



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON
MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA
INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA,
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Eliezer Ajuchán Xovin

Asesorado por Ing. Christian Antonio Orellana López

Guatemala, noviembre de 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON
MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA
INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA,
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ELIEZER AJUCHÁN XOVIN

ASESORADO POR ING. CHRISTIAN ANTONIO ORELLANA LÓPEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO (a. i.)	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Dr. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO (a. i.)	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Salomé Rodríguez de Loukota
EXAMINADOR	Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
EXAMINADORA	Inga. Ana María Navarro Orozco
SECRETARIO	Dr. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 18 de octubre de 2021.



Eliezer Ajuchán Xovin

Guatemala, 17 de junio de 2025

Ingeniero
Julio César Solares Peñate
Coordinador del Área de Electrónica
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Respetable Ingeniero Solares:

Por medio de la presente tengo el gusto de informarle que he finalizado con el asesoramiento del trabajo de graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, realizado por el Bachiller **Eliezer Ajuchán Xovin** con CUI: **2527 80086 0409** y registro académico **200611470**. Luego de revisar su contenido final, considero que el mismo cumple con los objetivos propuestos en el respectivo protocolo, por consiguiente, procedo a la aprobación correspondiente.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme.

Atentamente,



Ing. Christian Antonio Orellana López
Colegiado 11939
Asesor



Guatemala, 7 de julio de 2025

Señor director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Estimado Señor director:

Por este medio me permito dar aprobación al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante **Eliezer Ajuchán Xovin**, ya que considero que cumple con los requisitos establecidos.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarlo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Julio César Solares Peñate
Coordinador de Electrónica

SIST.LNG.DIRECTOR.30.EIME.2025

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante Eliezer Ajuchan Xovin: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, procede a la autorización del mismo.



Ingeniero Armando Alonso Rivera Carrillo
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad e Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.991.2025

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte de la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ASISTENCIA BIOMÉTRICO CON MEDICIÓN DE TEMPERATURA INCLUYENDO ALMACENAMIENTO Y ANÁLISIS DE ESTA INFORMACIÓN, PARA ESTUDIANTES DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**, presentado por: **Eliezer Ajuchan Xovin** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, noviembre de 2025

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2025 Correlativo: 991 CUI: 2527800860409

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por brindarme consejos y ejemplos de perseverancia para terminar mis estudios.
Mis padres	Elizabeth Xovin y Federico César Ajuchán, por su ejemplo de perseverancia, por su amor, por su esfuerzo y sacrificio, con el fin de verme triunfar.
Mi esposa	Juana Odilia Muj, quien me ha brindado tanto amor, apoyo y comprensión a través de los años.
Mi hijo	Eliezer Rodrigo Ajuchán, quien es mi razón de ser, por su amor, por su ternura y por ser mi motivación principal del cierre de este ciclo.
Mis hermanos	David Orlando, César Osbel y Edy Haroldo Ajuchán, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida.
Mis sobrinos	Por su formación que han iniciado y que este logro sea un ejemplo a seguir en sus vidas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por satisfacer mi necesidad social de ser un profesional de nivel superior de forma gratuita.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme salones y laboratorios para elevar mis conocimientos.
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica	Por brindarme catedráticos que me enseñaron a no desanimarme y terminar la carrera.
Mi asesor	Ing. Christian Antonio Orellana López, por su valioso conocimiento y apoyo en el presente trabajo de graduación.
Mi familia	Por sus buenos deseos y el apoyo incondicional que me brindaron.
Mis amigos	Por su amistad y apoyo moral.
Mis estudiantes	Por creer en mí y su alegría al verme alcanzar esta meta.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANÁLISIS PRELIMINAR	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	1
1.3. Formulación y delimitación del problema	2
1.4. Alcances y límites	4
1.4.1. Alcances	4
1.4.2. Límites	4
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Biometría	5
2.1.1. La biometría en la historia	6
2.1.2. Sistema biométrico	6
2.1.2.1. Sistema biométrico de lazo cerrado.....	7
2.1.2.2. Funcionamiento del sistema biométrico de lazo cerrado	7
2.1.3. Funcionamiento de la biometría.....	9
2.1.4. Tipos de biometría	10
2.1.5. Ventajas y desventajas de la biometría	11

2.2.	Detección facial	12
2.3.	Reconocimiento facial	14
2.4.	Temperatura	15
2.4.1.	Temperatura corporal	15
2.4.2.	Fiebre	16
3.	SOLUCIÓN AL PROBLEMA	17
4.	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	21
4.1.	Arquitectura del sistema	21
4.1.1.	Elementos del cliente	22
4.1.2.	Elementos del servidor	23
4.2.	Capas de la solución	23
4.2.1.	Capa de información	24
4.2.2.	Capa de acceso a la información	25
4.3.	Lógica del sistema	26
4.4.	Interfaz gráfica de usuario	26
5.	SISTEMA FINAL	29
5.1.	Sistema de control de asistencia biométrico del Laboratorio de Electrónica de la EIME	29
5.1.1.	Aplicación de escritorio	29
5.1.1.1.	Pantalla inicial	29
5.1.1.2.	Pantalla principal	30
5.1.1.2.1.	Opción entrada.....	33
5.1.1.2.2.	Opción salida	35
5.1.1.2.3.	Opción registrar nuevo usuario	36
5.1.1.3.	Pantalla de registro	36

5.1.2.	Aplicación web.....	38
5.1.2.1.	Página de inicio	39
5.1.2.2.	Panel de asistencias.....	40
5.1.2.2.1.	Reporte de asistencia general	42
5.1.2.2.2.	Reporte de asistencia por fecha	43
5.1.2.3.	Panel de administradores	45
5.1.2.4.	Panel de estudiantes	46
5.1.2.5.	Panel de información institucional	47
CONCLUSIONES		49
RECOMENDACIONES.....		51
REFERENCIAS		53
APÉNDICES		55
ANEXOS		57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Diagrama de control para un sistema biométrico.....	8
Figura 2.	Ejemplo de una red neuronal convolucional	13
Figura 3.	Regiones de redes neuronales convolucionales.....	14
Figura 4.	Flujo de ejecución del sistema biométrico	17
Figura 5.	Recolección de un conjunto de datos faciales	18
Figura 6.	Proceso de cálculo de incrustaciones de reconocimiento facial ..	19
Figura 7.	Diagrama de estructura del sistema	22
Figura 8.	Diagrama entidad-relación.....	25
Figura 9.	Ventana de inicio	30
Figura 10.	Pantalla principal	31
Figura 11.	Dispositivo desconectado	32
Figura 12.	Opción de entrada	33
Figura 13.	Caja de mensaje para usuario no registrado	34
Figura 14.	Ventana de bienvenida	34
Figura 15.	Opción de salida	35
Figura 16.	Caja de mensaje para usuario no registrado	35
Figura 17.	Ventana de salida	36
Figura 18.	Datos para la creación de un usuario	37
Figura 19.	Ventana de confirmación	38
Figura 20.	Página de inicio de sesión	39
Figura 21.	Consulta de asistencia de usuario	41
Figura 22.	Botón para generar reporte general.....	42
Figura 23.	Consulta de asistencia.....	43

Figura 24.	Botón para generar reporte por fecha	44
Figura 25.	Formulario de búsqueda.....	44
Figura 26.	Consulta de asistencia por fecha	45
Figura 27.	Formulario de administradores.....	46
Figura 28.	Formulario de estudiantes	47
Figura 29.	Formulario de información institucional	47

TABLAS

Tabla 1.	Ejemplo de asistencia de forma manual.....	2
Tabla 2.	Valores de temperatura según la edad.....	15
Tabla 3.	Capas de la solución	24
Tabla 4.	Menú desplegado	40

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
°C	Celsius
%	Porcentaje

GLOSARIO

Base de datos	Es un conjunto de datos persistentes que es utilizado por los sistemas de aplicación de alguna organización dada.
Dlib	Biblioteca de software de código abierto escrito en C++.
EIME	Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, es la escuela que tiene a su cargo las carreras de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica Electricista e Ingeniería Electrónica.
Face recogniton	Librería de reconocimiento facial.
FPDF	Es una clase escrita en PHP que permite generar documentos PDF directamente desde PHP.
JPG	Formato de compresión de imagen.
MySQL	Sistema de gestión de base de datos relacional, multihilo y multiusuario con más de seis millones de instalaciones.
PDF	Formato de archivo universal que conserva las fuentes, las imágenes y la maquetación de los

documentos originales creados en una amplia gama de aplicaciones y plataformas.

PHP

Hypertext Proccesor es un lenguaje de programación del lado del servidor utilizado mayormente en el desarrollo web.

PNG

Formato de compresión de imagen.

Python

Lenguaje de alto nivel interpretado, no compilado y multiparadigma.

Servidor

Computadora que, formando parte de una red, provee servicios a otras computadoras denominadas clientes.

Sistema

Conjunto de elementos que interactúan entre sí para lograr un objetivo dentro de un medio determinado.

Tkinter

Librería por defecto de desarrollo gráfico del lenguaje de programación Python.

RESUMEN

El laboratorio de Electrónica es el lugar donde los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electrónica, Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica Eléctrica realizan pruebas y prácticas de los cursos que se asignan en determinado semestre, además es el lugar donde los estudiantes entregan proyectos de los cursos asignados.

Los estudiantes deben cumplir un horario específico en el laboratorio, el actual procedimiento para verificar asistencia ha evidenciado inconvenientes como la falta de digitalización. Se encontró que este procedimiento debe ser mejorado y digitalizado con el fin de tener mayor control en los horarios de ingreso y egreso de los estudiantes, esta carencia de recurso motivó la creación de un sistema que permita llevar el control de asistencia mediante un dispositivo biométrico que reconozca el rostro del estudiante, así como su nivel de temperatura para validar su tiempo de permanencia en el laboratorio.

El sistema se hizo en tres etapas, la primera se enfocó en el análisis del proceso de toma de asistencia y de las reglas de horarios del laboratorio de Electrónica, se tomaron los requerimientos de los usuarios finales, se investigó el uso del sensor de temperatura y del dispositivo biométrico, seguidamente se analizó y diseñó el plano de la solución y las fases que comprendería la aplicación final.

La segunda etapa del proyecto se dedicó a la elaboración de las fases, que permiten la gestión de usuarios, toma de características faciales y nivel de

temperatura como también el almacenamiento de toda la información. Se desarrollaron los módulos para soportar la solución.

La tercera etapa se enfocó en la implementación de los reportes de los estudiantes y así poder analizar la información almacenada con el fin de tomar decisiones, también comprendió la realización de pruebas al sistema, monitoreando su comportamiento y ajustando cambios necesarios.

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de control de asistencia biométrico con medición de temperatura para estudiantes del laboratorio de Electrónica de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

Específicos

1. Diagnosticar la situación actual del control de asistencia del laboratorio.
2. Definir los requerimientos del control de asistencia.
3. Seleccionar la tecnología más adecuada para cumplir con los requerimientos.
4. Diseñar un sistema el cual debe reconocer el rostro de los estudiantes para registrar la hora de entrada y salida del laboratorio, así como el nivel de temperatura.
5. Desarrollar un sistema de base de datos que asegure el resguardo de la información obtenida, la cual debe contener fecha, hora de entrada, hora de salida y temperatura en una base de datos.
6. Crear un sistema de visualización de la información.

7. Implementar el sistema de control de asistencia diseñado.

INTRODUCCIÓN

La EIME con el propósito de mejorar el control que se tiene sobre los estudiantes del laboratorio de Electrónica, anhela adquirir un sistema que le permita llevar el registro del tiempo y los días que los estudiantes se encuentran en la universidad realizando prácticas o proyectos en el laboratorio de Electrónica.

Con el fin de dar solución a la presente necesidad, se desarrolla el siguiente proyecto, que consiste en un sistema que utiliza un lector de temperatura y un lector biométrico para obtener el registro de temperatura y asistencia, respectivamente, de los estudiantes. Este sistema permitirá a la EIME automatizar el proceso de identificación de los estudiantes, como también obtener información del personal estudiantil de acuerdo con los horarios que tiene asignados para recibir sus laboratorios para luego analizar dicha información.

El sistema se desarrolla mediante la utilización de un software, el microcontrolador Arduino Nano, una webcam y un sensor de temperatura para el control y registro de los estudiantes, también se utilizó un lenguaje de programación multiplataforma como Python, bases de datos como MySQL, y páginas de dinámicas para los reportes como PHP.

La presente tesis contiene las herramientas, conceptos teóricos y prácticos en los cuales se basa el sistema de registro de asistencia desarrollado, en los capítulos finales se detallan los módulos desarrollados y la funcionalidad del sistema.

1. ANÁLISIS PRELIMINAR

1.1. Antecedentes

La Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica se encuentra en muchos retos para la adquisición de recursos financieros y humanos para ofrecer una educación de calidad a sus estudiantes.

Por tal motivo se hace necesario un control de asistencia eficiente que permita reportar el desempeño de estudiantes de los laboratorios de electrónica dentro de su jornada académica.

1.2. Justificación

La EIME tiene a su cargo tres carreras, las cuales son: Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecánica Eléctrica y un total de 27 laboratorios y cada laboratorio distribuido en 3, 5 o 7 secciones, siendo esta cantidad de secciones las más comunes, además con un aproximado de 20 estudiantes por cada sección.

El proceso de control se lleva de forma manual, recolectando los datos mediante la entrega de prácticas. Entre las dificultades que se podrían presentar al contar con un proceso manual se pueden mencionar:

- Que los estudiantes no tomen con responsabilidad la hora de ingreso y/o salida del laboratorio.

- Se puede alterar o manipular los datos de las prácticas.
- Que se pierdan los documentos y la manipulación de la información sea muy lenta.

Por estas razones es necesario un cambio, a través de un sistema automatizado que evite y controle, la duplicación y pérdida de documentos y que agilice el proceso de control de tal manera que sea confiable, seguro y amigable.

Con el fin de ayudar a esta prestigiosa escuela, se desea desarrollar un sistema que permita la gestión del control de asistencia de los laboratorios de electrónica, que agilice y automatice el proceso y se puede llevar de una forma ordenada, segura y efectiva el control de asistencia (Omkar et al., 2025).

Tabla 1.

Ejemplo de asistencia de forma manual

Nombres completos	Carnet	Asistencia
Circuito BJT Armado Si / No	Sello y firma Catedrático	
Circuito FET Armado Si / No		

Nota. Tabla que muestra la recolección de datos mediante la entrega de prácticas. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

1.3. Formulación y delimitación del problema

En la actualidad, la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica carece de un sistema que permita llevar el control de asistencia que incorpore las tecnologías

existentes y permita monitorear frecuentemente los reportes generados de manera automática, es decir, esta actividad es realizada de manera manual, sin utilizar los recursos tecnológicos existentes.

¿Por qué la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica necesita un sistema para el control de asistencia?

- Debido a las disposiciones legales vigentes, la Escuela se ve obligada a llevar un control de asistencia de los horarios de los laboratorios de electrónica, por lo cual se debe buscar alternativas que vayan a la par de la tecnología y para lo cual se propone el desarrollo del Sistema de control de asistencia.

¿Para qué incorporar la biometría en la implementación del sistema?

- Mediante el uso de la biometría a través del reconocimiento facial del individuo, se podrá complementar el sistema de control para un acceso más seguro, rápido, controlado y que permita obtener resultados significativos en relación a otros sistemas (Rosebrock, 2018).

¿Cómo se beneficiará la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al implementar el Sistema?

- A través de la implementación del sistema de control, la Escuela será beneficiada llevando un control mucho más seguro, efectivo y rápido para poder brindar un mejor servicio a la comunidad.

1.4. Alcances y límites

Implementar un sistema que lleve el control de asistencia y que permita agilizar el proceso, así mismo generar reportes para llevar el control de los estudiantes que ingresan o egresan del laboratorio de electrónica en los diferentes horarios.

1.4.1. Alcances

La realización de la solución se enfoca directamente a la administración de los datos de laboratorios y sus respectivos estudiantes para resolver la problemática de manejo de información de las asistencias. Sin embargo, la implementación de la automatización del proceso puede aplicarse en las distintas áreas de cualquier empresa u organización, donde se requiera información verídica y actualizada, como puede ser hospitales (manejo de información de pacientes), negocio (administración de entradas y salidas de un comercio), entre otros.

1.4.2. Límites

La implementación de la solución se realizará en la EIME de la Universidad de San Carlos de Guatemala la cual está sujeta a los siguientes límites.

- Se enfoca en el proceso de ingreso, egreso y consultas de información de las asistencias de estudiantes, el sistema puede aplicarse a diferentes campos, pero el sentido social del sistema se desarrollará en el área de educación en la asistencia de docentes por una mejor y constante educación de nivel superior.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Biometría

La biometría es la medición y el análisis estadístico de las características físicas y conductuales únicas de las personas (Gillis, 2025).

Esta tecnología se utiliza principalmente para la identificación y el control de acceso, o para identificar a personas bajo vigilancia. La premisa básica de la autenticación biométrica es que cada persona puede ser identificada con precisión mediante rasgos físicos o conductuales intrínsecos. El término biometría deriva de las palabras griegas bio, que significa vida, y métrica, que significa medir (Gillis, 2025).

La biometría tiene ventajas para las instituciones que buscan proteger sus instalaciones y recursos valiosos. Solo el personal autorizado que acredite su identidad con atributos físicos únicos podrá acceder a ellos (Gillis, 2025).

Sin embargo, Gillis (2025) también indica que existen preocupaciones sobre la seguridad y la privacidad. Estas incluyen el robo de datos biométricos por parte de hackers mediante dispositivos de recolección inseguros y el uso indebido de los datos recopilados por parte de instituciones. Aun así, diversas industrias consideran la identificación biométrica como un valor práctico cuando se implementa y utiliza correctamente.

2.1.1. La biometría en la historia

Aunque Gillis (2025) menciona que los sistemas biométricos automatizados existen desde hace solo unas décadas, se basan en ideas con cientos y miles de años de antigüedad. A mediados del siglo XIX, la rápida urbanización de la revolución industrial incrementó la necesidad de métodos formales de identificación de personas, lo que generó un auge de la biometría. Hoy en día, la biometría se utiliza en la aplicación de la ley, aplicaciones comerciales, control migratorio, identificación civil, atención médica y más.

2.1.2. Sistema biométrico

Los sistemas biométricos se basan en distintos procesos discretos: registro, captura en vivo, extracción y comparación de plantillas. El propósito del registro consiste en recoger y archivar las muestras biométricas y generar plantillas numéricas para futuras comparaciones. Al archivar las muestras sin procesar, es posible generar, en el caso de que se introduzca en el sistema un algoritmo de comparación nuevo o actualizado, nuevas plantillas sustitutas.

Se puede diferenciar la captura en vivo del registro, ya que la primera es el proceso de recolección en vivo de muestras biométricas de tipo sondeo luego de acceder o intentar la identificación para compararla con una galería de plantillas registradas previamente.

Para generar una plantilla numérica, la extracción de plantillas requiere que se procesen las señales de las muestras biométricas sin procesar (por ejemplo, muestras de imágenes o de audio). A fin de agilizar el procesamiento en las futuras comparaciones, las plantillas se generan y almacenan en el momento del registro. Para evaluar las similitudes entre dos plantillas, la

comparación aplica cálculos algorítmicos. Una vez hecha la comparación, se asigna un puntaje de coincidencia. Si dicho puntaje está por encima de un umbral especificado, se considera que las plantillas son coincidentes.

2.1.2.1. Sistema biométrico de lazo cerrado

Un sistema biométrico de lazo cerrado (también conocido como sistema de control de realimentación o feedback) es un sistema que utiliza una medición de la salida para ajustar la entrada y así mantener un estado deseado. En el contexto de la biometría, esto significa que el sistema no solo recibe una señal biométrica (por ejemplo, una imagen digital), sino que también verifica esa señal contra un estándar o referencia para determinar si la autenticación es correcta.

2.1.2.2. Funcionamiento del sistema biométrico de lazo cerrado

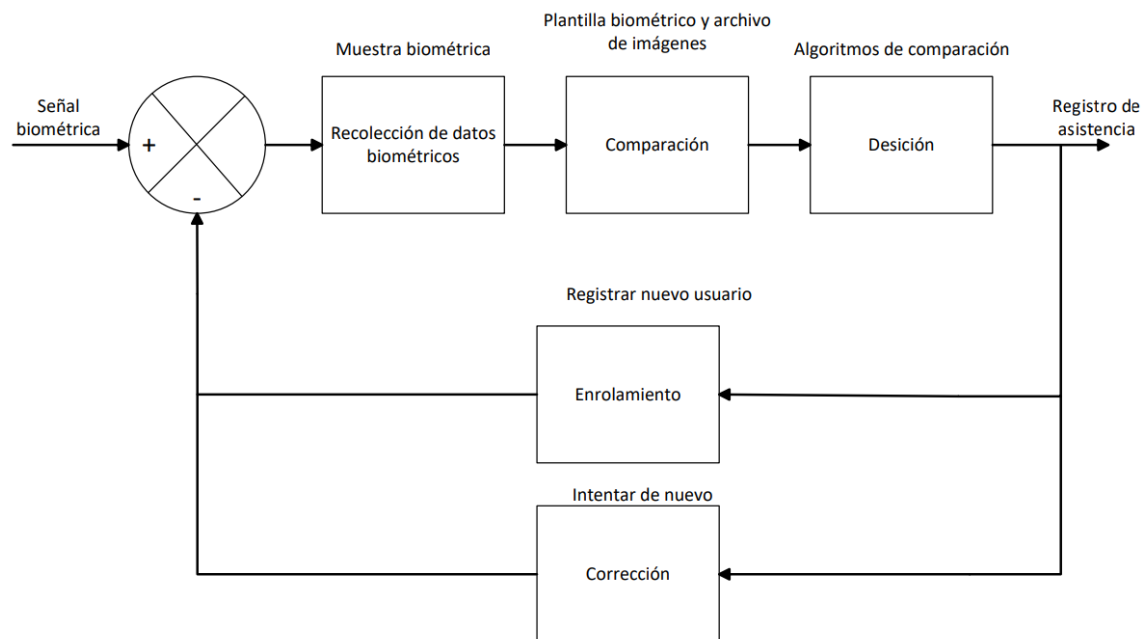
- **Recolección de datos biométricos:** el sistema captura la información biométrica de la persona (por ejemplo, una huella digital o un reconocimiento facial).
- **Comparación:** la información biométrica capturada se compara con una plantilla de referencia almacenada en el sistema.
- **Decisión:** si la comparación es satisfactoria (la huella digital coincide, el rostro es reconocido), el sistema permite el acceso o la acción solicitada.
- **Realimentación:** si la comparación no es satisfactoria (la huella digital no coincide, el reconocimiento facial falla), el sistema puede tomar medidas

correctivas, como pedirle al usuario que intente nuevamente, enrolarse o informar al sistema de seguridad de la falla (Rosebrock, 2018).

Un sistema de acceso biométrico con realimentación puede verificar la huella o el rostro digital de un empleado y, si no coincide con la registrada, pedirle que intente nuevamente, o incluso activar una alarma.

Figura 1.

Diagrama de control para un sistema biométrico



Nota. El gráfico muestra un sistema de control de lazo cerrado para un sistema de control de asistencia biométrica. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

2.1.3. Funcionamiento de la biometría

Un factor clave de la verificación biométrica de identidad es la comodidad: no hay contraseñas que recordar ni tokens de seguridad que llevar. Algunos métodos biométricos, como la medición de la marcha, pueden funcionar sin contacto directo con la persona (Gillis, 2025).

Los componentes de los dispositivos biométricos incluyen los siguientes:

- Un lector o dispositivo de escaneo para registrar los datos de muestra biométrica que se están autenticando.
- Software para convertir los datos biométricos escaneados en un formato digital estandarizado y comparar los puntos de coincidencia de los datos observados con los datos almacenados.
- Una base de datos para almacenar de forma segura datos biométricos para su comparación.

La recopilación de datos biométricos implica los siguientes siete pasos:

- Captura. Se capturan datos biométricos de una persona. Estos pueden incluir huellas dactilares, rasgos faciales, patrones de iris, voz u otras características biométricas fisiológicas. La primera vez que una persona utiliza un sistema biométrico se denomina registro.
- Extracción. El sistema extrae características o plantillas específicas de los datos capturados. Estas características extraídas se convierten a formato digital para su procesamiento.

- Comparación. Los datos biométricos extraídos se comparan con las plantillas biométricas almacenadas en la base de datos del sistema. El sistema utiliza algoritmos para analizar las similitudes y diferencias entre los datos biométricos capturados y las plantillas almacenadas.
- Coincidencia. La comparación da como resultado una puntuación de coincidencia o una puntuación de similitud. Si la puntuación del individuo cumple con un umbral predefinido, el individuo se autentica. Si el puntaje del individuo no cumple con el umbral, el individuo no está autenticado.
- Decisión. Según el resultado coincidente, el sistema decide si concede o niega el acceso al individuo.
- Comentarios. El sistema proporciona retroalimentación al usuario indicando si la autenticación fue exitosa. Esta retroalimentación puede ser en forma de una luz verde para el acceso otorgado o una luz roja para el acceso denegado.
- Registro. El sistema registra la transacción de autenticación, capturando detalles como el momento de la autenticación, la identidad del usuario y el resultado del intento de autenticación. Estos datos son útiles para pistas de auditoría y monitoreo de seguridad.

2.1.4. Tipos de biometría

Los dos tipos principales de identificadores biométricos son las características físicas y las características de comportamiento.

Los identificadores físicos se relacionan con la composición del usuario que se está autenticando e incluyen los siguientes factores de reconocimiento biométrico:

- Reconocimiento facial
- Huella dactilar
- Geometría de la mano
- Reconocimiento de iris
- Reconocimiento de venas
- Escaneo de retina
- Reconocimiento de voz
- Coincidencia de ADN
- Firmas digitales

2.1.5. Ventajas y desventajas de la biometría

El uso de la biometría tiene muchas ventajas y desventajas en cuanto a su uso, seguridad y otras funciones relacionadas. La biometría es beneficiosa porque es:

- Difícil de falsificar o robar
- Fácil y cómoda de usar
- La misma a lo largo de la vida del usuario
- Intransferible
- Eficiente al ocupar menos espacio de almacenamiento

Las desventajas, sin embargo, son las siguientes:

- Es costoso poner en marcha un sistema biométrico

- Si el sistema no logra capturar todos los datos biométricos, puede provocar un fallo en la identificación de un usuario.
- Las bases de datos que contienen datos biométricos pueden ser pirateadas.
- También pueden producirse errores como falsos rechazos y falsas aceptaciones.
- Si un usuario se lesiona, un sistema de autenticación biométrica puede no funcionar; por ejemplo, si un usuario se quema la mano, un escáner de huellas dactilares puede no ser capaz de identificarlo.

2.2. Detección facial

La detección facial es un paso clave antes de muchas aplicaciones faciales, como el reconocimiento facial, la verificación facial y el seguimiento facial. La investigación sobre la detección de rostros se basa en la detección de objetos (Meoño, 2022).

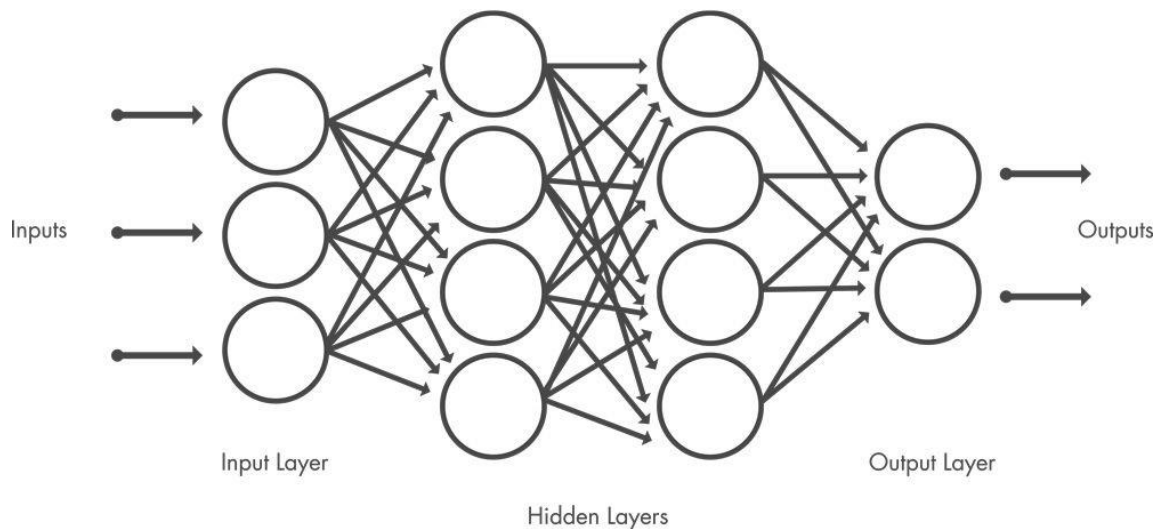
El algoritmo tradicional de detección de objetos suele realizarse combinando un extractor de características, como el histograma de gradientes orientados, transformación de características invariantes de escala o la ondícula de Haar, y un clasificador, como máquinas de vectores soporte, regresión lineal o árbol de decisión (Meoño, 2022).

Las redes neuronales convolucionales han logrado grandes resultados en la detección de objetos y la clasificación de imágenes, lo que ha inspirado la

detección de rostros para lograr mejores resultados mediante redes neuronales convolucionales (Meoño, 2022).

Figura 2.

Ejemplo de una red neuronal convolucional

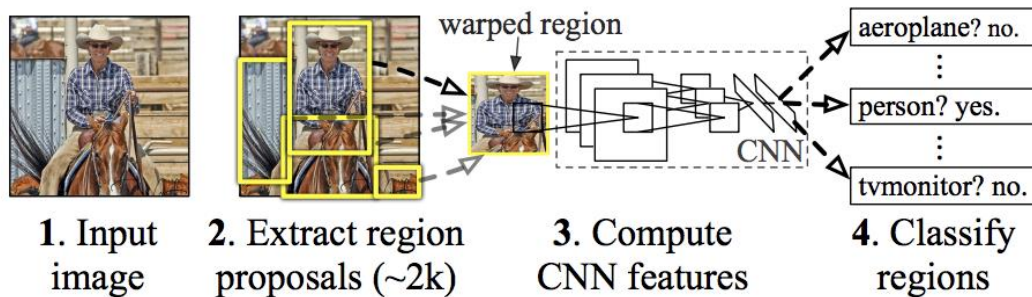


Nota. El gráfico muestra una capa de entrada, una capa de salida y varias capas ocultas entre ambas. Obtenido de MathWorks (2025). *Funcionamiento de las redes CNN.* (<https://es.mathworks.com/discovery/convolutional-neural-network.html>), consultado el 14 de mayo de 2025. De dominio público.

Se utiliza una serie de desarrollos basados en la red neuronal convolucional de regiones, que utiliza un método de dos etapas para lograr la tarea de detección de objetos. La red neuronal convolucional de regiones utiliza la búsqueda selectiva para encontrar de 2,000 a 3,000 propuestas de regiones. A continuación, las redimensiona al mismo tamaño y la envía a la red neuronal convolucional para recuperar características, y las clasifica mediante máquinas de vectores soporte.

Figura 3.

Regiones de redes neuronales convolucionales



Nota. La figura presenta los pasos para tomar una imagen de entrada, extraer propuestas de región, calcular características de red neuronal convolucional y clasificar regiones. Obtenido de Roboflow (2025). *What is R-CNN?* [Infografía ¿Qué es R-CNN?] (<https://blog.roboflow.com/what-is-r-cnn/>), consultado el 15 de mayo de 2025. De dominio público.

2.3. Reconocimiento facial

Hay dos direcciones principales para el reconocimiento facial: las características holísticas y las características locales. Las características holísticas tratan todo el rostro como una única característica para el reconocimiento. El enfoque de los rasgos locales identifica primero los rasgos locales de la cara, normalmente los ojos, la nariz y la boca. Los resultados individuales de los rasgos locales se combinan para producir el resultado final, del mismo modo que se puede juzgar a una persona por toda la cara, o a veces por ciertas partes de los cinco sentidos (Morejón y Siguntay, 2024).

2.4. Temperatura

La temperatura es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee y es una de las variables más usadas en los varios sectores de la industria de control de procesos.

2.4.1. Temperatura corporal

La temperatura corporal es la consecuencia del equilibrio entre el calor generado por los procesos orgánicos y la eliminación de calor a través del sudor, de manera que, se ve impactada por diversos elementos como el sexo, edad, deporte, comida, ambiente, entre otros.

Tabla 2.

Valores de temperatura según la edad

Valores de temperatura	
Edad	Grados Centígrados
0 - 10 años	35.5 °C - 37.5 °C
11 - 65 años	36.4 °C - 37.6 °C
Más de 65 años	35.8 °C - 36.9 °C

Nota. Tabla que contiene los rangos de temperatura según la edad de la persona. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

El cuerpo es muy eficiente para mantener su temperatura dentro de límites seguros, incluso cuando la temperatura exterior cambia mucho.

2.4.2. Fiebre

La fiebre es una temperatura del cuerpo más elevada de lo normal. La fiebre no es una enfermedad. Por lo general, es una señal de que su cuerpo está tratando de combatir una enfermedad o infección.

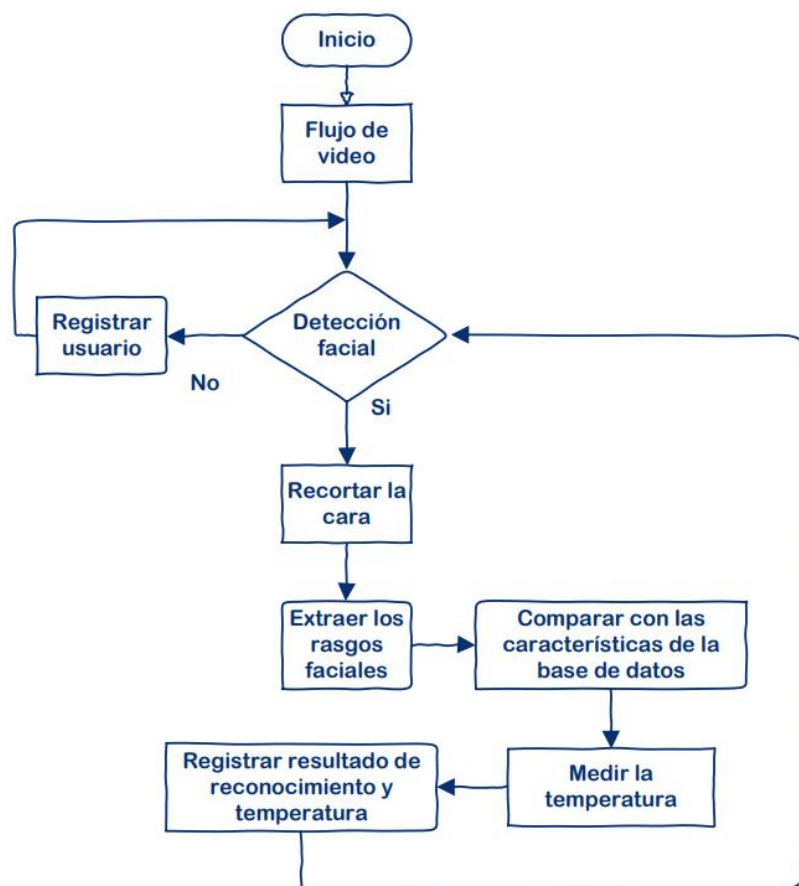
En general, por los estudios realizados, se dice que los virus y bacterias afectan al ser humano en una temperatura que sobrepasa los 98.6°F o 37°C, provocando alguna infección.

3. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Este trabajo utiliza redes de dos etapas para alcanzar el objetivo de detección y reconocimiento de caras.

Figura 4.

Flujo de ejecución del sistema biométrico



Nota. El diagrama muestra el flujo de ejecución de todo el sistema. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

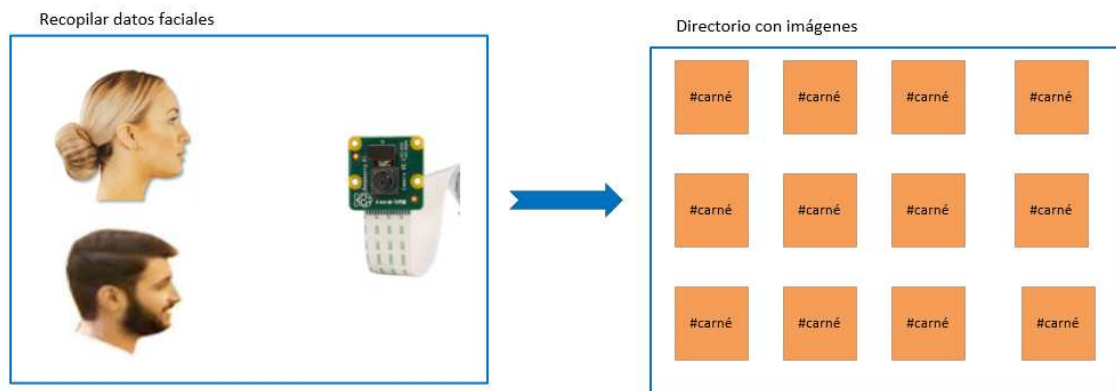
Se ha tomado la opción de usar una librería de reconocimiento facial llamada *Face Recognition*, es una red neuronal ya preentrenada con reconocimientos de rostros. Tiene la capacidad de ser entrenada con un aprendizaje supervisado, y está desarrollada en Python.

La librería *Face Recogniton* está construida utilizando el reconocimiento facial de última generación de *dlib* construido con aprendizaje profundo. El modelo tiene una precisión del 99.38 %.

La detección de rostros con *dlib* implica el uso de dos métodos principales: Histograma de Gradientes Orientados, HOG (*Histogram of Oriented Gradients*) y Redes Neuronales Convolucionales, CNN (*Convolutional Neural Networks*).

Figura 5.

Recolección de un conjunto de datos faciales



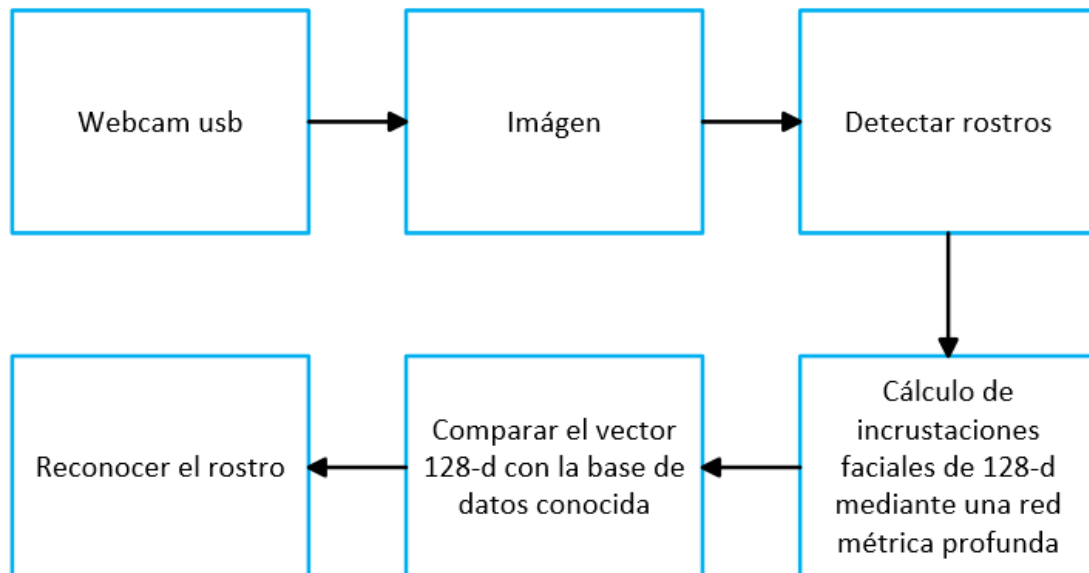
Nota. Un conjunto de datos de reconocimiento facial es necesario para construir un archivo de codificación facial, para utilizarlo con nuestro método de reconocimiento facial con Python y OpenCV. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

Para integrar todo esto al proyecto, primero se va a crear un set de fotos de rostros con una cantidad N de alumnos, los cuales van a ser identificados con su número de carné. Cada uno de ellos deberá registrar en tiempo real una foto de su rostro.

Luego se utiliza una red neuronal profunda para calcular un vector 128-d (es decir, una lista de 128 valores de coma flotante) que cuantificará cada rostro del conjunto de datos.

Figura 6.

Proceso de cálculo de incrustaciones de reconocimiento facial



Nota. El flujo de trabajo consiste en detectar caras, calcular incrustaciones y comparar el vector con la base de datos mediante un método de votación. OpenCV, dlib y face_recognition son necesarios para este método de reconocimiento facial. Elaboración propia, realizado con Microsoft Visio.

4. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Para el diseño de la solución se optó por un sistema cliente-servidor; este es un modelo que se basa en una aplicación del cliente que contiene una aplicación que se conecta por medio de una red interna hacia un servidor, el cual contiene la lógica de negocio y los datos, este ayuda a tener una alta escalabilidad horizontal y un bajo acoplamiento entre servicios y así tener una alta disponibilidad en cualquier momento durante el uso de la aplicación.

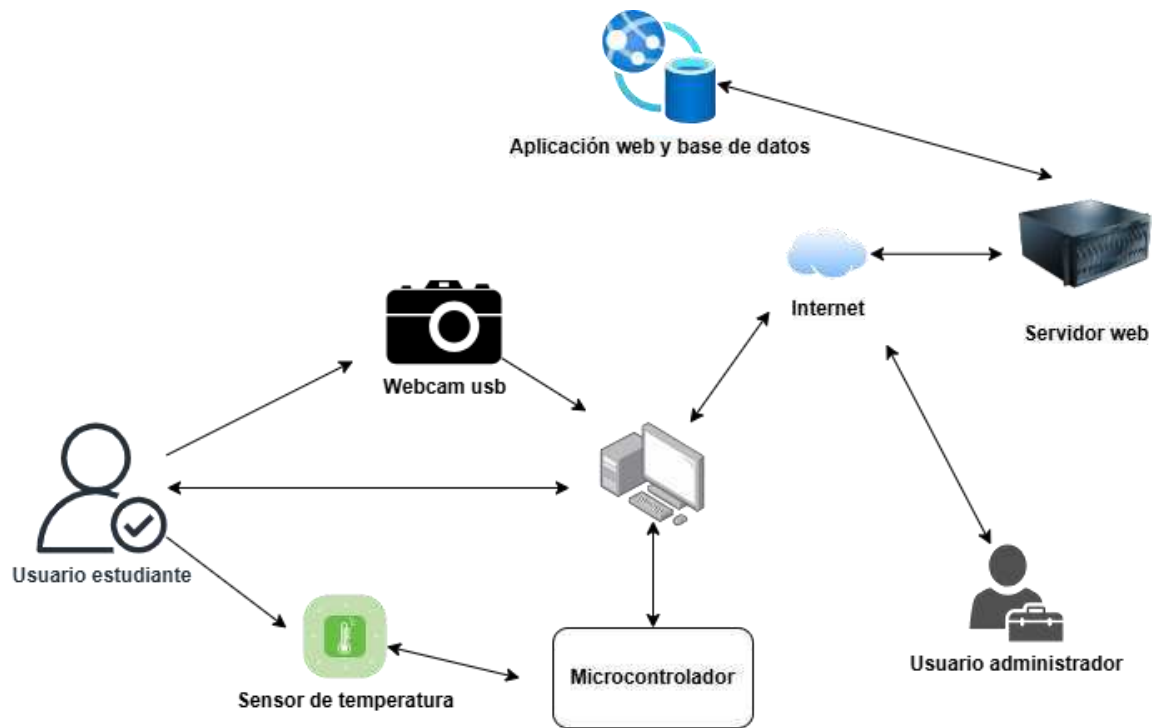
4.1. Arquitectura del sistema

Esta arquitectura cumple con los recursos disponibles y es fiable para poder ejecutar la aplicación. Cada elemento de la arquitectura tiene una función específica.

Se muestra la arquitectura del sistema basado en el modelo cliente-servidor, se ilustra en el siguiente diagrama (López, 2014).

Figura 7.

Diagrama de estructura del sistema



Nota. Diagrama de arquitectura sobre el sistema de control de asistencia biométrica para personal estudiantil del laboratorio de Electrónica de la EIME de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos. Elaboración propia, realizado con Drawio.

4.1.1. Elementos del cliente

El lado del cliente contiene los módulos que interactúan con los administradores y los usuarios, del lado del cliente se puede gestionar todo lo relacionado al sistema, se compone de:

- La interfaz de usuario, que permite interactuar con la aplicación, se conecta a la base de datos y traduce la información en forma legible para los administradores y los usuarios.
- Sistema biométrico de reconocimiento facial que servirá para que los estudiantes registren su rostro, con la cual podrán identificarse en la aplicación y ejecutar los módulos que les corresponden.

4.1.2. Elementos del servidor

Del lado del servidor se contempla el almacenado de todos los datos de los estudiantes y administradores y de los registros de asistencia, se compone de:

- La base de datos que almacena la información para mantenerla perdurable y accesible por la aplicación del cliente.
- Aplicación PHP que permite que el administrador se conecte por vía web para la consulta y generación de reportes sobre la asistencia de los estudiantes al laboratorio de Electrónica de la EIME.

4.2. Capas de la solución

Para implementar la solución, se dividió en capas que contienen información y elementos necesarios para la ejecución de la aplicación. Se definieron en capas que se comunican adyacentemente entre ellas, todas tienen una función fundamental. Las capas definidas se muestran a continuación.

Tabla 3.

Capas de la solución

Capa de información
Acceso a información
Lógica del sistema
Interfaz gráfica de usuario

Nota. Capas definidas para la solución del sistema. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

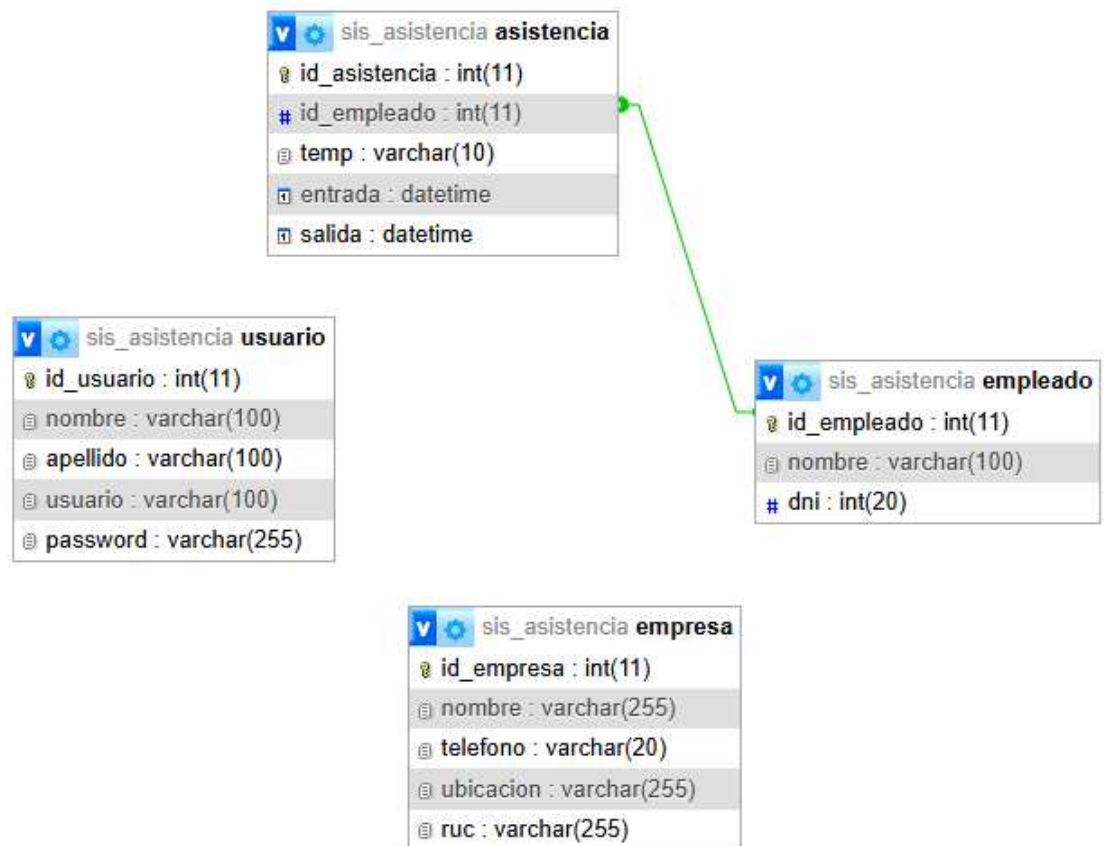
4.2.1. Capa de información

Esta capa se encarga del almacenamiento de todos los datos del sistema en una base de datos MySQL, vuelve perdurable la información, tales como información de los administradores, información de los estudiantes, marcaje de asistencia, parámetros de configuración para el funcionamiento con la lógica de la información y acceso a la información.

El diagrama entidad-relación muestra las tablas para el funcionamiento de la aplicación.

Figura 8.

Diagrama entidad-relación



Nota. La figura muestra la relación de la información en una base de datos. Elaboración propia, realizado con phpMyAdmin.

4.2.2. Capa de acceso a la información

Esta capa tiene como objetivo permitir la conexión entre la aplicación cliente hacia el servidor que resguarda la información. La aplicación final del usuario se implementará con el lenguaje de programación Python en su versión

3.8.10, la base de datos que guarda la información es MySQL-Oracle en su versión 5.5.

Se cuenta con una webcam USB y un sensor de temperatura MLX90614 que se conectará a una PC y que por medio de la librería face_recognition se consigue el acceso a los datos del rostro y la temperatura de los usuarios.

Para el acceso web de los reportes se utiliza el lenguaje PHP para la ejecución de páginas dinámicas, con el conector a MySQL a PHP se podrá acceder a la información y consultar a la base de datos.

4.3. Lógica del sistema

Esta capa determina las reglas bajo las cuales funciona la aplicación, rige los períodos de tiempo y el sistema para el marcaje de asistencia. Las reglas fueron establecidas por la EIME y son de carácter estático que funcionan exclusivamente para el Laboratorio de Electrónica.

4.4. Interfaz gráfica de usuario

Esta capa tendrá la función de presentación, en la cual los estudiantes y administradores podrán interactuar con el módulo de marcaje de asistencia, la aplicación final sirve tanto para estudiantes (aplicación de escritorio) como para administradores (aplicación web) del sistema, los módulos desarrollados para la aplicación son:

- Usuarios: permite a los administradores gestionar a los estudiantes, agregar, modificar y eliminar, así como el enrolamiento de administradores por parte de los administradores existentes en el sistema.

- Marcaje de asistencia: en la cual los estudiantes se podrán identificar para poder marcar su horario de asistencia al laboratorio.
- Registro: permite a los estudiantes poder registrarse a la base de datos del sistema, proporcionando una fotografía de su rostro, número de carné y nombre completo.
- Administradores: permite gestionar a los estudiantes, verificar asistencias y generar reportes de asistencia para un estudiante específico o todos los estudiantes.

5. SISTEMA FINAL

5.1. Sistema de control de asistencia biométrico del Laboratorio de Electrónica de la EIME

Los administradores pueden realizar las gestiones sobre los estudiantes, el módulo de reportes es accedido de manera web, por medio de un explorador. Todos los datos con los que interactúa el sistema se mantienen en la base de datos del lado del servidor.

5.1.1. Aplicación de escritorio

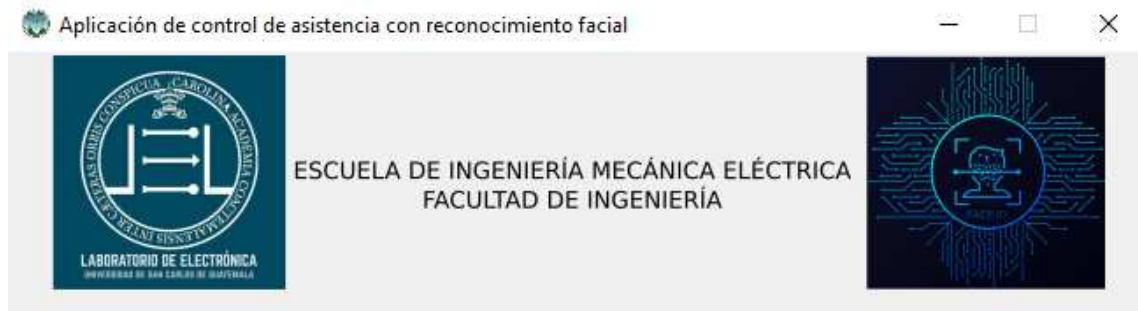
Subsistema utilizado exclusivamente por los estudiantes. La aplicación permite exclusivamente a los estudiantes marcar su asistencia en los horarios respectivos.

5.1.1.1. Pantalla inicial

Al iniciar la aplicación de control de asistencia del laboratorio de Electrónica, se mostrará la pantalla inicial, la cual muestra un mensaje de bienvenida generando el estatus de la aplicación, la conectividad a la base de datos, y el estado de la conexión de la webcam USB.

Figura 9.

Ventana de inicio



Nota. Captura de pantalla de la ventana inicial nombrada como aplicación de control de asistencia con reconocimiento facial. Elaboración propia, realizado con Python.

5.1.1.2. Pantalla principal

Se puede observar cómo se diseñó esta ventana, esta ventana tiene la función de comunicarse con la webcam, mostrar y capturar la información biométrica facial de la persona que ingresa, a la vez que registra la hora de ingreso o salida del usuario.

Figura 10.

Pantalla principal



Nota. Captura de pantalla de la ventana principal nombrada como control de asistencia y toma de temperatura. Elaboración propia, realizado con Python.

Para su funcionamiento se tienen los botones Entrada, Salida, Registrar nuevo usuario y Cerrar.

Por lo anterior se le presentan cuatro opciones al usuario las cuales se describen así:

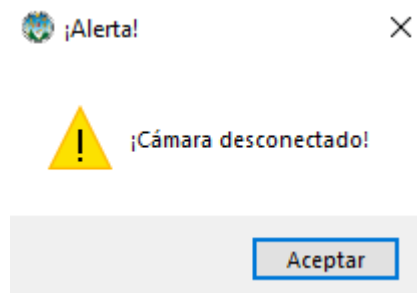
- La opción de entrada le permite al usuario registrar su marcaje en base de datos siempre que esté registrado en el sistema.

- La opción de salida le permite al usuario registrar su marcaje en base de datos siempre que esté registrado en el sistema.
- La opción de Registrar nuevo usuario le permite a la persona que se encuentra utilizando la aplicación registrar dentro de la base de datos sus datos personales, sus datos académicos y su rostro.
- La opción de cerrar únicamente cierra el aplicativo.

El subsistema muestra el estado de conexión del identificador biométrico, el cual puede o no estar conectado, no es posible acceder a todos los módulos de aplicación si el dispositivo no está conectado. Cuando se encuentra desconectado, muestra el siguiente mensaje:

Figura 11.

Dispositivo desconectado



Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando el capturador de video no está conectado. Elaboración propia, realizado con Python.

5.1.1.2.1. Opción entrada

La opción de entrada permite que los usuarios almacenados en el sistema puedan registrar su hora de entrada y temperatura en la base de datos.

Figura 12.

Opción de entrada

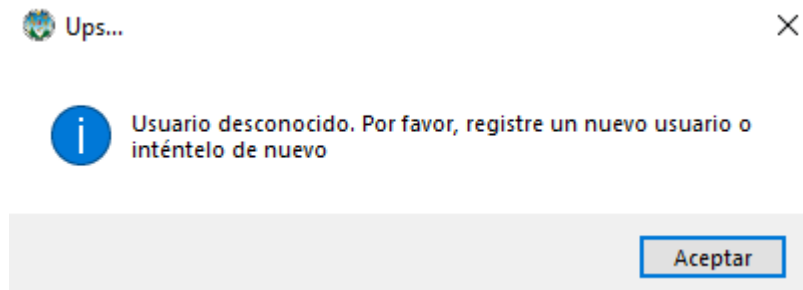


Nota. Botón utilizado para seleccionar la opción de entrada. Elaboración propia, realizado con Python.

Cuando el usuario coloque su rostro frente a la cámara y seleccione la opción entrada, el sistema evaluará si este usuario está registrado en el sistema; si no es así entonces se le desplegará al usuario un mensaje como el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 13.

Caja de mensaje para usuario no registrado

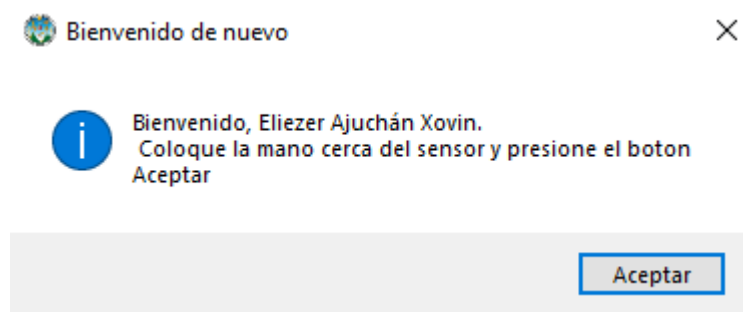


Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando un usuario no está registrado en el sistema. Elaboración propia, realizado con Python.

Si el usuario se encuentra registrado en el sistema entonces se despliega una ventana como se muestra en la siguiente figura en donde se le da la bienvenida por su nombre y el siguiente paso para medir su temperatura.

Figura 14.

Ventana de bienvenida



Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando un usuario está registrado en el sistema. Elaboración propia, realizado con Python.

5.1.1.2.2. Opción salida

La opción de salida permite que los usuarios almacenados en el sistema puedan registrar su hora de salida en la base de datos.

Figura 15.

Opción de salida

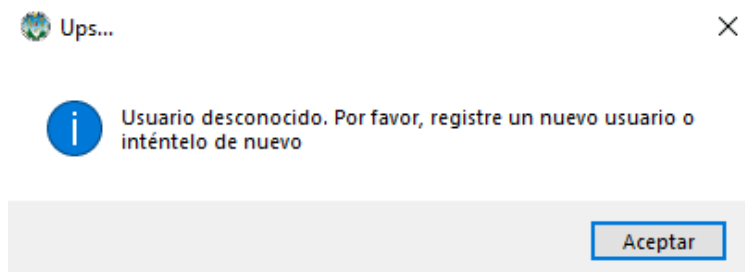


Nota. Botón utilizado para seleccionar la opción de salida. Elaboración propia, realizado con Python.

Cuando el usuario coloque su rostro frente a la cámara y seleccione la opción salida, el sistema evaluará si este usuario está registrado en el sistema, si no es así entonces se le desplegará al usuario un mensaje como el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 16.

Caja de mensaje para usuario no registrado

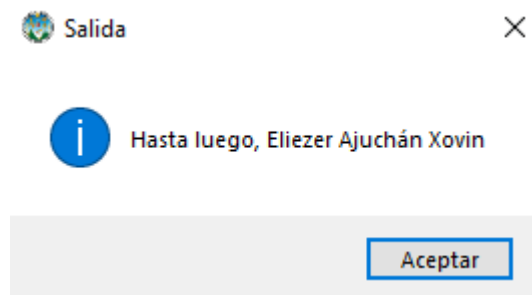


Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando un usuario no está registrado en el sistema. Elaboración propia, realizado con Python.

Si el usuario se encuentra registrado en el sistema entonces se despliega una ventana como se muestra en la siguiente figura en donde se le despide por su nombre.

Figura 17.

Ventana de salida



Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando un usuario está registrado en el sistema. Elaboración propia, realizado con Python.

5.1.1.2.3. Opción registrar nuevo usuario

La opción de registrar nuevo usuario permite que el usuario de la aplicación pueda crear su registro dentro de la base de datos con su rostro y su información personal. Se accede a través de la opción Registrar nuevo usuario de la pantalla principal.

5.1.1.3. Pantalla de registro

Al momento de seleccionar esta opción, se despliega una ventana al usuario que se está registrando, el usuario que se va a registrar debe colocar su rostro en el dispositivo de lectura de video, como también, su nombre completo y su número de carné en los campos de texto indicados.

Figura 18.

Datos para la creación de un usuario



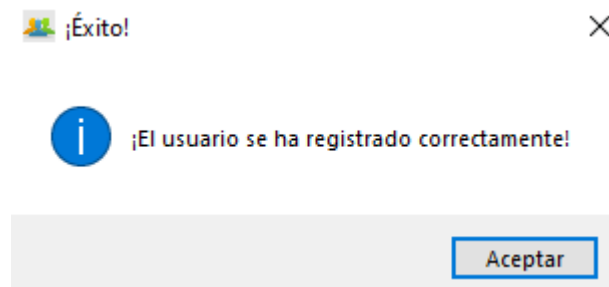
The screenshot shows a web application window titled "Formulario de ingreso de datos del usuario" with a close button (X) in the top right corner. The window has a dark blue background. On the left side, there is a large, light blue, textured rectangular area, likely a placeholder for a user photo. On the right side, the text "INGRESO DE DATOS" is displayed in orange. Below this, there is a section titled "Datos del usuario:" in orange. This section contains two input fields: "Carnet:" and "Nombre:", each followed by a white text box. At the bottom right of the form area, there are two buttons: "Cancelar" and "Guardar", both with white text on a dark blue background. In the top right corner of the form area, there is a small circular icon containing four stylized human figures in different colors.

Nota. Captura de pantalla de la ventana de registro nombrada como Formulario de ingreso de datos del usuario. Elaboración propia, realizado con Python.

Cuando el usuario ha llenado este formulario, deberá pulsar el botón que dice Guardar, al momento de realizar esta acción se guardará en base de datos la información del usuario junto con la foto de su rostro, luego se mostrará un mensaje de confirmación como el que se muestra en la siguiente figura.

Figura 19.

Ventana de confirmación



Nota. Captura de pantalla de aviso por caja de mensaje cuando un usuario se ha registrado correctamente en el sistema. Elaboración propia, realizado con Python.

La opción Cancelar cierra la ventana de registro y regresa a la ventana principal de la aplicación.

5.1.2. Aplicación web

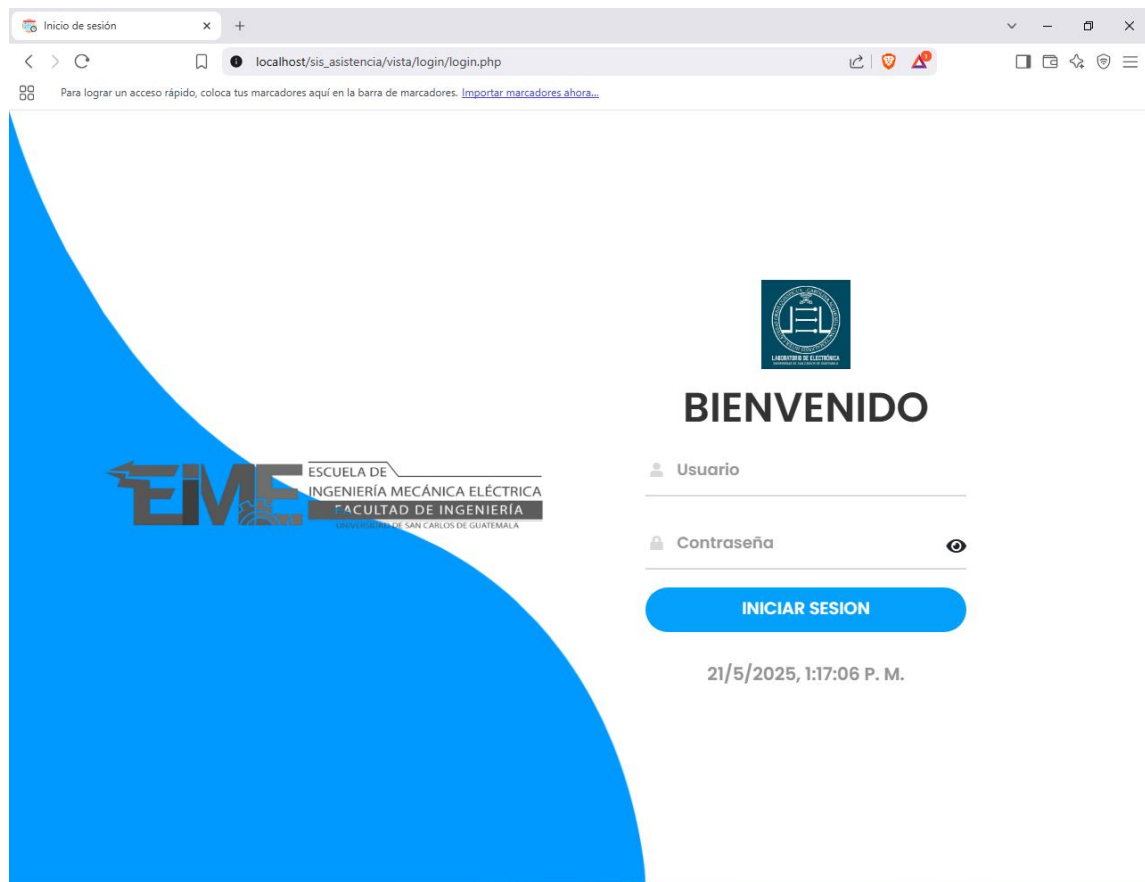
El subsistema consiste en un módulo web que se aloja en el servidor, el cual permite presentar o consultar información sobre la asistencia de los estudiantes que se presentan al Laboratorio de Electrónica, indicando su hora de entrada, salida, temperatura, sus datos personales, como también información de los administradores, además de información de la EIME. Los tiempos de asistencia pueden ser impresos como reportes para ser utilizados como constancia en la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica.

5.1.2.1. Página de inicio

Es la página de inicio para el sistema de consulta y reportes, en la cual el administrador ingresa su usuario y contraseña para poder ingresar al panel de navegación.

Figura 20.

Página de inicio de sesión



Nota. Captura de pantalla de la página principal nombrada como Inicio de sesión. Elaboración propia, realizado con HTML y PHP.

La página principal se divide en cuatro secciones, cada una contiene diferentes acciones, de acuerdo al título.

Tabla 4.

Menú desplegado

Opción	Función
Asistencia	<ul style="list-style-type: none">• Datos de asistencia• Buscar usuario• Generar reportes• Eliminar
Administradores	<ul style="list-style-type: none">• Datos de administradores• Buscar administrador• Registrar administrador
Estudiantes	<ul style="list-style-type: none">• Modificar• Eliminar• Buscar estudiante
Acerca de	<ul style="list-style-type: none">• Datos de la Escuela• Modificar








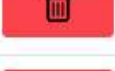


Nota. Opciones y funciones de navegación en la página web. Elaboración propia, realizado con Microsoft Word.

5.1.2.2. Panel de asistencias

Esta opción muestra la asistencia que los estudiantes han hecho al Laboratorio de Electrónica, mostrando los detalles de la fecha, hora de entrada, hora de salida y temperatura.

Figura 21.

Consulta de asistencia de usuario

TEMPERATURA (°C) ↑↓	ENTRADA ↑↓	SALIDA ↑↓	↑↓
31.29	2025-05-07 10:44:26	2025-05-08 09:37:04	
33.83	2025-05-07 10:46:41	2025-05-08 09:37:24	
33.95	2025-05-07 10:49:21		
33.11	2025-05-07 10:50:36	2025-05-08 12:45:20	
33.73	2025-05-07 10:51:56	2025-05-12 09:25:00	
33.29	2025-05-07 10:53:29	2025-05-08 12:45:43	
31.81	2025-05-07 10:54:45	2025-05-08 09:36:35	
33.93	2025-05-07 11:37:54		
	2025-05-16 13:11:12		
	2025-05-16 13:15:29		

[Anterior](#) [1](#) [2](#) [Siguiete](#)

Nota. Captura de pantalla de los datos de asistencia de estudiantes. Elaboración propia, realizado con HTML y PHP.

Los parámetros principales para búsqueda son el número de carné o nombre del cual se desea ver las asistencias.

5.1.2.2.1. Reporte de asistencia general

Se genera el reporte pulsando el botón de Generar reporte, el cual ofrece una visión completa del patrón de asistencia de los estudiantes y se muestra en la siguiente figura.

Figura 22.

Botón para generar reporte general



Nota. Botón utilizado para seleccionar la opción de visualizar archivo general de asistencia. Elaboración propia, realizado con HTML.

Esta opción permite consultar las temperaturas, entradas y salidas de todos los estudiantes brindando la opción de poder imprimirlo desde el navegador o guardar el documento en formato PDF.

Figura 23.

Consulta de asistencia

EIME - Laboratorio de Electrónica

Ubicación : Cuidad Universitaria zona 12, Guatemala

Teléfono :

Edificio : T-1

REPORTE DE ASISTENCIAS

N°	EMPLEADO	CARNET	TEMPERATURA	ENTRADA	SALIDA
12	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470		2025-05-20 14:39:32	2025-05-20 14:46:15
13	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470		2025-05-21 08:17:52	
14	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470	nan	2025-05-21 08:19:44	
15	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470	32.21	2025-05-21 09:01:24	
16	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470		2025-05-21 09:14:09	
17	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470	27.69	2025-05-21 09:16:45	
18	Eliezer Ajuchán Xovin	200611470		2025-05-21 09:17:50	

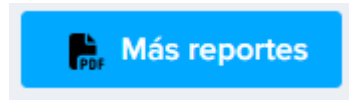
Nota. Captura de pantalla del archivo generado al realizar una consulta de reporte general.
Elaboración propia, realizado con PHP y FPDF.

5.1.2.2.2. Reporte de asistencia por fecha

Permite registrar y presentar de forma detallada la presencia, ausencia, retardos, de un estudiante en un rango de fechas específico. Se genera el reporte pulsando el botón Más reportes que se muestra en la siguiente figura.

Figura 24.

Botón para generar reporte por fecha






Nota. Botón utilizado para seleccionar la opción de visualizar archivo de asistencia por fecha. Elaboración propia, realizado con HTML.

Los parámetros de búsqueda son: fecha inicial, fecha final y todos los estudiantes o un estudiante en específico.

Figura 25.

Formulario de búsqueda


ASISTENCIA DE ESTUDIANTES	
01/05/2025	
22/05/2025	
Eliezer Ajuchán Xovin	
Generar reporte	

Nota. Figura que muestra los criterios de búsqueda de asistencia por fecha para generar un archivo de reporte. Elaboración propia, realizando con HTML.

Esta opción permite consultar el tiempo de asistencia, nombrado como TOTAL HRS, de todos los estudiantes brindando la opción de poder imprimirlo desde el navegador o guardar el documento en formato PDF.

Figura 26.

Consulta de asistencia por fecha

EIME - Laboratorio de Electrónica					
					
Ubicación : Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala					
Teléfono :					
Edificio : T-1					
REPORTE DE ASISTENCIAS POR FECHAS					
N°	EMPLEADO	TEMPERATURA	ENTRADA	SALIDA	TOTAL HRS
1	Eliezer Ajuchán Xovin	33.93	05-07-2025 11:37:54		
2	Eliezer Ajuchán Xovin		05-16-2025 13:11:12		
3	Eliezer Ajuchán Xovin		05-16-2025 13:15:29		
4	Eliezer Ajuchán Xovin		05-19-2025 10:49:32		
5	Eliezer Ajuchán Xovin		05-20-2025 14:39:32	05-20-2025 14:46:15	00:06:43
6	Eliezer Ajuchán Xovin		05-21-2025 08:17:52		
7	Eliezer Ajuchán Xovin	nan	05-21-2025 08:19:44		
8	Eliezer Ajuchán Xovin	32.21	05-21-2025 09:01:24		
9	Eliezer Ajuchán Xovin		05-21-2025 09:14:09		
10	Eliezer Ajuchán Xovin	27.69	05-21-2025 09:16:45		
11	Eliezer Ajuchán Xovin		05-21-2025 09:17:50		

Página 1/1

21/05/2025

Nota. Captura de pantalla del archivo generado al realizar una consulta de reporte de asistencia por fecha. Elaboración propia, realizado con PHP y FPDF.

5.1.2.3. Panel de administradores

Esta consulta devuelve información de los administradores, tales como su nombre, apellido y su usuario para ingresar al sistema.

Figura 27.

Formulario de administradores

LISTA DE ADMINISTRADORES					
<div><div>+ Registrar</div></div>					
Mostrar <input type="text" value="10"/> registros			Buscar: <input type="text"/>		
ID	NOMBRE	APELLIDO	USUARIO		
1	nomadmin1	apeadmin1	nomap1		
2	nomadmin2	apadmin2	nomap2		
Registros del 1 al 2 de 2 registros				<div>Anterior 1 Siguiente</div>	

Nota. Captura de pantalla de la consulta de administradores. Elaboración propia, realizado con PHP y HTML.

5.1.2.4. Panel de estudiantes

Esta consulta devuelve información de los estudiantes, por ejemplo, indicando el nombre, número de carné y datos más específicos de cada estudiante.

Figura 28.

Formulario de estudiantes

The screenshot shows a web interface titled "LISTA DE ESTUDIANTES". At the top, there are two input fields: "Mostrar" with the value "10" and "registros", and "Buscar:" with the value "200611470". Below these is a table with the following columns: "ID", "CARNET", "NOMBRE", and an empty column. The table contains one row with the data: ID "25", CARNET "200611470", and NOMBRE "Eliezer Ajuchán Xovin". To the right of the table row are two buttons: an orange button with a pencil icon and a red button with a trash icon. Below the table, it says "Registros del 1 al 1 de 1 registros -". At the bottom right, there are three buttons: "Anterior", "1" (highlighted in blue), and "Siguiete".

ID	CARNET	NOMBRE	
25	200611470	Eliezer Ajuchán Xovin	 

Nota. Captura de pantalla de la consulta de estudiantes. Elaboración propia, realizado con PHP y HTML.

5.1.2.5. Panel de información institucional

Esta consulta devuelve información de la EIME, tales como su nombre, teléfono, ubicación y edificio, entre otros.

Figura 29.

Formulario de información institucional

The screenshot shows a web interface titled "DATOS DE LA ESCUELA". It contains a form with four input fields arranged in a 2x2 grid. The top-left field is labeled "Nombre" and contains the text "EIME - Laboratorio de Electrónica". The top-right field is labeled "Teléfono" and is empty. The bottom-left field is labeled "Ubicación" and contains the text "Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala". The bottom-right field is labeled "Edificio" and contains the text "T-1". At the bottom right of the form is a blue button labeled "Modificar".

Nombre EIME - Laboratorio de Electrónica	Teléfono
Ubicación Ciudad Universitaria zona 12, Guatemala	Edificio T-1

Nota. Captura de pantalla de la consulta de datos institucionales. Elaboración propia, realizado con PHP y HTML.

CONCLUSIONES

1. El sistema actual de control de asistencia basado en métodos manuales presenta múltiples deficiencias, como la posibilidad de suplantación de identidad, errores humanos, pérdida de registros y falta de indicadores de salud, lo que evidencia la necesidad urgente de modernizar y automatizar este proceso.
2. Los requerimientos del nuevo sistema han sido definidos con base en las necesidades actuales del laboratorio de electrónica de la EIME. Se requieren funciones como reconocimiento facial, medición de temperatura sin contacto, registro automático de entrada y salida, almacenamiento seguro de datos y visualización amigable, lo que permitirá una gestión eficiente y segura de la asistencia.
3. Después de evaluar varias alternativas, se determinó que la combinación de tecnologías como OpenCV para reconocimiento facial, sensores infrarrojos para temperatura, Arduino Nano para procesamiento local, bases de datos MySQL para almacenamiento y páginas de dinámicas para los reportes como PHP, representa la opción más adecuada, por su costo accesible, precisión y facilidad de implementación.
4. Se ha diseñado un sistema integral que permite identificar de manera confiable a los estudiantes mediante el reconocimiento facial y registrar automáticamente la hora de entrada y salida, así como la temperatura corporal. Esta solución reduce significativamente el contacto físico y

mejora el control del acceso, asegurando tanto eficiencia como cumplimiento de protocolos sanitarios.

5. El diseño de la base de datos contempla la integridad, seguridad y organización de los datos recolectados. Se definieron tablas y relaciones necesarias para almacenar información relevante como fecha, hora de entrada, hora de salida, temperatura y datos del estudiante, garantizando así un almacenamiento estructurado y accesible para futuras consultas y análisis.
6. El sistema de visualización ha sido concebido para ofrecer una interfaz intuitiva que permita al personal administrativo acceder, filtrar y analizar los datos de asistencia. La incorporación de gráficos, reportes y exportación de información mejora la toma de decisiones y facilita el seguimiento del cumplimiento de asistencia y medidas sanitarias.
7. La implementación del sistema propuesto permitirá al laboratorio contar con una herramienta moderna, confiable y automatizada para el control de asistencia. Este sistema no solo agiliza los procesos administrativos, sino que también fortalece la seguridad sanitaria y la integridad de los datos, marcando una mejora significativa respecto al sistema anterior basado en métodos manuales.

RECOMENDACIONES

1. Trasladar Actualmente, el sitio administrativo y la base de datos se encuentran publicados en un *hosting*, por lo cual la comunicación entre la aplicación que registra los rostros, el sensor de temperatura y la base de datos es limitada al no contar con conexión remota. Por este motivo, se exhorta a trasladar el sitio web y la base de datos a un servidor que cuenta con conexión remota a la base de datos.
2. Ubicar para el registro de usuarios se sugiere que los usuarios ubiquen su rostro en el centro del área establecida para la captura de imagen y que el rostro esté libre de gorras, pelo u otros objetos.
3. Disponer de una conectividad a Internet fiable en la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica para que los estudiantes marquen su asistencia correctamente y no afectar la veracidad de los reportes.

REFERENCIAS

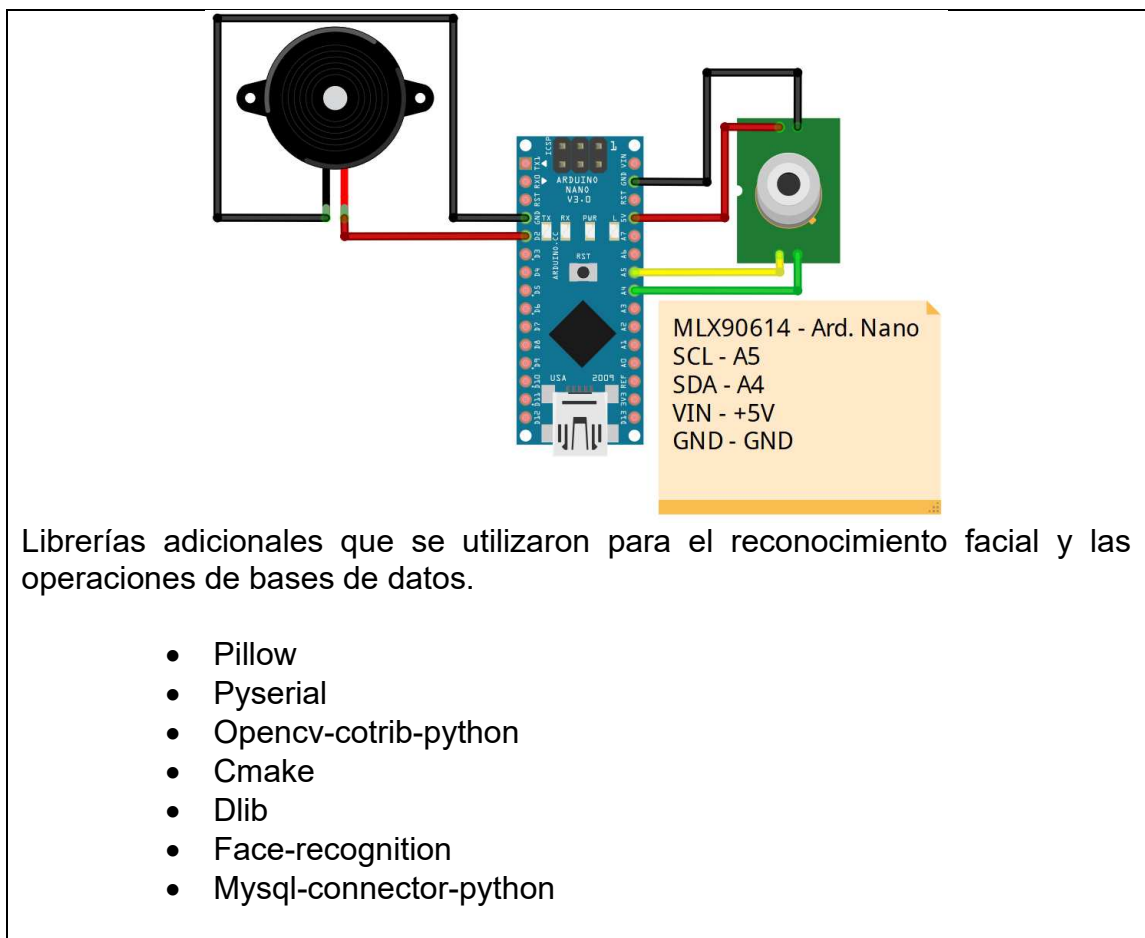
- Gillis, A. (2025). *What is biometrics?* [¿Qué es la biometría?]. TechTarget.
<https://www.techtarget.com/searchsecurity/definition/biometrics>
- López, E. (2014). *Análisis y desarrollo comparativo de algoritmos biométricos enfocado en el reconocimiento de rostros*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis/T11981.pdf>
- Meoño, H. (2022). *Desarrollo de una aplicación de control de asistencia con reconocimiento facial*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis22/T16120.pdf>
- Morejón, J., y Siguantay, W. (2024). *Prueba de concepto sobre visión computacional para la validación de reconocimiento facial para asegurar la identidad de las personas*. [Tesis de pregrado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Archivo digital.
<https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/tesis24/T16748.pdf>
- Omkar, M., Sameer, K., & Pramod, J. (2025). Automated Face Recognition Attendance System with PyQt5 [Sistema Automatizado de Reconocimiento Facial de Asistencia con PyQt5]. *International Journal of Advance Research in Science and Engineering* 8(3), 1-7.
https://www.ijarse.com/images/fullpdf/1696152653_T5066.pdf

Rosebrock, A. (2018). *Raspberry Pi Face Recognition* [Reconocimiento facial Raspberry Pi]. pyimagesearch.
<https://pyimagesearch.com/2018/06/25/raspberry-pi-face-recognition/>

APÉNDICES

Apéndice 1.

Conexión del sensor de temperatura y el buzzer con Arduino Nano

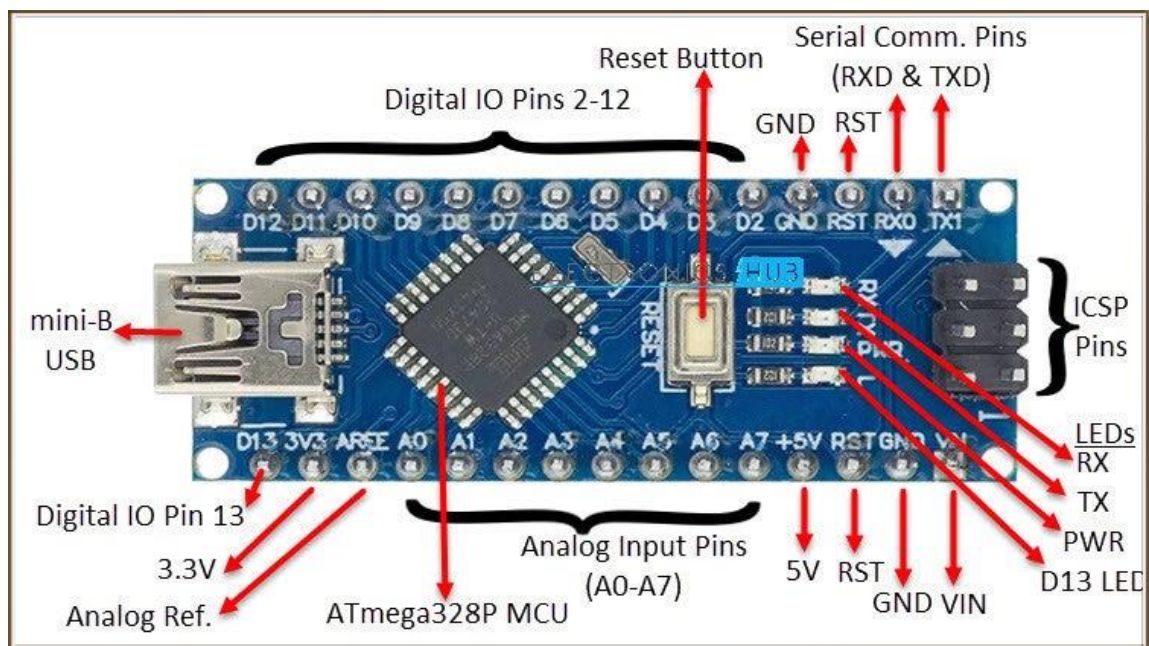


Nota. El diagrama de cableado muestra las conexiones entre el módulo MLX90614, el buzzer zumbador y la placa Arduino Nano. Elaboración propia, realizado con Fritzing.

ANEXOS

Anexo 1.

Descripción general de la Junta de Arduino Nano



Nota. La placa Arduino Nano 3 se basa en un microcontrolador Atmel ATmega328. Su memoria de 32 Kb y E/S hacen que este circuito sea ideal para sistemas integrados o aplicaciones que requieren multitarea. Obtenido de Modelo ferroviario de NitraThor (2025). *Arduino Nano v3*. (<https://www.nitrathor.com/data-sheets/arduino-nano>), consultado el 28 de mayo de 2025. De dominio público.

Anexo 2.

Disposición de los pines del sensor MLX90614



Nota. El sensor de temperatura infrarrojo MLX90614, permite medir la temperatura de un objeto a distancia (sin contacto), el cual está diseñado para ser sensible a la radiación infrarroja emitida por un objeto a distancia, puede obtener lecturas desde los -70°C hasta 380°C, con una precisión de 0.5°C. La salida del sensor es lineal y se compensa de acuerdo a las variaciones de la temperatura ambiente. Obtenido de Unit Electronics (2025). *Sensor de temperatura infrarrojo GY-906 MLX90614.* (<https://uelectronics.com/producto/sensor-de-temperatura-infrarrojo-gy-906-mlx90614/>), consultado el 28 de mayo de 2025. De dominio público.

Anexo 3.

Disposición de los pines del buzzer



Nota. El Buzzer Zumbador Pasivo 5V es un piezoeléctrico que se encuentra adherido a un disco cerámico sobre una placa vibrante. La tensión aplicada causa una contracción o expansión del disco cerámico, generando sonidos. Obtenido de Unit Electronics (2025). *Buzzer Zumbador 5V Pasivo*. (<https://uelectronics.com/producto/buzzer-zumbador-5v-pasivo/>), consultado el 28 de mayo de 2025. De dominio público.

