuanto a la seguridad para intrusos existe una alarma la cual funciona para las noches, como otra medida de seguridad ha optado que las tutoras vean que la persona que retire al niño sea el representante.

Además para estudiar la realidad actual del Sistema de Registro y Control de Acceso de Compassion se realizó una encuesta a los usuarios con el fin de analizar los resultados y determinar las ventajas y desventajas del mismo.

4.1.1 Principales resultados y tabulación de datos

Una vez realizada la encuesta a 30 de los estudiantes pertenecientes al Centro Compassion de la ciudad de Latacunga que consta en el Anexo B, se analizó e interpreto los datos obtenidos para determinar las ventajas y desventajas del sistema de registro y control de acceso actual.

Tabla 4.1 Tabulación de Datos

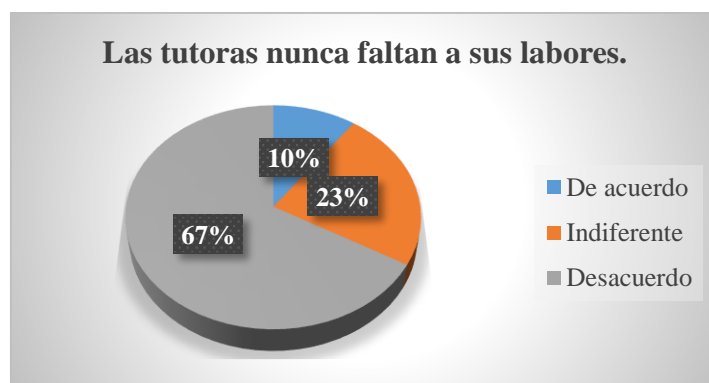
ITEM	PREGUNTA	RESPUESTA	CANTIDAD	%
1	Las tutoras nunca faltan a sus labores.	De acuerdo	3	10%
		Indiferente	7	23%
		Desacuerdo	20	67%
2	Las tutoras nunca se atrasan a la clase.	De acuerdo	3	10%
		Indiferente	10	33%
		Desacuerdo	17	57%
3	A la entrada la puerta siempre está cerrada.	De acuerdo	15	50%
		Indiferente	11	37%
		Desacuerdo	4	13%
4	A la entrada la puerta siempre está abierta.	De acuerdo	22	73%
		Indiferente	2	7%
		Desacuerdo	6	20%
5	Siempre hay un portero que controle el ingreso de personas extrañas al centro.	De acuerdo	10	33%
		Indiferente	2	7%
		Desacuerdo	18	60%
6	Se siente seguro dentro del centro.	De acuerdo	28	93%
		Indiferente	1	3%
		Desacuerdo	1	3%
7	Le gustaría que se mejore la parte de registro y control de acceso del personal a este centro.	De acuerdo	28	93%
		Indiferente	2	7%
		Desacuerdo	0	0%

Fuente: Investigador

La Tabla 4.1 muestra la tabulación de datos de los principales resultados obtenidos del personal encuestado.

4.1.2 Análisis e Interpretación de datos

- **Pregunta 1**



*Figura 4.1 Resultados Pregunta 1
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 67% de los estudiantes manifiestan que las tutoras faltan a sus labores, el 23% no se percata de la asistencia laboral y el 10% de los niños indican que las tutoras nunca faltan a sus horas laborables.

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes concuerdan que las tutoras faltan a sus horas laborables.

- **Pregunta 2**

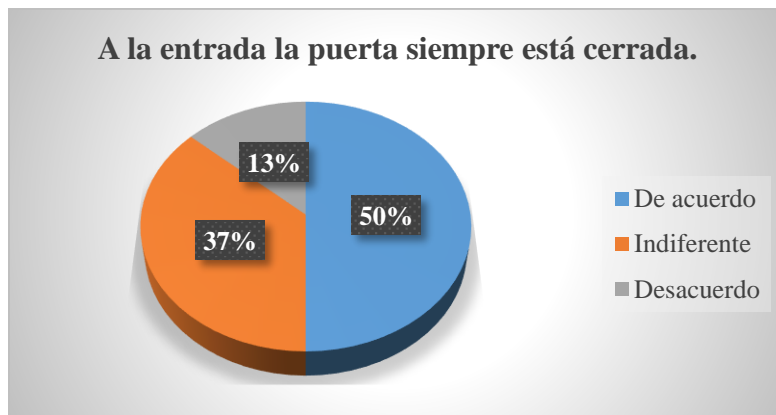


*Figura 4.2 Resultados Pregunta 2
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 57% de los estudiantes manifiestan que las tutoras se atrasan a sus horas labores, el 33% no se percata de la puntualidad laboral y el 10% de los niños indican que las tutoras nunca se atrasan a sus horas laborables.

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes concuerdan que las tutoras se atrasan a sus horas laborables.

- **Pregunta 3**

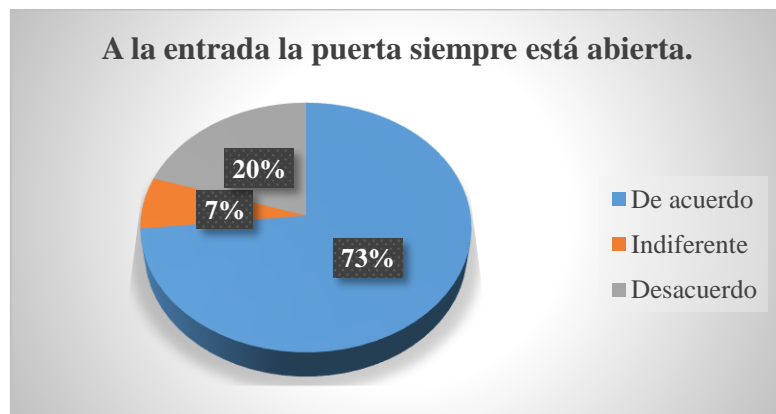


*Figura 4.3 Resultados Pregunta 3
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 50% de los estudiantes manifiestan que a la entrada la puerta siempre está cerrada, el 37% no se pronuncia al respecto y el 13% de los niños dicen que la puerta se encuentra abierta cuando llegan al centro.

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes coinciden que a la entrada la puerta siempre está cerrada por lo que se quedan fuera.

- **Pregunta 4**



*Figura 4.4 Resultados Pregunta 4
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 73% de los estudiantes concuerdan que a la entrada la puerta siempre está abierta, el 7% no se pronuncia al respecto y el 20% de los niños dicen que la puerta se encuentra cerrada cuando llegan al centro.

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes concuerdan que a la entrada la puerta siempre está abierta por lo que extraños podrían acceder a Compassion.

- **Pregunta 5**

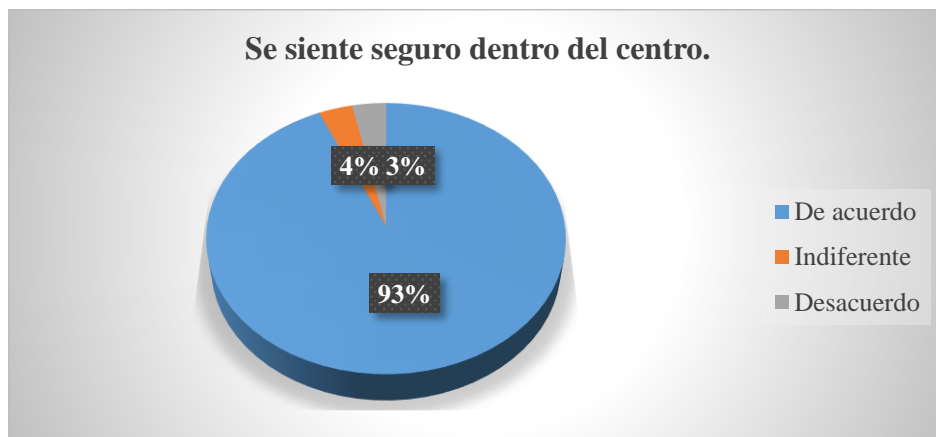


*Figura 4.5 Resultados Pregunta 5
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 60% de los estudiantes concuerdan que no hay un portero que controle el ingreso de personas extrañas al centro, el 7% no se pronuncia al respecto y el 33% de los niños expresan que si hay un ente de control en la puerta.

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes concuerdan que no hay un portero que controle el ingreso de personas extrañas.

- **Pregunta 6**



*Figura 4.6 Resultados Pregunta 6
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 93% de los estudiantes expresan sentirse seguros dentro del centro, el 4% no se pronuncia al respecto y el 3% de los niños dicen no sentirse absolutamente seguros dentro del centro

Interpretación: Según la información obtenida el mayor porcentaje de estudiantes concuerdan en sentirse seguros dentro del Centro Internacional Compassion.

- **Pregunta 7**



Figura 4.7 Resultados Pregunta 7
Fuente: Investigador mediante excel

Análisis: El 93% están de acuerdo en que se mejore el registro y control de acceso del personal a Compassion, el 7% es indiferente al respecto y ninguno está en contra.

Interpretación: Los estudiantes concuerdan en que se mejore la parte de registro y control de acceso del personal al Centro.

4.1.3 Determinación de las principales Ventajas y Desventajas

Una vez analizado e interpretado los datos se determinaron las principales ventajas y desventajas del sistema de registro actual, los mismos que se describen a continuación:

- **Ventajas:**

1. El sistema de registro manual no puede subir la información a la plataforma de control de asistencia, lo que da tiempo a justificar faltas y atrasos.
2. El sistema de registro manual es uno de los métodos de control de asistencia más sencillos, fáciles y barato de implementación.
3. El sistema actual es más flexible con el personal docente y terceros debido a que pueden entrar y salir de forma libre sin restricción.

- **Desventajas:**

1. Debido que la información no es enviada al instante al sistema de registro de asistencia, el sistema actual está propenso a sufrir alteraciones y tener falsos registros.
2. Se pueden perder los registros manuales de asistencia lo que sería un problema al momento de subir la información.
3. Los datos obtenidos del registro de asistencia manual no pueden ser 100% confiables ya que cualquier persona que tenga acceso al mismo podría falsificarlos.

4.2 FACTIBILIDAD

El presente proyecto de investigación considera los siguientes ítems para determinar la factibilidad del sistema.

4.2.1 Factibilidad Técnica

El presente proyecto se considera viable desde el punto de vista técnico debido a que el desarrollo del proyecto es realizable; ya que se dispone de tecnología tales como equipos, dispositivos electrónicos, herramientas adicionales tanto como de software y hardware los cuales se pueden adquirir.

4.2.2 Factibilidad Económica

El desarrollo del proyecto es económicamente factible por lo que el investigador está en la capacidad de costear los gastos necesarios para la realización del mismo. El investigador está en la capacidad de implementar y probar el funcionamiento del sistema de registro y control de acceso.

4.2.3 Factibilidad Bibliográfica

El presente proyecto es factible desde el punto de vista bibliográfico por existir la información necesaria para llevar a cabo la investigación; la misma se encuentra en libros, artículos científicos, publicaciones en páginas web, revistas científicas, bibliotecas virtuales y tesis desarrollados relacionados con el tema Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso, accesibles para el investigador en la FISEI e internet.

4.3 REQUERIMIENTOS

4.3.1 Determinación de los Requerimientos del Centro Compassion

Una vez realizada la entrevista a la Ing. Sara Herrería, directora del Centro Compassion e interpretado los datos obtenidos de las encuestas realizada a los padres de familia que consta en el ANEXO A se determinaron cuáles son los principales requerimientos que necesita la empresa para avanzar con un mejor desempeño tanto en la parte administrativa, laboral y cognitiva, los cuales se detallan a continuación:

a) Sistema de registro del personal

En el Centro Compassion se requiere la implementación de un sistema de registro de asistencia laboral; el sistema debe ser capaz de registrar hasta 70 usuarios, una vez que sea reconocido el usuario.

b) Sistema de control de acceso

Se requiere un control de acceso para el personal del centro Compassion, tanto de entrada como de salida.

c) Sistema de seguridad

Se requiere un aviso de alarma tanto visual como audible en caso de determinar el ingreso de un intruso.

Tomando en cuenta el requerimiento se va a realizar el diseño y la implementación del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional “COMPASSION” en la ciudad de Latacunga.

4.3.2 Requerimientos del sistema electrónico

Por tratarse de un sistema electrónico de registro y control de acceso orientado a las personas requiere el uso de rasgos personales para evitar la suplantación de identidad lo que derivada al robo, copia o pérdida de tarjetas y códigos en caso de utilizar otra técnica; por lo que se considera la manera más práctica para el usuario, que no debe recordar códigos ni contraseñas.

Conociendo que el sistema va a procesar y almacenar grandes cantidades de información se requiere el uso de una tecnología que sea rápida y capaz de soportar el procesamiento de señales digitales (DSP), debido a que el sistema va a almacenar previamente los datos

de los usuarios y el tiempo de reconocimiento de los patrones biométricos debe ser mínima.

Para llevar a cabo con el sistema electrónico de registro y control de acceso se requiere hacer uso de la siguiente tecnología:

- Sensor Biométrico
- Microcontrolador

Determinado los requerimientos del sistema electrónico se da paso al análisis de las diferentes tecnologías en el ámbito de la biometría y de los microcontroladores; una vez realizado el análisis de tecnologías se selecciona los dispositivos disponibles en el país

4.3.3 Análisis de tecnologías disponibles en la actualidad en el ámbito de la biometría

La tecnología biométrica se define como métodos automáticos utilizados para reconocer a personas mediante el análisis de sus características físicas o de su forma de comportamiento. [21]

Los principales parámetros requeridos para la adquisición del patrón biométrico son: rasgos de la huella dactilar, la forma geométrica de la mano, la imagen facial, entre otros. Una vez obtenido el patrón único de cada persona es almacenado y sirve para futuras comparaciones.

Todas las tecnologías biométricas en su mayoría comparten el mismo objetivo, por lo que a continuación se realiza la comparación entre ellas en función de los diferentes criterios; y así determinar cuál de todas es la que más se destaca para formar parte del sistema electrónico de registro y control de acceso.

4.3.3.1 Sensores según el tipo de tecnología biométrica

Comúnmente los patrones biométricos son obtenidos mediante un dispositivo llamado sensor, los mismos que se encargan de recolectar la información necesaria para la identificación del individuo y la convierten a señales digitales. La eficacia de reconocimiento está ligada a la calidad del sensor utilizado como pueden ser: cámaras

digitales (para reconocimiento facial) o un teléfono (para reconocimiento por voz), entre otros. [22]

Cada una de las tecnologías hace uso de un tipo de sensor respectivamente, la Tabla 4.2 muestra la mayoría de las tecnologías biométricas actualmente utilizadas así como los dispositivos que cada uno usa para la captura de los patrones biométricos.

Tabla 4.2 Tecnologías Biométricas

Tecnología	Dispositivo de captura
Huella dactilar	Periférico de escritorio, tarjeta PCMCIA o lector integrado.
Reconocimiento de voz	Micrófono o teléfono
Reconocimiento facial	Cámara de video o cámara integrada en un PC
Reconocimiento de iris	Cámara de infrarrojos
Reconocimiento de retina	Unidad propietaria de escritorio o de pared
Reconocimiento de la geometría de la mano	Unidad propietaria de pared o de pie
Reconocimiento de firma	Tableta de firma, puntero sensor al movimiento
Reconocimiento de escritura de teclado	Teclado

Fuente: Investigador basado en [21]

Cada uno de estas tecnologías conlleva un sensor para capturar los rasgos biométricos de las personas, las mismas que permiten obtener la información del usuario; la elección de una tecnología u otra depende de la aplicación que se le vaya a dar.

4.3.3.2 Criterios de Evaluación en las tecnologías biométricas

Los criterios que se tomaron en cuenta para evaluar las diferentes tecnologías en el ámbito de la biométrica son: [21]

- **Grado de aceptación**

El grado de aceptación es la disposición del usuario a utilizar una tecnología biométrica. Este factor está relacionado con los factores sociales y culturales que pueden suponer que unas técnicas sean más aceptadas o no.

- **Resistencia al fraude**

La resistencia al fraude es la capacidad del sistema de detectar intentos de autenticación falsa y rechazarlos.

- **Mensurabilidad**

La mensurabilidad determina la facilidad de adquisición de datos y medición precisa de las características presentes en las muestras de las personas.

- **Comportamiento**

El comportamiento es el nivel de precisión del reconocimiento que ofrece una determinada técnica biométrica.

- **Permanencia**

La permanencia es la característica que determina el grado de variación de un rasgo biométrico a través del tiempo.

- **Unicidad**

La unicidad es la característica que establece la diferencia entre los rasgos que posee una persona de la otra.

- **Universalidad**

La universalidad mide la cantidad de individuos que tengan como factor común una cierta característica biométrica.

Tomando en cuenta los criterios anteriormente expuestos se presenta la comparación entre las diferentes tecnologías biométricas como se muestra en la Tabla 4.3, donde cada criterio esta valorizada con rangos que van desde el 0% hasta el 100%, dependiendo de la tecnología biométrica. Antes de implementar un sistema de este tipo se debe analizar cada aspecto de los criterios de evaluación.

Tabla 4.3 Cuadro comparativo entre las tecnologías biométricas

Tecnología	Grado de Aceptación	Resistencia al fraude	Mensurabilidad	Comportamiento	Permanencia	Unicidad	Universalidad	Valoración
Huella dactilar	90%	70%	70%	90%	90%	90%	70%	81%
Reconocimiento facial	90%	50%	90%	50%	70%	50%	90%	70%
Reconocimiento de iris	50%	90%	70%	90%	90%	90%	90%	81%
Geometría de la mano	70%	80%	90%	70%	70%	70%	70%	74%
Reconocimiento de retina	50%	90%	50%	90%	90%	90%	90%	79%
Geometría de venas	70%	90%	70%	70%	70%	70%	70%	73%
Reconocimiento de voz	90%	50%	70%	50%	50%	50%	70%	61%
Reconocimiento de firma	90%	50%	90%	50%	50%	50%	50%	61%
Reconocimiento de escritura de teclado	70%	70%	70%	50%	50%	50%	50%	59%
Forma de andar	90%	70%	90%	50%	50%	50%	70%	67%

Fuente: Investigador basado en [21]

Análisis: En la Tabla 4.3 se muestra que existe un empate entre las tecnologías de huella dactilar y el de reconocimiento del iris con el 81% de valoración; además la tecnología que les sigue a estos es el de reconocimiento de retina con el 79% y por debajo de esta cifra tenemos las demás tecnologías.

Una vez realizado el análisis se determinó que las tecnologías de huella dactilar y de reconocimiento de iris son las de mayor prestación para sistemas de registro o de control de acceso. De estas dos, la tecnología de mayor aceptación es la de huella dactilar por lo tanto es la mejor opción para implementar el sistema electrónico, aunque también se debe considerar otros aspectos que se estudiarán posteriormente en esta investigación.

4.3.3.3 Ventajas y Desventajas de las distintas tecnologías

Las técnicas utilizadas en la biométrica tiene puntos a su favor o a su vez en contra, por lo que para elegir a una de ellas se debe tener en cuenta la aplicación en la que se vaya a utilizar; también se debe tomar en cuenta las características que tenga dicha técnica para el caso en que se deba adecuar.

Por esta razón se debe analizar cada una de las distintas tecnologías disponibles en el ámbito de la biometría, en la Tabla 4.4 se detallan las ventajas y desventajas que conlleva cada una de ellas. [21]

Tabla 4.4 Ventajas y Desventajas de las tecnologías biométricas

Tecnología	Ventajas	Desventajas
Huella dactilar	<ul style="list-style-type: none"> • Alto grado de madurez • Costes de implantación reducidos • Buena aceptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Incompatibilidad con determinados trabajos manuales
Reconocimiento de voz	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere inversión en dispositivos • Posibilidad de autenticación remota 	<ul style="list-style-type: none"> • El ruido de fondo dificulta la captura • Dificultad para reconocer ciertas formas de hablar
Reconocimiento facial	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento en multitudes • Identificación a media distancia • Buena aceptación 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasa resistencia al fraude • Unicidad limitada
Reconocimiento de iris	<ul style="list-style-type: none"> • Patrones muy complejos • Unicidad muy alta • Alto grado de permanencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Coste de implantación alto • Menor grado de aceptación

Reconocimiento de retina	<ul style="list-style-type: none"> • Unicidad muy alta • Alto grado de permanencia 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisa de total colaboración del usuario
Reconocimiento de la geometría de la mano	<ul style="list-style-type: none"> • Alto grado de permanencia • Facilidad de uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Unicidad limitada
Reconocimiento de firma	<ul style="list-style-type: none"> • Buena aceptación • Facilidad de uso 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad de captura por cambios de posición
Reconocimiento de escritura de teclado	<ul style="list-style-type: none"> • No requiere inversión en dispositivos • Posibilidad de realizar monitorización 	<ul style="list-style-type: none"> • Tecnología emergente

Fuente: Investigador basado en [21]

En conclusión la Huella dactilar es la tecnología que sobresale, por su alto grado de madurez, costes de implantación reducidos y buena aceptación de dentro de la sociedad y por no estar orientado a una aplicación donde la huella se desgaste no es inconveniente para el sistema.

4.3.4 Análisis de dispositivos disponibles en el país orientados en la detección de patrones biométricos

Antes de conocer cuáles son los dispositivos disponibles en el país usados para la detección de patrones biométricos, se debe considerar algunos criterios. Estos criterios son los que permiten elegir la tecnología más adecuada para el desarrollo de la aplicación. Los criterios considerados para esta investigación son los siguientes:

- Grado de madurez en el Mercado
- Establecimiento en el mercado

Una vez analizado estos criterios se da paso al estudio de:

- Dispositivos biométricos disponibles en el país
- Selección del sensor Biométrico

4.3.4.1 Grado de madurez en el Mercado

El nivel de experiencia o grado de madurez de las tecnologías biométricas en el mercado permite estipular la factibilidad de uso de un determinado dispositivo biométrico; lo que facilita la elección del sensor, dependiendo del área de trabajo y la aplicación que se le vaya a dar.

La tecnología que se destacada en esta medida es la huella dactilar por ser una de las tecnologías primerizas. Esta técnica se lo realiza desde la segunda mitad del siglo XIX y goza de ventajas como la aceptación por la mayor parte de la población, coste, usabilidad, rapidez de identificación y es la más desarrollada. Por esta razón la técnica posee madurez investigativa en el ámbito de la biometría; en consecuencia lleva más tiempo en el mercado, permitiendo un gran desarrollo en lo que respecta a hardware y software lo que ha resultado en una disminución de su costo adquisitivo. [23]

En segundo lugar se encuentra la tecnología que hace uso el reconocimiento del iris, disponible desde última década atrás pero ya implementada con éxito; el concepto de esta técnica y la industria son relativamente nuevas por lo sigue en investigación y pruebas. Por la necesidad de conseguir seguridad de más alto nivel y el compromiso de la industria del reconocimiento por iris, el progreso continúa, elevando su presencia en el mercado imponiendo cada vez nuevas cifras.

Es importante saber que las diferentes modalidades biométricas se encuentran en distintas etapas de maduración. Como ejemplo, el reconocimiento de huellas dactilares con presencia de ya hace más de un siglo y por otro lado el reconocimiento por iris no tiene más de una década desde su aparición; por lo que cabe recalcar que la madurez del dispositivo no está relacionada con cuál de ellos es el mejor, sino más bien, es un indicador de experiencia en la implementación. [24]

Por otro parte, las tecnologías en estado de investigación temprana son las que se consideran las menos maduras. Entre ellas se destacan la tecnología que hace uso del reconocimiento de la forma de andar o reconocimiento de escritura de teclado. Estas técnicas están en mejora en el campo de la investigación.

4.3.4.2 Establecimiento en el mercado

Según una investigación realizada por el Instituto Central de Tecnología de Kokrajhar la presencia de las diferentes tecnologías en el mercado, están sujetas a la aceptación de la sociedad, el nivel de seguridad que ofrece y la madurez que tiene dentro del mercado como se muestra en la Figura 4.8. [25]

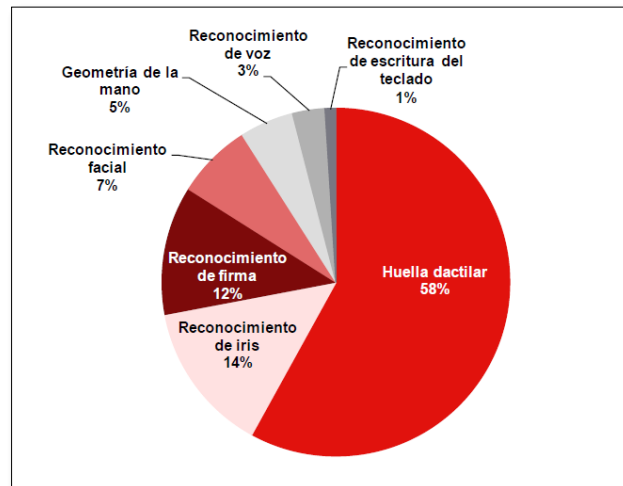


Figura 4.8 Grado de implementación en el Mercado

Fuente: Central Institute of Technology of Kokrajhar

En base a la Figura 4.8 Grado de implementación en el Mercado la tecnología que abarca la mayor parte del mercado es la huella dactilar; la cual abarca aproximadamente un 58% del mismo, este resultado está sujeto a su alto grado de madurez en el mercado, aceptación social, un costo accesible y tiempo de investigación, por lo que se puede considerar una tecnología confiable para implementarse a las aplicaciones adecuadas.

Otra de las tecnologías que ocupa el segundo lugar según el estudio realizado por el Instituto Central de Tecnología de Kokrajhar es el reconocimiento del iris, sin embargo alejado del primer lugar con presencia en el mercado aproximado del 14%. Una de las razones es por el nivel de seguridad que ofrece el cual es un factor que ha facilitado su implantación.

4.3.4.3 Dispositivos biométricos disponibles en el país

Tomando como base el estudio realizado por Instituto Central de Tecnología de Kokrajhar, el grado de madurez y las ventajas que poseen se tomó como referencia las tecnologías que se destacaron; por otro lado se toma en cuenta algunos criterios para

posteriormente determinar la tecnología más factible para el desarrollo de la investigación; además, la tecnología debe ser apta para el sistema electrónico de registro y control de acceso.

Considerando estos criterios se ha realizado la Tabla 4.5, donde se muestra una comparación de las diferentes tecnologías disponibles actualmente en el País.

Tabla 4.5 Tecnologías disponibles en el País

Tecnología	Empresa distribuidora	Ciudad	Costo	Limitaciones	Apta para la aplicación
Huella Dactilar	• APM Micro	Quito	\$45	• Incompatible con algunos trabajos manuales	Si
	• Biometrika	Quito	\$299		
	• Biopresencia	Quito	\$233		
	• Importronic	Quito	\$90		
	• MegaPopular	Latacunga	\$93		
Reconocimiento de iris	• Biometrika	Quito	\$6800	• Alto costo de implementación	Si
	• Biopresencia	Quito	\$6300		
Reconocimiento facial	• Tienda de Cámaras	Todo el País	\$334 en adelante	• Susceptible al Fraude	No
Reconocimiento de voz	• Importronic	Quito	\$100	• Interferencia por el ruido de fondo	No
	• MegaPopular	Latacunga	\$130		

Fuente: Investigador basado en [26], [27], [28] y [29]

En consecuencia al estudio de los Dispositivos biométricos disponibles en el país se eligió la tecnología que se basa en el reconocimiento de huellas dactilares, por estar disponible en varias empresas distribuidoras de materiales electrónicos y por ende es de fácil adquisición. Además el costo de adquisición es menor en comparación a las otras técnicas de reconocimiento biométrico.

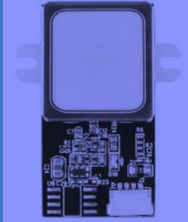
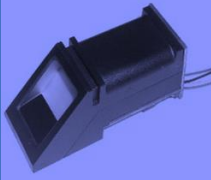
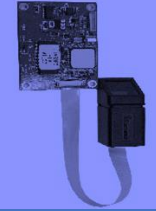

La limitación que posee esta tecnología pasa desapercibida para la aplicación, ya que el medio donde se desarrolla el personal de trabajo, no da lugar a cortes en los dedos o deterioro de las huellas dactilares.

4.3.4.4 Selección del sensor Biométrico

Una vez que se eligió la tecnología biométrica comerciable en el país se da paso a la selección del sensor biométrico en esta categoría. Para realizar una buena elección se debe tomar en cuentas varios parámetros de evaluación, entre los cuales se tiene: la capacidad, resolución de la huella, el tipo de sensor, la comunicación para transmisión (Tx) y recepción (Rx), el costo y la disponibilidad en el mercado.

Cabe recalcar que no existe un módulo biométrico relativamente bueno o malo, todo depende de la aplicación y el medio donde se vaya a desempeñar.

Tabla 4.6 Comparación entre sensores biométricos

Módulo Biométrico	Capacidad (huellas)	Resolución (dpi)	Tipo	Tx-Rx	Costo (USD)	Disponible en:
 GT-511C3	200	450	Óptico	UART (9600 bps) USB (v 1.1)	\$140	Mega Popular
 FPM10A	162	500	Óptico	UART (9600 bps)	\$45	APM Micro
 NITGEN FIM30	100	300	Óptico	RS-232 (9600 - 115200 bps)	\$90	Importronic
 BIOMINI SLIM	1000	500	óptico	USB (v 2.0)	\$233	Biopresencia

Fuente: Investigador basado en [26], [27], [28] y [29]

Tomando en cuenta los parámetros de la Tabla 4.6 donde se muestra la comparación de los diferentes módulos biométricos, se ha optado por el sensor Biométrico FPM10A producto de la empresa Arduino por su alta resolución y bajo costo además es un producto fácil de conseguir en el mercado y es apto para la aplicación a desarrollarse debido a que

el número de usuarios del Centro Internacional Compassion no supera las 162 huellas permitidas por dicho dispositivo.


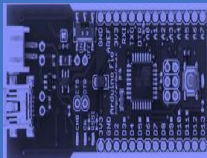
4.3.5 Selección de la Plataforma de Trabajo


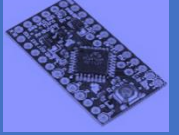

Antes de implementar el diseño del sistema se debe seleccionar la plataforma de trabajo a utilizar, para lo cual se considera parámetros importantes como el tipo de Microcontrolador que ocupa así como la memoria, frecuencia de trabajo, cantidad de pines de entrada y salida , puertos y el costo del mismo. [30]

Consideraciones generales:

- El Microcontrolador a utilizar debe ser capaz de leer mientras escribe los datos.
- La frecuencia de operación del Microcontrolador debe ser mayor o igual a 16 MHZ para que las instrucciones sean ejecutadas de la forma más rápida.
- La memoria debe ser amplia para poder almacenar las huellas dactilares y no hacer uso de una memoria externa.
- La plataforma de trabajo debe contar con un mínimo de 6 pines de entrada y salida, además de un puerto UART para cumplir los requerimientos del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.

Tabla 4.7 Selección de plataforma de trabajo.

Plataforma de Trabajo	Uc	Frecuencia de operación	Memoria Flash	E/S Digitales	Uart	Costo
Arduino Pro 	ATmega328	8 MHZ	32 KB	14	1	\$ 14
Arduino Fio 	ATmega328P	8 MHZ	32 KB	14	1	\$ 25
Arduino Uno						

	ATmega328	16 MHZ	32 KB	14	1	\$ 20
Arduino Mini 	ATmega328	16 MHZ	32 KB	14	1	\$ 19
Arduino Mega 	ATmega2560	16 MHZ	256 KB	54	4	\$ 25

Fuente: Investigador.

Una vez analizado los criterios mediante la Tabla 4.7 se ha decidido optar por la tecnología Arduino Mega no por el costo sino por las características que esta ofrece al usuario para el desarrollo de prototipos, como sus 54 de entradas o salidas digitales, la cantidad de puertos para comunicación serial y además de su alta capacidad de memoria interna lo que es indispensable para la aplicación que se le va a dar en esta investigación.

4.4 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Para el desarrollo del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional Compassion se planteó un diagrama de bloques y esta a su vez contiene a varios subsistemas con la finalidad de hacer más entendible el funcionamiento de todo el sistema en general como se muestra en la Figura 4.9

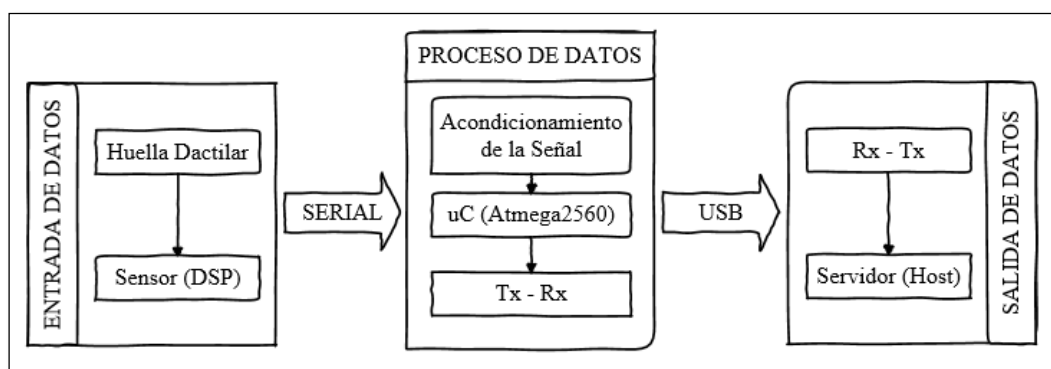


Figura 4.9 Diagrama de bloques del sistema registro y control de acceso.

Fuente: Investigador.

La Figura 4.9 muestra el proceso del funcionamiento general del sistema electrónico de registro, a continuación se describe la forma de trabajo del sistema:

- El usuario debe ingresar la huella al sistema colocando su huella en el sensor biométrico.
- El sensor biométrico captura los rasgos de las huellas dactilares y realiza DSP para posteriormente enviarla a un Microcontrolador mediante comunicación serial.
- Se debe realizar el acondicionamiento de la señal antes de que los datos lleguen al Microcontrolador para que la información recibida sea la correcta.
- En el Microcontrolador se hace uso de estos datos para hacer el reconocimiento de los patrones biométricos, además contiene la programación para agregar o eliminar las huellas dactilares y finalmente el control de acceso para el personal.
- Desde el uC se transmite la información al servidor haciendo uso de la comunicación serial mediante el cable USB, además el uC puede recibir los datos enviados desde el servidor.
- En el servidor se aloja la base de datos y el software que contiene la interfaz gráfica GUI para poder interactuar con el Usuario.

En la Figura 4.10 se ilustra los componentes electrónicos que intervienen en el funcionamiento del sistema en general.

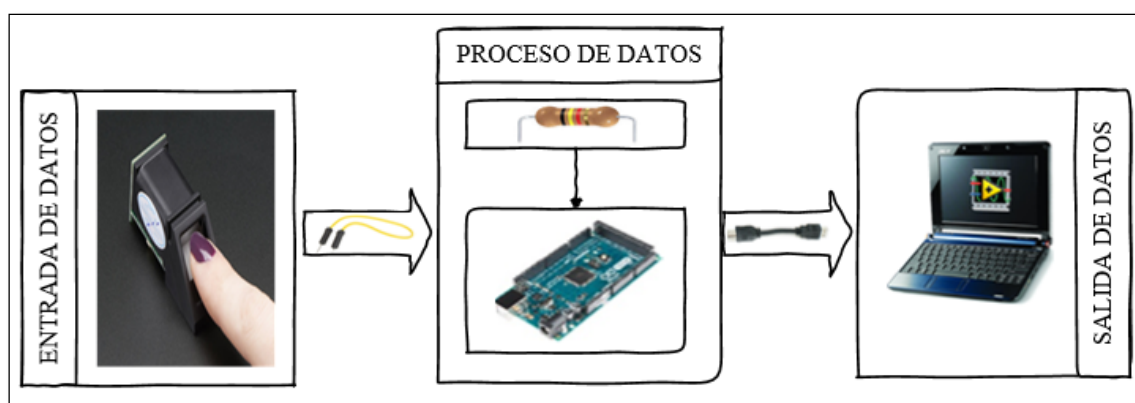


Figura 4.10 Componentes que intervienen en el Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.

Fuente: Investigador.

A continuación se describe cada uno de los componentes electrónicos utilizados en el desarrollo del sistema, además del diseño y la programación que conlleva cada una de ellas.

4.4.1 Entrada de Datos

El Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional Compassion hace uso de los patrones biométricos del individuo, para poder llevar a cabo esta condición el usuario debe ingresar sus datos al sistema haciendo uso de su huella dactilar. En este punto se hace uso del sensor biométrico de huellas dactilares FPM10A de la familia de Arduino que se determinó en los Requerimientos del sistema.

4.4.1.1 Sensor Biométrico FPM10A

El módulo FPM10A es un sensor biométrico sin contacto (tipo óptico) para el reconocimiento de huella dactilar con soporte de firmware y un software de Windows para captura de huellas dactilares de la Empresa Arduino de licencia libre. [31]

En la Figura 4.11 se ilustra los pines que se describen a continuación:

- VCC (Rojo)
- GND (Negro)
- RXD (Blanco)
- TXD (Verde)

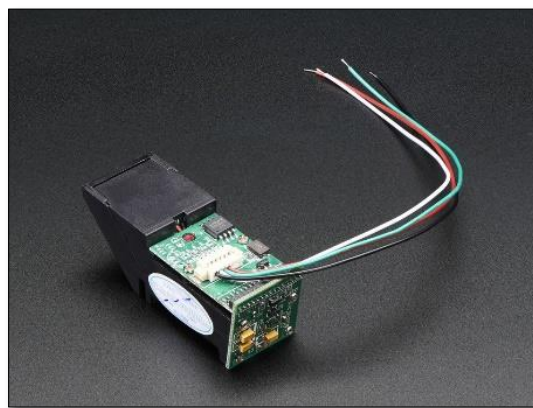


Figura 4.11 Pines del Sensor FPM10A.

Fuente: Adafruit company

El sensor Biométrico FPM10A consta de 2 terminales por lo general rojo y negro para lo que es la alimentación; además 2 terminales en este caso Blanco y verde para la parte de transmisión y recepción de datos. Por otra parte este sensor contiene un dispositivo DSP interno para el procesamiento de imágenes que facilita la adquisición y reconocimiento de los patrones biométricos del usuario.

Una vez que el sensor haya obtenido los datos envía la señal mediante comunicación serial al Microcontrolador, en este caso se encuentra en la plataforma Arduino.

Las características técnicas del dispositivo FPM10A se detallan en el ANEXO B.

4.4.2 Proceso de Datos

Antes de que la señal ingrese al Sistema Microcontrolador se la debe acondicionar para un mejor rendimiento del sistema general en lo que respecta a tiempos de adquisición y autenticación de los patrones biométricos.

En este bloque se lleva a cabo el acondicionamiento de la señal y el procesamiento del mismo los cuales se detallan a continuación.

4.4.2.1 Acondicionamiento de la Señal de entrada

Para realizar la conexión entre el Sensor FPM10A y la Tarjeta Arduino Mega se tomó en cuenta que el sensor biométrico trabaja con el nivel lógico TTL en sus pines UART. Además se conoce que la tarjeta Arduino Mega utiliza niveles de voltaje de 5V en sus pines por lo que son compatibles entre sí.

Para el desarrollo del Sistema electrónico de Registro y Control de Acceso se consideró un factor de Seguridad del 30% del valor nominal, con el fin de alargar la vida útil del sensor o prevenir que exista una sobrecarga en sus pines lo que haría que se quemara la interfaz UART del sensor.

Para determinar la tensión de trabajo para el sensor se hizo uso de la Ecuación 1.

$$\textit{Tensión Nominal} - \textit{Factor de Seguridad} = \textit{Tensión de Trabajo}$$

Ecuación 1

Donde:

$$Tensi3n\ de\ Trabajo = 5[V] - \frac{5 \times 30}{100} [V] = 3.5[V]$$

Una vez determinado la tensi3n de trabajo se debe reducir la se3al de entrada de 5[V] a 3.5[V] para lo cual se aplica un divisor de voltaje como se observa en la Figura 4.12

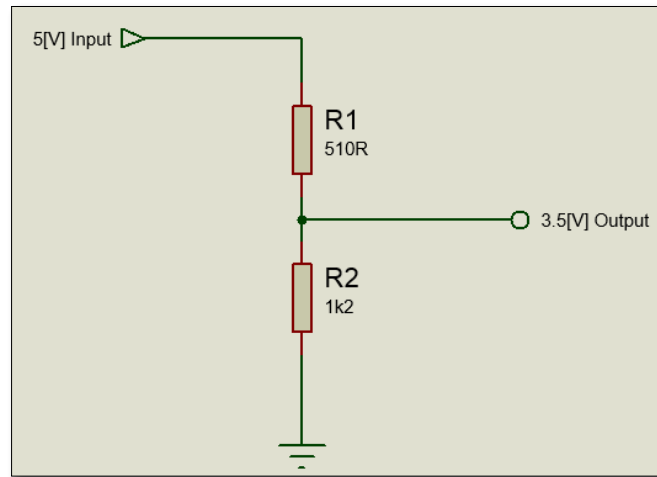


Figura 4.12 Circuito Divisor de Voltaje

Fuente: Investigador

Para determinar las resistencias utilizadas en el divisor de voltaje se hizo uso de la Ecuaci3n 2 para lo cual se asumi3 la Resistencia $R2 = 1K2 \Omega$ para determinar la Resistencia $R1$.

$$V_{out} = V_{in} \frac{R2}{R1 + R2}$$

Ecuaci3n 2

Despejando de la Ecuaci3n 2 obtenemos:

$$R1 = \frac{R2(V_{in} - V_{out})}{V_{out}}$$

Ecuaci3n 3

Donde:

$$R1 \text{ y } R2 = \text{Resistencias} = ? \quad [\Omega]$$

$$V_{in} = \text{Voltaje de Entrada} = 5 \text{ [V]}$$

$$V_{out} = \text{Voltaje de Salida} = 3.5 \text{ [V]}$$

Remplazando los datos en la Ecuación 3:

$$R1 = \frac{1200(5 - 3.5)}{3.5} = 514.29 \text{ } [\Omega]$$

El valor obtenido se debe aproximar a una resistencia existente en el mercado donde $R1 \approx 510 \text{ } [\Omega]$.

Con este valor recalculamos la tensión de salida V_{out} real con la que trabajara el sistema electrónico, haciendo uso de la Ecuación 2:

$$V_{out} = 5 \frac{1200}{510 + 1200} = 3.508 \text{ [V]} \approx 3.5 \text{ [V]}$$

La conexión final entre la tarjeta Arduino Mega y el sensor biométrico quedaría como se ilustra en la Figura 4.13.

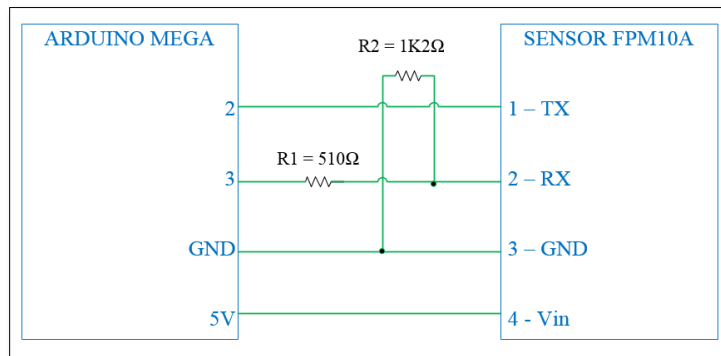


Figura 4.13 Conexión Arduino Mega - Sensor FPM10A

4.4.2.2 Procesamiento de la Señal

En esta etapa la señal es ingresada al Microcontrolador donde se procesan los datos para determinar la identidad del individuo y posteriormente utilizar esta información para

desarrollar una base de datos. Para optimizar los recursos se hace uso de la plataforma Arduino Mega el cual se describe a continuación.

- **Plataforma Arduino Mega**

La plataforma Arduino es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales.

Arduino Mega está desarrollado con el microcontrolador ATmega2560. Esta plataforma está compuesta por 54 pines de entradas y salidas digitales, de ellas 14 pueden usarse para señales PWM, 4 puertos UART, 16 entradas analógicas, conexión USB, conector ICSP, alimentación y botón reset. [32]

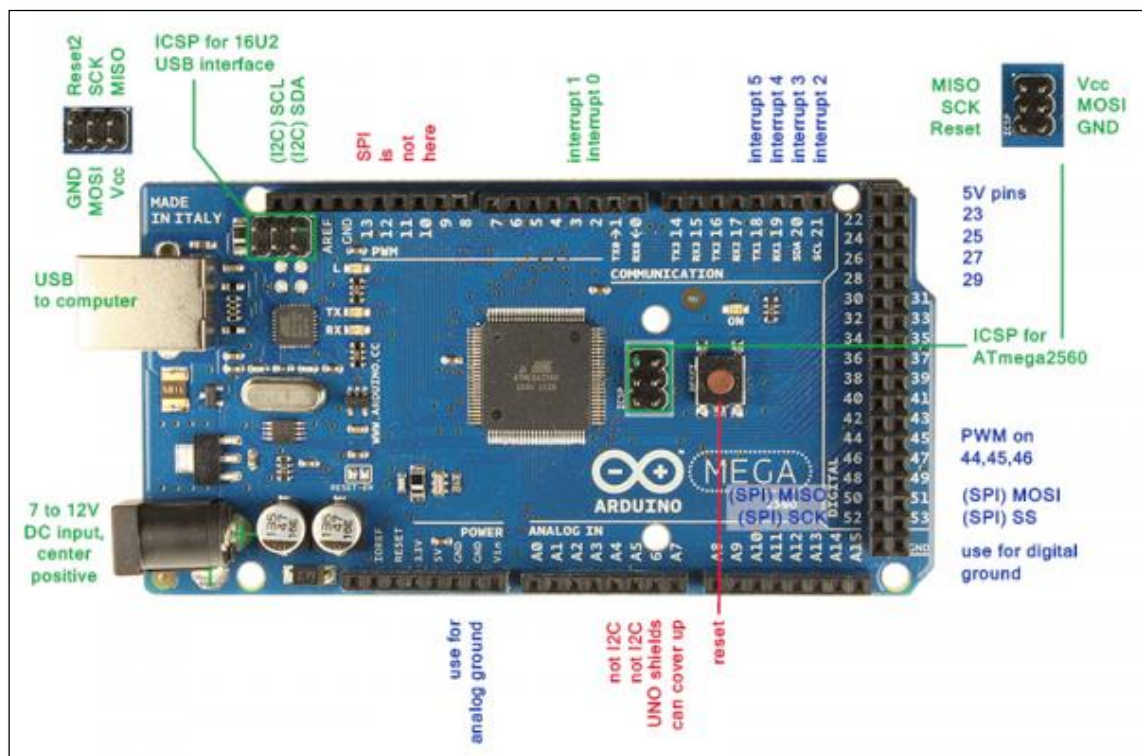


Figura 4.14 Tarjeta Arduino Mega

Como se aprecia en la Figura 4.14 la tarjeta Arduino Mega posee pines de E/S tanto analógicas como digitales, la alimentación y el pulsador reset en caso de fallos, además un Microcontrolador Atmega2560 que pertenece a la serie megaAVR.

Las características técnicas la Tarjeta Arduino Mega se describen en el ANEXO B.

- **Microcontrolador Atmega2560**

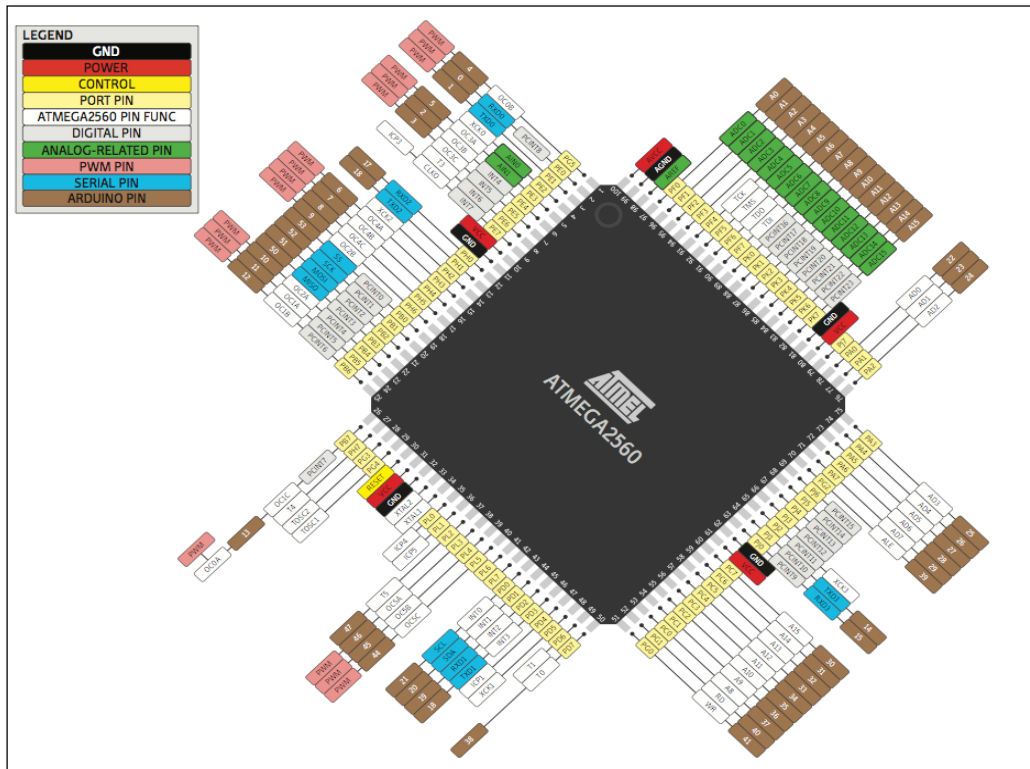


Figura 4.15 Microcontrolador ATmega 2560

ATMEGA2560 es un Microcontrolador integrado de alto rendimiento de 8 bits, de la familia AVR y está basado en RISC; este tiene la capacidad de leer mientras escribe los datos. En la Figura 4.15 se ilustra el Microcontrolador ATmega2560.

El alto rendimiento, microcontrolador RISC de bajo consumo Atmel 8 bits AVR combina la memoria 256KB ISP flash, 8 KB de SRAM, 4 KB de EEPROM, 86 de propósito general de E / S líneas, registros de trabajo 32 de propósito general, contador de tiempo real, seis temporizador flexibles / contadores con comparan modos, PWM, 4 USARTs, interfaz en serie de 2 hilos orientado a bytes, 16 canales de convertidor de 10 bits a / D, y una interfaz JTAG para la depuración en el chip. El dispositivo alcanza un rendimiento de 16 MIPS a 16 MHz y opera entre 4.5-5.5 voltios.

Mediante la ejecución de instrucciones de gran alcance en un solo ciclo de reloj, el dispositivo alcanza un rendimiento se acerca a 1 MIPS por MHz, equilibrar el consumo de energía y velocidad de procesamiento.

Las características técnicas del Microcontrolador se describen en el ANEXO B.

4.4.3 Salida de Datos

La salida de datos del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso se presenta mediante una interfaz gráfica GUI como se ilustra en la Figura 4.16; el cual consiste en registrar de forma electrónica los datos requeridos del usuario, como funciones principales que puede realizar el usuario al interactuar con el GUI:

- Grabar la huella dactilar del usuario.
- Eliminar la huella la dactilar del usuario.
- Registrar la hora y fecha de entrada-salida del usuario.
- Controlar el acceso del personal al Centro Internacional Compassion.
- Realizar reportes de: Los trabajadores registrados así como el registro de asistencia.



Figura 4.16 Interfaz de PC

Fuente: Investigador

Los diseños de los GUI'S desarrollados para el Sistema Electrónico se presenta en el ANEXO C.

4.5 HERRAMIENTAS ADICIONALES SOFTWARE

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de investigación se hizo uso de herramientas adicionales que permitieron ilustrar el diseño del circuito electrónico, el diseño de la interfaz gráfica de usuario, el desarrollo de la programación para la identificación de personas y el desarrollo de la programación para la base de datos los cuales se describen a continuación:

4.5.1 Arduino

La herramienta Arduino fue usado para llevar a cabo la programación del circuito electrónico para realizar la parte de control, el mismo que determina la identificación del usuario, el registro y el control de acceso. En el ANEXO D se muestra la programación del sistema electrónico haciendo uso del software de programación Arduino.

4.5.2 Labview

La herramienta Labview fue utilizado para el desarrollo de la Interfaz del sistema electrónico el mismo que se encarga de gestionar la base de datos, el proceso de los datos y consultas de registros. En el ANEXO D se muestra la programación para el desarrollo de los GUI'S del sistema electrónico haciendo uso de Labview.

4.5.3 MySQL

La herramienta MySQL se usó para la creación de la Base de Datos del Centro Internacional Compassion, el cual incorpora las herramientas necesarias para el desarrollo del mismo; mediante esta herramienta se puede gestionar el registro del personal así como los datos de entrada y salida de cada usuario. En el ANEXO D se muestra la programación para el desarrollo de la base de Datos del sistema electrónico haciendo uso de MySQL.

4.5.4 Proteus

El software de simulación electrónico Proteus fue usado para la simulación de los circuitos implementados en el sistema electrónico desarrollado; además esta herramienta permitió realizar el diseño de los circuitos electrónicos y determinar su comportamiento para realizar los ajustes pertinentes.

4.6 DIAGRAMA DE FLUJO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

En la Figura 4.17 se ilustra el diagrama de flujo general del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional Compassion implementado.

El siguiente diagrama de flujo permite llamar a subprogramas para reconocer la huella dactilar, grabar la huella dactilar o eliminar la huella dactilar.

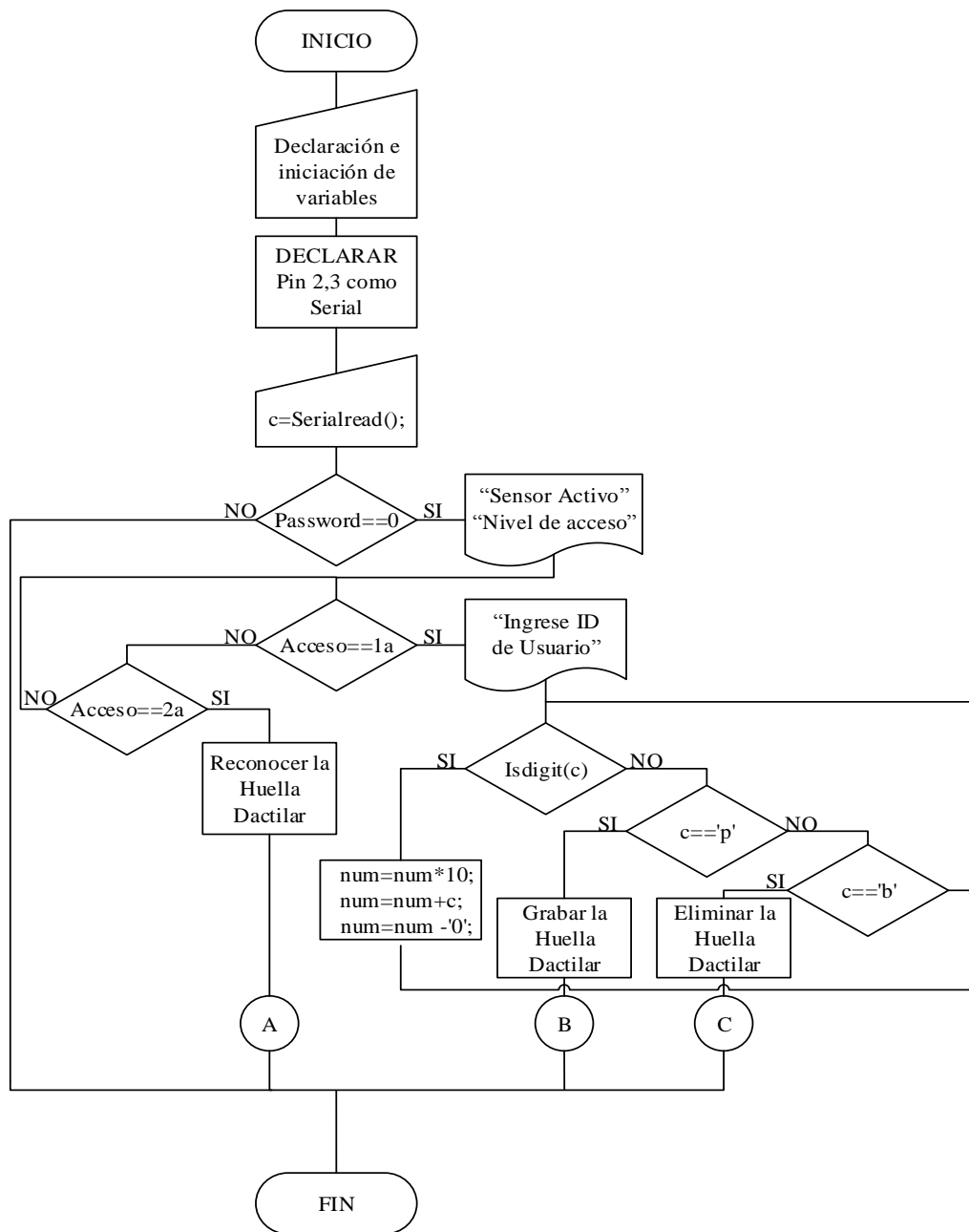


Figura 4.17 Diagrama de flujo del sistema electrónico general

Fuente: Investigador

En la Figura 4.18 se ilustra el segmento A del flujograma general correspondiente al reconocimiento de la huella dactilar.

Mediante este diagrama se obtiene los datos de la huella dactilar del individuo y se compara en la base de datos, si la encuentra la registra caso contrario sigue tomando muestras.

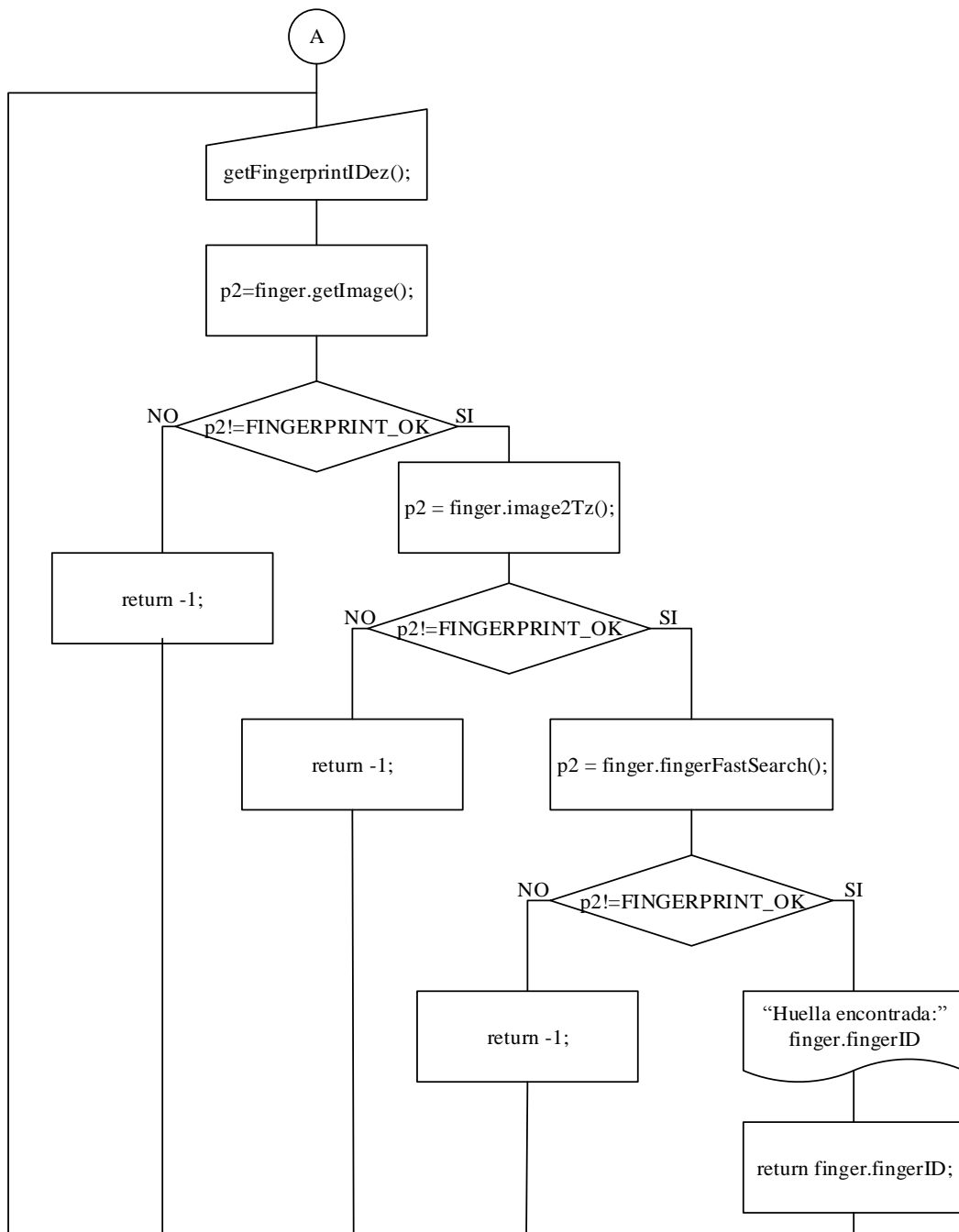


Figura 4.18 Segmento A del Flujograma General

Fuente: Investigador

En la Figura 4.19 se ilustra el segmento B el cual que permite grabar la huella dactilar. Este diagrama permite registrar la huella del individuo por primera vez a la base del sistema electrónico, para lo cual necesita validar, obtener, digitalizar, asignar id, volver a obtener, digitalizar, emparejar y almacenar; en caso de existir error el proceso se reinicia.

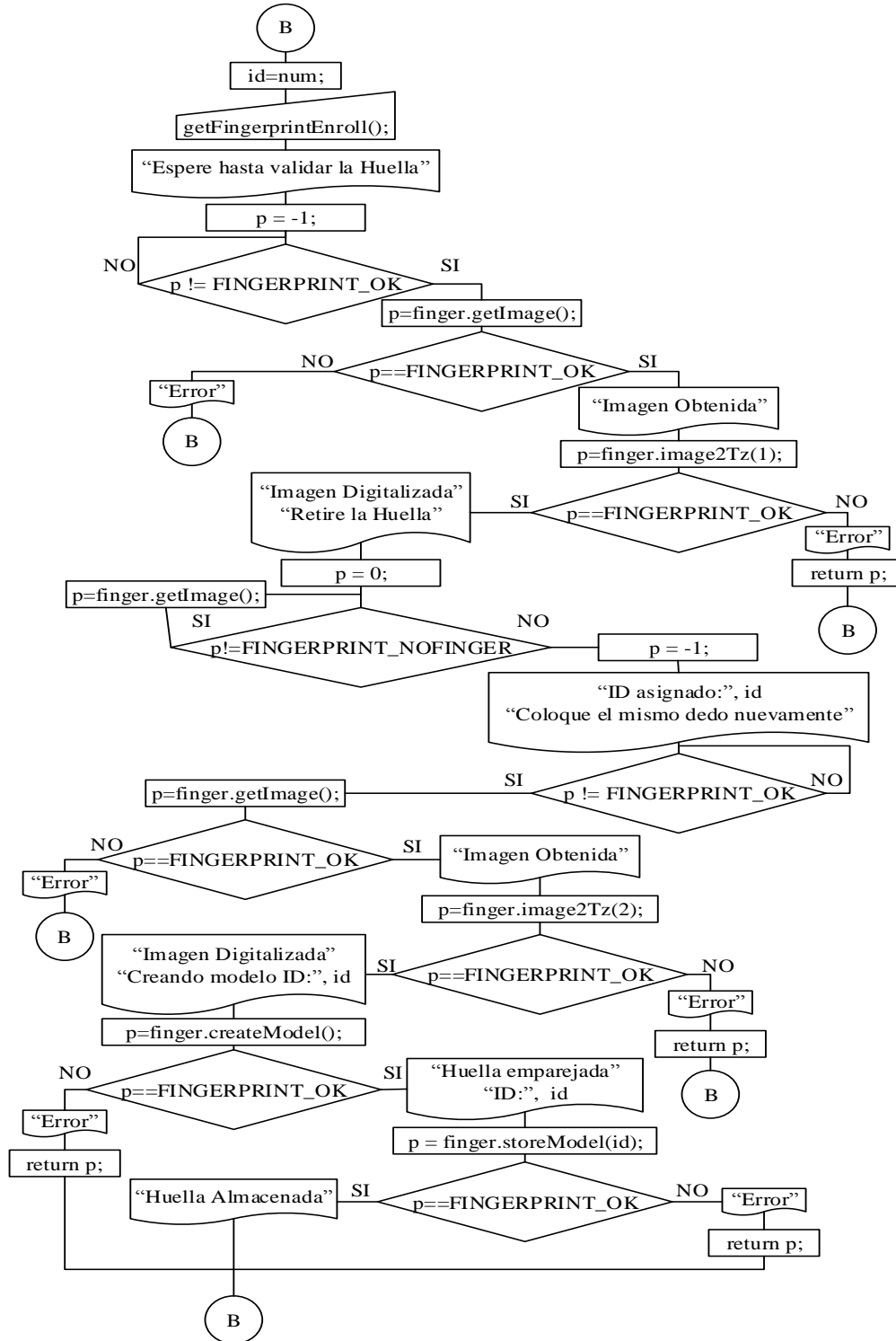


Figura 4.19 Segmento B del Flujoograma General

Fuente: Investigador

En la Figura 4.20 se ilustra el segmento C perteneciente al flujograma general del sistema electrónico el cual que permite eliminar la huella dactilar. Este diagrama permite eliminar la huella del individuo de la base de datos del sistema electrónico, para lo que es necesario ingresar la Id del individuo a eliminar y confirmar en caso de existir error al eliminar el proceso se reinicia.

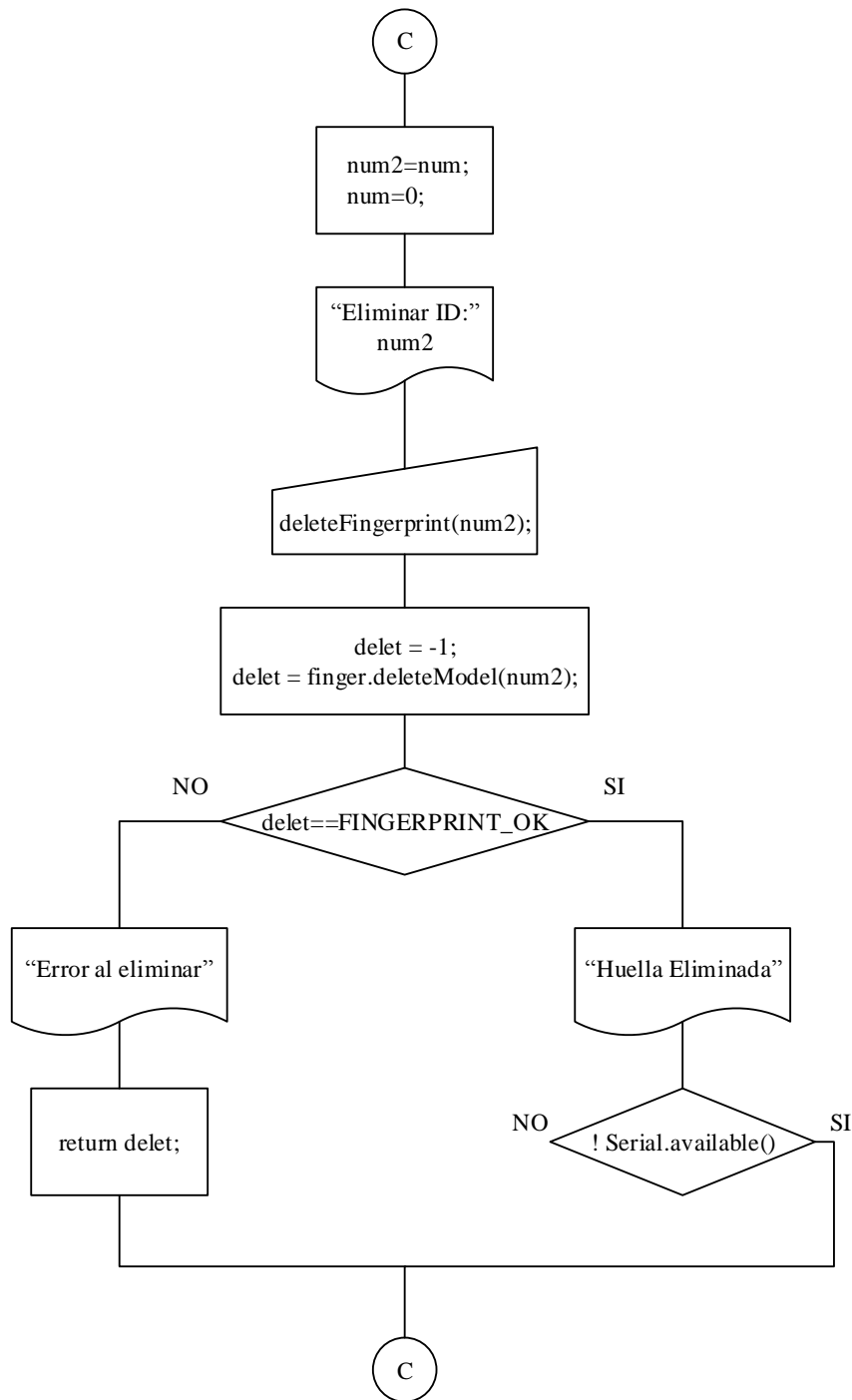


Figura 4.20 Segmento C del Flujograma General

Fuente: Inves53tigador

4.7 DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

Circuito electrónico de registro y control de acceso.

Para desarrollar el diseño del Circuito electrónico de registro y control de acceso se estudió el sistema por partes para el desarrollo e implementación del mismo. A continuación se describen cada una de ellas.

4.7.1 Circuito de entrada

A la entrada del sistema se tiene los siguientes dispositivos: dos dispositivos ultrasónicos hcsr04 para el control de acceso tanto de entrada como de salida, además dos sensores biométricos de huella dactilar FPM10A para el registro del personal de Compassion y un sensor de estado de la puerta que determina si está abierto o cerrado para la parte de seguridad del Centro.

- **Sensor estado de la Puerta**

Para evitar el ingreso de intrusos al Centro se debe tener un control en la puerta que permita determinar si la puerta se encuentra abierta o cerrada. Para llevar a cabo este requerimiento el sistema está integrado con un sensor de estado de la puerta que esta con un capacitor en paralelo para evitar el rebote de la señal y una resistencia en serie la cual se detalla a continuación:

- El circuito electrónico debe ser capaz de evitar el rebote de la señal, existe dos formas de hacerlo por hardware y por software, en este caso se hizo mediante hardware.
- Se debe considerar un tiempo pequeño para la carga del capacitor, para que asegurar que no se genere una señal parásita en el circuito del sistema.
- Para llevar a cabo el diseño se hizo uso del circuito RC el cual utiliza una fuente de 5V y 40mA proporcionado por Arduino, y una resistencia de 10k Ω para asegurar la caída de tensión en el sistema.
- Para conocer la Capacitancia se hace uso de la formula Corriente en el capacitor en DC como se muestra en la Ecuación 4.

$$I = \frac{V}{R} * e^{-t/RC}$$

Ecuación 4

Despejando la capacitancia C:

$$C = \frac{t}{R[\ln(V) - \ln(IR)]}$$

Reemplazando tenemos:

$$C = \frac{t}{R[\ln(V) - \ln(IR)]} = \frac{0,5ms}{10K\Omega[\ln(5V) - \ln(40mA * 10K\Omega)]} = 114\mu F \approx 120\mu F$$

El capacitor existente en el mercado es de 120uF el mismo que se puede conseguir con el código 104, el cual es un capacitor cerámico.

En la Figura 4.21 se ilustra el diseño del circuito del sensor de la puerta con los componentes que fueron utilizados y con sus respectivos valores calculados anteriormente.

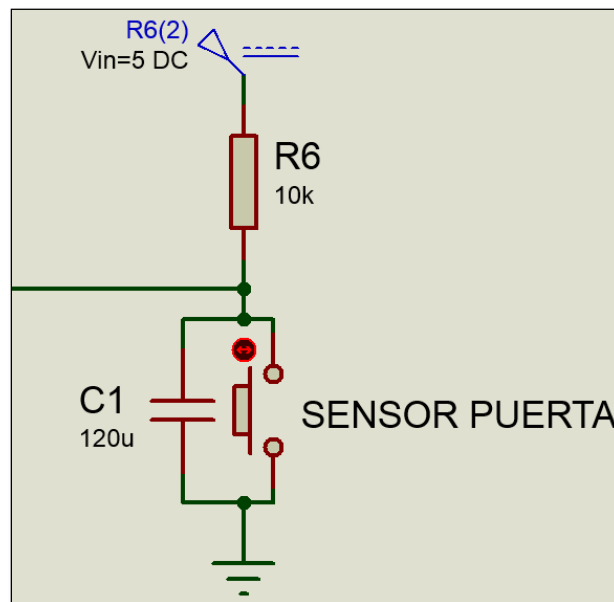


Figura 4.21 Diseño del circuito sensor de puerta

Fuente: Investigador mediante Proteus

- **Sensores ultrasónicos de distancia**

Para realizar la parte de control de acceso del personal, se debe determinar el instante exacto cuando el individuo esta frente a la puerta para abrirla; para lo cual se utilizó dos sensores ultrasónicos, uno a la entrada y otro a la salida.

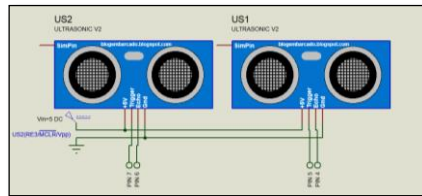


Figura 4.22 Conexión de los Sensores Ultrasónicos

Fuente: Investigador mediante Proteus

En la Figura 4.22 se ilustra la conexión de los sensores ultrasónicos de distancia, los cuales están tanto a la entrada como a la salida; estos sensores se encargan de censar la distancia y da la señal cuando haya un individuo frente a la puerta.

- **Sensores Biométricos de Huella dactilar**

Para poder obtener los rasgos de la huella dactilar se hace uso de los sensores biométricos de huella dactilar; estos sensores están instalados tanto a la entrada como a la salida del sistema electrónico y permiten obtener la información del individuo una vez registrado con lo que es posible llevar un registro del personal y realizar el control de acceso del mismo.

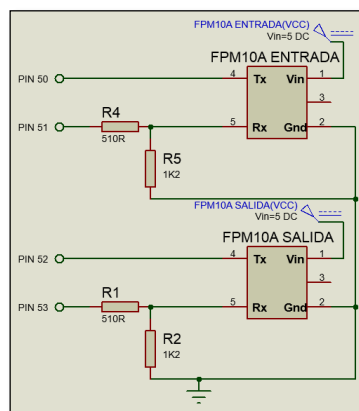


Figura 4.23 Conexión de los Sensores Biométricos

Fuente: Investigador mediante Proteus

En la Figura 4.23 se ilustra la conexión de los sensores biométricos de huella dactilar, en el cual se aprecia que el mismo necesita ser acondicionado antes de que envíe la señal hacia la tarjeta Arduino donde la información es procesada; dicho acondicionamiento se detalla en el apartado Acondicionamiento de la Señal de Entrada.

4.7.2 Circuito de salida

A la salida del sistema se tiene los siguientes dispositivos electrónicos: una chapa electromagnética para el control de acceso, un led de estado para determinar que el sistema electrónico esté funcionando correctamente y alarmas tanto audible como sonora para la parte de seguridad del Centro.

- **Estado del sistema**

Para determinar si el sistema está en funcionamiento, el sistema está integrado con un Led de estado el cual está en serie con una resistencia la cual se detalla a continuación:

El voltaje de operación de Arduino Mega es de 5V, se utilizó un Led color verde con voltaje nominal de 3V por lo que se colocó una resistencia en serie para reducir el voltaje que emite la Tarjeta Arduino. Para calcular la resistencia se hizo uso de la Ley de Ohm donde se tomó en cuenta los siguientes parámetros.

- Voltaje fuente = $V_f = 5$ [V]
- Voltaje led = $V_l = 3$ [V]
- Corriente led = $I = 0.02$ [A]
- Resistencia = $R = ?$ [Ω]

Aplicando la ley de Ohm se obtiene:

$$R = \frac{V_f - V_l}{I}$$

Ecuación 5

Reemplazando datos en la Ecuación 5 se obtiene el valor de la Resistencia R3 del circuito electrónico de registro y control de acceso.

$$R3 = \frac{Vf - Vl}{I} = \frac{5 - 3}{0.02} = 100[\Omega]$$

A continuación se ilustra en la Figura 2.1 el circuito led de estado el mismo que está a la salida del pin 24 de la tarjeta Arduino.

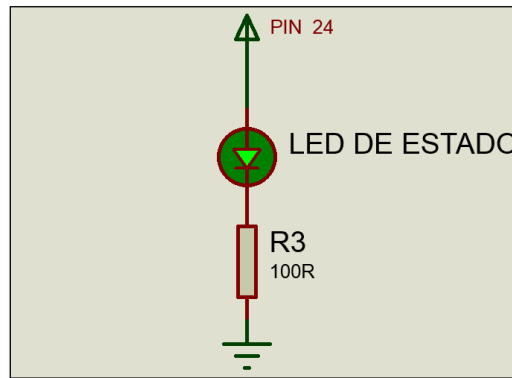


Figura 4.24 Simulación del circuito estado del Sistema

Fuente: Investigador mediante Proteus

- **Alarmas puerta abierta**

Para determinar si la puerta ha quedado abierta por cualquier motivo, se tiene a la salida una alarma visual la misma que está diseñada con los mismos parámetros del circuito estado del sistema.

En la Figura 4.25 se ilustra el circuito alarma visual el mismo que está a la salida del pin 2 de la tarjeta Arduino.

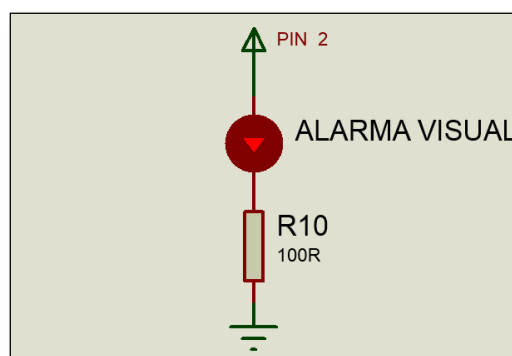


Figura 4.25 Simulación del circuito alarma visual

Fuente: Investigador mediante Proteus

Además el sistema electrónico de registro está integrado con una alarma sonora el mismo que esta excitado mediante un transistor y una resistencia para la caída de tensión en el buzzer.

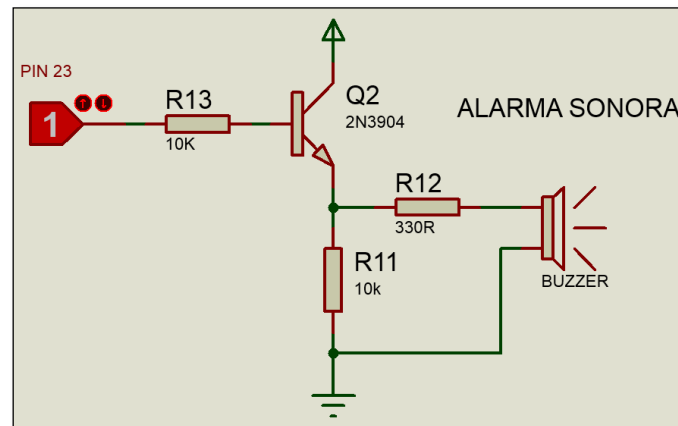


Figura 4.26 Diseño del circuito alarma sonora – Configuración pull-down

Fuente: Investigador mediante Proteus

Para diseñar la alarma sonora del sistema electrónico, se realizó una configuración pull-down haciendo uso del transistor 2N3904 (NPN); los valores de los elementos electrónicos se calculan a continuación:

- Para evitar la caída de corriente de la tarjeta Arduino y por consiguiente se reinicie el sistema se hace uso de un transistor para que la carga trabaje con la alimentación general del sistema.
- Para activar el buzzer se usó un transistor NPN conectado en serie a una resistencia los mismos están a 5V.
- Para superar la tensión umbral del transistor (0.6 V) y empiece a conducir se debe calcular la resistencia de base del mismo.

Para calcular la resistencia de base del transistor se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Voltaje de entrada = $V_{in} = 5$ [V]
- Corriente del colector = $I_c = 10$ [mA]
- Ganancia en corriente continua del transistor = $HFE = 100$
- Resistencia base del transistor = $R_b = R13 = ?$ [Ω]

Para calcular la resistencia de base en configuración pull-down (transistor en corte/saturación) se debe tomar en cuenta las características eléctricas del transistor.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T _{case} = 25 °C unless otherwise specified)						
Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I _{CEX}	Collector Cut-off Current (V _{BE} = -3 V)	V _{CE} = 30 V			50	nA
I _{BEX}	Base Cut-off Current (V _{BE} = -3 V)	V _{CE} = 30 V			50	nA
V _{(BR)CEO*}	Collector-Emitter Breakdown Voltage (I _B = 0)	I _C = 1 mA	40			V
V _{(BR)CBO}	Collector-Base Breakdown Voltage (I _E = 0)	I _C = 10 μA	60			V
V _{(BR)EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage (I _C = 0)	I _E = 10 μA	6			V
V _{CE(sat)*}	Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 10 mA I _B = 1 mA I _C = 50 mA I _B = 5 mA			0.2 0.2	V V
V _{BE(sat)*}	Base-Emitter Saturation Voltage	I _C = 10 mA I _B = 1 mA I _C = 50 mA I _B = 5 mA	0.65		0.85 0.95	V V
h _{FE*}	DC Current Gain	I _C = 0.1 mA V _{CE} = 1 V I _C = 1 mA V _{CE} = 1 V I _C = 10 mA V _{CE} = 1 V I _C = 50 mA V _{CE} = 1 V I _C = 100 mA V _{CE} = 1 V	60 80 100 60 30		300	

Figura 4.27 Características eléctricas del transistor 2N3904
Fuente: Datasheet 2N3904

Basándose en la Figura 4.27 se hizo uso de la siguiente fórmula la cual permite determinar el valor de la resistencia R13 del circuito electrónico de registro y control de acceso:

$$R_b = \frac{(V_{in} - V_{be}) * HFE}{I_c}$$

Ecuación 6

Remplazando los datos en la Ecuación 6 se obtiene:

$$R_b = \frac{(V_{in} - V_{be}) * HFE}{I_c} = \frac{(5 - 0.85) * 100}{0.10} = 4150 [\Omega]$$

Por lo tanto R_b debe ser mayor a 4000 Ω; se considera una resistencia comercial R_b=10kΩ, considerando esto se recalculó HFE el mismo que resulto igual a 250; este valor es menor a 300 el cual es el valor máximo de HFE según la Figura 4.27, en esas condiciones el diseño se considera fiable.

Se asume una resistencia de emisor (R11) igual a $10K\Omega$, el valor debe ser alto para que la corriente sea baja, y no provoque un corto entre V_{cc} y Gnd cuando se active el transistor.

$$R12 = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c + I_b}$$

Ecuación 7

Para calcular R12 se hizo uso de la Ecuación 7 y además se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

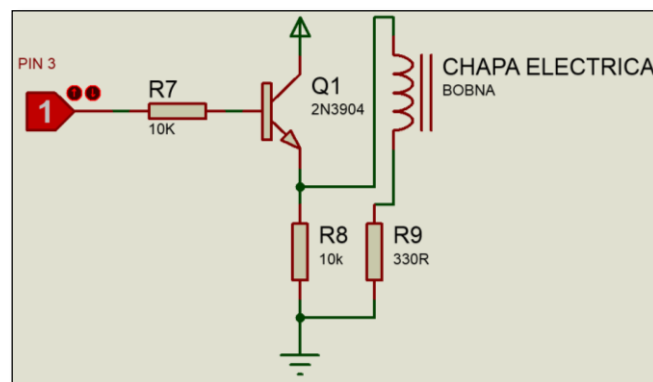
- Voltaje de fuente = $V_{cc} = 5 [V]$
- Voltaje colector-emisor = $V_{ce} = 1 [V]$
- Corriente de colector = $I_c = 10 [mA]$
- Corriente de base = $I_b = 1 [mA]$

$$R12 = \frac{V_{cc} - V_{ce}}{I_c + I_b} = \frac{4}{0.011} = 363.63 \approx 330 [\Omega]$$

- **Chapa electromagnética**

El sistema integra una chapa electromagnética para el control de acceso del personal del Centro Internacional Compassion, el mismo que es excitado mediante un transistor en serie a una resistencia para la caída de tensión; el circuito de la chapa electromagnética usa los mismos elementos del circuito alarma sonora.

En la Figura 4.28 se ilustra el circuito chapa electromagnética el mismo que está a la salida del pin 3 de la tarjeta Arduino.



*Figura 4.28 Diseño del circuito chapa electromagnetica
Fuente: Investigador mediante Proteus*

- LCD

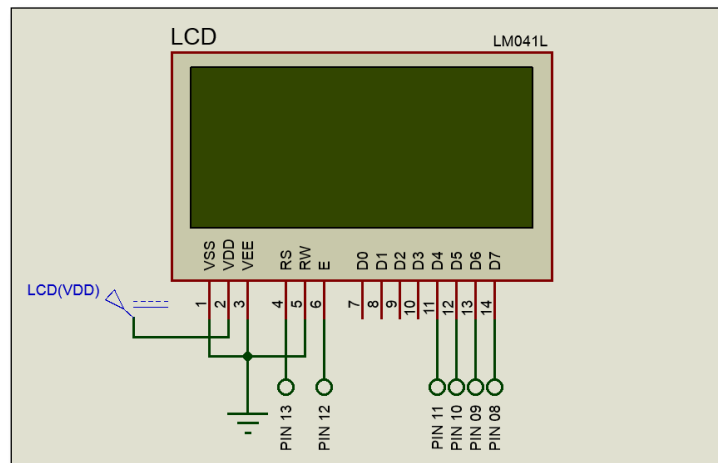


Figura 4.29 Conexión entre LCD - Arduino

Fuente: Investigador mediante Proteus

En la Figura 4.29 se ilustra la conexión de la LCD con los pines de salida de la tarjeta Arduino. Los pines 08, 09, 10 y 11 del ATmega2560 están conectados a los pines D4, D5, D6 y D7 respectivamente de la LCD los mismos que representan los cuatro bits más significativos, cabe recalcar que los pines D0, D1, D2 y D3 están desconectados.

El pin 13 se conecta a RS para escritura y el pin 12 hacia E para habilitar el enable del LCD; además se conecta a 5 V. el pin Vdd para la alimentación, los pines restantes se conectan a tierra debido a que el LCD del sistema tiene controlado el contraste del display por lo que no se usa potenciómetro.

4.7.3 Circuito general del Sistema

La simulación del sistema se realizó en el con el software de automatización de diseño electrónico, desarrollado por Labcenter Electronics Ltd. En la Figura 4.30 se ilustra el diseño y simulación del circuito electrónico general desarrollado para la implementación del sistema.

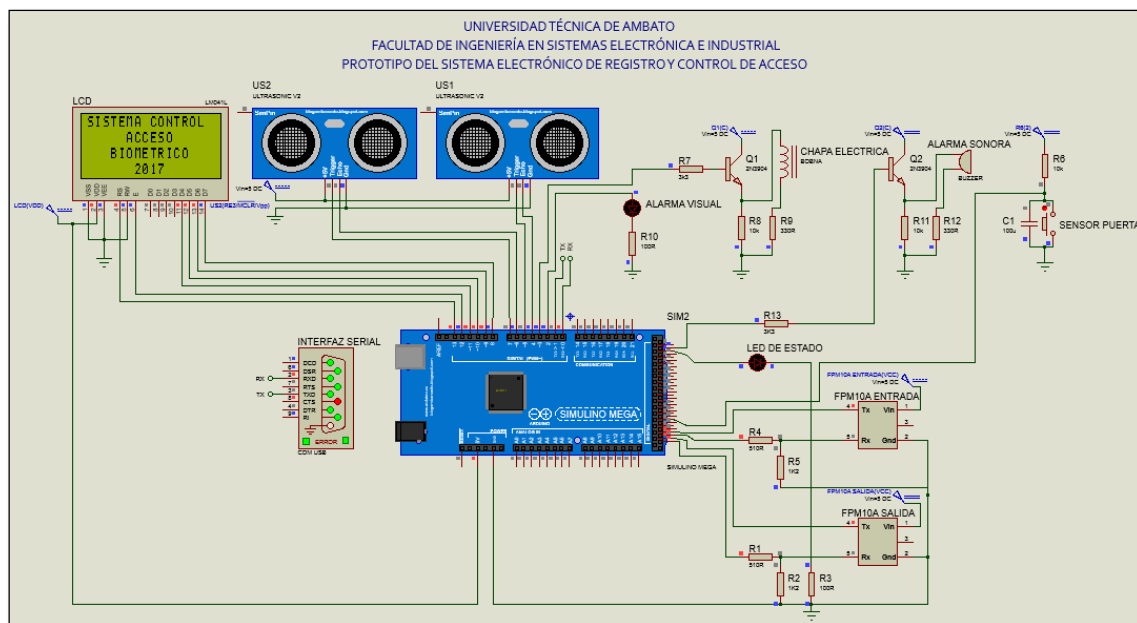


Figura 4.30 Prototipo del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso.

Fuente: Investigador

En el ANEXO E se detalla el diseño de la placa del circuito general del sistema electrónico.

4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez desarrollado el Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso como se muestra en la Figura 4.31 se realizó las pruebas de funcionamiento, que empieza con la conexión del sistema con la Pc para posteriormente correr el software de Registro y Control de acceso en el mismo.

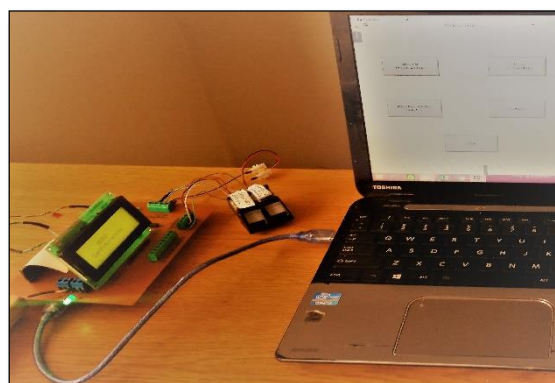


Figura 4.31 Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso

Fuente: Investigador

Una vez que el programa comienza a correr en el sistema se puede observar que se enciende el Led de estado para determinar que el sistema está funcionando como se muestra en la Figura 4.32, caso contrario el Led de estado permanecería apagado.

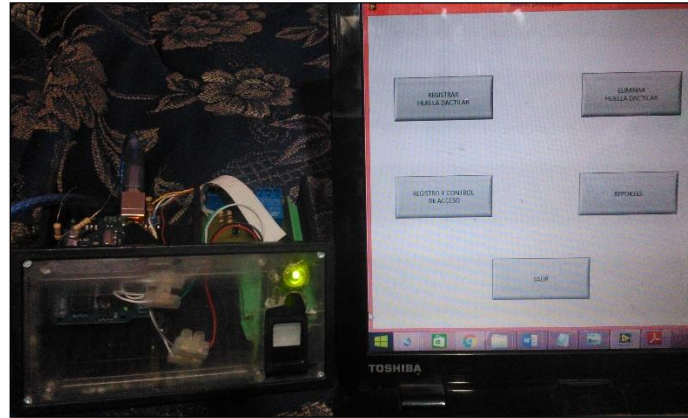


Figura 4.32 Led de estado del Sistema Electrónico

Fuente: Investigador

Para agregar un nuevo usuario se debe entrar en la interfaz Agregar Huella Dactilar como se muestra en la Figura 4.33.

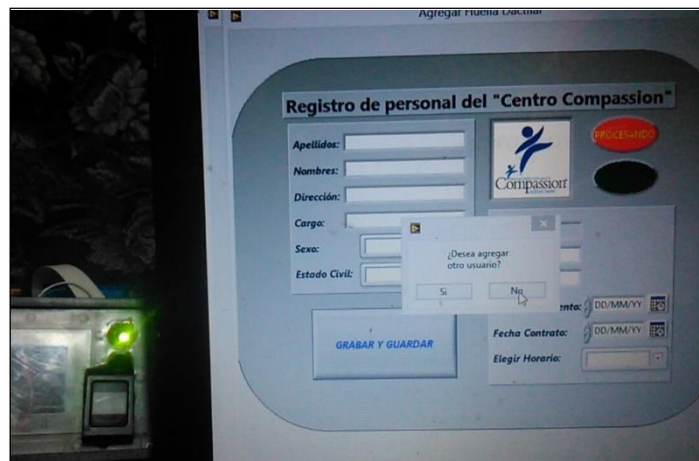


Figura 4.33 Interfaz Agregar Huella Dactilar

Fuente: Investigador

A continuación se abren diferentes cuadros de diálogo que permiten guiar posteriormente al usuario y evitar grabar mal la huella dactilar y por lo tanto tener problemas de identificación. En la Figura 4.34 se muestra un ejemplo del registro de un nuevo usuario en el sistema.

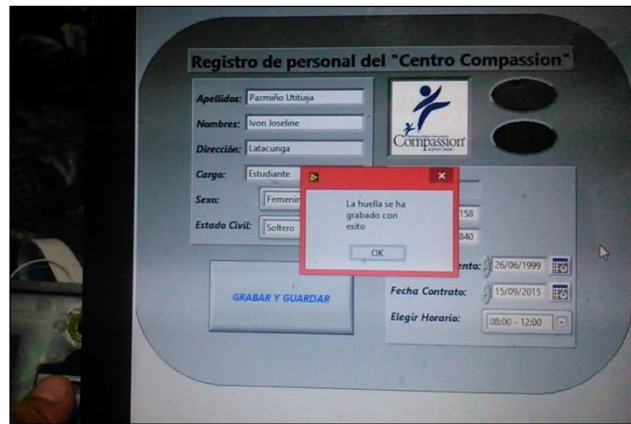


Figura 4.34 Prueba de nuevo usuario registrado

Fuente: Investigador

Para eliminar un usuario se debe entrar en la interfaz Eliminar Huella Dactilar como se muestra en la Figura 4.35 Interfaz Eliminar Huella Dactilar, a continuación se procede a borrar.

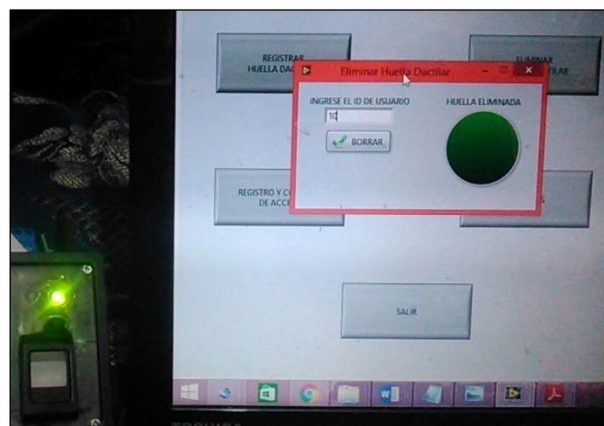


Figura 4.35 Interfaz Eliminar Huella Dactilar

Fuente: Investigador

Para realizar el registro de entrada o salida de un usuario se debe entrar en la interfaz Sistema de Registro y control de Acceso; a continuación se procede a colocar la huella dactilar previamente registrada, el sistema registra la fecha y la hora de entrada o salida dependiendo si el usuario está entrando o saliendo como se muestra en la Figura 4.36.

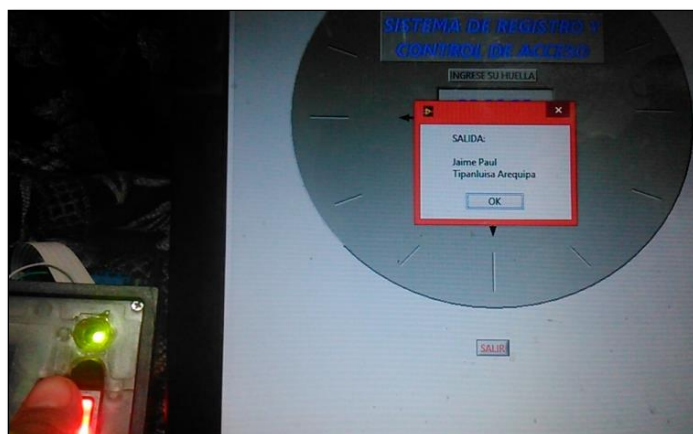


Figura 4.36 Interfaz Sistema de Registro y Control de Acceso

Fuente: Investigador

En el menú reportes se muestra las opciones para conocer los trabajadores registrados del Centro Compassion, así como también el registro de asistencia de los mismos como se muestra en la Figura 4.37.



Figura 4.37 Interfaz Menú Reportes

Fuente: Investigador

En la Interfaz Personal Registrado se encuentran los datos de las personas pertenecientes al Centro Compassion que estén previamente registrados en el sistema como se muestra en Figura 4.38.

ID	CEDULA	TELF.	F. NACIMIENTO-CONTRATO	HORARIO	APELLIDOS	NOMBRES	DIRECCION	CARGO	GENERO	ESTADO CIVIL	
1	0504048125	0979297876	09/09/1993	20/06/2016	14:00 - 18:00	Tipanluisa	Jaime	Latacunga	Estudiante	Masculino	Casado
2	1801771369	0984916306	20/01/1976	01/01/2017	14:00 - 18:00	Jurado Lozada	Marco Antoño	Ambato	Ingeniero	Masculino	Casado
3	0504048125	2848330	20/01/1976	19/01/2017	14:00 - 18:00	Jurado Lozada	Marco Antoño	Ambato	Ingeniero Electrón	Masculino	Casado
4	0501531586	0983284772	13/12/1964	12/10/2016	08:00 - 12:00	Vega	Samir	Pujilí	Estudiante	Masculino	Soltero
5	1700256598	0992998840	11/01/1981	02/01/2017	08:00 - 12:00	España	Alex	Quito	Director	Masculino	Casado
6	0598765482	0979258689	13/06/1987	02/01/2015	08:00 - 12:00	Orellana	Maribel	Latacunga	Docente	Femenino	Casado
7	0504548197	0983225147	05/01/1982	10/09/2014	08:00 - 12:00	Orellana	Tania	Latacunga	Docente	Femenino	Casado
8	0501541256	0995898547	11/06/1983	05/02/2016	14:00 - 18:00	Quishpe	Santiago	Latacunga	Musico	Masculino	Soltero
9	0501269587	0998685985	03/04/1977	23/07/2015	14:00 - 18:00	Quishpe	Abraham	Latacunga	Teologo	Masculino	Casado
10	0518215487	0986587415	11/11/1969	11/04/2013	14:00 - 18:00	Ante	Gabriela	Latacunga	Odontologa	Femenino	Casado
11	0524896948	0985987558	07/04/1973	01/11/2016	14:00 - 18:00	Bonilla	Lourdes	Latacunga	Doctora	Femenino	Casado
12	0548769858	0999885755	10/05/1972	12/01/2016	08:00 - 12:00	Pazmiño	Elvia	Latacunga	Cocinera	Femenino	Casado
13	0547869552	0989857598	26/02/1969	15/01/2016	08:00 - 12:00	Naranjo	Maria	Saquisilí	Cocinera	Femenino	Casado
14	0548796853	0986879587	15/10/1980	10/05/2016	14:00 - 18:00	Bonilla	Jessica	Latacunga	Contadora	Femenino	Soltera
15	0548795877	0985487591	11/02/1982	11/12/2016	08:00 - 12:00	Jiraldó	Karolina	Latacunga	Vocalista	Femenino	Casado

Figura 4.38 Prueba Personal Registrado del Centro Compassion

Fuente: Investigador

En la Interfaz Asistencia del Personal de Compassion se detalla la fecha y hora de entrada o salida de las personas pertenecientes al Centro Compassion que estén previamente registrados en el sistema; para acceder a esta información se debe ingresar el ID del usuario como se muestra en Figura 4.38.

REGISTRO N°:	ID:	CEDULA:	NOMBRES:	APELLIDOS:	HORA DE ENTRADA:	HORA DE SALIDA:
1	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	20/06/2016 17:57:14	20/06/2016 17:57:38
5	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	23/06/2016 22:35:19	23/06/2016 22:35:36
7	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	23/06/2016 22:18:29	23/06/2016 22:18:55
19	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	01/07/2016 19:35:51	01/07/2016 19:36:13
22	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	01/07/2016 19:53:48	01/07/2016 19:53:57
25	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	06/07/2016 20:22:36	06/07/2016 20:22:48
26	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	15/09/2016 17:00:55	15/09/2016 17:01:23
27	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	15/09/2016 17:01:29	15/09/2016 17:01:58
29	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	15/09/2016 17:12:09	15/09/2016 17:12:31
33	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	15/09/2016 17:20:03	15/09/2016 17:20:11
35	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	15/09/2016 22:34:48	15/09/2016 22:40:54
40	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:44:27	31/12/2016 12:44:59
42	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:45:08	31/12/2016 12:45:24
43	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:45:28	31/12/2016 12:45:40
45	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:45:41	31/12/2016 12:46:05
47	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:46:12	31/12/2016 12:46:23
49	1	0504048125	Jaime Paul	Tipanluisa Arequipa	31/12/2016 12:46:36	31/12/2016 12:48:32
53	1	0504048125	Jaime	Tipanluisa	04/01/2017 16:55:25	04/01/2017 16:57:55
54	1	0504048125	Jaime	Tipanluisa	04/01/2017 16:57:59	04/01/2017 17:01:58

Cuadro de Dialogo

Ingrese el ID del Usuario:

ID

Figura 4.39 Prueba Asistencia del Personal del Centro Compassion

Fuente: Investigador

4.9 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Luego de haber concluido las siguientes etapas como: la programación del sistema electrónico, desarrollo de la base de datos y la interfaz de usuario, diseño de la placa electrónica y realizado las pruebas de funcionamiento, se procede implementar el sistema de la siguiente manera:

- **Implementación de la placa electrónica**

Para la elaboración del circuito impreso del sistema electrónico se utilizó una placa de fibra de vidrio para evitar interferencias por corrientes inducidas en el circuito, papel couche de 200 gr., ácido férrico, plancha, sierra, lija, diluyente universal, taladro, broca de 1mm, pomada, estaño, caudín 60W, corta frío y diluyente universal

Con los materiales necesarios se procedió a cortar la fibra de vidrio a la medida del circuito diseñado, el cual estaba impreso en papel couche; luego se aplicó el método del planchado para posteriormente remover el papel couche utilizando agua e introducirlo en ácido férrico, una vez que se visualizó las pistas de cobre se lijó las imperfecciones y se limpió con diluyente universal.

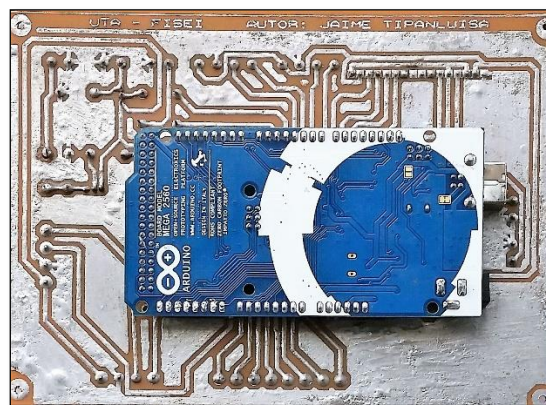


Figura 4.40 Circuito impreso terminado

Fuente: Investigador

En la Figura 4.40 se puede observar el circuito impreso terminado donde se observa que la placa está perforada para lo cual se utilizó un taladro y broca; además la placa se encuentra soldada para lo cual se utilizó caudín y estaño, finalmente se utilizó un cortafrío para eliminar los terminales excedentes y limpiar los contactos para evitar cualquier falso contacto.

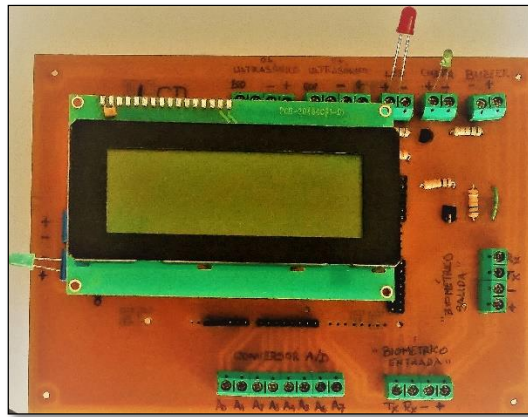


Figura 4.41 Distribución de los dispositivos electrónicos en la placa

Fuente: Investigador

En la Figura 4.41 se puede observar la parte superior de la placa electrónica donde se encuentran colocados los dispositivos electrónicos que se utilizaron para el desarrollo del Sistema Electrónico.

- **Elaboración de la carcasa para el Sistema Electrónico**

Una vez desarrollada la placa electrónica se procedió a elaborar la carcasa que contendrá las tarjetas electrónicas y el sensor biométrico. La carcasa tiene forma de un trapecio para que el usuario pueda apoyar la huella dactilar de una mejor forma.



Figura 4.42 Materiales utilizados para la elaboración de la carcasa

Fuente: Investigador

En la Figura 4.42 se muestran los materiales utilizados para la elaboración de la carcasa el cual consiste de cuatro tapas de plásticos o madera, regla, estilete, taípe, cemento de contacto, spray blanco y ranuras para las tarjetas electrónicas.

Con los materiales necesarios se procedió a medir las dimensiones de las tarjetas electrónicas y del sensor para determinar las dimensiones de la carcasa. Con las medidas determinadas se procedió a cortar las tapas a la medida usando el estilete y pegar con cemento de contacto.



Figura 4.43 Terminado de la carcasa de plástico

Fuente: Investigador

En la Figura 4.43 se muestra la carcasa de plástico terminada donde se puede observar las ranuras internas para las tarjetas electrónicas y sensores, finalmente se dio un acabado de color blanco a toda la carcasa.

- **Ubicación y cableado del sensor y las tarjetas electrónicas**

En la Figura 4.44 se observa la ubicación de la tarjeta Arduino en el cual está alojada la programación del sistema electrónico, el sensor de huellas dactilares y además tiene una salida para el cableado hacia los demás sensores que se usan para el control de acceso; cabe recalcar que la carcasa es de material dieléctrico por lo que no necesita recubrimiento.



Figura 4.44 Ubicación del sensor y las tarjetas electrónicas

Fuente: Investigador

En la Figura 4.45 se observa el cableado de la Tarjeta Arduino con los sensores biométricos de huellas dactilares, sensores ultrasónicos, sensor de estado de la puerta, buzzer, chapa electromagnética y LCD, para lo cual se utilizó bornes de paso, además se muestra la conexión del Led de Estado y de la Alarma Visual; cabe recalcar que las tarjetas y los sensores deben tener una tierra común para su correcto funcionamiento.

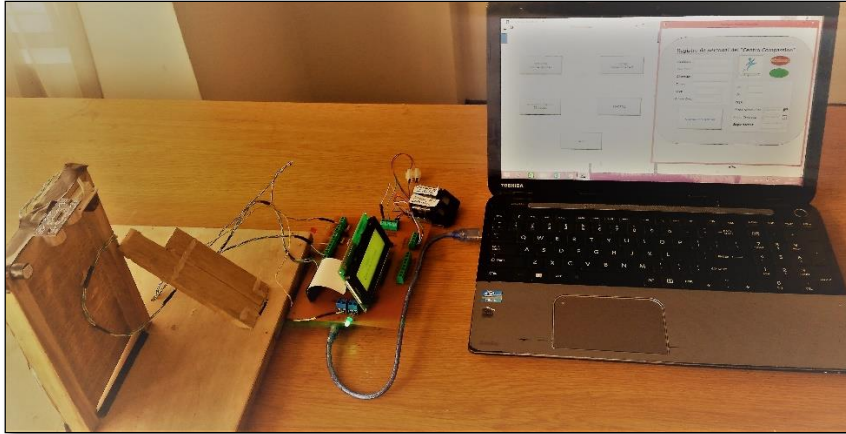


Figura 4.45 Cableado de los sensores y las tarjetas electrónicas

Fuente: Investigador

- **Acabado del Sistema Electrónico**

Para terminar con la etapa de implementación del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso se atornilló la tapa posterior de la carcasa y se detalló las partes del sistema como se muestra en la Figura 4.46 donde se puede ver la parte frontal del sensor biométrico de huellas dactilares así como el led de estado.



Figura 4.46 Acabado del Sistema Electrónico

Fuente: Investigador

4.10 RESULTADOS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

Una vez realizado la implementación se pudo determinar que el sistema funciona de la forma esperada por el personal de Compassion (Latacunga), con lo que el registro manual ahora también se lo puede llevar en forma electrónica con lo que evitamos usar papel. Además mediante el sistema electrónico implementado se puede obtener la información personal de los trabajadores de esta Institución en forma electrónica.

Posterior a las pruebas de funcionamiento realizadas, el sistema electrónico de registro y control de acceso cumple con las expectativas de servicio esperadas por los usuarios; se puede decir que el sistema electrónico brinda un mejor servicio al usuario que el sistema manual.

En la Figura 4.47 se ilustra el gráfico Día laborable – Hora de entrada. El gráfico contiene curvas estadísticas correspondientes a la prueba de funcionamiento del registro electrónico (azul) y datos del registro manual (tomate). Los datos obtenidos para el registro electrónico corresponden a la hora de entrada de una semana laboral; en cambio para el registro manual comprenden los datos correspondientes a la semana 6, desde 06/02/2017(lunes) hasta 10/02/2017(viernes). Cabe recalcar que cada dato representa la hora promedio de entrada del personal registrado en los diferentes sistemas.

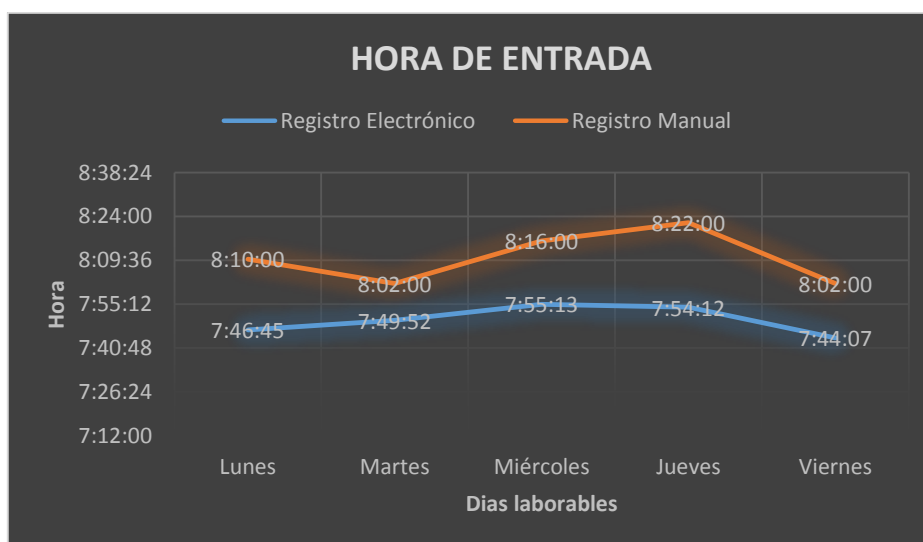


Figura 4.47 Comparacion Registro Electrónico vs Manual

Fuente: Investigador mediante Excel

Análisis: Al hacer uso del Registro electrónico se pudo apreciar que la hora promedio de entrada está por debajo de la hora de entrada (08:00:00) al Centro Compassion; en comparación con el registro manual este sistema no puede ser alterado por terceros y proporciona del tiempo real de ingreso hacia la institución.

Por otra parte, se evaluó el sistema electrónico por una muestra de 30 personas pertenecientes al Centro Compassion; para la evaluación se consideró las características que se presentan en la Tabla 4.8, las mismas están valorizadas de forma porcentual.

Tabla 4.8 Evaluación del sistema electrónico

EVALUACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO				
ITEM	CARACTERÍSTICA	RESPUESTA	CANTIDAD	%
1	Tiempo de reconocimiento	Muy lento	0	0,00%
		Lento	10	33,33%
		Rápido	20	66,67%
2	Precisión de Reconocimiento	Baja	0	0,00%
		Media	0	0,00%
		Alta	30	100,00%
3	Aceptación del sistema electrónico	Rechazo	3	10,00%
		Indiferente	7	23,33%
		Acepto	20	66,67%
4	Control de acceso	Malo	2	6,67%
		Bueno	6	20,00%
		Excelente	22	73,33%
5	Reconocimiento de huellas no registradas	Nunca	30	100,00%
		A veces	0	0,00%
		Siempre	0	0,00%
6	Costo	Alto	4	13,33%
		Medio	10	33,33%
		Bajo	16	53,33%

Fuente: Investigador

Considerando los valores porcentuales obtenidos de la Tabla 4.8 se determina la apreciación del sistema electrónico considerando las características de evaluación los mismos que se detallan a continuación:

- **Apreciación del sistema – Ítem 1**



Figura 4.48 Resultados Ítem 1
Fuente: Investigador mediante excel

Análisis: El 67% del personal de Compassion declara que el sistema electrónico de registro y control de acceso tiene un tiempo rápido de reconocimiento, el 10% manifiesta que es lento y nadie se pronuncia que es muy lento.

Interpretación: El sistema electrónico tiene una buena apreciación con respecto al tiempo de reconocimiento del usuario, por lo que se considera que el registro electrónico mejora al manual.

- **Apreciación del sistema – Ítem 2**

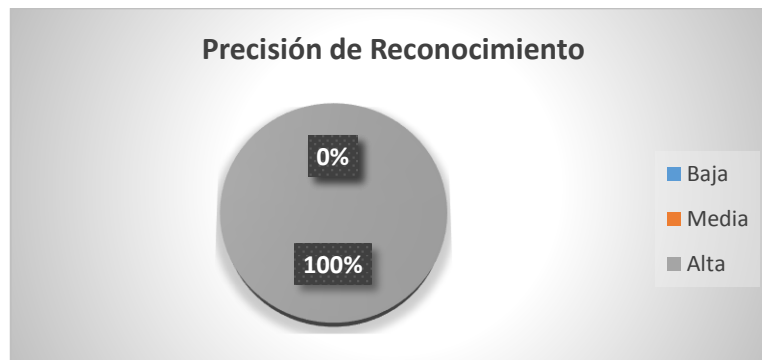
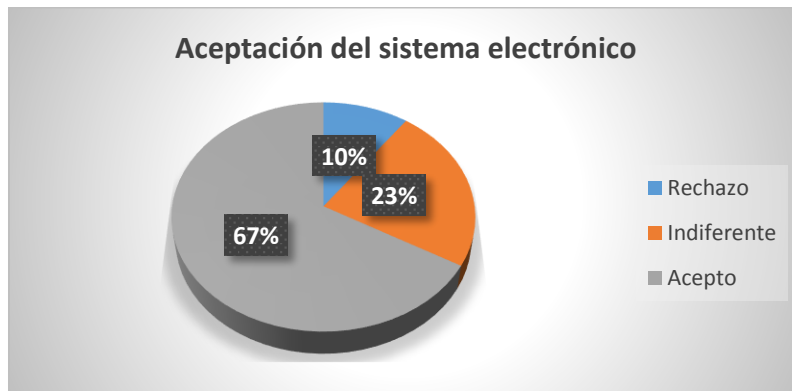


Figura 4.49 Resultados Ítem 2
Fuente: Investigador mediante excel

Análisis: El 100% del personal de Compassion declara que el sistema electrónico de registro y control de acceso tiene una alta precisión de reconocimiento.

Interpretación: El sistema electrónico tiene una buena apreciación con respecto a la precisión de reconocimiento del usuario, por lo que se considera que el registro electrónico es confiable.

- **Apreciación del sistema – Item 3**

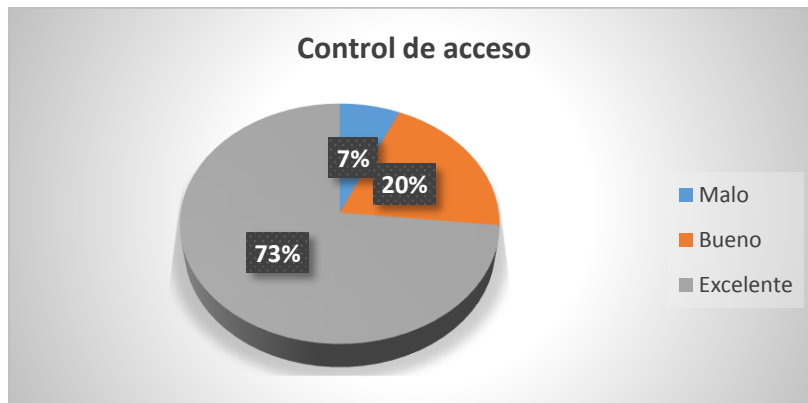


*Figura 4.50 Resultados Item 3
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 67% del personal de Compassion acepta el sistema electrónico de registro y control de acceso, el 23% es indiferente y el 10% no lo acepta.

Interpretación: El sistema electrónico de registro y control de acceso tiene una buena aceptación, lo que puede remplazar al sistema manual de registro.

- **Apreciación del sistema – Item 4**



*Figura 4.51 Resultados Item 4
Fuente: Investigador mediante excel*

Análisis: El 73% del personal de Compassion declara que el sistema electrónico tiene un excelente control de acceso, el 20% manifiesta que es bueno y el 7% no les gusta la forma de control.

Interpretación: El sistema electrónico tiene una buena apreciación con respecto a la forma de control de acceso a la institución.

- **Apreciación del sistema – Item 5**



Figura 4.52 Resultados Item 5
Fuente: Investigador mediante excel

Análisis: El 100% del personal de Compassion declara que el sistema electrónico no reconoce las huellas no registradas.

Interpretación: El sistema electrónico se considera seguro ya que no es vulnerable a detectar falsos positivos.

- **Apreciación del sistema – Item 6**

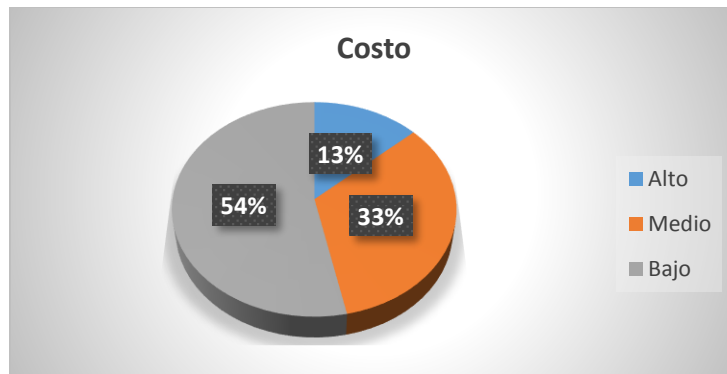


Figura 4.53 Resultados Item 6
Fuente: Investigador mediante excel

Análisis: El 54% del personal de Compassion declara que el costo de implementación del sistema electrónico de registro y control de acceso es bajo, el 33% considera que tiene un costo medio y el 13% bajo.

Interpretación: El sistema electrónico puede ser implementado por ser económico.

4.11 PRESUPUESTO DEL PROTOTIPO

En la Tabla 4.9 se observa el costo aproximado de la implementación del Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional “COMPASSION” en la ciudad de Latacunga establecido por el investigador, estos valores permiten tener una idea del valor de los materiales para su construcción.

Tabla 4.9 Presupuesto

PRESUPUESTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Papel Couche	c/u	1	\$0.30	\$0.30
Fibra de Vidrio 10x10cm	c/u	1	\$3.50	\$3.50
Ácido Férrico	c/u	1	\$3.50	\$3.50
Borneras de 3 y 4 pines	c/u	2	\$0.40	\$0.80
Relay de 5V/110V-220V	c/u	1	\$1.50	\$1.50
Transistor 2N2222	c/u	1	\$0.80	\$0.80
Resistencias (4K7, 510R)	c/u	2	\$0.10	\$0.20
Diodo 1N4148	c/u	1	\$0.60	\$0.60
Led	c/u	1	\$0.20	\$0.20
Sierra	c/u	1	\$10.00	\$10.00
Plancha	c/u	1	\$15.00	\$15.00
Lija	c/u	1	\$0.30	\$0.30
Diluyente universal	c/u	1	\$5.00	\$5.00
Taladro	c/u	1	\$60.00	\$60.00
Broca de 1mm	c/u	1	\$0.50	\$0.50
Pomada	c/u	1	\$1.00	\$1.00
Estaño	M	1	\$1.00	\$1.00
Cautín 60W	c/u	1	\$7.00	\$7.00
Corta frio	c/u	1	\$2.50	\$2.50
Tapas de plásticos	c/u	4	\$0.50	\$2.00
Regla	c/u	1	\$0.15	\$0.15
Estilete	c/u	1	\$0.30	\$0.30
Taipe	c/u	1	\$0.50	\$0.50
Cemento de contacto	c/u	1	\$2.50	\$2.50
Spray blanco	c/u	1	\$3.50	\$3.50
Ranuras	c/u	1	\$1.00	\$1.00
Tarjeta Arduino	c/u	1	\$15.00	\$15.00
Sensor FPM10A	c/u	1	\$85.00	\$85.00
Cable Flexible 4 hilos	M	1	\$1.20	\$1.20
Borne de paso 4 pines	c/u	1	\$0.30	\$0.30
			SUBTOTAL	\$225.15
IMPREVISTOS				\$7.50
			TOTAL	\$232.65

Fuente: Investigador

Con los datos obtenidos se estableció el presupuesto en 233 dólares aproximadamente para la implementación del sistema electrónico de registro y control de acceso.

A su vez la hora de trabajo es de \$10.50, este valor se determinó haciendo uso de la información de la página del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), el cual indica que la remuneración anual del Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones es de 20160 aproximadamente y este valor se la dividió para el número de horas laborables como se detalla en la Tabla 4.10.

Tabla 4.10 Costo del Diseño

COSTO DEL DISEÑO	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Remuneración Anual	\$20160
Remuneración Mensual	\$1680
Remuneración Diaria	\$84
Remuneración por horas	\$10.50
Horas laboradas	100
Costo de diseño	\$1050
Costo Total	\$1283

Fuente: Investigador

El tiempo empleado para la implementación del prototipo fue de aproximadamente 100 horas, por lo tanto el costo por mano de obra es de 1050 dólares. Tomando en cuenta este criterio el costo total de implementación del proyecto es de 1283 dólares.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional “COMPASSION” tiene la ventaja de reconocer a cualquier persona con respecto al registro manual, siempre y cuando haya sido registrado previamente en el mismo.
- La tecnología para el reconocimiento de personas que hace uso de la huella dactilar es el más factible de implementar en el Centro Internacional Compassion por su buena aceptación, alto reconocimiento y bajo costo de implementación.
- La interfaz gráfica GUI desarrollada permite interactuar al usuario con el sistema electrónico de registro y control de acceso sin necesidad de profundos conocimientos en informática debido a que los cuadros de diálogos permiten interactuar con los usuarios.
- El sensor biométrico FPM10A es un dispositivo electrónico capaz de almacenar hasta 162 huellas diferentes y distinguir entre cada una de ellas por lo que el personal administrativo del Centro puede agregar más usuarios al sistema electrónico.

5.2 RECOMENDACIONES

- El Sistema Electrónico de Registro y Control de Acceso de personal del Centro Internacional “COMPASSION” debe utilizar sensores biométricos compatibles entre sí, para evitar problemas de reconocimiento.
- No se debe implementar este tipo de tecnologías de registro en Empresas donde el personal sea susceptible a cortaduras en las huellas dactilares o sus huellas tiendan a desaparecerse por el trabajo.
- En el desarrollo de la interfaz GUI del sistema electrónico se tiene que descargar los complementos necesarios para poder exportar como instalador.
- Los dispositivos biométricos deben tener diferentes direcciones para la comunicación serial y definido los pines Tx y Rx para evitar conflictos dentro del sistema electrónico.

BIBLIOGRAFÍA

- [01] BBC Mundo, «BBC,» 30 Julio 2013. [En línea]. Available: http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2013/07/130729_internacional_grandes_robos_jo_yas_msd. [Último acceso: 22 Mayo 2015].
- [02] G. Marker, «Historia y Biografías,» 10 Enero 2015. [En línea]. Available: http://historiaybiografias.com/vivir_mentir14/. [Último acceso: 22 Mayo 2015].
- [03] Centro de Estudios e Investigaciones Estadísticas ESPOL, «“Estadísticas de Delitos Denunciados en la Fiscalía de Guayaquil”», ICM-ESPOL, Guayaquil, 2012.
- [04] INEC, «Asistencia a clases (niños/as y adolescentes de 1 a 17 años),» Postdata, Quito, 2014.
- [05] D. S. Zorita, «Reconocimiento automático mediante patrones biométricos de huella dactilar,» Tesis Doctoral, Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2003.
- [06] V. Espinosa, «Evaluación de sistemas de reconocimiento biométrico,» Paper, Departamento de Electrónica y Automática, Escuela Universitaria Politécnica de Mataró, Barcelona, 2001.
- [07] R. A. Bautista y R. M. Salvatierra, «Diseño de un sistema de identificación y registro de los estudiantes para los servicios politécnicos,» Tesis de Grado, Facultad de informática y electrónica, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2012.
- [08] J. L. Aching y D. A. Rojas, «Algoritmo para la identificación de personas basado en huellas dactilares,» Paper, Facultad de Ingeniería electrónica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, 2014.
- [09] J. L. Garcia, «Algoritmo para la identificación de personas basado en huellas dactilares,» Trabajo de Investigación, Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad politécnica de Cataluña, Cataluña, 2007.
- [10] C. Tolosa y Á. Giz, «Sistemas Biométricos,» Trabajo de Sistemas Informáticos, Departamento de Sistemas Informáticos, Universidad de Castilla-La Mancha, Castilla, 2010, pp 2-17.

- [11] P.W.D. Society, «Acerca de nosotros: A. artofcircuits Corporation,» 4 Octubre 2014. [En línea]. Available: <http://artofcircuits.com>. [Último acceso: 4 Noviembre 2014].
- [12] L. Ruedas, «Ero Pic,» Producciones R-Luis, 7 Febrero 2007. [En línea]. Available: http://perso.wandoo.es/luis_ju/pic/pic01.html. [Último acceso: 6 Junio 2015].
- [13] Anónimo, «Introducción a los microcontroladores,» Trabajo de Generalidades sobre Microcontroladores, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico, 1997, pp 6.
- [14] A. Sequeira, «DSP,» Informe, Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España, 2009.
- [15] W. Tomasi, Sistemas de comunicaciones electrónicas, México: Prentice Hall, 2003.
- [16] Anónimo, «Acerca de nosotros: A.alcon.net Corporation,» 1 Febrero 2001. [En línea]. Available: <http://alcon.net16.net>. [Último acceso: 4 Noviembre 2015].
- [17] J. Prieto, «Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos,» Artículo Técnico, Facultad de Ingeniería Informática, Universidad Oberta de Cataluña, Barcelona, 2011, pp 10-12.
- [18] CCM en español, «WWAN - Redes inalámbricas de área extensa,» Kioskea.net, Mexico, Junio 2014.
- [19] CCM en español, «Redes de área local inalámbricas (WLAN),» Kiosketa.net, Mexico, Junio 2014.
- [20] Anónimo, «COMPASSION INTERNATIONAL, UN GRAN EJEMPLO DE AYUDA AL PRÓJIMO,» Time To Talk eEducation - IBEC, 2016. [En línea]. Available: http://www.ibecmagazine.com/GESTIÓN_SOCIAL/TabId/460/ArtMID/1166/ArticleID/598/COMPASSION-INTERNATIONAL-UN-GRAN-EJEMPLO-DE-AYUDA--AL-PR211JIMO.aspx. [Último acceso: 10 Abril 2016].
- [21] INTECO, «Estudio sobre las tecnologías biométricas aplicadas a la seguridad,» Informe, Observatorio de la Seguridad de la Información, Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación, España, Diciembre 2011.

- [22] Biometría Corporation, «Acerca de la Biometria - Preguntas Frecuentes,» Biometrics Producciones, 10 Febrero 2010. [En línea]. Available: <http://www.biometria.gov.ar/acerca-de-la-biometria/preguntas-frecuentes.aspx>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [23] Serban Biometrics, «Huella Digital,» 11 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.serbanbiometrics.es/es/soluciones/huella-digital..> [Último acceso: 21 Mayo 2016].
- [24] Biometría Corporation, «Métodos Biométricos - Iris,» Biometrics Producciones, 6 Octubre 2007. [En línea]. Available: <http://www.biometria.gov.ar/metodos-biometricos/iris.aspx>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [25] P. Singh, «http://ijopaasat.in/yahoo_site_admin/assets/docs/Gunajit_Paper-6_Review_.18192851.pdf,» 3 Diciembre 2010. [En línea]. Available: http://ijopaasat.in/yahoo_site_admin/assets/docs/Gunajit_Paper-6_Review_.18192851.pdf. [Último acceso: 18 Mayo 2016].
- [26] APM Micro Corporation, «Sensores Biometricos,» Alfa Digital S. A., 25 Noviembre 2014. [En línea]. Available: <http://www.apmmicro.com/index.php/linea-electronica/sensores/biometricos/sensor-biometrico-scanner-detail>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [27] Biopresencia Corporation, «Biopresencia el mundo en tus dedos,» Biométrica S. A., 5 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://biopresencia.com/index.html>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [28] Biometrika Corporation, «Biometrika Tecnología innovadora,» Biométrica Ecuador, 17 Enero 2015. [En línea]. Available: <http://www.biometrika.ec>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [29] Importronic Corporation, «Módulos Arduino y Accesorios,» Importronic Producciones, 3 Marzo 2016. [En línea]. Available: <http://www.importronic.net>. [Último acceso: 23 Mayo 2016].
- [30] Universidad Nacional Abierta y a Distancia, «UNAD,» Producciones Unad, 10 Octubre 2012. [En línea]. Available:

http://datateca.unad.edu.co/contenidos/309696/ECBTI_MPyMC_V_02/leccin_17_sistemas_microcontrolados.html. [Último acceso: 06 Junio 2015].

[31] «Speedy Tek Drive your best future,» Speedy Tek Corporation, 18 Marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.bdspeedytek.com/product/fpm10a-fingerprint-recognition-module/>. [Último acceso: 01 Junio 2015].

[32] M. Hidalgo, «AULA DE CONTROL Y ROBÓTICA,» 19 Enero 2012. [En línea]. Available: <http://platea.pntic.mec.es/~mhidalgo/>. [Último acceso: 07 Junio 2015].

[33] J. Mengual, «Microcontroladores y Electrónica,» Producciones Mikroe.es, 2 Enero 2014. [En línea]. Available: <http://mikroe.es/atmega328p-pu/>. [Último acceso: 18 Julio 2014].

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **RISC:** Es el acrónimo de Reduced Instruction Set Computer lo que en castellano viene a ser conjunto reducido de instrucciones de computadora.
- **MIPS:** Microprocessor without Interlocked Pipeline Stages). Arquitectura de microprocesadores RICS desarrollada por MIPS Technologies. Entrado en los 90, se estima que uno de cada tres chips RISC producidos, estaba basado en el diseño MIPS.
- **DIP:** Es un conjunto de interruptores eléctricos que se presenta en un formato encapsulado, en lo que se denomina Dual In-line Package.
- **IDE:** Es una herramienta que nos ayuda a desarrollar de una manera amigable nuestras aplicaciones, brindándonos ayudas visuales en la sintaxis, plantillas, wizards, plugins.
- **BOOTLOADER:** Es un programa sencillo que no tiene la totalidad de las funcionalidades de un sistema operativo, y que está diseñado exclusivamente para preparar todo lo que necesita el sistema operativo para funcionar
- **ATMEL AVR:** Los AVR son una familia de microcontroladores RISC del fabricante estadounidense Atmel La arquitectura de los AVR fue concebida por dos estudiantes en el Norwegian Institute of Technology, y posteriormente refinada y desarrollada en Atmel Norway, la empresa subsidiaria de Atmel, fundada por los dos arquitectos del chip.
- **TTL:** Es la sigla en inglés de transistor-transistor logic, es decir, «lógica transistor a transistor». Es una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales.
- **GUI:** Del inglés (graphical user interface), es un programa informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.

ANEXOS

ANEXO A

Entrevista – Encuesta

Formato de entrevista realizada a la Directora del Centro Internacional de la Ciudad de Latacunga.



1. ¿Cómo es la forma de registro del personal que trabaja en el Centro Compassion?

.....
.....
.....

2. ¿Considera usted la forma de registro es la más eficiente y porque?

.....
.....
.....

3. ¿Qué aspectos del registro vigente le gustaría que se mejore?

.....
.....
.....

4. ¿Cómo es la forma de control de acceso al Centro Compassion?

.....
.....
.....

5. ¿Considera usted la forma de control de acceso es la más eficiente y porque?

.....
.....
.....

6. ¿Qué aspectos del control de acceso vigente le gustaría que se mejore o que se mantenga?

.....
.....
.....

7. ¿Con que medidas de seguridad cuenta actualmente el Centro Compassion?

.....
.....
.....



8. ¿Le gustaría mejorar las medidas de seguridad vigentes y en qué?

.....
.....
.....

En caso de alguna recomendación o sugerencia para el desarrollo de la investigación describa a continuación:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Formato de la encuesta realizada a los jóvenes del Centro Internacional de la Ciudad de Latacunga.





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
 ENCUESTA - NIÑOS COMPASSION






Hola, mi nombre es Jaime Tipanluisa estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Universidad Técnica de Ambato, estoy realizando un trabajo de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero por lo que solicito su colaboración respondiendo a estas preguntas.

INSTRUCCIONES:

1. Lee muy bien la pregunta.
2. Contesta con una (x) en los cuadros, la alternativa que esté de acuerdo.
3. Recuerda que:

		
De acuerdo	Índiferente	Desacuerdo

4. Manos a la Obra.

ITEM	PREGUNTA			
1	Las tutoras nunca faltan a sus labores.			
2	Las tutoras nunca se atrasan a la clase.			
3	A la entrada la puerta siempre está cerrada.			
4	A la entrada la puerta siempre está abierta.			
5	Siempre hay un portero que controle el ingreso de personas extrañas al centro.			
6	Se siente seguro dentro del centro.			
7	Le gustaría que se mejore la parte de registro y control de acceso del personal a este centro.			

ANEXO B

Datasheets

El sistema electrónico utiliza dispositivos electrónicos para realizar la recolección de información y control de acceso, estos dispositivos cuentan con características técnicas para su correcto uso los mismos que se detallan a continuación:

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SENSOR FPM10A

- Tensión de alimentación: DC 3.6 ~ 6.0V
- Corriente de trabajo: < 120mA
- Corriente de pico: < 140mA
- Tiempo de captura de huellas dactilares: < 1 segundo
- El tamaño de la ventana: 14 x 18 mm
- Perfil: 256 bytes
- Archivo de plantilla: 512 bytes
- Capacidad de almacenamiento: 1.000
- Falso tasa de aceptación (FAR): < 0,001 % (seguridad de grado 3)
- FRR (FRR): < 1 % (seguridad de grado 3)
- El tiempo de búsqueda: < 1 segundo (1:500, promedio)
- Interfaz del módulo: UART (nivel lógico TTL)
- La velocidad de comunicación en baudios (UART): (9600xN) BPS donde N = 1 ~ 12 (el valor por defecto de N = 6, normalmente 57600bps)
- A condición ambiente: Temperatura: -20 ° C a + 50 ° C
- Humedad relativa: 40 % RH a 85 % RH (sin tratamiento)
- Condiciones de almacenamiento: Temperatura: -40 ° C a + 85 ° C
- Humedad relativa: < 85 % H (sin tratamiento)
- Dimensiones (L * W * H): 56 x 20 x 21.5mm

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TARJETA ARDUINO MEGA

- Microcontrolador: ATmega2560
- Voltaje Operativo: 5V
- Voltaje de Entrada: 7-12V
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA
- Corriente DC entregada en el Pin 3.3V: 50 mA
- Memoria Flash: 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- SRAM: 8KB
- EEPROM: 4KB
- Clock Speed: 16 MHz

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS MICROCONTROLADOR ATMEGA2560

- Tensión de alimentación – Máx: 5.5 V
- Tensión de alimentación – Mín: 1.8 V
- Frecuencia máxima de reloj: 20 MHz
- Tamaño de memoria del programa: 32 KB
- Tamaño de datos RAM: 2 KB
- Anchura de bus de datos: 8 bit
- Voltaje operativo de suministro: 1.8 V to 5.5 V
- Temperatura operativa máxima: + 85 C
- Tamaño de datos ROM: 1 KB
- Tipo de interfaz: 2-Wire, SPI, USART
- Temperatura operativa mínima: – 40 C
- Número de I/Os programables: 23
- Número de temporizadores: 3

ANEXO C

Interfaz

INTERFAZ DEL MENU PRINCIPAL

En la Figura C. 1 se muestra el diseño de la interfaz gráfica principal del sistema electrónico, el cual permite registrar o eliminar un usuario además de realizar reportes y el control de acceso.



Figura C. 1 Interfaz del menu principal

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ PARA AGREGAR UN NUEVO TRABAJADOR

En la Figura C. 2 se ilustra la interfaz que permite registrar los datos del usuario al sistema electrónico y enlazarla al usuario mediante la huella dactilar.

The image shows a window titled "Agregar Huella Dactilar" with a light gray background. It features a rounded rectangular form area. At the top of the form is the title "Registro de personal del 'Centro Compassion'". Below the title are several input fields: "Apellidos:", "Nombres:", "Dirección:", "Cargo:", "Sexo:" (with a dropdown arrow), "Estado Civil:" (with a dropdown arrow), "ID:", "CI:", "TEL:", "Fecha Nacimiento:" (with a date picker), "Fecha Contrato:" (with a date picker), and "Elegir Horario:" (with a dropdown arrow). A blue button labeled "GRABAR Y GUARDAR" is located at the bottom left of the form. To the right of the form, there is a logo for "Compassion" and a red "PROCESANDO" indicator.

Figura C. 2 Interfaz para agregar un nuevo trabajador.

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ PARA ELIMINAR UN EX TRABAJADOR

En la Figura C. 3 se ilustra la interfaz que permite eliminar a un usuario del sistema electrónico de registro y control de acceso.

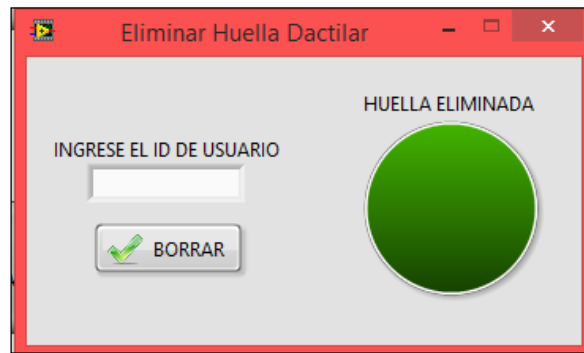


Figura C. 3 Interfaz para eliminar un ex trabajador

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ PARA REGISTRAR LA HORA DE ENTRADA O SALIDA

En la Figura C. 4 se ilustra la interfaz que permite realizar el control de personas para el ingreso al centro Compassion, y a su vez lleva el registro del personal.



Figura C. 4 Interfaz para registrar la hora de entrada o salida

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ DEL MENU DE REPORTE

En la Figura C. 5 se ilustra la interfaz que permite realizar los reportes para conocer los datos como de los trabajadores registrados y el registro de asistencia de los mismos.



Figura C. 5 Interfaz del menu de reportes

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ PARA CONSULTAS DE PERSONAL REGISTRADO

En la Figura C. 6 se ilustra la interfaz gráfica que permite realizar consultas de las personas registradas en el sistema electrónico.

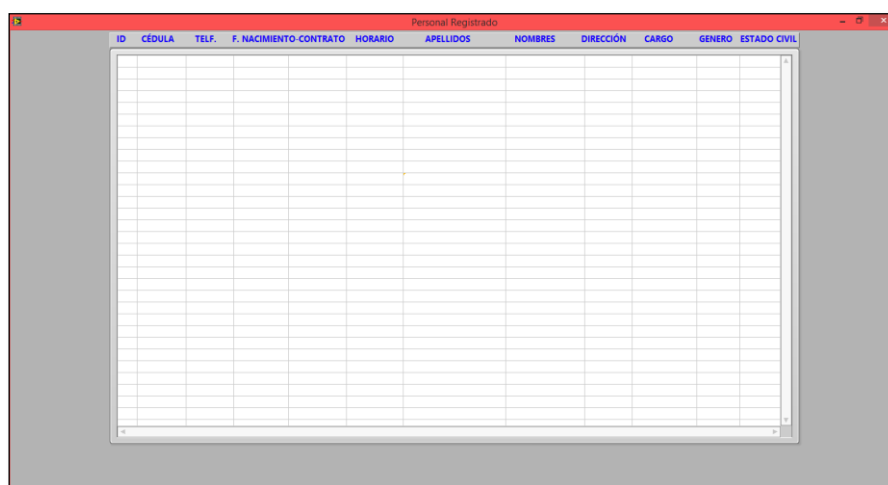


Figura C. 6 Interfaz para consultas de personal registrado

Fuente: Investigador mediante Labview

INTERFAZ PARA CONSULTAS DE ASISTENCIA DEL PERSONAL

En la Figura C. 7 se ilustra la interfaz que permite realizar consultas de las asistencias del personal, registradas por el sistema electrónico.

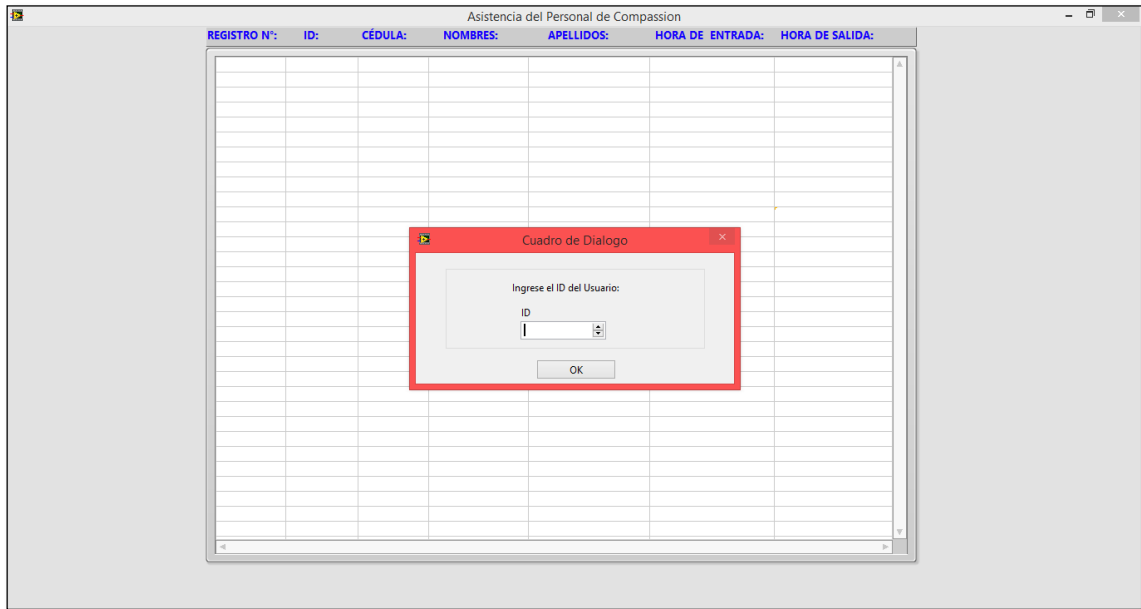


Figura C. 7 Interfaz para consultas de asistencia del personal

Fuente: Investigador mediante Labview

ANEXO D
Programación

PROGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO

```
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Ultrasonic.h>
#include <LiquidCrystal.h>

uint8_t acceso;
uint8_t id;
char buffer[50];
int led=6;
int distancia1=0;
int distancia2=0;
int estado=0;
int estado1=0;
int tiempo=0;
//:::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::Cabeceras de
funciones:::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::::
int getFingerprintIDez();
uint8_t getFingerprintEnroll();
void limpiar_lcd(void);
void bienvenida(void);
void error_comunicacion(void);
void imagen_digitalizada(void);
void crear_modelo(void);
void imagen1(void);
void imagen_erronea(void);
void no_digitalizar(void);
void opaca(void);

//::::::::::::::::::::Configuracion comunicacion serial e inicializacion
dispositivos:::::::::::::
SoftwareSerial mySerial(50, 51); //entrada (Rx,Tx) (verde TX-
50, blanco Rx-51)
SoftwareSerial mySerial1(52, 53); //salida (Rx,Tx) (verde
TX-52, blanco Rx-53)
Adafruit_Fingerprint sensor1 = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
Adafruit_Fingerprint sensor2 = Adafruit_Fingerprint(&mySerial1);
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8); //RS,E,d4,d5,d6,d7
Ultrasonic ultrasonico1(6,7); //(Trig PIN,Echo PIN);
Ultrasonic ultrasonico2(4,5); // (Trig PIN,Echo PIN);
void setup()
{
  //::::::::::::::::::::::::::::Configuracion de Entradas y
Salidas:::::::::::::
  pinMode(led,OUTPUT);
  pinMode(3,OUTPUT);
  pinMode(2,OUTPUT);
  pinMode(46,INPUT);
  pinMode(23,OUTPUT);
  pinMode(24,OUTPUT); //LED DE ESTADO
  //::::::::::::::::::::Inicializacion de
LCD:::::::::::::
  lcd.begin(20, 4);
```

```

//:.....:Inicializacion de Comunicacion Serial
Labview:.....:
while (!Serial);
delay(500);
//:.....:Mensaje de Bienvenida a
usuario:.....:
bienvenida();
delay(1000);
limpiar_lcd();
//:.....:Inicializacion Comunicacion Serial Labview
:.....:
Serial.begin(9600);
while (!Serial) {
;
}
//:.....:Inicializacion Sensor biometrico
01:.....:
sensor1.begin(57600);
digitalWrite(24,0); //Pin24 Estado del sistema
if (sensor1.verifyPassword())
{
Serial.println("nivel de acceso");
Serial.println("Sensor #1 Activo");
lcd.setCursor(4, 0);
lcd.print("SENSOR 01");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("Biometrico");
lcd.setCursor(2,2);
lcd.print("Activado!!!!");
delay(1000);
limpiar_lcd();
}
else
{
Serial.println("Sensor #1 Desactivado");
lcd.setCursor(4, 0);
lcd.print("SENSOR 01");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("Biometrico");
lcd.setCursor(2,2);
lcd.print("Desactivado!!");
delay(1000);
limpiar_lcd();
while (1);
}

sensor2.begin(57600);
if (sensor2.verifyPassword())
{
Serial.println("Sensor activo");
lcd.setCursor(4, 0);
lcd.print("SENSOR 02");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print("Biometrico");
lcd.setCursor(2,2);
lcd.print("Activado!!!!");
}

```

```

    delay(600);
    limpiar_lcd();
    digitalWrite(24,1); //Pin24 Estado del sistema

}
else
{
    Serial.println("Sensor Desactivado");
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("SENSOR 02");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("Biometrico");
    lcd.setCursor(2,2);
    lcd.print("Desactivado!!");
    delay(600);
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print("!!VERIFICAR");
    lcd.setCursor(2,2);
    lcd.print("CONEXION!!!");

    while (1);
}
//::::::::::::::::::Inicializacion Sensor biometrico
01::::::::::::::::::

}
//void(*resetearPrograma) (void)=0;

void loop()
{
    //::::::::::::Operacion Continua de sistema-Modo
Configuracion::::::::::::::::::
    if((acceso!=2)&& (acceso!=1)&& (acceso!=3))
    {

        lcd.setCursor(6,1);
        lcd.print("MODO");
        lcd.setCursor(2,2);
        lcd.print("Configuracion");
        digitalWrite(led, 1);
        id = readnumber();
        acceso=id;
        limpiar_lcd();//
    }

    //::::::::::::::::::INGRESO DE
USUARIOS::::::::::::::::::
    if(acceso==1)
    {
        Serial.println("Ingrese el ID de Usuario:");
        limpiar_lcd();
        lcd.setCursor(1,0);

```

```

    lcd.print("Ingreso Remoto");
    lcd.setCursor(2,1);
    lcd.print("ID USUARIO..");
    lcd.setCursor(2,2);
    lcd.print("En Proceso!!!");

    id = readnumber();
    while (! getFingerprintEnroll(id) );
    }
//:.....:MODO EN
LINEA:.....:
    if(acceso==2)
    {
        digitalWrite(led, 0);
        limpiar_lcd();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Sistema en Linea");
        lcd.setCursor(2,1);
        lcd.print("Bienvenido!!");
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print("Ingrese Dactilar");
        mySerial.listen();
        getFingerprintIDez();
        //////////////////////////////////////
        mySerial1.listen();
        getFingerprintIDez1();
        tiempo++;
        estado1=digitalRead(46);
        if (estado1==0)
        {
            tiempo=0;
            //Serial.println("Puerta Cerrada");
            digitalWrite(2,0); //Pin2
            digitalWrite(23,0); //Pin23
        }
        if (estado1==1&&tiempo>=30)
        {
            tiempo=0;
            //Serial.println("Puerta Abierta");
            digitalWrite(2,1); //Pin2
            digitalWrite(23,1); //Pin23
        }
    }

    if (acceso==3)
    {
        distancia1=ultrasonico1.Ranging(CM);
        delay(1000);
        distancia2=ultrasonico2.Ranging(CM);
        delay(1000);
        sprintf(buffer,"distancia1=%d",distancia1);
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print(buffer);

        sprintf(buffer,"distancia2=%d",distancia2);
        lcd.setCursor(0,1);

```

```

        lcd.print(buffer);
        if((distancial<=9)|| (distancia2<=9))
        {
            lcd.setCursor(12,0);
            lcd.print(" ");
            lcd.setCursor(12,1);
            lcd.print(" ");
        }

        //limpiar_lcd();
    }
}

```

```

//::::::::::::::::::::::::::::Funci3n para lectura de orden envio
Remoto Labview::::::::::::::::::::

```

```

uint8_t readnumber(void) {
    uint8_t num = 0;
    uint8_t num2 = 0;
    uint8_t num3 = 0;
    while (1) {
        while (! Serial.available());
        char c = Serial.read();
        if (isdigit(c)) {
            num=num*10;
            num=num+c;
            num=num -'0';
        } else if(c=='p'){
            return num;
        }else if(c=='b'){
            num2=num;
            num=0;
            Serial.println("Eliminar ID");
            Serial.println(num2);
            deleteFingerprint(num2);
        }
        else if(c=='a'){
            num3=num;
            num=0;
            return num3;
        }
    }
}

```

```

//::::::::::::::::::::::::::::Funci3n Eliminar Huella dactilar 2
sensores::::::::::::::::::::

```

```

uint8_t deleteFingerprint(uint8_t num2)
{
    uint8_t delet = -1;
    uint8_t delet1 = -1;
    //Eliminar Huella dactilar de sensor 1
}

```



```

mySerial.listen();
delet = sensor1.deleteModel(num2);
//Elminar Huella dactilar de sensor 2
mySerial1.listen();
delet1 = sensor2.deleteModel(num2);

if ((delet == FINGERPRINT_OK)&&(delet1 == FINGERPRINT_OK)) {
    Serial.println("Huella Eliminada");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("USUARIO");
    lcd.setCursor(5, 1);
    sprintf(buffer, "ID=%d", num2);
    lcd.print(buffer);
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("ELIMINADO!!!");
    delay(1500);
} else if (delet == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Error de Comunicacion");
    limpiar_lcd();
    error_comunicacion();
    return delet;
} else if (delet == FINGERPRINT_BADLOCATION) {
    Serial.println("No se pudo eliminar en esa ubicaciÃ³n");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("No se pudo");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("eliminar");
    lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("Ubicacion!");
    delay(1500);
    return delet;
} else if (delet == FINGERPRINT_FLASHERR) {
    Serial.println("Error al escribir en Flash");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(3, 1);
    lcd.print("en lectura");
    lcd.setCursor(5, 2);
    lcd.print("Flash!");
    delay(1500);
    return delet;
} else {
    Serial.print("Error Desconocido: 0x");
Serial.println(delet, HEX);
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Desconocido!");
    delay(1500);
    Serial.println(delet, HEX);
    return delet;
}

```

```

}

//:.....Funci3n para ingreso de huella
dactilar:.....

uint8_t getFingerprintEnroll(uint8_t id) {

    int p=-1;
    int q=-1;
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Sistema en Linea");
        lcd.setCursor(2,1);
        lcd.print("Bienvenido!!");
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print("Ingrese Dactilar");
        Serial.println("Espere hasta validar la Huella");
    //Mientras no se obtenga la imagen del huella del sensor 01 no
continua ejecucccion de programa
    while ((p!=FINGERPRINT_OK ))
    {
        //Obtenci3n Imagen de Dactilar
        mySerial.listen();
        p = sensor1.getImage();

        switch (p) {
        case FINGERPRINT_OK:
            //imagen obtenida sensor 1
            Serial.println("Imagen Obtenida");
            imagen1();
            break;
        case FINGERPRINT_NOFINGER:
            break;
        case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
            Serial.println("Error de Comunicacion");
            error_comunicacion();
            break;
        case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
            Serial.println("Imagen Erronea");
            imagen_erronea();
            break;
        default:
            Serial.println("Error Desconocido");
            break;
        }
    }

    //Digitalizaci3n de Huella Dactilar
    mySerial.listen();
    p= sensor1.image2Tz(1);

    switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
        imagen_digitalizada();
        delay(500);
        Serial.println("Imagen Digitalizada");

```

```

        break;
    case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
        Serial.println("Imagen Opaca");
        return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIIEVEERR:
        Serial.println("Error de Comunicacion");
        error_comunicacion();
        return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        Serial.println("No se pudo digitalizar la Huella");
        no_digitalizar();
        return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        Serial.println("No se encontro rasgos de la huella");
        opaca();
        return p;
    default:
        Serial.println("Error"); //Error Desconocido
        break;
}

Serial.println("Retire la Huella");
limpiar_lcd();
lcd.setCursor(5,1);
lcd.print("Retire");
lcd.setCursor(5,2);
lcd.print("Huella");
delay(2500);
p =q = 0;
//mientras no se quite del dactilar de sensor imposible
continuar ejecuciÃ³n
while ((p != FINGERPRINT_NOFINGER))
{
    mySerial.listen();
    p = sensor1.getImage();
}

p=q=-1;
Serial.println("Coloque el mismo dedo nuevamente");
limpiar_lcd();
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Coloque Dactilar");
lcd.setCursor(3,2);
lcd.print("Nuevamente");

while ((p!=FINGERPRINT_OK ))
{

    mySerial.listen();
    p = sensor1.getImage();
    switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
        Serial.println("Imagen Obtenida");
        imagen1();
        break;

```

```

    case FINGERPRINT_NOFINGER:
        break;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
        Serial.println("Error");//Error de Comunicacion
        error_comunicacion();
        break;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
        Serial.println("Error"); //Imagen Erronea
        imagen_erronea();
        break;
    default:
        Serial.println("Error"); //Imagen Erronea
        break;
}
}
mySerial.listen();
p= sensor1.image2Tz(2);

switch (p) {
    case FINGERPRINT_OK:
        Serial.println("Imagen Digitalizada");
        imagen_digitalizada();
        delay(500);
        break;
    case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
        Serial.println("Imagen Opaca");
        opaca();
        return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR:
        Serial.println("Error"); //Imagen Erronea
        error_comunicacion();
        return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        Serial.println("Error"); //No se encontro rasgos de la
        huella
        no_digitalizar();
        return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        Serial.println("Error"); //No se encontro rasgos de la
        huella
        imagen_erronea();
        return p;
    default:
        Serial.println("Error"); //Error Desconocido
        break;
}

// OK converted!
limpiar_lcd();
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("Creando modelo:");
lcd.setCursor(5, 2);
sprintf(buffer,"ID=%d",id);
lcd.print(buffer);
delay(2000);

```

```

Serial.print("Creando modelo para ID "); Serial.println(id);
//Creando modelo para sensor 01 y 02

    mySerial1.listen();
    q= sensor2.createModel();
    delay(50);
    mySerial1.listen();
    p = sensor1.createModel();

if ((p == FINGERPRINT_OK))
{
    Serial.println("Huella Dactilar emparejada");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Huella");
    lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("Emparejada");
    delay(2000);
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    error_comunicacion;
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_ENROLLMISMATCH) {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Error!");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Coincidencia");
    delay(2000);
    return p;
} else {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Desconocido!");
    delay(1500);
    return p;
}

Serial.print("ID "); Serial.println(id);

//Guardar huella digital en sensor 1 y 2, cinco veces
garantizando guardado
int i=0;
while(i<5)
{
    i++;
    mySerial1.listen();
    q=sensor2.storeModel(id);
    delay(50);
}

```

```

        mySerial.listen();
        p=sensor1.storeModel(id);

    }
    i=0;

//huella almacenada o mensajes de error en ser el caso
if ((p == FINGERPRINT_OK) &&(q == FINGERPRINT_OK)) {
    Serial.println("Huella Almacenada");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Huella");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Almanecenada");
    delay(2000);
} else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECEIVEERR) {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    error_comunicacion();
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_BADLOCATION) {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(3, 0);
    lcd.print("No se pudo");
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("eliminar");
    lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("Ubicacion!");
    delay(1500);
    return p;
} else if (p == FINGERPRINT_FLASHERR) {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(3, 1);
    lcd.print("en lectura");
    lcd.setCursor(5, 2);
    lcd.print("Flash!");
    delay(1500);
    return p;
} else {
    Serial.println("Error"); //Error de Comunicacion
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Desconocido!");
    delay(1500);
    return p;
}
}

```

```

//:.....Funci3n para el testeo del dactilar en modo operacion
continua o en Linea:.....
int getFingerprintIDez(void)
{
    mySerial.listen();
    uint8_t p2 = sensor1.getImage();
    if (p2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
    p2 = sensor1.image2Tz();
    if (p2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
    p2= sensor1.fingerFastSearch();
    if (p2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
    Serial.println("Huella encontrada:");
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4,0);
    lcd.print("Dactilar");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("Encontrada");
    lcd.setCursor(1,3);
    lcd.print("!!BIENVENIDO!!");
    tiempo=0;
    distancial=ultrasonico1.Ranging(CM);
    while((distancial>12))
    {
        distancial=ultrasonico1.Ranging(CM);
    }
    digitalWrite(3,1); //Pin3
    delay(500);
    digitalWrite(3,0);
    //:..... estado de puerta:.....
    Serial.println(sensor1.fingerID);
    Serial.print("With confidence of ");
    Serial.println(sensor1.confidence);
    // limpiar_lcd();
    // lcd.setCursor(5,0);
    // lcd.print("Huella");
    // lcd.setCursor(2,1);
    // lcd.print("Encontrada");
    // lcd.setCursor(5,2);
    // sprintf(buffer,"ID=%d",sensor1.fingerID);
    // lcd.print(buffer);
    //
    // lcd.setCursor(1,3);
    // sprintf(buffer,"Confidencia:%d",sensor1.confidence);
    // lcd.print(buffer);
    // delay(1500);
    return sensor1.fingerID;
}

int getFingerprintIDez1(void)
{
    mySerial1.listen();
    uint8_t q2 = sensor2.getImage();
    if (q2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
    q2 = sensor2.image2Tz();
    if (q2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
}

```

```

q2= sensor2.fingerFastSearch();
if (q2 != FINGERPRINT_OK) return -1;
Serial.println("Huella encontrada:");
tiempo=0;
  limpiar_lcd();
  lcd.setCursor(4,0);
  lcd.print("Dactilar");
  lcd.setCursor(3,1);
  lcd.print("Encontrada");
  lcd.setCursor(2,3);
  lcd.print("!! SALIDA !!");
  distancia2=ultrasonico2.Ranging(CM);
  while((distancia2>15))
  {
    distancia2=ultrasonico2.Ranging(CM);
  }
  digitalWrite(3,1); //Pin3
  delay(500);
  digitalWrite(3,0);
//:~::~: estado de puerta::~:
  Serial.println(sensor2.fingerID);
  Serial.print("With confidence of ");
Serial.println(sensor2.confidence);
//  limpiar_lcd();
//  lcd.setCursor(5,0);
//  lcd.print("Huella");
//  lcd.setCursor(2,1);
//  lcd.print("Encontrada");
//  lcd.setCursor(5,2);
//  sprintf(buffer,"ID=%d",sensor2.fingerID);
//  lcd.print(buffer);
//  lcd.setCursor(1,3);
//  sprintf(buffer,"Confidencia:%d",sensor2.confidence);
//  lcd.print(buffer);
//  delay(1500);
  return sensor2.fingerID;
}

//:~::~:Limpiar
LCD::~:
void limpiar_lcd(void)
{
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("          ");
  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print("          ");
}
//:~::~:Bienvenida::~:
::~:
void bienvenida(void)
{
  lcd.setCursor(0, 0);

```



```

    lcd.print("SISTEMA CONTROL");
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print("ACCESO");
    lcd.setCursor(3, 2);
    lcd.print("BIOMETRICO");
    lcd.setCursor(6, 3);
    lcd.print("2017");
}
//::::::::::::::::::::::::::::::::::Error de
Comunicacion::::::::::::::::::::::::::::::::::
void error_comunicacion(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(4, 0);
    lcd.print("Error");
    lcd.setCursor(7, 1);
    lcd.print("de");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Comunicacion");
    delay(1500);
}
//::::::::::::::::::::::::::::::::::digitalizacion
Imagen::::::::::::::::::::::::::::::::::
void imagen_digitalizada(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5, 1);
    lcd.print("Imagen");
    lcd.setCursor(2, 2);
    lcd.print("Digitalizada");
}
void crear_modelo(void)
{
}
//::::::::::::::::::::::::::::::::::Imagen
Obtenida::::::::::::::::::::::::::::::::::
void imagen1(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("Imagen");
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("Obtenida");
    lcd.setCursor(3,2);
    lcd.print("Biometrico");
    lcd.setCursor(1,3);
    lcd.print("Exitosamente!!");
    delay(1000);
}
//::::::::::::::::::::::::::::::::::Imagen
erronea::::::::::::::::::::::::::::::::::
void imagen_erronea(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("Imagen");
}

```

```

    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("Erronea!");
}

//:.....Error de
digitalizacion:.....
void no_digitalizar(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,0);
    lcd.print("Imagen");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("Imposible");
    lcd.setCursor(2,2);
    lcd.print("Digitalizar!");
}
//_.....Imagen
Opaca:.....
void opaca(void)
{
    limpiar_lcd();
    lcd.setCursor(5,1);
    lcd.print("Imagen");
    lcd.setCursor(5,2);
    lcd.print("Opaca!");
}

```

PROGRAMACIÓN MENU PRINCIPAL

En la Figura D2. 1 se muestra la programación del interfaz menú principal, el cual enlaza los subprogramas como registrar, eliminar, consultar un usuario y el control de acceso.

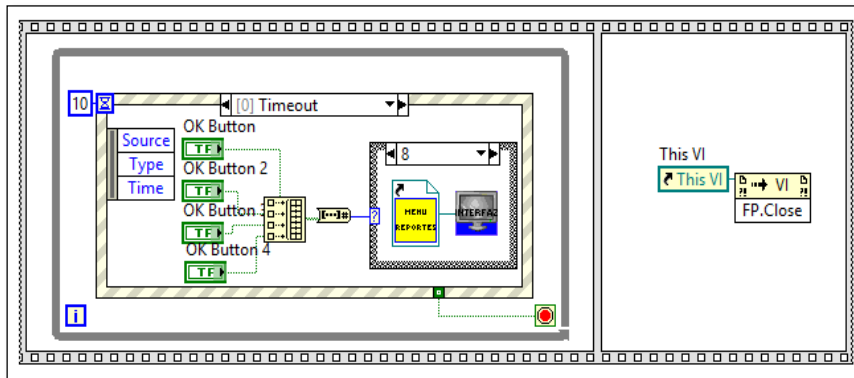


Figura D2. 1 Programación menu principal

Fuente: Investigador mediante Labview

PROGRAMACIÓN AGREGAR HUELLA DACTILAR

En la Figura D2. 2 se ilustra la programación para agregar una huella dactilar en el sistema electrónico el cual recopila los datos del usuario.

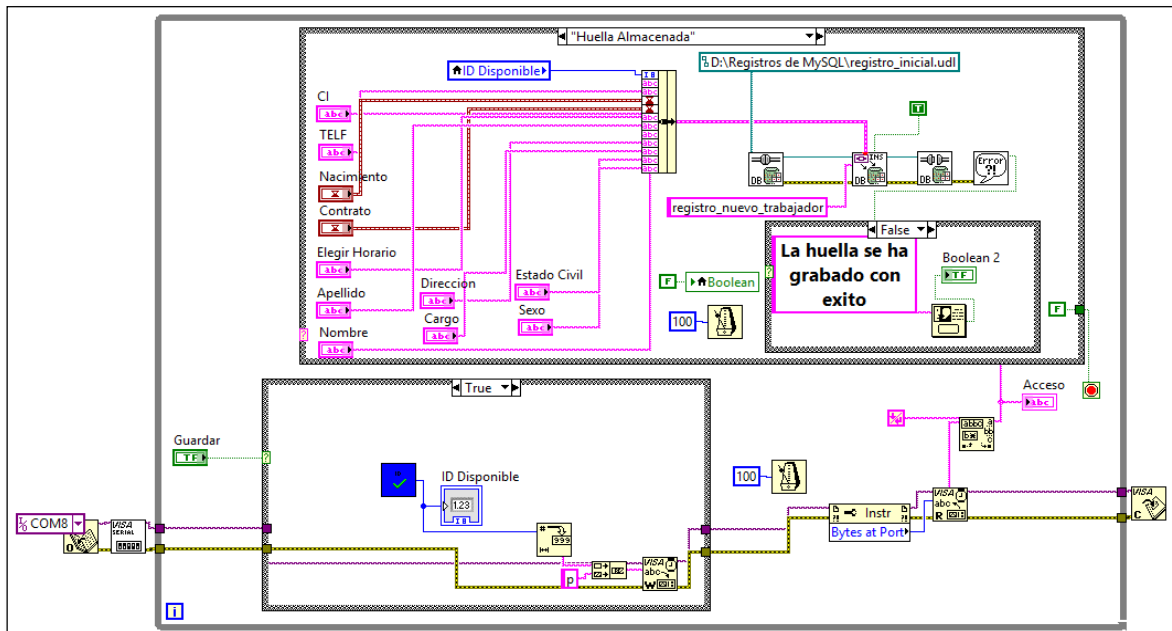


Figura D2. 2 Programación agregar huella dactilar

Fuente: Investigador mediante Labview

PROGRAMACIÓN CONSULTA TRABAJADORES REGISTRADOS

En la Figura D2. 5 se ilustra la programación de la interfaz gráfica que permite realizar consultas hacia la base de datos de las personas registradas en el sistema electrónico.

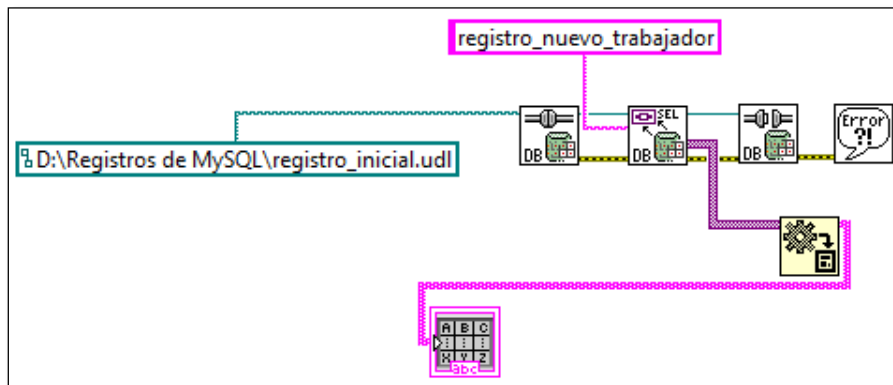


Figura D2. 5 Programación consulta trabajadores registrados

Fuente: Investigador mediante Labview

PROGRAMACIÓN CONSULTA ASISTENCIA DE TRABAJADORES

En la Figura D2. 6 se ilustra la programación de la interfaz que permite realizar consultas hacia la base de datos de las asistencias del personal, registradas por el sistema electrónico.

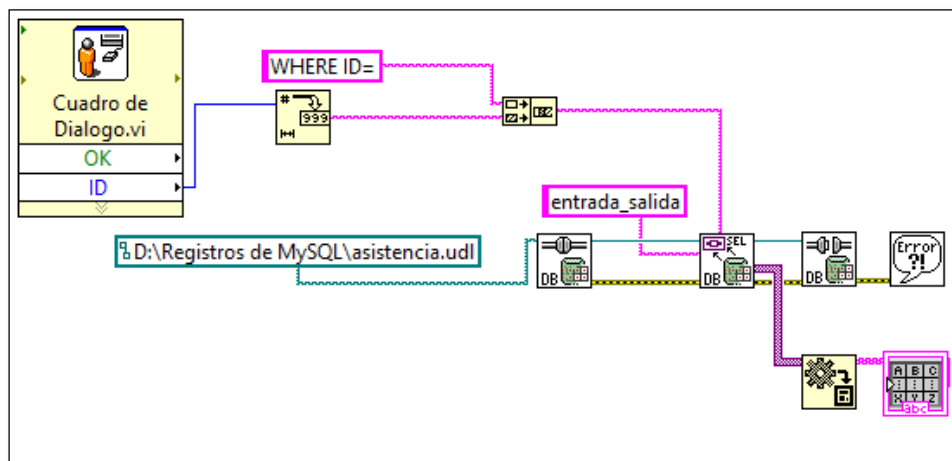


Figura D2. 6 Programación consulta asistencia de trabajadores

Fuente: Investigador mediante Labview

SISTEMA ELECTRÓNICO DE REGISTRO Y CONTROL DE ACCESO

En la Figura D2. 7 se ilustra la programación de la interfaz que permite identificar al individuo para realizar el control de personas al ingreso del centro Compassion, y a su vez registra al personal en la Base de Datos.

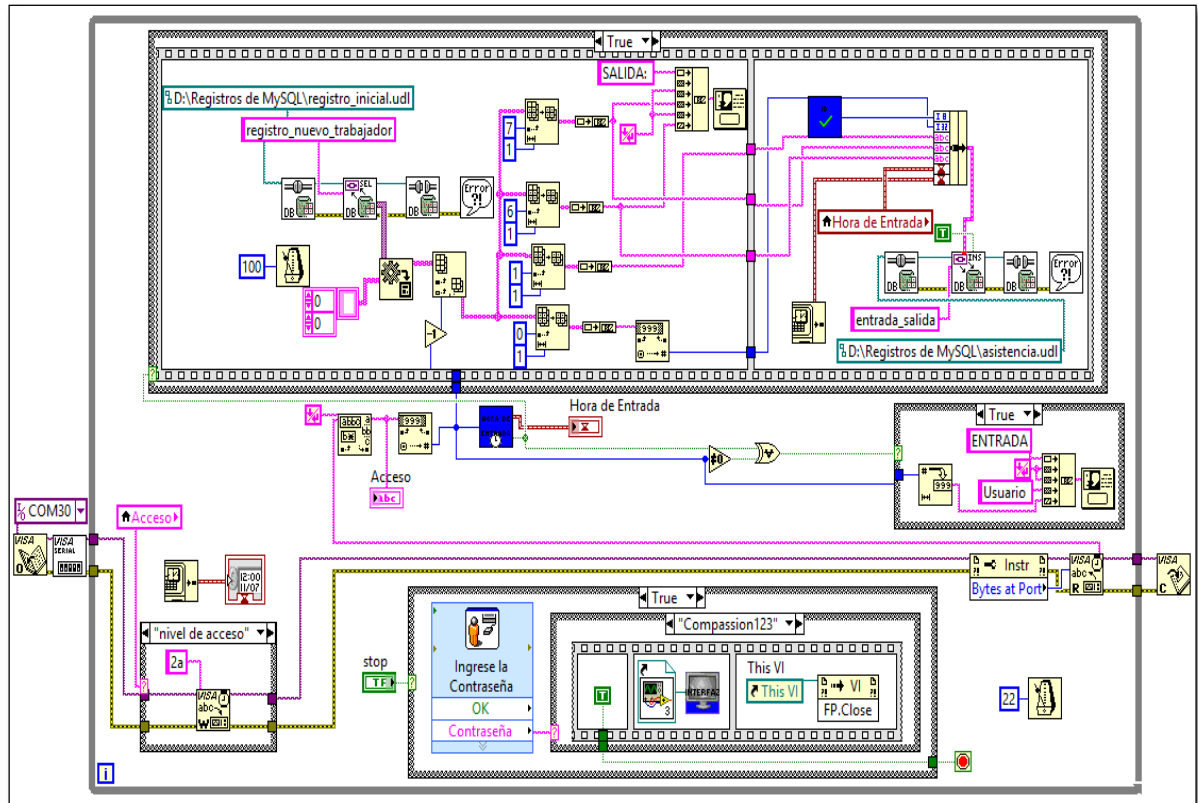


Figura D2. 7 Sistema electrónico de registro y control de acceso

Fuente: Investigador mediante Labview

BASE DE DATOS PARA AGREGAR O ELIMINAR UN TRABAJADOR

En la Figura D3. 1 se ilustra la programación de la base de datos que permite agregar o a su vez eliminar un usuario registrado en el sistema electrónico.

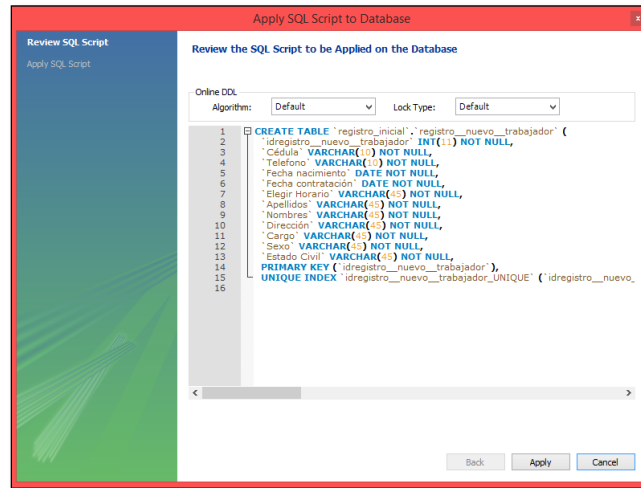


Figura D3. 1 Base de datos para agregar o eliminar un trabajador

Fuente: Investigador mediante MySQL

BASE DE DATOS PARA REGISTRAR LA HORA DE ENTRADA O SALIDA

En la Figura D3. 2 se ilustra la programación de la base de datos que permite registrar la hora de entrada o salida de un usuario en el sistema electrónico.

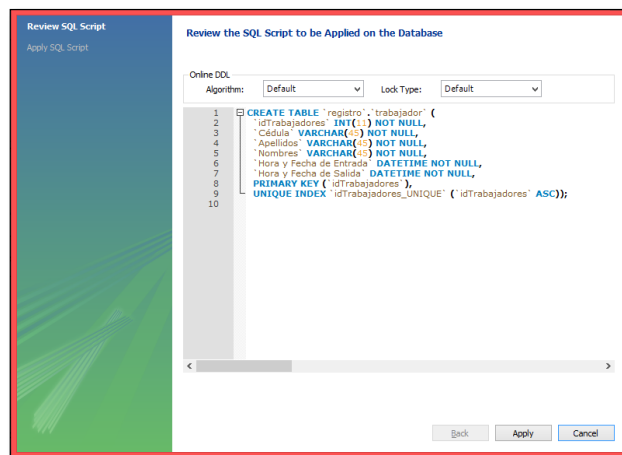


Figura D3. 2 Base de datos para registrar la hora de entrada o salida

Fuente: Investigador mediante MySQL

ANEXO E
Circuito electrónico

