



Documento requerimientos “Sistema de Ingreso por Reconocimiento Biométrico en la Universidad del Cauca”



Universidad
del Cauca

Luis Miguel Ortiz Muñoz

Carlos Daniel Collazos Zambrano

Cristian Felipe Bolaños Ortega

Jefferson Danilo Noguera

Mary Cristina Carrascal Reyes

Hermes Fabian Vargas Rosero

Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

Laboratorio 4 de electrónica.

Popayán, agosto de 2024



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	2
1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS.....	2
1.1. Lista de requisitos Ideales	2
1.1.1. Sistema de registro e identificación de usuario	3
1.1.2 Plataforma web de soporte	3
1.1.3. Sistema de almacenamiento y control de reciclaje.....	3
1.1.4. Aplicación móvil.....	4
2. MODELO DE NEGOCIO	4
3. ARQUITECTURA DE REFERENCIA PARA EL SISTEMA	5
3.1 Diagrama de arquitectura	5
4. TECNOLOGÍAS SOFTWARE	5
4.1 Lenguajes de desarrollo	5
4.2 Entornos de desarrollo	7
4.3 Motores de Videojuegos.....	9
4.4 Editores de texto para código	10
4.5 Servidor y base de datos.....	11
5. TECNOLOGÍAS HARDWARE	15
5.1. Tecnologías de transmisión.....	15
5.2. Hardware y modelos de control	16
6. TECNOLOGÍAS SELECCIONADAS	18
6.1 Tecnología software	18
6.2 Tecnología hardware.....	18
7. CRONOGRAMA.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	21



INTRODUCCIÓN

En las universidades, como la Universidad del Cauca, circula una gran cantidad de personas, entre estudiantes, docentes, administrativos y otros miembros de la comunidad universitaria. Esta alta afluencia plantea un desafío significativo en términos de seguridad, ya que se necesita identificar de manera efectiva quiénes pertenecen a la institución. Este reto se acentúa en universidades con un gran número de personas.

Para abordar este problema, la Universidad del Cauca implementó hace algún tiempo un sistema de control de acceso mediante carnets con tecnología NFC. Este sistema permitía, a través de sensores, registrar tanto la entrada como la salida de las personas, mejorando la seguridad y aliviando la carga laboral de los vigilantes en las porterías. Sin embargo, el sistema presentaba una limitación importante: la necesidad de portar siempre el carnet. La realidad es que muchas personas olvidan, pierden o no llevan consigo el carnet, lo que obliga a recurrir nuevamente a métodos manuales para verificar la pertenencia a la universidad, como mostrar un horario o acceso a plataformas internas como SIMCA, regresando así al problema original.

A pesar de que este sistema de control fue efectivo, la universidad decidió no renovar el contrato con el proveedor del sistema hace unos años, volviendo al método tradicional de verificación con carnet o documentos equivalentes. Este retroceso ha reintroducido las dificultades en el control de acceso, por lo que es necesario buscar una solución más moderna y eficiente.

El proyecto que se desea implementar, como aporte a este problema es, la implementación de un sistema de ingreso basado en reconocimiento biométrico, que eliminaría la dependencia del carnet y garantizaría un acceso más eficiente y seguro. Con este sistema, cada persona podría registrarse mediante un dato biométrico, como la huella dactilar, permitiendo su ingreso y salida de la universidad sin la necesidad de portar un documento adicional. La huella dactilar, al ser una característica siempre presente, facilita un acceso rápido y seguro.

1. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El sistema es creado con el fin de garantizar un acceso eficiente y seguro; se desea implementar una integración de hardware (sensores biométricos, microcontroladores) y software, para la gestión de bases de datos, una interfaz de usuario intuitiva, y que tenga la capacidad de manejar grandes volúmenes de datos de forma eficiente.

El sistema no solo mejorará la seguridad y eficiencia en el ingreso a la universidad, sino que también marcará un avance significativo en la modernización de los sistemas de control de acceso en la institución.



1.1. Lista de requisitos Ideales

A continuación, se presenta una lista donde se presentan los requerimientos de mayor relevancia para el desarrollo del proyecto:

- Hardware para la gestión de las huellas dactilares (almacenamiento y verificación)
- Página web de administración del sistema de acceso.
- Aplicativo de escritorio para la administración del sistema de acceso.

1.1.1 Hardware para la gestión de las huellas dactilares (almacenamiento y verificación)

Este sistema debe contar con un dispositivo que realice las diferentes gestiones de las huellas dactilares como el almacenamiento de estas y su lógica para la verificación, además de proporcionarnos la información frente al acceso y servir de puente para la comunicación entre el sistema y la base de datos donde se almacena la información de ingreso y salida de los usuarios.

Debe ser capaz de detectar la huella de la comunidad universitaria, permitiendo así el ingreso y la salida en la instalación a la que requiera su acceso. El sistema contará con leds, rojo y verde, que le permitirá al usuario verificar si la lectura de su huella se ha realizado correctamente (se enciende led verde) o incorrectamente (se enciende led rojo).

1.1.2 Página web de administración del sistema de acceso.

La página web de administración del sistema de acceso estará diseñada para proporcionar a los administradores una interfaz centralizada y segura, permitiendo la gestión eficiente de todo el sistema de control de acceso basado en reconocimiento biométrico. Entre las funciones principales de la página web se incluyen:

Registro de Usuarios: Permitir a los administradores registrar nuevos usuarios en el sistema, capturando sus datos biométricos (como huellas dactilares) y vinculándolos con la base de datos central.

Gestión de Accesos: Configuración de permisos y restricciones de acceso para diferentes áreas del campus universitario, asegurando que solo personal autorizado pueda acceder a ciertas zonas.

Generación de Informes: Creación de informes detallados sobre la actividad del sistema de acceso, incluyendo estadísticas de uso.

Interfaz Intuitiva: La página web estará diseñada con una interfaz de usuario amigable, optimizada para un uso intuitivo y fácil acceso a todas las funcionalidades del sistema.



1.1.3 Aplicativo de escritorio para la administración del sistema de acceso.

El aplicativo de escritorio proporcionará una herramienta robusta y específica para la administración del sistema de acceso biométrico, ofreciendo mayor control y funciones avanzadas para los administradores. Las principales características de este aplicativo son:

Configuración Detallada de Usuarios: Permitir la gestión completa de los usuarios, incluyendo el registro, modificación, y eliminación de datos biométricos, así como la configuración de permisos de acceso específicos para cada usuario o grupo de usuarios.

Visualización de Historial de Accesos: Acceso a un registro completo de los eventos de acceso, con herramientas de filtrado y búsqueda para facilitar la auditoría y la revisión de actividades pasadas.

Reportes Personalizados: Generación de reportes personalizados que permitan analizar el rendimiento y la seguridad del sistema de acceso.

Seguridad Avanzada: El aplicativo incluirá mecanismos de autenticación avanzados para garantizar que solo personal autorizado pueda acceder a la configuración y gestión del sistema.

Interfaz Gráfica y Usabilidad: Desarrollado con una interfaz gráfica optimizada para la administración eficiente, el aplicativo ofrecerá una experiencia de usuario fluida y rápida, permitiendo realizar todas las gestiones necesarias con pocos clics.

2. MODELO DE NEGOCIO

El proyecto tiene como objetivo mejorar la seguridad y la eficiencia en los procesos de acceso a universidades mediante la implementación de un sistema de acceso biométrico. Este sistema aprovechará alguna de las tecnologías avanzadas de reconocimiento facial, huellas dactilares y análisis de patrones de voz para verificar la identidad de los estudiantes y el personal, permitiendo un acceso seguro y sin contratiempos a las instalaciones universitarias.

El segmento de clientes al que se dirige este proyecto incluye universidades públicas y privadas que buscan mejorar sus sistemas de seguridad, así como garantizar un proceso de ingreso rápido y sin complicaciones para estudiantes, docentes y personal administrativo. Se espera que las universidades adopten esta tecnología para modernizar sus sistemas de control de acceso y aumentar la confianza en la seguridad de sus instalaciones.

Este proyecto ofrecerá una solución integral que incluye:

- **Interfaz de usuario amigable:** Un sistema intuitivo y fácil de usar para que el personal administrativo puedan interactuar con el sistema sin problemas.
- **Flexibilidad y escalabilidad:** El sistema está diseñado para adaptarse a las necesidades de diferentes instituciones, desde universidades pequeñas hasta grandes campus.
- **Seguridad y eficiencia:** Un sistema seguro y de rápido acceso que permita a los usuarios un ingreso a la universidad más agradable.



El financiamiento para este proyecto se buscará a través de alianzas con organizaciones gubernamentales y privadas que estén interesadas en la seguridad y en la innovación tecnológica en el sector educativo. Además, se explorará la posibilidad de implementar un modelo de licenciamiento y suscripción para las universidades interesadas.

3. ARQUITECTURA DE REFERENCIA PARA EL SISTEMA

3.1 Diagrama de arquitectura

En el siguiente diagrama se puede observar la interacción que tendrán los usuarios involucrados con el sistema.

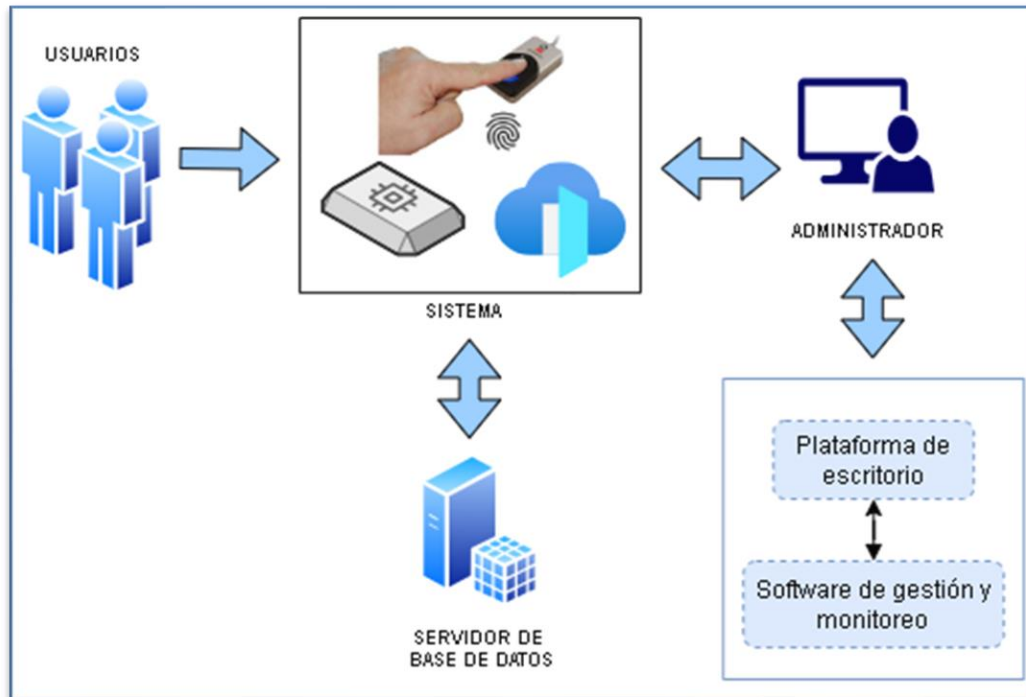


Figura 1. Diagrama de Arquitectura (alto nivel) para un punto de acceso.

El sistema estará compuesto por varios módulos interconectados, los cuales incluyen:

- **Módulo de captura de datos biométricos:** Sensores de huellas dactilares, que se ubicarán en los puntos de acceso del campus.
- **Módulo de gestión de acceso:** Software que controlará las puertas y barreras de acceso, permitiendo o denegando la entrada con base en la verificación biométrica.
- **Módulo de procesamiento y verificación:** Servidores que analizarán y verificarán los datos biométricos capturados, comparándolos con las bases de datos registradas.
- **Módulo de gestión y monitoreo de registros:** Software que permite observar la información almacenada en la base de datos, realizar pruebas, gestionar los registros de ingreso y salida del sistema a través de una aplicación web o de escritorio.

4. TECNOLOGÍAS SOFTWARE

4.1 Lenguajes de Desarrollo y Frameworks

- **Java Spring Boot:**

- **Descripción:** Spring Boot es un framework de Java que facilita el desarrollo de



aplicaciones web y microservicios mediante la configuración automática de bibliotecas y componentes.

- **Ventajas:**
 - Configuración automática de dependencias.
 - Amplia comunidad y soporte.
 - Alta flexibilidad y modularidad.
 - Integración con varios motores de plantillas y bibliotecas.
 - Soporte nativo para servicios RESTful.
- **Desventajas:**
 - Curva de aprendizaje alta para principiantes.
 - Puede ser pesado en términos de recursos para aplicaciones muy simples.
 - La configuración avanzada puede ser compleja.
- **Python:**
 - **Descripción:** Python es un lenguaje de programación interpretado, multiparadigma, que se destaca por su legibilidad y simplicidad.
 - **Ventajas:**
 - Sintaxis sencilla y fácil de aprender.
 - Gran cantidad de bibliotecas y frameworks para diferentes propósitos (Django, Flask para desarrollo web; Pandas, NumPy para ciencia de datos).
 - Comunidad amplia y soporte extenso.
 - Excelente para prototipado rápido y scripting.
 - **Desventajas:**
 - Menor rendimiento en comparación con lenguajes compilados como Java.
 - Gestión de dependencias puede ser problemática en proyectos grandes.
 - No es ideal para aplicaciones de alto rendimiento como sistemas en tiempo real.
- **C++:**
 - **Descripción:** C++ es un lenguaje de programación de propósito general que se utiliza ampliamente en sistemas de alto rendimiento, juegos, aplicaciones embebidas y software de sistemas.
 - **Ventajas:**
 - Alto rendimiento y eficiencia en la ejecución.
 - Acceso directo a recursos del hardware y a memoria.
 - Amplio control sobre la administración de memoria.
 - Ideal para aplicaciones de sistemas embebidos, juegos y sistemas operativos.
 - **Desventajas:**
 - Sintaxis compleja y curva de aprendizaje pronunciada.
 - Gestión manual de memoria, lo que puede llevar a errores como fugas de memoria.
 - Menos seguro en comparación con lenguajes de alto nivel debido al manejo de punteros.
- **JavaScript:**
 - **Descripción:** JavaScript es un lenguaje de programación de alto nivel, dinámico, y ampliamente utilizado para el desarrollo web frontend y backend (a través de Node.js).



- **Ventajas:**
 - Ejecuta en el navegador sin necesidad de compilación.
 - Amplio soporte para frameworks frontend (React, Angular, Vue) y backend (Node.js).
 - Gran comunidad y ecosistema de bibliotecas y herramientas.
 - Soporte nativo en todos los navegadores modernos.
- **Desventajas:**
 - Tipado dinámico que puede llevar a errores difíciles de depurar.
 - No es ideal para aplicaciones de alto rendimiento que requieren manipulación intensiva de memoria.
 - Fragmentación del lenguaje y ecosistema de herramientas debido a múltiples frameworks y bibliotecas.
- **Angular:**
 - **Descripción:** Angular es un framework de JavaScript para construir aplicaciones web dinámicas y de una sola página (SPA) basado en TypeScript.
 - **Ventajas:**
 - Estructura modular y escalable.
 - Soporte integrado para desarrollo de aplicaciones de una sola página.
 - Potente sistema de inyección de dependencias.
 - Herramientas para pruebas y desarrollo.
 - **Desventajas:**
 - Curva de aprendizaje pronunciada.
 - Puede ser excesivo para proyectos pequeños.
 - La complejidad puede llevar a tiempos de desarrollo más largos.
- **Windows Forms (WinForms):**
 - **Descripción:** Windows Forms es un framework para desarrollar aplicaciones de escritorio en Windows usando C#.
 - **Ventajas:**
 - Desarrollo rápido y sencillo de interfaces de usuario.
 - Integración completa con el ecosistema de Windows.
 - Amplia documentación y ejemplos disponibles.
 - Herramientas visuales para diseño de interfaz en Visual Studio.
 - **Desventajas:**
 - Menos adecuado para aplicaciones modernas o basadas en la web.
 - Puede ser limitado en términos de diseño visual en comparación con tecnologías más nuevas.
 - Menor soporte para diseños responsivos y adaptables.

4.2 Entornos de Desarrollo

- **Visual Studio Code (VS Code):**
 - **Descripción:** Editor de código fuente ligero y multiplataforma desarrollado por Microsoft. Es altamente extensible y configurable.
 - **Ventajas:**
 - Soporte para múltiples lenguajes y frameworks a través de extensiones.
 - Interfaz intuitiva y personalizable.
 - Integración con sistemas de control de versiones (Git).
 - Gran ecosistema de extensiones para depuración, linting, y completado de código.
 - **Desventajas:**
 - Puede ser pesado en términos de memoria con muchas extensiones



instaladas.

- No es un entorno de desarrollo integrado (IDE) completo como IntelliJ o Eclipse.
- Dependencia de extensiones para funciones avanzadas.

- **IntelliJ IDEA:**

- **Descripción:** IDE potente para el desarrollo de software en Java y otros lenguajes como Kotlin, Groovy, Scala, entre otros.
- **Ventajas:**
 - Excelente soporte para Java y frameworks relacionados como Spring Boot, Hibernate.
 - Herramientas integradas de refactorización y depuración.
 - Gestión avanzada de dependencias y compilación.
 - Soporte nativo para Git, Maven, Gradle, y otras herramientas de construcción.
- **Desventajas:**
 - Requiere más recursos del sistema (memoria y CPU).
 - Puede ser sobrecargado para proyectos pequeños o simples.
 - La versión Ultimate es de pago, aunque la versión Community es gratuita.

- **PyCharm:**

- **Descripción:** IDE de JetBrains especializado en el desarrollo en Python, que ofrece herramientas avanzadas para la escritura, depuración, y pruebas de código.
- **Ventajas:**
 - Excelente soporte para Python y frameworks relacionados como Django y Flask.
 - Soporte integrado para control de versiones, depuración y pruebas.
 - Refactorización avanzada de código y completado inteligente.
 - Herramientas integradas para desarrollo web y científico.
- **Desventajas:**
 - Consumo elevado de memoria y recursos del sistema.
 - Algunas características avanzadas están limitadas a la versión Professional (de pago).
 - Puede ser excesivo para proyectos pequeños o scripts.

- **TensorFlow:**

- **Descripción:** Aunque técnicamente es un framework de aprendizaje automático, TensorFlow también proporciona herramientas y entornos de desarrollo (como TensorFlow Hub) para experimentación y prototipado rápido de modelos.
- **Ventajas:**
 - Potente y ampliamente utilizado para desarrollo de inteligencia artificial y aprendizaje profundo.
 - Compatible con múltiples lenguajes (Python, JavaScript, C++) y plataformas (Windows, Linux, macOS).
 - Gran cantidad de modelos preentrenados y ecosistema de bibliotecas.
 - Soporte para implementación en dispositivos móviles y web a través de TensorFlow Lite y TensorFlow.js.
- **Desventajas:**
 - Curva de aprendizaje pronunciada para principiantes en IA.



- Requiere conocimiento profundo de matemáticas y estadísticas para su uso efectivo.
- La depuración de modelos puede ser compleja.

4.3 Servidor y Base de Datos

- **Apache Tomcat:**

- **Descripción:** Servidor web de código abierto para aplicaciones Java, específicamente diseñado para servir aplicaciones servlets y JSP.
- **Ventajas:**
 - Ligero y fácil de configurar.
 - Amplio soporte en la comunidad Java.
 - Compatibilidad con múltiples versiones de Java EE.
 - Alto rendimiento para aplicaciones web Java.
- **Desventajas:**
 - No es un servidor completo de aplicaciones Java EE (como WildFly o GlassFish).
 - No incluye algunas características avanzadas que sí tienen otros servidores de aplicaciones.
 - La gestión de la configuración puede ser compleja.

- **MongoDB:**

- **Descripción:** Base de datos NoSQL orientada a documentos que utiliza documentos similares a JSON con esquemas dinámicos.
- **Ventajas:**
 - Muy flexible con esquemas dinámicos.
 - Fácil de escalar horizontalmente.
 - Buena elección para aplicaciones de grandes datos y microservicios.
 - Soporte para replicación y alta disponibilidad.
- **Desventajas:**
 - No es ideal para aplicaciones que requieren transacciones complejas.
 - Puede ser difícil de optimizar para consultas de unión.
 - Consistencia eventual por defecto, lo que puede ser un problema en algunas aplicaciones.

- **MySQL:**

- **Descripción:** Sistema de gestión de bases de datos relacional (RDBMS) de código abierto muy popular.
- **Ventajas:**
 - Amplio soporte y comunidad.
 - Rendimiento sólido y optimización.
 - Soporte para transacciones ACID.
 - Herramientas integradas para copias de seguridad, recuperación, y administración.
- **Desventajas:**
 - Escalabilidad vertical limitada.
 - Menos flexible en comparación con bases de datos NoSQL.
 - Menor soporte para JSON en comparación con MongoDB.

- **PostgreSQL:**

- **Descripción:** Sistema de gestión de bases de datos relacional avanzado y de código abierto conocido por su fiabilidad, robustez y soporte para SQL estándar.
- **Ventajas:**
 - Muy flexible y extensible.



- Soporte avanzado para transacciones, JSON, y funciones de indexación.
- Compatible con funciones avanzadas como replicación lógica, particionamiento, y control de concurrencia multiversión (MVCC).
- **Desventajas:**
 - Curva de aprendizaje más pronunciada para principiantes.
 - Requiere más memoria y CPU en comparación con MySQL para obtener el máximo rendimiento.
 - Puede ser más complejo de administrar en comparación con otras bases de datos relacionales.

4.4 Servicios de Hosting

- **Hostinger:**
 - **Descripción:** Plataforma de alojamiento web que ofrece servicios de hosting compartido, VPS, y servidores dedicados.
 - **Ventajas:**
 - Precios muy competitivos y opciones económicas.
 - Facilidad de uso con un panel de control intuitivo.
 - Soporte técnico 24/7.
 - Buen rendimiento y tiempo de actividad.
 - **Desventajas:**
 - El rendimiento puede verse afectado en planes de hosting compartido si otros sitios están consumiendo muchos recursos.
 - Algunas funciones avanzadas están restringidas a los planes más caros.
 - El soporte técnico puede ser limitado en planes más económicos.



4. TECNOLOGÍAS HARDWARE

5.1. Tecnologías de transmisión

WiFi (Wireless Fidelity)

Definición: Tecnología de comunicación inalámbrica basada en el estándar IEEE 802.11 que permite la conexión de dispositivos a redes locales (LAN) mediante ondas de radio.

Estándar: IEEE 802.11 (varios estándares como 802.11n, 802.11ac, 802.11ax).

Ventajas:

- ✓ Amplio rango de cobertura en comparación con tecnologías de comunicación de corto alcance.
- ✓ Alta velocidad de transferencia de datos, especialmente con estándares más recientes.
- ✓ Ideal para redes que requieren movilidad y flexibilidad.

Desventajas:

- ✓ Puede ser susceptible a interferencias y congestión en redes densas.
- ✓ Menor seguridad si no se configuran adecuadamente las redes (aunque se pueden usar protocolos de seguridad como WPA3).

Bluetooth

Tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance que se usa para conectar dispositivos en un área cercana, generalmente a menos de 10 metros.

Estándar: IEEE 802.15.1.

Ventajas:

- ✓ Bajo consumo de energía, especialmente en versiones recientes como Bluetooth Low Energy (BLE).
- ✓ Ideal para aplicaciones de comunicación entre dispositivos cercanos, como periféricos y sensores.
- ✓ Amplio soporte en dispositivos móviles y otros equipos.

Desventajas:

- ✓ Alcance limitado comparado con WiFi y Ethernet.
- ✓ Velocidades de transferencia de datos más bajas en comparación con WiFi y Ethernet.
- ✓ Puede haber problemas de interferencia con otros dispositivos Bluetooth en el área.

Ethernet

Ethernet es una tecnología de red cableada que usa cables de par trenzado o fibra óptica para conectar dispositivos en una red local (LAN).

Estándar: IEEE 802.3 (varios estándares como 10/100/1000 Mbps y 10G).

Ventajas:

- ✓ Alta velocidad y estabilidad en la transferencia de datos, especialmente con estándares modernos como Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Ethernet.
- ✓ Menos susceptible a interferencias y problemas de señal en comparación con tecnologías inalámbricas.
- ✓ Conexiones confiables y consistentes sin problemas de cobertura.

Desventajas:

- ✓ Menos movilidad; los dispositivos deben estar físicamente conectados mediante cables.
- ✓ Instalación y mantenimiento de cables puede ser más complejo y costoso en comparación con soluciones inalámbricas.



5.2. Microcontroladores

ESP-32: El ESP32 es un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento diseñado por Espressif Systems. Está basado en un microprocesador de arquitectura Xtensa LX6 de 32 bits y viene en variantes de uno o dos núcleos. El ESP32 incluye conectividad Wi-Fi y Bluetooth integradas, lo que lo hace ideal para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT). Además, tiene múltiples pines GPIO, ADC, DAC, interfaces I2C, SPI, UART, PWM, y otras características útiles para proyectos de electrónica y automatización.

VENTAJAS:

- ✓ Wi-Fi: Ideal para conectarse a la red del campus y enviar datos de huellas dactilares al servidor central a través de Ethernet o Wi-Fi.
- ✓ Bluetooth: Útil para configuraciones iniciales y ajustes sin necesidad de conexión por cable.
- ✓ Es un microcontrolador económico en comparación con otras opciones que ofrecen Wi-Fi y Bluetooth integrados, lo que es ideal para un despliegue masivo en múltiples puntos de acceso. Además, posee un amplio soporte comunitario y abundantes recursos, lo que facilita el desarrollo y la resolución de problemas.
- ✓ Soporta múltiples interfaces como **UART, I2C, SPI**, que son útiles para conectar sensores de huellas dactilares y módulos Ethernet.
- ✓ La disponibilidad de PWM y DAC/ADC permite futuras expansiones y adiciones de sensores o actuadores adicionales.
- ✓ Cuenta con suficiente poder de procesamiento y memoria para manejar la captura de huellas dactilares y la transmisión de datos, además de tareas de procesamiento simultáneo.

DESVENTAJAS:

- ✓ Aunque es más eficiente que muchos otros microcontroladores, el ESP32 puede consumir más energía en comparación con microcontroladores más simples, lo que podría ser un problema si se opera en modo de batería.
- ✓ Requiere más configuración para implementar comunicación Ethernet, ya que no tiene un puerto Ethernet nativo. Necesitarás módulos adicionales como ENC28J60 o W5500.
- ✓ En entornos con muchas señales Wi-Fi o interferencias, la conexión Wi-Fi del ESP32 puede ser menos estable, lo que podría afectar la transmisión de datos.

WT32-ETH01

El WT32-ETH01 es una placa de desarrollo basada en el microcontrolador ESP32 que incluye un módulo Ethernet integrado. Desarrollada por Wireless Tag, esta placa combina las capacidades del ESP32 con conectividad Ethernet, proporcionando una solución más estable y rápida para aplicaciones que requieren conexión a redes cableadas. El WT32-ETH01 ofrece los mismos beneficios de Wi-Fi y Bluetooth del ESP32 estándar, pero con la ventaja adicional de la conectividad Ethernet para una comunicación más fiable en redes locales.

VENTAJAS

- ✓ Conectividad Ethernet integrada: Ethernet proporciona una conexión más estable y fiable en comparación con Wi-Fi, especialmente en entornos con interferencias inalámbricas o con una alta densidad de dispositivos conectados. Además, ofrece mayores velocidades de transmisión de datos y menor latencia, lo cual es beneficioso para el tiempo de respuesta en el proceso de verificación de huellas dactilares en el servidor.
- ✓ Conserva todas las ventajas del ESP32, incluyendo la capacidad de procesamiento,



memoria, y compatibilidad con múltiples interfaces (UART, I2C, SPI), lo cual es útil para conectar sensores de huellas dactilares y otros periféricos. También soporta Wi-Fi y Bluetooth, ofreciendo flexibilidad adicional para configuraciones y actualizaciones inalámbricas.

- ✓ Comparado con otras soluciones que ofrecen conectividad Ethernet, el WT32-ETH01 es una opción de bajo costo que proporciona una buena relación calidad-precio.
- ✓ Algunos módulos basados en WT32-ETH01 permiten la posibilidad de utilizar PoE, lo que significa que puedes alimentar el dispositivo a través del cable Ethernet, eliminando la necesidad de una fuente de alimentación adicional y simplificando la instalación.

DESVENTAJAS

- ✓ Aunque el consumo de energía de la comunicación Ethernet puede ser más estable que Wi-Fi, puede seguir siendo relativamente alto para un microcontrolador cuando se utiliza continuamente, lo cual es algo a considerar si la alimentación eléctrica es una preocupación.
- ✓ Requiere una infraestructura de red Ethernet existente o la instalación de cables adicionales, lo que puede aumentar los costos iniciales y la complejidad de la instalación si la infraestructura no está ya disponible.
- ✓ Al ser una placa de desarrollo más compacta y específica, el WT32-ETH01 puede tener menos pines GPIO disponibles para otras conexiones de sensores o dispositivos en comparación con una placa ESP32 estándar sin módulos Ethernet adicionales.

Raspberry Pi

La Raspberry Pi es una serie de microcomputadoras de bajo costo y tamaño reducido desarrolladas por la Fundación Raspberry Pi. Estas placas están diseñadas para promover la enseñanza de ciencias de la computación, pero también son ampliamente utilizadas en proyectos de electrónica, automatización, IoT, y más debido a su flexibilidad, capacidad de procesamiento, y la amplia comunidad de desarrolladores. Las versiones más comunes incluyen la Raspberry Pi 3 y la Raspberry Pi 4, que cuentan con procesadores ARM, múltiples interfaces de conectividad (Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet), y una variedad de puertos para conectar periféricos (USB, GPIO, HDMI, etc.).

VENTAJAS

- ✓ Las Raspberry Pi, especialmente las versiones más recientes como la Raspberry Pi 4, tienen capacidades de procesamiento significativamente mayores en comparación con microcontroladores como el ESP32. Esto es útil si se requieren tareas intensivas de computación o procesamiento de imágenes, como el preprocesamiento de huellas dactilares antes de enviarlas al servidor central.
- ✓ Ethernet y Wi-Fi: La Raspberry Pi viene con puertos Ethernet y módulos Wi-Fi integrados, lo que proporciona flexibilidad en la elección de la conexión de red para transmitir datos de huellas dactilares al servidor central.
- ✓ Bluetooth: Permite configuraciones adicionales y conectividad de dispositivos como teclados, mouse, o incluso otros sensores de forma inalámbrica.
- ✓ Puede ejecutar sistemas operativos completos basados en Linux, como Raspberry Pi OS, lo que permite el uso de software más avanzado y bibliotecas específicas para machine learning y procesamiento de imágenes, como OpenCV y TensorFlow.
- ✓ La Raspberry Pi tiene una gran comunidad de usuarios y desarrolladores, así como una amplia documentación y bibliotecas de código abierto, facilitando el desarrollo y la solución de problemas.
- ✓ Ofrece 26-40 pines GPIO, dependiendo del modelo, para conectar una amplia variedad de sensores y periféricos. Esto permite la expansión del sistema con múltiples dispositivos, como lectores de huellas dactilares y módulos adicionales.



- ✓ Utiliza tarjetas microSD para almacenamiento, lo cual permite almacenar localmente una cantidad considerable de datos y realizar operaciones de cache local antes de enviar la información al servidor.

DESVENTAJAS

- ✓ Las Raspberry Pi generalmente consumen más energía en comparación con microcontroladores como el ESP32, lo que puede ser una desventaja en términos de eficiencia energética y puede requerir una fuente de alimentación más robusta.
- ✓ Aunque son de bajo costo para sus capacidades, las Raspberry Pi siguen siendo más caras que los microcontroladores como el ESP32 o el WT32-ETH01. Esto podría ser un factor significativo si se requiere implementar en muchos puntos de acceso.
- ✓ La Raspberry Pi es más grande y puede requerir componentes adicionales como disipadores de calor, cajas protectoras, y adaptadores de fuente de alimentación, lo que puede complicar la instalación en ubicaciones donde el espacio es limitado.
- ✓ El uso de un sistema operativo completo implica un tiempo de arranque más largo y la posibilidad de mayor complejidad en la gestión del sistema, especialmente en entornos de producción donde la simplicidad y la estabilidad son cruciales.
- ✓ En tareas de procesamiento intensivo, como las que podrían involucrar machine learning o procesamiento de imágenes, la Raspberry Pi puede generar una cantidad significativa de calor, requiriendo soluciones de refrigeración adicionales.



Arduino

Arduino es una plataforma de hardware y software de código abierto ampliamente utilizada para proyectos de electrónica y programación. Los microcontroladores Arduino, como el Arduino Uno, Arduino Mega, y Arduino Nano, son conocidos por su simplicidad y facilidad de uso. Están basados en microcontroladores AVR de 8 bits (como el ATmega328P en el Arduino Uno) y son ideales para tareas de control básico y prototipado rápido. La plataforma Arduino permite la programación a través del IDE de Arduino, que es fácil de usar y cuenta con una amplia comunidad de desarrolladores que proporcionan librerías y ejemplos de código.

VENTAJAS:

- ✓ Fácil programación
- ✓ Amplia documentación
- ✓ Compatible con una gran variedad de sensores y módulos, incluidos módulos Ethernet (como W5100 o ENC28J60), que pueden utilizarse para la conectividad en red.
- ✓ Arduino tiene una cantidad razonable de pines GPIO, que pueden ser utilizados para conectar diversos sensores y módulos, como lectores de huellas dactilares, displays, y actuadores.
- ✓ Arduino tiene un consumo de energía relativamente bajo, especialmente en comparación con dispositivos más complejos como la Raspberry Pi, lo cual es beneficioso para puntos de acceso que podrían depender de energía limitada o de fuentes alternativas como baterías.

DESVENTAJAS

- ✓ Capacidad de procesamiento limitada
- ✓ Memoria RAM y flas limitada
- ✓ A diferencia del ESP32 o el WT32-ETH01, los microcontroladores Arduino no tienen conectividad Wi-Fi o Ethernet integrada. Requieren módulos adicionales para habilitar la conectividad en red, lo cual puede aumentar la complejidad del diseño y el cableado.
- ✓ La capacidad de comunicación en serie (UART) y la velocidad de los módulos Ethernet para Arduino pueden no ser suficientes para un entorno que requiere una respuesta rápida y manejo eficiente de grandes volúmenes de datos, como en el caso de la transmisión de imágenes de huellas dactilares.

5.3. Sensores Dactilares

AS608

El AS608 es un sensor de huellas dactilares capacitivo compacto que captura y procesa imágenes de huellas dactilares para identificación biométrica. Este sensor es conocido por su precisión y capacidad de leer huellas de manera rápida y confiable. Es ampliamente utilizado en proyectos de seguridad y sistemas de control de acceso debido a su facilidad de integración y costo accesible.

VENTAJAS

- ✓ El AS608 utiliza tecnología capacitiva, que proporciona imágenes de huellas dactilares más detalladas y precisas en comparación con los sensores ópticos. Esta precisión es crucial para aplicaciones de seguridad donde se requiere una identificación confiable.
- ✓ Este sensor puede capturar y procesar huellas dactilares rápidamente, lo que reduce el tiempo necesario para la autenticación de usuarios en puntos de acceso, mejorando la fluidez y la eficiencia del sistema.



- ✓ El AS608 soporta tanto UART como I2C para la comunicación, lo que facilita su integración con microcontroladores como el ESP32, adaptándose bien a diferentes configuraciones de hardware.
- ✓ Compatible con plataformas de desarrollo como Arduino y ESP32, con bibliotecas disponibles que simplifican su implementación y uso en proyectos DIY y comerciales.
- ✓ Este sensor tiene un consumo de energía relativamente bajo, lo que lo hace adecuado para aplicaciones donde la eficiencia energética es importante, como en dispositivos alimentados por batería o con restricciones de energía.

DESVENTAJAS

- ✓ El AS608 tiene una capacidad de almacenamiento interna limitada para huellas dactilares, típicamente hasta 128 huellas. Esto puede no ser suficiente para un sistema de control de acceso en una universidad grande, donde se espera que haya miles de usuarios.
- ✓ Aunque el sensor puede realizar el procesamiento básico de huellas dactilares, para bases de datos grandes y sistemas con miles de usuarios, se requiere un procesamiento externo (por ejemplo, en un servidor central), lo que añade complejidad al sistema.
- ✓ Aunque es bastante robusto, el sensor AS608 puede no ser tan duradero como otros sensores de huellas dactilares de alta gama diseñados específicamente para entornos de uso intensivo continuo, como los que se esperaría en un campus universitario con alta afluencia de personas.

R502

El R502 capacitivo es un sensor de huellas dactilares que utiliza tecnología capacitiva para capturar imágenes de huellas. A diferencia de los sensores ópticos, los sensores capacitivos detectan la huella a través de las diferencias en la capacitancia (capacidad de almacenamiento de carga eléctrica) entre los valles y crestas de la huella dactilar. Este método proporciona una mayor precisión y seguridad, ya que es más difícil de falsificar que los sensores ópticos. El R502 capacitivo es ideal para aplicaciones de control de acceso que requieren autenticación biométrica confiable y rápida.

VENTAJAS

- ✓ Los sensores capacitivos, como el R502, ofrecen una alta precisión en la captura de huellas dactilares, ya que detectan detalles más finos mediante la capacitancia. Esto mejora la exactitud del reconocimiento y reduce las tasas de error de autenticación. Este sensor puede almacenar hasta 1000 huellas dactilares en su memoria interna.
- ✓ A diferencia de los sensores ópticos, los sensores capacitivos son menos susceptibles a engaños mediante imágenes impresas o moldes de huellas, proporcionando un nivel adicional de seguridad.
- ✓ Los sensores capacitivos no dependen de la calidad de la luz ni son tan sensibles a la suciedad en la superficie de la huella, lo que los hace más robustos en diversas condiciones ambientales.
- ✓ El R502 capacitivo generalmente utiliza UART para la comunicación, lo que lo hace fácilmente integrable con microcontroladores como la ESP32.
- ✓ Los sensores capacitivos suelen tener un consumo de energía menor que los sensores ópticos, lo que es beneficioso para puntos de acceso alimentados por batería o con restricciones de energía.

DESVENTAJAS

- ✓ Aunque algunos modelos de sensores capacitivos como el R502 pueden tener almacenamiento interno que suele ser limitado.
- ✓ Los sensores capacitivos tienden a ser más costosos que los sensores ópticos, lo cual puede ser un factor importante si se requiere desplegar muchos puntos de acceso en todo el campus.



GT-521F52

El GT-521F52 es un sensor de huella digital óptico avanzado que captura imágenes de alta resolución de huellas dactilares para su autenticación biométrica. Este sensor es conocido por su excelente precisión, rapidez y robustez, lo que lo hace ideal para aplicaciones de seguridad y control de acceso. El GT-521F52 tiene una memoria interna capaz de almacenar hasta 3,000 huellas dactilares y puede realizar tanto la captura como el procesamiento de las huellas internamente. También ofrece opciones para transmitir la imagen de la huella a un microcontrolador para procesamiento externo.

VENTAJAS

- ✓ El GT-521F52 proporciona imágenes de huellas dactilares de alta resolución (508 dpi), lo que mejora la precisión en la identificación y autenticación, reduciendo los falsos positivos y negativos.
- ✓ Este sensor puede almacenar hasta 3,000 huellas dactilares en su memoria interna.
- ✓ El GT-521F52 es capaz de realizar la verificación de huellas dactilares en menos de un segundo, lo que permite una autenticación rápida en puntos de acceso de alto tráfico, mejorando la eficiencia y el flujo de personas en el campus universitario.
- ✓ Diseñado para uso intensivo, el GT-521F52 es resistente a daños y desgaste, lo que lo hace adecuado para entornos de alto tráfico y uso frecuente, como los puntos de acceso de una universidad.
- ✓ Puede realizar la captura, el almacenamiento, y la comparación de huellas dactilares internamente, reduciendo la carga de trabajo en el servidor y permitiendo una mayor independencia operativa en cada punto de acceso.

DESVENTAJAS

- ✓ Como muchos sensores ópticos, el GT-521F52 puede tener un consumo de energía mayor en comparación con los sensores capacitivos, lo que podría ser una consideración si el sistema se encuentra en áreas con limitaciones de energía.
- ✓ Aunque es robusto, como todos los sensores ópticos, el GT-521F52 puede ser sensible a condiciones de luz intensa, suciedad, o huellas sucias, lo cual podría afectar la precisión de la captura de imágenes.
- ✓ El GT-521F52 suele ser más costoso que otros sensores de huellas dactilares, lo que podría aumentar los costos totales del proyecto si se necesita implementar en muchos puntos de acceso.
- ✓ Aunque tiene capacidad de procesamiento interno, los algoritmos de reconocimiento biométrico son predefinidos y no se pueden personalizar fácilmente, lo que podría ser una limitación si se requiere un enfoque más específico o ajustado a necesidades particulares.

Simlug BP-NWMRD81U

El Simlug BP-NWMRD81U es un sensor de huella digital capacitivo diseñado para capturar imágenes de huellas dactilares con alta precisión y seguridad. A diferencia de los sensores ópticos, los sensores capacitivos, como el BP-NWMRD81U, funcionan midiendo las diferencias en la capacitancia entre los valles y crestas de una huella dactilar, lo que proporciona una imagen más precisa y es más difícil de falsificar. Este sensor es adecuado para sistemas de control de acceso biométrico en entornos que requieren alta seguridad y fiabilidad. **VENTAJAS**

- ✓ Los sensores capacitivos, como el BP-NWMRD81U, son capaces de capturar detalles más finos de las huellas dactilares, lo que mejora la precisión del reconocimiento y reduce los falsos positivos y negativos.



- ✓ Es más difícil de engañar en comparación con los sensores ópticos, ya que detecta las características reales de la piel y no depende de una imagen óptica que podría ser manipulada. Almacenamientos de hasta 500 huellas
- ✓ Alta tasa de reconocimiento, uso flexible, se puede adaptar a los dedos secos, dedos húmedos e incluso se pueden identificar huellas dactilares desgastadas.

DESVENTAJAS

- ✓ Su comunicación con otros dispositivos es basado en USB o RS232, lo cual hace que su comunicación con algún microprocesador para la transmisión sea bastante compleja
- ✓ Poca documentación



5. CRONOGRAMA

En la siguiente figura se observa el cronograma realizado para estimar y controlar la duración de las actividades restantes del proyecto, teniendo como inicio el 18 de febrero con el planteamiento del problema y finalizando el 3 de junio con la entrega del sistema en su totalidad. Se debe tener en cuenta que el proyecto tiene una duración de 103 días.



El número de entregas del proyecto corresponde a la cantidad de prototipos presentados al cliente, incluyendo la presentación del proyecto consolidado. En la siguiente tabla se pueden observar las fechas asignadas para cada entrega.

Tabla 1. Número y fecha de entregas del proyecto

Para lograr alcanzar los requerimientos propuestos, es necesario organizar el equipo de trabajo de manera que cada uno pueda desempeñar la labor que más se le facilite de acuerdo a sus habilidades, buscando así alcanzar la máxima productividad y eficiencia.

22



Carlos Daniel Collazos Zambrano	Desarrollador de control y comunicaciones, Analistas de sistema y hardware
Luis Miguel Ortiz	Director del proyecto / Desarrollador software/ Ingeniero de prueba de software .
Mary Cristina Carrascal Reyes	Cliente



BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. G. Vargas Garciay A. J. Balsero Meneses, "Diseño e Implementación de un Prototipo para el Control de Acceso en la Sede de Ingeniería de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Mediante el Uso de Torniquetes Controlados por Carnet con Tecnología NFC y Lector Biométrico de Huella Dactilar.", Trabajo de grado, Univ. Dist. Francisco Jose Caldas, Bogota-Colombia, 2016.
- [2] Olivera, J y Lugo, J. (2021). Control de acceso automatizado con autenticación biométrica "Prometeo" para un establecimiento comercial. (trabajo de grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Soacha-Colombia
- [3] Domínguez García, Rodolfo & Gonzalez Dueñas, Miriam & Zatarain, Omar & Molina, Yehoshua. (2021). Design and development of a face recognition module on a Raspberry Pi for access to school centers. 125-130. 10.1109/CIMPS54606.2021.9652727.
- [4] I. J. Marquez Moreno, M. J. Niño Garzón y L. C. Lely Adriana. "SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO POR BIOMETRÍA". Repositorio DSpace :: Inicio. Accedido el 28 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible: <https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/1aab7315-a666-4e7b-a96e-77ef1451dbfa/content>
- [5] Llanos Malpartida, C. J. (2020). Implementación del lector biométrico de huella dactilar para el control de asistencia de los estudiantes de la Universidad. 99.
- [6] 2016. [Online]. Available: [1]"Ventajas y desventajas de html", Euskalnet.net, 2016. [Online]. Available: <http://www.euskalnet.net/jaoprogramador/webmaster/xml/xml05.htm>. [Accessed: 11 - Mar- 2016]. [Accessed: 11-Mar- 2016]
- [7] Sensor de Huella Digital Para Empresas | Sibo Avance
- [8] El archivo de huellas dactilares: 4 tipos de sensores de huellas dactilares (aratek.co)
- [9] Marco de ciberseguridad del NIST | Comisión Federal de Comercio (ftc.gov)
- [10] Procesamiento de Huellas Digitales: Ejecutar el Conjunto de Herramientas de Huellas Digitales NIST NBIS en un ODROID-XU4 | ODROID Magazine
- [11] SDK: ¿qué es y para qué sirve? (redhat.com)
- [12] AS608: Sensor de Huella Dactilar Digital – Tecneu
- [13] Interfacing R502/R503 Capacitive Fingerprint Sensor with Arduino (how2electronics.com)
- [14] How to interface R502/R503 Capacitive Fingerprint Sensor with Arduino? – Matha Electronics
- [15] CAMA-AFM31 Capacitive Fingerprint Module with FPC1020 Capacitive Fingerprint Sensor (camabio.com)
- [16] ¿Qué es un algoritmo de búsqueda? | seobase
- [17] Finger Print Module Scanner - TTL (GT-521F52) Online Best Price (mathaelectronics.com)





