

DESARROLLO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO UTILIZANDO
TECNOLOGÍAS RFID Y UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO PARA
TECNOPARQUE Y TECNOACADEMIA NODO CÚCUTA REGIONAL NORTE DE
SANTANDER

JULIAN ENRIQUE MOLINA GRANADOS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA, SEDE VILLA DEL ROSARIO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
CÚCUTA
2022

JULIAN ENRIQUE MOLINA GRANADOS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECATRÓNICA

OSCAR MANUEL DUQUE SUAREZ
Ing. Mecatrónico
Magister en controles industriales

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERÍA MECATRÓNICA
CÚCUTA
2022

Dedico este trabajo a mis padres
y hermanos por apoyarme
siempre.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme sabiduría y salud, a mi familia por su constante apoyo, a mis docentes por su acompañamiento y enseñanzas dejadas a lo largo del proceso de formación.

RESUMEN

Primeramente se establecerán los criterios de diseño necesarios para el sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID y el sistema de control de riego automatizado, luego de esto se seleccionaran los elementos de procesamiento, control, visualización, instrumentación y demás necesarios en los sistemas de control de acceso y de control de riego automatizado, posteriormente se procederá a diseñar el sistema de control de acceso y el sistema de control de riego automatizado, después se realizara la implementación del sistema de control de acceso y el sistema de control de riego automatizado en Tecnoacademia y Tecnoparque Cúcuta Regional Norte de Santander, finalmente se realizaran las respectivas fichas técnicas de los sistemas y sus elementos, hojas de vida y manuales de usuario de los sistemas.

PALABRAS CLAVE: Acceso, RFID, riego, automatizado, diseño, sistema, elementos, desarrollo.

ABSTRACT

First, the design criteria necessary for the access control system using RFID technologies and the automated irrigation control system will be established, then the processing, control, visualization, instrumentation and other elements necessary in the access control and automated irrigation control systems will be selected, then we will proceed to design the access control system and the automated irrigation control system, then we will implement the access control system and the automated irrigation control system in Tecnoacademia and Tecnoparque Cúcuta Regional Norte de Santander, finally we will make the respective technical specifications of the systems and their elements, life sheets and user manuals of the systems.

KEY WORDS: Access, RFID, irrigation, automated, design, system, elements, development.

GLOSARIO

Actuador: Es un dispositivo capaz de generar una acción con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

HMI: La Interfaz Hombre-Máquina (HMI, por sus siglas en inglés) es la interfaz entre la máquina procesadora y el operario. En esencia, es el panel de control del operario.

Riego: es un procedimiento que consiste en el aporte artificial de agua a un determinado terreno, generalmente con la intención de intentar con el mismo facilitar el crecimiento de vegetales.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten al dispositivo realizar determinadas tareas.

Diseño: Expresión de una idea que soluciona de forma innovadora un problema en específico que sirve de guía para llevarlo a la práctica con el fin de construirlo

Circuito: es la interconexión de dos o más componentes que contiene una trayectoria cerrada.

Base de datos: Es una recopilación de información de forma ordenada de forma que se pueda acceder, administrar y actualizar fácilmente.

Datasheet: También conocido como hoja de características, es un documento técnico en el cual se encuentra toda la información necesaria para realizar un correcto uso de algún dispositivo electrónico.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION	16
2. DELIMITACIÓN	17
2.1. OBJETIVO GENERAL	17
2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	17
2.3 ACOTACIONES	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	18
3.2. JUSTIFICACION	19
4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	20
4.1. ¿Qué es RFID?	20
4.1.1 Frecuencias de funcionamiento	20
4.1.2. Ventajas de la tecnología RFID	21
4.2. ¿Qué es el riego?	21
4.2.1. Riego por Aspersión	21
4.3 Desarrollo de Software	22
4.3.1 Metodologías de desarrollos de software	22
4.3.2 Metodología RUP para desarrollo de software	22
4.3.3 Métricas para el desarrollo de software	23
4.4. Antecedentes o Estado del Arte	24
4.4.1. A secure RFID Access Control system in smart home	24
4.4.2. Automatic gate authentication system for RFID tags and thai id cards	25
4.4.3. Multi factor authentication access control for student and staff based on RFID, barcode and gis	25
4.4.4. Computer vision-assisted battery-free RFID systems for object recognition, localization and orientation	3
4.4.5. Design, simulation, and fabrication of low-cost chipless RFID tags	4
4.4.6. Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la isla - Asia, cañete	5
4.4.7. Prototipo de un sistema automatizado de riego para jardines	6
4.4.8. Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el recinto playa seca del cantón el triunfo	7

4.4.10. Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin.....	9
5. DESARROLLO	11
5.1. CRITERIOS DE DISEÑO	11
5.1.1. Sistema RFID	12
5.1.2. Sistema de riego.....	12
5.2. SELECCIÓN DE MATERIALES	13
5.2.1. Sistema RFID	13
5.2.2 Sistema de riego.....	14
5.3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA	16
5.3.1 Sistema RFID	16
5.3.2. Sistema de riego.....	19
5.3. Diseño de los circuitos eléctricos y electrónicos	22
5.3.1. Sistema RFID	22
5.3.2. Sistema de riego.....	22
5.4. Pruebas experimentales de los sistemas	24
5.4.1 Sistema de riego.....	24
5.4.2 Sistema RFID	4
5.5. Diseño de las interfaces de usuario.....	4
5.5.1. Sistema RFID	4
5.5.2. Sistema de riego.....	3
6. IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS.....	3
6.1 Sistema RFID	3
6.2 Sistema de riego	6
6.2.1 Jardín principal	6
6.2.2 Jardín en la entrada.....	9
6.2.3 Jardín bajo las escaleras	11
7. CONCLUSIONES	14
8. RECOMENDACIONES.....	15
8.1 Recomendaciones de uso	15
8.1.1 Sistema RFID	15
8.1.2 Sistema de riego.....	15

9. BIBLIOGRAFÍA.....	16
ANEXOS	23

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Selección de la tarjeta de procesamiento para el sistema RFID.....	13
Tabla 2 Selección del lector RFID.....	14
Tabla 3 Selección de la tarjeta Arduino necesaria para el sistema de riego.....	14
Tabla 4 Selección de la tarjeta de procesamiento para el sistema de riego	15
Tabla 5 Selección del sensor de humedad	15
Tabla 6 Selección del módulo de Bluetooth	16
Tabla 7 Selección de la zona de implementación idónea para el sistema RFID.....	5
Tabla 8 Selección de la zona idónea para el jardín principal.....	8
Tabla 9 Selección de la zona idónea para el jardín de la entrada	10
Tabla 10 Selección de la zona idónea para el jardín bajo las escaleras.....	12

LISTA DE FIGURAS

figura 1 Frecuencias de funcionamiento (a)	20
figura 2 Frecuencias de funcionamiento (b)	21
figura 3 Fases de la metodología RUP	23
figura 4 Diagrama de conexiones del prototipo	24
figura 5 Zona objetivo de implementación.....	25
figura 6 Primer prototipo	25
figura 7 Evidencia de la problemática	4
figura 8 Información en tiempo real de la persona que ingresa	3
figura 9 Primer prototipo del sistema	3
figura 10 Prueba experimental del sistema	4
figura 11 Componentes principales de la configuración de impresión de inyección de tinta.....	5
figura 12 Interfaz para el control de riego.....	6
figura 13 Interfaz de ingreso y menú principal de la aplicación	7
figura 14 Esquema de conexiones del sistema	8
figura 15 Componentes de un sistema de riego por goteo.....	9
figura 16 Evidencia del crecimiento del cultivo luego de instalar el sistema	10
figura 17 Pieza frontal para el sistema RFID.....	17
figura 18 Caja principal para el sistema RFID	17
figura 19 Caja para el lector RFID.....	18
figura 20 Tapa para la caja del lector	18
figura 21 Soporte para el lector RFID.....	19
figura 22 Pieza frontal para el sistema de riego	19
figura 23 Pieza para tarjetas	20
figura 24 Soporte para la fuente de alimentación del actuador	20
figura 25 Caja principal	21
figura 26 Tapa para la caja	21
figura 27 Conexión del lector RFID con la Raspberry	22
figura 28 Esquema de conexiones del circuito electrónico del sistema de riego ...	23
figura 29 Circuito eléctrico de alimentación para los distintos componentes del sistema.....	24
figura 30 Pruebas de verificación de funcionamiento del sensor de humedad	3
figura 31 Sensor de humedad conectado a Arduino	3
figura 32 Resultados obtenidos de las pruebas a los sensores de humedad	3
figura 33 Conexión del módulo de relé y el sensor de humedad para comprobar su funcionamiento en conjunto	3
figura 34 Resultados de la prueba del módulo de relé	3
figura 35 Conexión de los elementos para pruebas de comandos por puerto serial	3
figura 36 Resultados de la prueba de comandos por puerto serial.....	3
figura 37 Conexión del módulo de bluetooth y un sensor de humedad para pruebas	3
figura 38 Resultados visualizados en monitor serie del IDE de Arduino	3

figura 39 Resultado de lectura en app prototipo en un smartphone	3
figura 40 Diagrama de flujo del sistema de riego	4
figura 41 Conexión del lector RFID para ser sometido a pruebas de funcionamiento	5
figura 42 Pruebas de funcionamiento del lector RFID con las tarjetas RFID	5
figura 43 Código utilizado en las pruebas de lectura.....	5
figura 44 Código utilizado en las pruebas de escritura.....	5
figura 45 Resultados obtenidos de las pruebas de escritura y de lectura.....	5
figura 46 Código para pruebas de la librería openpyxl (a).....	4
figura 47 Código para pruebas de la librería openpyxl (b).....	4
figura 48 Resultados de la prueba de la librería openpyxl.....	4
figura 49 Código para comprobar la conexión con Google Drive	4
figura 50 Código para autenticación automática de drive.....	5
figura 51 Archivos necesarios para la conexión automática con drive	5
figura 52 Código para carga de archivos a drive	5
figura 53 Resultados de la prueba de carga de archivos	6
figura 54 Link de la carpeta drive	6
figura 55 Librería mysql en Python	6
figura 56 Líneas de código necesarias para la conexión con la base de datos	6
figura 57 Código para realizar búsqueda en base a la información en la tarjeta	4
figura 58 Diagrama de flujo del sistema RFID.....	4
figura 59 Acciones determinadas para el usuario regular	5
figura 60 Acciones determinadas para el instructor	5
figura 61 Acciones determinadas para el administrador.....	5
figura 62 Ventana principal del sistema RFID	4
figura 63 Ventana para digitar la contraseña en caso de ser instructor o administrador.....	4
figura 64 Ventana para visualizar el registro	4
figura 65 Ventana principal de la HMI mejorada	4
figura 66 Ventana de contraseña mejorada	5
figura 67 Ventana de visualización de registro modificada.....	5
figura 68 Montaje para realización de pruebas alfa.....	6
figura 69 Pruebas de lectura y visualización de información en pantalla.....	7
figura 70 Prueba de acceso con contraseña para el instructor.....	7
figura 71 Visualización del registro de asistencia del día	8
figura 72 Registro de asistencia cargado a la nube desde el sistema	8
figura 73 Ejecución y supervisión de las pruebas de la beta 1.0 (a).....	9
figura 74 Ejecución y supervisión de la prueba beta 1.0 (b)	9
figura 75 Identificación del problema relacionado con la conexión con la B.D	4
figura 76 Solución del problema de conexión a la B.D	4
figura 77 Identificación del problema relacionado a la carga del registro	4
figura 78 Solución del problema relacionado a la carga del registro	4
figura 79 Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (a)	3
figura 80 Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (b)	3
figura 81 HMI de la Raspberry para el sistema de riego	4

figura 82 Pantalla de inicio de la aplicación móvil	4
figura 83 Pantalla principal para toma de decisiones del sistema	5
figura 84 HMI del sistema de riego ejecutada en la pantalla	3
figura 85 Pruebas de funcionamiento de la HMI de riego en ambiente controlado ..	3
figura 86 HMI para Smartphones en funcionamiento (a)	3
figura 87 HMI para Smartphones en funcionamiento (b)	3
figura 88 Instalación de los sensores para someterlos a condiciones reales	3
figura 89 Sistema de riego en funcionamiento	3
figura 90 Riego iniciado por el sistema	3
figura 91 Zona junto al letrero de Tecnoparque y Tecnoacademia.....	3
figura 92 Zona junto a la puerta principal de ingreso.....	4
figura 93 Escritorio del personal de seguridad	4
figura 94 Implementación del sistema RFID en la zona idónea.....	5
figura 95 Pasillo junto al jardín	6
figura 96 Pasillo bajo las escaleras	6
figura 97 Viga junto al jardín	7
figura 98 Sistema de riego durante la implementación en su zona idónea para el jardín principal	8
figura 99 Parte posterior del jardín	9
figura 100 Viga junto al jardín	9
figura 101 Sistema de riego siendo implementado en la zona idónea del jardín exterior	10
figura 102 Viga junto al jardín bajo las escaleras	11
figura 103 Junto al jardín bajo las escaleras	11
figura 104 Sistema de riego siendo implementado en la zona seleccionada para el jardín debajo de las escaleras	12

1. INTRODUCCION

En el presente trabajo se evidenciará el desarrollo de un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID y un sistema de control de riego automatizado para Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander, se evidencian las metodologías utilizadas para su desarrollo, la forma en que fueron seleccionados los distintos elementos presentes en los sistemas de acuerdo a las limitaciones existentes.

2. DELIMITACIÓN

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID y un sistema de control de riego automatizado para Tecnoacademia y Tecnoparque nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los criterios de diseño del sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID y el sistema de control de riego automatizado para Tecnoacademia y Tecnoparque nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.
- Seleccionar los elementos de procesamiento, control, visualización, instrumentación, materiales y demás necesarios en los sistemas de control de acceso utilizando tecnologías RFID y el sistema de control de riego automatizado.
- Diseñar el sistema de control de acceso y el sistema de control de riego automatizado para Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.
- Implementar el sistema de control de acceso y el sistema de control de riego automatizado en Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.
- Realizar las fichas técnicas de los sistemas y sus elementos, hojas de vida y manuales de usuario.

2.3 ACOTACIONES

La selección de materiales se verá limitada a los materiales de formación con los que cuenta Tecnoacademia y Tecnoparque

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la situación mundial de la pandemia generada por el virus Covid-19, se requieren evitar las aglomeraciones las cuales han sido un gran inconveniente en el día a día de las personas y los centros de educación superior, debido a esto contar con un sistema que ayude a controlar, identificar y monitorear la cantidad de personas que ingresan a cualquier lugar se ha convertido en algo de vital importancia a tener en cuenta, sumado al hecho de que en Tecnoacademia y Tecnoparque las personas que ingresan regularmente son menores de edad, por lo cual es aún más importante contar con un sistema que permita monitorear el acceso no solo para dar apoyo por la situación mundial actual evitando posibles aforos, sino que además es posible que estos jóvenes decidan no asistir a sus respectivos cursos y ocurra algún accidente por fuera de las instalaciones lo cual acarrearía problemas de gran magnitud para la institución.

La sede Tecnoacademia y Tecnoparque es una sede nueva inaugurada el 23 de septiembre de 2021, debido a esto no cuenta con personal permanente para el riego de los espacios adaptados para vegetación, así mismo, se han visto afectadas por las oleadas de calor y la falta de riego recurrente, dichas plantas presentan sequía en su follaje, lo cual no permite que estas áreas de vegetación se mantengan en condiciones óptimas, esto afecta la imagen pública de la institución debido a que los jardines se encuentran en las zonas más transcurridas de la misma.

3.2. JUSTIFICACION

Tener un control de acceso es una gran herramienta para monitorear, controlar e identificar la asistencia de los aprendices y talentos, de esta forma evitar cualquier posible inconveniente futuro para la institución, debido a esta problemática se sugiere la realización de un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID por medio de tarjetas, debido a que esta tecnología permite un control de acceso que no necesita contacto entre distintas personas, lo cual es muy útil teniendo en cuenta la situación mundial actual, además de que también ayuda a motivar a los aprendices y talentos a asistir de forma regular a los cursos y desarrollo de proyectos en los que estén participando, también apoya a evitar problemas para la institución se podrá obtener un historial de cada persona en cuanto a su ingreso y salida de las instalaciones para de esta forma contar con un respaldo en caso de que a algún aprendiz o talento le ocurra algún tipo de incidente por fuera de las instalaciones en los momentos que se supone debería estar dentro de las instalaciones.

Un sistema de control de riego automatizado presenta la mejor respuesta a la problemática de falta de personal en la institución, debido a que este sistema no necesitara una interacción muy grande con un operario, esto debido a que la única interacción humana necesaria es la configuración de los parámetros a tener en cuenta para el riego, además Tecnoparque y Tecnoacademia son reconocidas por apoyar las soluciones basadas en la tecnología y la investigación se propone el desarrollo de un sistema de control de riego automatizado con el fin de mantener estas áreas de vegetación óptimas y enaltecer aún más dicho reconocimiento que se le hace a Tecnoacademia y Tecnoparque aplicando la tecnología en diferentes espacios de sus instalaciones.

4. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

4.1. ¿Qué es RFID?

RFID (Radio Frequency Identification o identificación por radiofrecuencia) es un sistema de almacenamiento de datos en etiquetas, tarjetas o transpondedores, la tecnología RFID tiene como objetivo identificar una tarjeta o etiqueta (también conocida como tag) a través de un lector, puede compararse con el código de barras, aunque en lugar de marcas de tinta se utilizan ondas de radio, lo cual brinda una gran fiabilidad debido a que el código de barras puede ser fácilmente estropeado lo cual puede llegar a imposibilitar el reconocimiento del producto, esto no sucede con la tecnología RFID debido a que esta tecnología al trabajar con radiofrecuencias es más complicado que llegue a estropearse, ya que se compone de un microchip en el cual se encuentra toda la información necesaria del objeto al que esté enlazado dicho sistema. De hecho, las etiquetas con esta tecnología son muy utilizadas en la industria, tanto para localizar objetos como para asegurarse de que estos no se sacan de un establecimiento sin los permisos pertinentes.

4.1.1 Frecuencias de funcionamiento

La tecnología RFID se clasifica según las diferentes frecuencias de radio utilizadas, cada una de ellas contando con sus propias características y sirven para un determinado sector de aplicación, estas clasificaciones son frecuencia baja, frecuencia alta, frecuencia ultra alta y frecuencia activa.

	Frecuencia baja	Frecuencia alta
Ventajas	Funciona cerca de los metales y superficies líquidas No es sensible a la interferencia de ondas de radio	Velocidad de transferencia de datos más rápida Rango de lectura más largo
Características principales		
Distancia de lectura:	hasta 10cm	de 10cm hasta 1m
Frecuencia de lectura:	125 kHz	13,56 MHz
Aplicaciones	Identificación de animales Identificación de barriles de bebidas Identificación de material en bibliotecas	Trazabilidad de productos Control de acceso a edificios Transferencia de datos y pagos

figura 1 Frecuencias de funcionamiento (a)

	Frecuencia ultra-alta	Frecuencia activa
Ventajas	Funciona alrededor de líquidos y metales Tags UHF pasivos económicos de producir	Transmisión de la información almacenada en el microchip a través de su propia señal Alta velocidad de transmisión
Características principales		
Distancia de lectura:	hasta 12m	hasta 100m
Frecuencia de lectura:	900-915 MHz	2,45 GHz y 5,8GHz
Aplicaciones	Trazabilidad de vehículos Gestión de inventarios Configuración de dispositivos inalámbricos	Trazabilidad de grandes objetos Seguimiento y trazabilidad de personas

figura 2 Frecuencias de funcionamiento (b)

4.1.2. Ventajas de la tecnología RFID

Entre las ventajas de esta tecnología encontramos

- Amplia variedad de campos de aplicación
- Permite controlar e identificar objetos en una cadena de suministros
- Integración con otros sistemas como video o sistemas de localización
- Lectura rápida y precisa
- Gran capacidad de almacenamiento de datos
- Larga vida útil
- Alta seguridad al no permitir la falsificación

4.2. ¿Qué es el riego?

Consiste en aportar agua de forma artificial al sustrato para que las plantas puedan crecer y/o desarrollarse, esta actividad es de vital importancia tanto en la agricultura tradicional como en la jardinería, el riego se vuelve necesario cuando el suelo no cuenta con la suficiente cantidad de agua de forma natural o no es oportuna su obtención por medio de la lluvia, el proceso de riego originalmente no era algo muy necesario debido a que antiguamente la agricultura nació cerca de ríos y lagos lo cual facilitaba en gran medida la realización de esta tarea, pero con el constante desarrollo de la sociedad obligo a los agricultores a alejarse de los cuerpos de agua, con lo cual estos se vieron obligados a desarrollar técnicas de riego para sus cultivos, algunas de las cuales se mantienen vigentes hoy en día.

4.2.1. Riego por Aspersión

Es un tipo o sistema de riego superficial que consiste en aplicar el agua sobre la superficie en forma de lluvia o gotas, por medio de una red de riego los aspersores

que distribuyen el agua sobre el cultivo o jardín, este tipo de riego es aplicado al suelo mojando una parte del mismo de manera similar a como lo hace la lluvia, se puede aplicar de forma horizontal y vertical, requiere de pequeños caudales a baja presión y riego frecuente.

4.3 Desarrollo de Software

Es el conjunto de actividades informáticas dedicadas al proceso de creación, despliegue y compatibilidad de software, también es posible definirlo como un proceso mediante el cual se crea software ya sea de forma independiente o individual usando un lenguaje de programación específico, lo cual implica escribir una serie de código de programación interrelacionado el cual proporciona la funcionalidad al software desarrollado.

4.3.1 Metodologías de desarrollos de software

Estas metodologías se usan en el ámbito de la programación con el fin de trabajar de forma organizada, es decir, es el conjunto de técnicas y métodos utilizados en el diseño de una solución de software, trabajar con una metodología es indispensable por cuestiones de orden, debido a que los factores tienen que estar ordenados y saber el cómo se van a utilizar.

Las metodologías también sirven para controlar el desarrollo de un trabajo, esto es útil para minimizar los márgenes de error y saber cómo van a ser usados, otra ventaja de las metodologías es que permiten ahorrar tiempo y gestionar de mejor manera los recursos disponibles, esto ocurre en metodologías tanto a corto como a largo plazo, también logran dar un valor añadido esto debido a que existen metodologías más costosas, pero estas a su vez logran facilitar la obtención de un mejor final, por ende, es importante tener en cuenta estos aspectos al analizar los pros y contras de la metodología.

4.3.2 Metodología RUP para desarrollo de software

El Rational Unified Process o Proceso Unificado Racional es una metodología de desarrollo de software orientado a objetos mediante la cual se establecen una serie de bases, plantillas y ejemplos para todos los aspectos y fases del desarrollo de software. En esta herramienta de la ingeniería de software se combinan aspectos del proceso de desarrollo tales como fases definidas, técnicas y prácticas con diversos componentes de desarrollo tales como documentos, manuales código fuente, entre otros, en un solo framework unificado. En esta metodología se establecen cuatro fases de desarrollo, cada una de las cuales se organiza en diferentes iteraciones separadas las cuales deben satisfacer ciertos criterios definidos antes de empezar la siguiente fase.

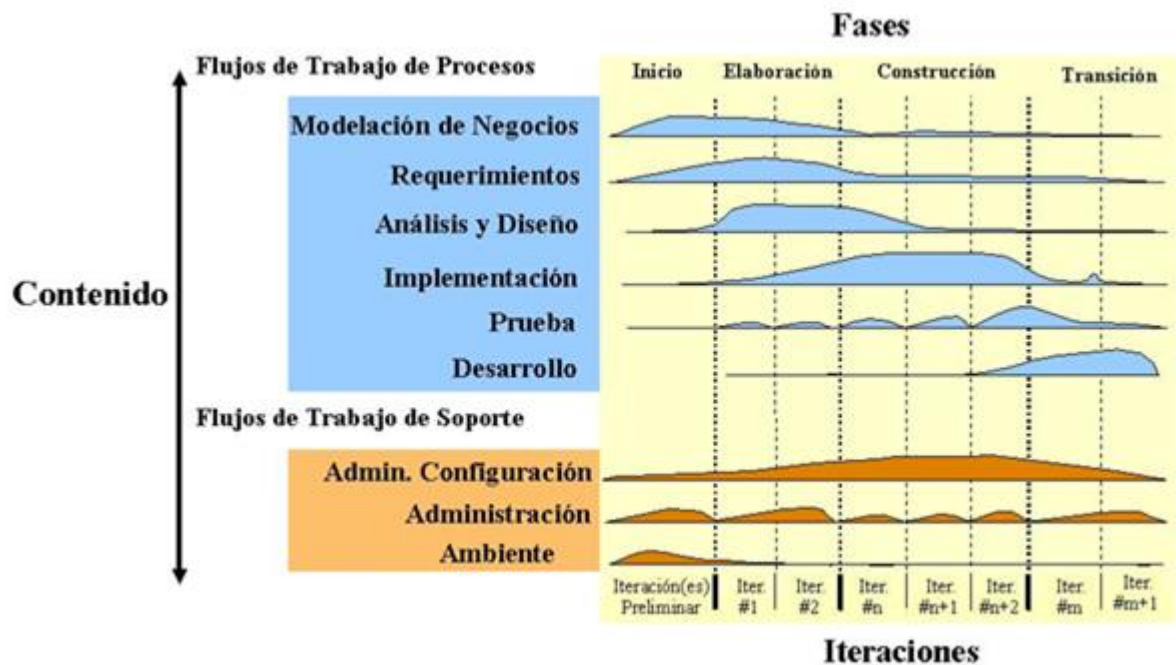


figura 3 Fases de la metodología RUP

4.3.3 Métricas para el desarrollo de software

Debido a que el objetivo primordial de la ingeniería de software es producir un sistema, una aplicación o un producto de calidad, los ingenieros de software deben emplear herramientas modernas y a su vez métodos efectivos dentro del contexto de un proceso maduro de desarrollo de software, cabe resaltar que un buen ingeniero de software debe ser capaz de medir si el software es de alta calidad.

4.3.4. Pruebas alfa y beta de software

Las pruebas alfa y beta son una metodología de validación de clientes las cuales ayudan a generar confianza para lanzar un producto al mercado, debido a que este tipo de pruebas se realizan en un ambiente controlado con el fin de identificar posibles fallos del sistema y corregirlos antes de que el sistema sea puesto en el mercado, además de dar una imagen real del como el sistema puede llegar a ser usado en tiempo real, con esto los usuarios que realizan estas pruebas pueden dar comentarios valiosos que pueden llegar a ser usados para aumentar la efectividad del producto.

La prueba alfa es realizada por un cliente en el lugar de desarrollo, utilizando el software de forma natural, con el desarrollador supervisando al usuario mientras registra los errores y problemas en el uso del sistema, es de vital importancia que estas pruebas se desarrollen en un entorno controlado, esta es la última prueba realizada por desarrollador en el sitio de desarrollo, si la prueba alfa logra resultados

satisfactorios se puede proceder al siguiente paso, realizar las pruebas de la versión beta del sistema.

La prueba beta es realizada en un ambiente más real con usuarios a los que va destinado el sistema, mientras que en las pruebas alfa se necesita la presencia del desarrollador en este tipo de pruebas no es totalmente necesario que el desarrollador se encuentre presente mientras se llevan a cabo, debido a que esta es una prueba “en vivo” del sistema en un entorno más real, en este caso es el cliente el que lleva a cabo el registro de posibles errores del sistema y notifica de forma periódica al desarrollador, una vez la prueba es realizada el desarrollador debe realizar las modificaciones pertinentes en caso de ser necesario, una vez superada las pruebas beta se puede proceder a lanzar la primera versión final del sistema.

4.4. Antecedentes o Estado del Arte

4.4.1. A secure RFID Access Control system in smart home

El objetivo principal de este proyecto es el diseño y la implementación de un sistema de control de acceso seguro para utilizar el internet de las cosas (IoT), esto mediante la utilización de dispositivos bluetooth, etiquetas RFID y otros dispositivos, se opta por la tecnología RFID debido a que es muy asequible y segura, ya que este tipo de tecnología resulta ser compleja al momento de ser clonada por usuarios ilegítimos, gracias a esta particularidad la tecnología RFID es una alternativa muy buena para utilizar con el IoT, además mediante la tecnología bluetooth se puede realizar intercambios de información entre los dispositivos IoT.

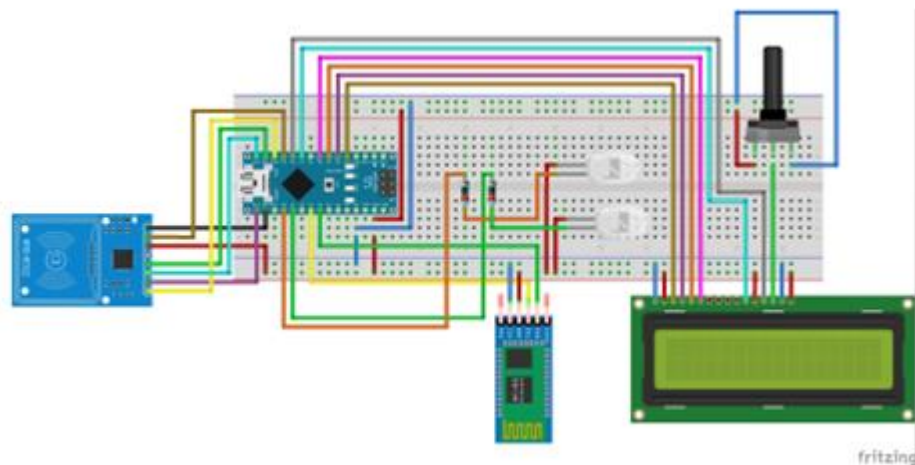


figura 4 Diagrama de conexiones del prototipo

El mayor inconveniente para este proyecto radica en la posibilidad de ataques o daños en las tarjetas RFID, lectores RFID o el dispositivo bluetooth, estos

inconvenientes pueden llegar a ocasionar fallos en la lectura, además debido a la falta de capacidad computacional y de almacenamiento el prototipo genera que los ataques de seguridad como la clonación de tarjetas, suplantación de identidad, suplantación de tarjetas, o espionaje de canales sean factibles (Chlebana, 2020).

4.4.2. Automatic gate authentication system for RFID tags and thai id cards

En este proyecto se busca automatizar el método de barrera de puerta manual que emplean los guardias de seguridad en las universidades y otras organizaciones superiores, con la implementación de este sistema se busca reducir la congestión del tráfico. Este sistema consta de dos partes para la automatización de la barrera de la puerta: una mediante el uso de tecnología RFID y la otra mediante la detección de tarjetas de identificación tailandesas. Cuando el vehículo con una etiqueta RFID válida ingresa al rango de lectura del lector, reconoce la etiqueta y se abre la puerta. El clasificador en cascada de Haar se usa para la detección de tarjetas para la clasificación de tarjetas y otros objetos, por lo que, cuando ingresa una persona con una tarjeta de identificación nacional tailandesa, el conductor debe mantener la tarjeta frente a la cámara y, a medida que se detecta la tarjeta, se abre la puerta. Mediante Machine learning (Open CV) se lleva a cabo el proceso de detección de objetos.



figura 5 Zona objetivo de implementación



figura 6 Primer prototipo

En este proyecto la mayor prioridad es el tiempo, la eficiencia y la seguridad. El uso del sistema de puertas manuales se reduce por completo y se está implementando el uso de la tecnología RFID y otras técnicas de detección para las barreras de puertas automáticas en las puertas de peaje y otros fines de detección de vehículos o tráfico (Nidhi, 2017).

4.4.3. Multi factor authentication access control for student and staff based on RFID, barcode and gis

La Universidad de Zambia, como muchas de las universidades públicas y las instituciones de educación superior de Zambia, cuenta con el desafío de evitar el acceso no autorizado al entorno de su campus, esto debido a que la universidad no cuenta con un registro de las personas que ingresan al campus, por ende, proteger los activos como la información, propiedad personal, el personal y estudiantes se ha vuelto una tarea compleja.



figura 7 Evidencia de la problemática

Muchos miembros del personal, visitantes e incluso estudiantes reportan que han perdido pertenencias como computadoras portátiles y automóviles, debido a esto se propone un sistema que permita realizar un seguimiento de visitantes en tiempo real con el fin de mejorar el nivel de seguridad del campus, para ello se realizó una encuesta diseñada basándose en la norma ISO27002 de seguridad física y ambiental, dicha encuesta demostró que el nivel de seguridad del campus es bajo dado que más del noventa por ciento (90%) de los encuestados fueron víctimas de robo o supieron de alguna víctima de robo mientras estaban en el campus.

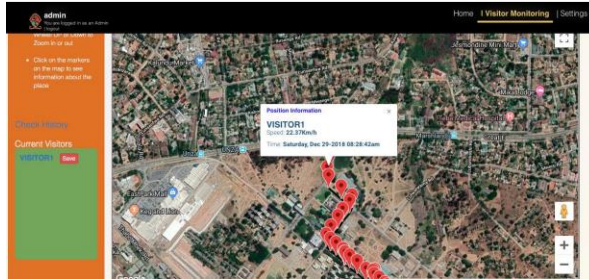


figura 8 Información en tiempo real de la persona que ingresa

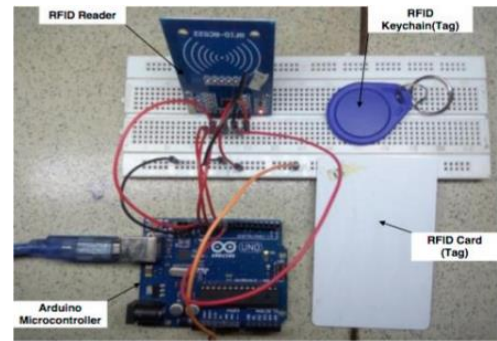


figura 9 Primer prototipo del sistema

Teniendo como base los resultados del estudio de referencia, se diseñó un sistema modelo de control de acceso y seguimiento en tiempo real para controlar a todas las personas que ingresan y salen del campus. El modelo diseñado se basó en RFID, Biometría, Código de Barras y GIS. Las tecnologías RFID, biométrica y de código de barras están diseñadas como un mecanismo de identificación y autenticación de las personas que ingresan y salen del campus con el fin de controlar quienes acceden a las instalaciones de la universidad (Moono, 2019).

4.4.4. Computer vision-assisted battery-free RFID systems for object recognition, localization and orientation

La identificación por radiofrecuencia (RFID) sin batería es una técnica prometedora en las aplicaciones de Internet de las cosas (IoT) que utilizan señales inalámbricas para identificar un objeto físico a partir de su etiqueta RFID adjunta. Comparándolos con los ya existentes sistemas de identificación mediante código de barras los sistemas con RFID pueden seguir funcionando en escenarios que no cuenten con visibilidad directa en los cuales algunas obstrucciones bloquean el lector, en años recientes se ha llegado a considerar a las etiquetas RFID como un sensor sin batería cuyo indicador es la señal de retrodispersión de la huella dactilar reportada por un lector RFID.

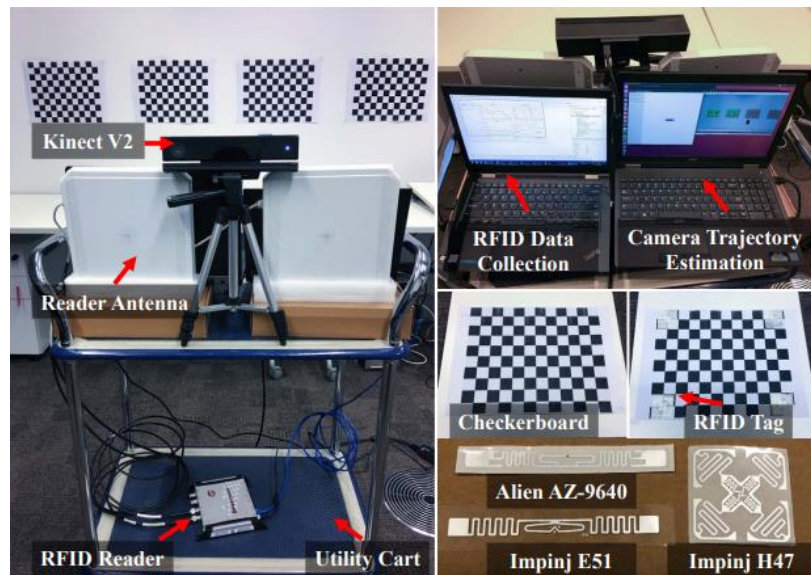


figura 10 Prueba experimental del sistema

Debido a que el sensor puede detectar el cambio en la posición y orientación de una etiqueta RFID en relación con la antena del lector y el entorno, se propone una variedad de sistemas de detección RFID sin batería para la localización de objetos, seguimiento de dirección, reconocimiento de materiales, respiración humana/ evaluación de la frecuencia cardíaca, detección de fugas de líquidos, entre otros. Sin embargo, aún quedan algunos desafíos técnicos por abordar en estos sistemas puramente basados en RFID. Esta tesis introduce técnicas de visión por computadora (CV) en sistemas RFID para minimizar el impacto de la periodicidad de fase de RF y la interferencia de trayectos múltiples (Wang, 2020).

4.4.5. Design, simulation, and fabrication of low-cost chipless RFID tags

En esta tesis se investigan etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID) sin chip de bajo costo. Estos tipos de etiquetas se proponen y desarrollan para reemplazar los códigos de barras en el etiquetado a nivel de artículo. Además de los métodos estándar que utilizan placas de circuito impreso (PCB), las etiquetas RFID sin chip son adecuadas para fabricarse mediante impresión de inyección de tinta de bajo costo. En estas fabricaciones de bajo costo, las etiquetas se imprimen en papeles fotográficos a través de impresoras comerciales de inyección de tinta cargadas con tintas a base de plata.

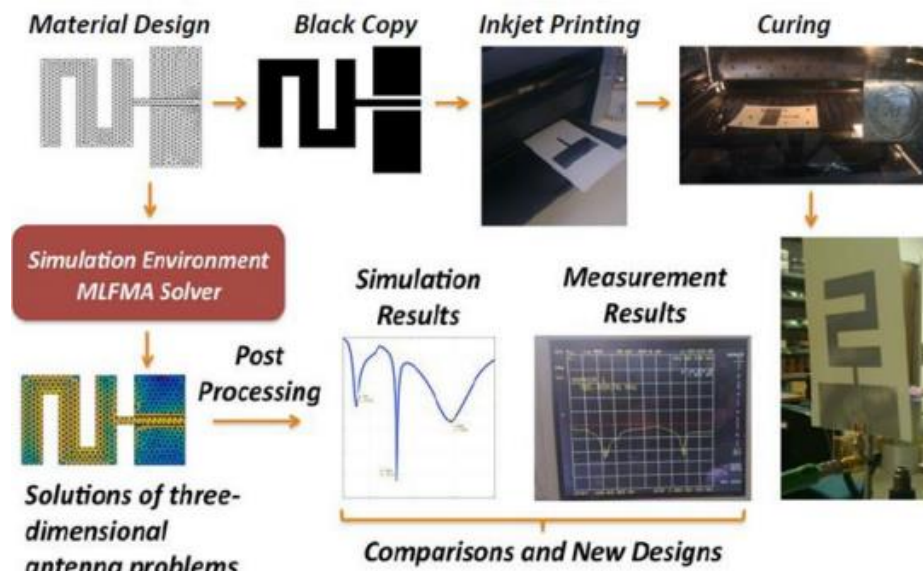


figura 11 Componentes principales de la configuración de impresión de inyección de tinta

Varios diseños de etiquetas se simulan a través del algoritmo multipolar rápido multinivel (MLFMA) y sus valores de sección transversal de radar (RCS) se estudian rigurosamente para desarrollar diseños superiores para identificaciones de alto rendimiento. Este estudio está centrado principalmente en los diseños de las etiquetas RFID sin chip basadas en frecuencia, en estos la información es codificada mediante resonadores, la existencia de dichos resonadores induce picos de resonancia en la respuesta RCS retro dispersada de la etiqueta, gracias a esto es posible codificar en notación binaria dependiendo de la ausencia o presencia de resonadores, es decir, las palabras de identificación varían entre las etiquetas debido a que generan diferentes firmas en el espectro RCS (ÇETİN, 2019).

4.4.6. Diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado para una hectárea de cultivo de durazno en el distrito de la isla - Asia, cañete

Este trabajo tiene como objetivo determinar la forma en que el diseño e implementación de un sistema de riego por goteo automatizado logra optimizar el recurso hídrico para una hectárea de cultivo de durazno, debido a que en el sector de la Isla-Asia, Cañete presenta la problemática de escasez de agua, lo cual afecta en gran medida a los agricultores de la zona, debido a que estos no usan de forma adecuada este recurso, esto se debe a que el método de riego que utilizan es el riego por surcos y este tipo de riego ha demostrado ser muy ineficiente.

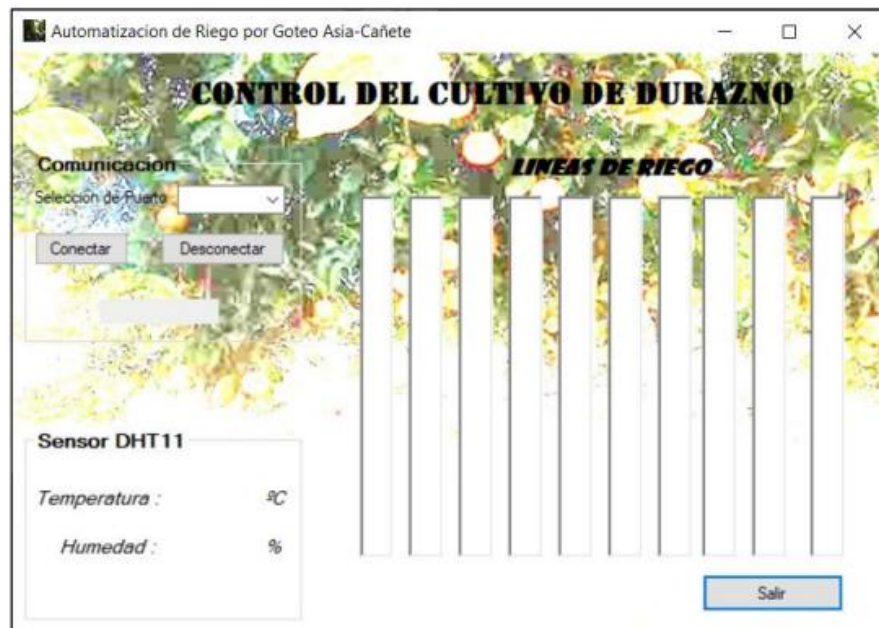


figura 12 Interfaz para el control de riego

La solución hallada fue implementar un sistema de riego por goteo, ya que este tipo de riego ha demostrado ser más eficiente, además de automatizar el sistema lo cual permitió que el riego sea aún más eficiente, esto ayuda a que los agricultores obtengan un producto de mayor calidad y también ayuda a que los agricultores tengan un menor consumo de agua lo cual es de gran ayuda para la preservación de este líquido vital (Vílchez, 2020).

4.4.7. Prototipo de un sistema automatizado de riego para jardines

Los sistemas de riego facilitan la labor de hidratación de las plantas, estos sistemas son de gran ayuda, ya que con ellos es posible controlar la cantidad de agua y la hora en que dicha tarea debe realizarse, este prototipo está diseñado para pequeños jardines y puede ser monitoreado desde una aplicación móvil, se capturan datos de temperatura, y humedad vs. tiempo los cuales son visualizados mediante una app diseñada en lenguaje Android.

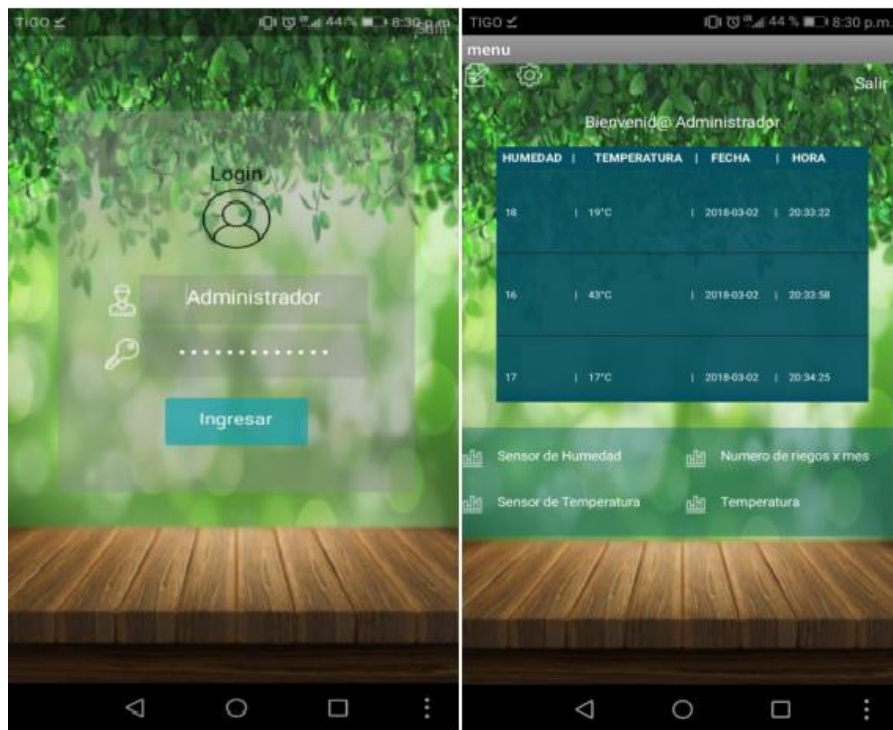


figura 13 Interfaz de ingreso y menú principal de la aplicación

Para este prototipo fue construido un pequeño jardín el cual simula el jardín que puede tener una vivienda promedio, cabe resaltar que este prototipo está diseñado para ser utilizado en jardines o invernaderos de hasta 20 m² debido a que la motobomba utilizada no cuenta con la potencia suficiente para impulsar el agua a un área mayor, además de que este prototipo no puede alertar al usuario sobre condiciones de las plantas diferentes a la humedad de su ambiente, tampoco sobre alguna posible enfermedad en las mismas (Cifuentes, 2018).

4.4.8. Diseño de un sistema de riego para la implementación de cultivos automatizados en el recinto playa seca del cantón el triunfo

La investigación en este caso se basa en la optimización de los sistemas de riego presentes en los cultivos de cacao de recinto Playa seca del Cantón El Triunfo, esto se debe a que los sistemas de riego con los que se cuenta actualmente ocasionan un desperdicio de agua, la propuesta se basa en optimizar el consumo de agua mediante un sistema de riego por goteo, para de esta manera reducir los niveles de recurso hídrico destinados para el riego de los cultivos de cacao.

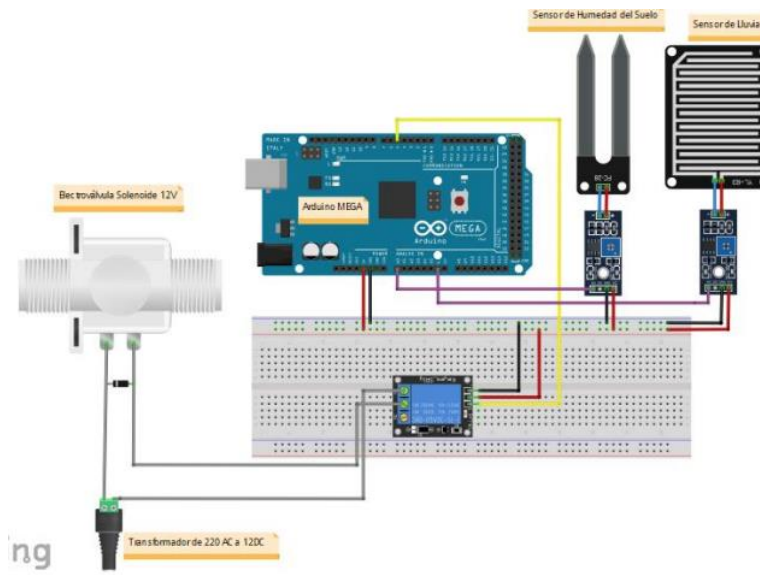


figura 14 Esquema de conexiones del sistema

El sector agrícola necesita contar con un riego constante y controlado con el fin de que los productos agrícolas cuenten con buena calidad y no se dañen o en el peor de los casos se pierda en su totalidad, con el fin de evitar lo mencionado anteriormente es que surge la necesidad de automatizar el sistema de riego, este sistema tiene como razón primordial controlar el tiempo de regadío de los cultivos de cacao, dichas acciones son realizadas automáticamente por medio de la programación de la tarjeta Arduino, esta misma recibe información del suelo mediante sensores, con esta información se controla la apertura y cierre de las electroválvulas de forma automática con el fin de mantener húmedas ciertas áreas según las necesidades del cultivo (Escobar y Farfán, 2018).

4.4.9. Diseño de un sistema de riego en la granja Tarapacá ubicada en la ciudad de Santiago de Cali

Debido a que el agua no es un recurso inagotable es necesario que los sistemas de riego brinden un alto grado de eficiencia al proporcionar a las plantas la cantidad de agua suficiente para su óptimo desarrollo evitando así el estrés hídrico y su desperdicio, por tal motivo el presente proyecto tiene como objetivo realizar el diseño de un sistema de riego por goteo para un área de siembra de aproximadamente 433,27 m², en esta área se encuentran cultivos de maíz, frijol y cebolla larga en la granja Tarapacá ubicada en la ciudad de Santiago de Cali.

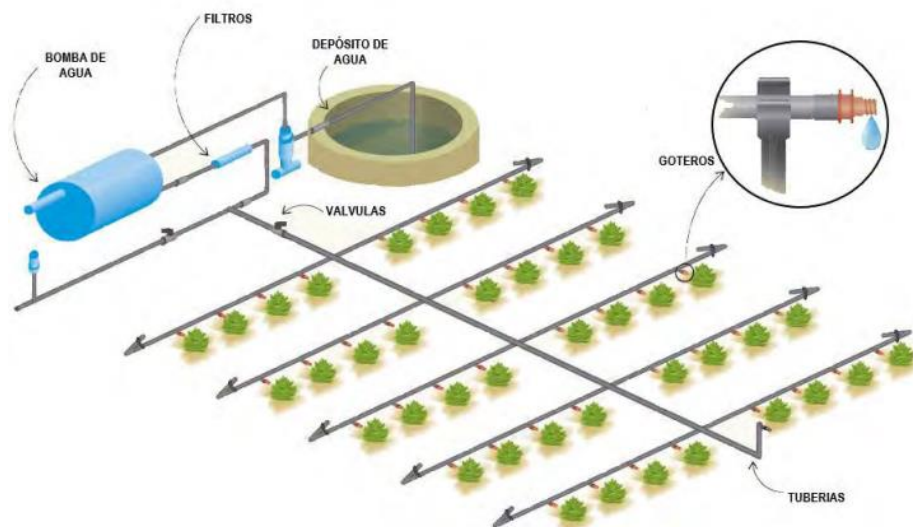


figura 15 Componentes de un sistema de riego por goteo

Para la correcta implementación del sistema de riego se necesita un mecanismo que de la presión suficiente al agua con el fin de distribuirla correctamente por las tuberías instaladas sobre el terreno además de estar dotadas de emisores que logren verter de 1 a 10 litros por hora, para este caso se opta por un sistema de riego por goteo debido a que este tipo de sistemas son apropiados para trabajar en terrenos irregulares con texturas no uniformes o si el agua es escasa o costosa, también ayudan a aplicar de forma más precisa los fertilizantes, ya que estos se diluyen en el agua y se aplican directamente a la raíz evitando así el desarrollo de algunas enfermedades y el crecimiento excesivo de malezas (Londoño, 2019).

4.4.10. Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado y monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación mujeres empresarias Marie Poussepin

La agricultura urbana es un sistema de producción de alimentos y plantas aromáticas, medicinales u ornamentales que se realiza en el interior y alrededores de la ciudad. En la actualidad se ha observado un aumentado considerablemente debido a que esta brinda a personas la oportunidad de contar con alimentos frescos desde su hogar, ya sea que sean para su propio consumo o comercialización para así generar empleo. Este tipo de agricultura es la principal actividad desarrollada en la fundación Mujeres Empresarias Marie Poissepin, esta es una organización sin ánimo de lucro la cual busca generar mejores ingresos para mujeres de escasos recursos que habitan en la localidad San Cristóbal Sur (Bogotá, Colombia). El principal objetivo de la fundación es la formación de mujeres cabeza de familia como empresarias en la línea de agricultura urbana y arte ecológico.



figura 16 Evidencia del crecimiento del cultivo luego de instalar el sistema

Actualmente las mujeres encargadas de desarrollar esta actividad utilizan sistemas de riego que carecen de la tecnología que permite medir la humedad, controlar el tiempo de riego, monitorear factores climáticos e identificar las dosis adecuadas de riego. Con el fin de dar solución a esto se incorpora un sistema de sensores de humedad en cada surco, estos envían la información al sistema de control el cual se encarga de iniciar el proceso de riego según los parámetros y necesidades establecidos, la información obtenida de los sensores se almacena en la nube mediante IoT, con el fin de facilitar el acceso a esta información en caso de ser necesaria para propósitos investigativos y estadísticos con el fin de identificar a futuro los parámetros óptimos para cada cosecha (Cortes y Vargas, 2020).

5. DESARROLLO

5.1. CRITERIOS DE DISEÑO

Fuente de alimentación

Una fuente de alimentación eléctrica es un sistema que suministra electricidad a los dispositivos eléctricos. Se utiliza para transformar la energía de la red eléctrica, adaptándola a las necesidades de alimentación de un determinado dispositivo.

Lector RFID

Un lector de RFID es también conocido como interrogador. El principal objetivo de un lector de RFID es transmitir y recibir señales, convirtiendo las ondas de radio de los tags en un formato legible para las computadoras. Los lectores RFID pueden suministrar energía a los tags RFID pasivos.

La mayoría de los lectores son capaces de leer y escribir a un tag. La función lectora lee los datos almacenados en el chip del tag. Del mismo modo, la función escritora escribe los datos pertinentes sobre el chip del tag.

Tarjeta de procesamiento

Una Raspberry Pi es un ordenador de bajo costo y formato compacto destinado al desarrollo para hacer accesible la informática a todos los usuarios. La Raspberry Pi también se caracteriza por ser muy utilizada para desarrollar pequeños prototipos y para la formación sobre informática y electrónica en los colegios.

Tarjeta Arduino

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla.

Sensor de humedad

El sensor de humedad es un aparato de lectura utilizado en espacios interiores para controlar la humedad del aire y la temperatura. Las magnitudes medidas por el sensor de humedad se transforman en una señal eléctrica normalizada, cuya intensidad suele estar comprendida entre 4 y 20 mA. Un material semiconductor es el encargado de determinar con precisión los valores de humedad y temperatura que se corresponden con la señal emitida.

Modulo bluetooth

Una comunicación eficiente hoy en día es imposible sin una conexión inalámbrica efectiva. Los módulos Bluetooth encajan perfectamente en estos supuestos. No solo se utilizan en teléfonos móviles o herramientas GPS, una variedad de formas de comunicación o de sensibilidad del receptor hacen posible el uso de módulos en cualquier formato de dispositivos.

5.1.1. Sistema RFID

Para la parte electrónica de este proyecto lo principal a tener en cuenta al momento de empezar a realizar el trabajo es contar con una fuente de alimentación lo suficientemente potente para alimentar correctamente la tarjeta a utilizar, en este caso debido a que se utilizará una Raspberry pi es necesario contar con una fuente de 5 voltios con un amperaje mínimo de 2 amperios.

Para el lector RFID a utilizar debido a que la comunicación puede ser mediante puerto serial o los pines GPIO (General Purpose Input/Output o Entrada/Salida de Propósito General) de la Raspberry pi es indispensable conocer correctamente la forma de conectarlos, principalmente si se utilizan los pines GPIO.

Para la HMI es necesario tener en cuenta una metodología de diseño de software, esto debido a que es necesario el establecimiento de roles de usuario distintos, ya que este dispositivo no va a ser usado únicamente por una persona, va a ser utilizado por diversos tipos de personas por ende es necesario tener definidas las acciones y limitaciones con las que contará cada uno de los roles, además de que es necesario que su diseño sea lo más didáctico posible para que así los distintos tipos de roles puedan usarlo sin ningún tipo de inconveniente.

5.1.2. Sistema de riego

Para la parte electrónica de este proyecto, al igual que en el sistema RFID, la fuente de alimentación juega un papel crucial en el correcto funcionamiento de los distintos elementos, por ende, se necesita una fuente de alimentación con las mismas características, 5 voltios con un amperaje mínimo de 2 amperios, principalmente debido a que en este caso es necesario que la Raspberry alimente correctamente a la tarjeta Arduino además de los distintos elementos que alimenta esta tarjeta.

Para la tarjeta Arduino es necesario que esta pueda soportar correctamente la comunicación serial sin presentar inconvenientes en su funcionamiento, esto debido a que algunas tarjetas suelen reiniciarse al momento de establecer conexión serial lo cual en el peor de los casos puede llegar a borrar el programa cargado en la tarjeta.

Para el sensor de humedad se necesita un alto grado de fiabilidad en terreno, además de que este sea de bajo costo debido a que se requiere el uso de varios del mismo con el fin de obtener la mejor lectura posible del terreno.

Para las HMI en este caso lo esencial es que sean muy didácticas, esto debido a que el personal destinado a utilizar las distintas HMI no necesariamente contará con un alto grado de conocimiento acerca del sistema, por ende entre más didáctica sean las HMI se tendrán mejores resultados al momento de llevar a cabo la implementación del sistema, cabe resaltar que en el caso de este proyecto se realizarán dos HMI con el fin de brindar un grado elevado de robustez al sistema y disminuir la dependencia de llegar hasta el lugar donde está ubicado el sistema.

Para este sistema es necesaria la implementación de un sistema maestro-esclavo, debido a que es necesario enviar órdenes de forma independiente desde cada una de las HMI, lo cual permite afirmar que la tarjeta Arduino funcionara como esclavo y la tarjeta de procesamiento (en este caso la Raspberry) y un smartphone funcionarán como los maestros que determinan las decisiones que llevará a cabo la tarjeta Arduino.

5.2. SELECCIÓN DE MATERIALES

Se representarán en escala de 1 a 5, siendo 1 malo y 5 muy bueno

5.2.1. Sistema RFID

Tabla 1 Selección de la tarjeta de procesamiento para el sistema RFID

Tarjeta de procesamiento			
	Criterios	Raspberry pi 3 modelo B	Raspberry pi 4 modelo B
Técnicos	RAM	4	5
	Conectividad de Red	5	5
	Alimentación	5	5
Económico	Costo del producto	5	3
Total		19	18
Aunque los 2 modelos cubren de forma satisfactoria las necesidades al final el modelo seleccionado es la Raspberry pi 3 modelo B debido a su bajo costo			

Tabla 2 Selección del lector RFID

Lector RFID			
	Criterios	MFRC-522	ER301
Técnicos	Facilidad de instalación	5	3
	Velocidad de procesamiento	4	5
	Alimentación	5	3
Económico	Costo del producto	5	1
Total		19	12
Por su gran facilidad de instalación y bajo costo se opta por el módulo MFRC-522			

Con base en la tarjeta de procesamiento seleccionada el programa principal a utilizar será el software de programación Python.

5.2.2 Sistema de riego

Tabla 3 Selección de la tarjeta Arduino necesaria para el sistema de riego

Tarjeta Arduino				
	Criterios	Arduino Uno	Arduino Mega ADK	PLC Ardbox
Técnicos	Cantidad de pines para el trabajo	3	5	4
	Velocidad de procesamiento	4	5	5
	Alimentación	5	5	2
Económico	Costo del producto	5	3	2
Total		17	18	13
Por su gran cantidad de pines, buen procesamiento y costo asequible fue seleccionada la tarjeta Arduino Mega ADK				

Tabla 4 Selección de la tarjeta de procesamiento para el sistema de riego

Tarjeta de procesamiento			
	Criterios	Raspberry pi 3 modelo B	Raspberry pi 4 modelo B
Técnicos	RAM	4	5
	USB	2	5
	Alimentación	5	5
Económico	Costo del producto	5	3
Total		16	18
Por su mejor capacidad de paso de información y mejor memoria RAM la tarjeta seleccionada es la Raspberry pi 4 modelo B			

Tabla 5 Selección del sensor de humedad

Sensor de humedad				
	Criterios	DHT 11	Sensor Grove	SEN0114
Técnicos	Rango de acción	3	5	5
	Fiabilidad en terreno	3	4	5
	Alimentación	3	5	5
Económico	Costo del producto	5	2	4
Total		14	16	19
Por su bajo costo, fiabilidad en terreno y rango de acción se selecciona el sensor SEN0114				

Tabla 6 Selección del módulo de Bluetooth

Modulo bluetooth			
	Criterios	HC-06	HC-05
Técnicos	Facilidad de conexión	5	3
	Velocidad de comunicación	5	5
	Alimentación	5	5
Económico	Costo del producto	4	4
Total		19	17
Por su gran simplicidad en conexión, variable velocidad de comunicación y bajo costo se selecciona en módulo de bluetooth HC-06			

Basándose en los distintos elementos seleccionados los programas a utilizar serán el software de Arduino para la tarjeta que funcionara como esclavo y el software de Python para el sistema maestro de la Raspberry, además de una app diseñada utilizando App inventor para el diseño e implementación de la aplicación mediante la cual se dictarán las acciones a realizar utilizando un smartphone.

5.3. DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA

5.3.1 Sistema RFID

Las piezas necesarias para el desarrollo de los sistemas fueron fabricadas con la ayuda del software de SolidWorks.

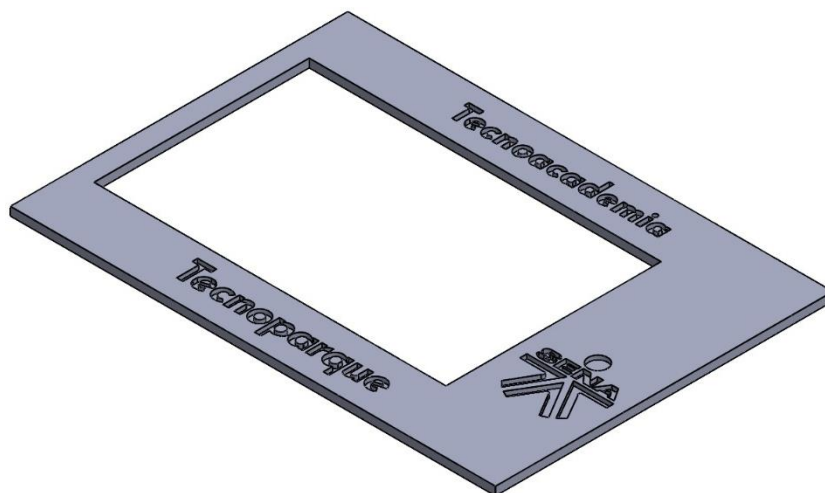


figura 17 Pieza frontal para el sistema RFID

Para esta pieza se tuvo en cuenta el contar con la capacidad de ubicar la pantalla donde se visualizará la interfaz de usuario mediante la cual se tomarán las decisiones que serán ejecutadas por el sistema, además debido a que este sistema estará ubicado en una zona con buena visibilidad además de ser un proyecto en conjunto entre Tecnoparque y Tecnoacademia se optó por realizar una serie de grabados con la imagen institucional de Tecnoparque y Tecnoacademia SENA. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 1)

Gracias a que para este sistema no es tan necesario el criterio de portabilidad, esto debido a que este sistema se encontrará en una posición fija con el fin de agilizar el ingreso y salida de los aprendices.

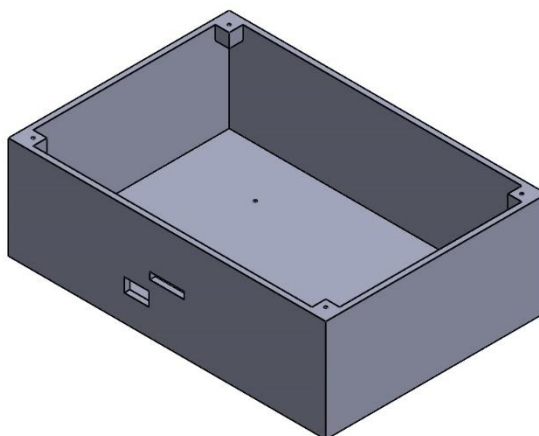


figura 18 Caja principal para el sistema RFID

Esta pieza servirá para ubicar tanto la tarjeta Raspberry como la pantalla, esto con el fin de proteger los elementos del sistema, cabe resaltar que el lector RFID no estará contenido en esta caja. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 2)

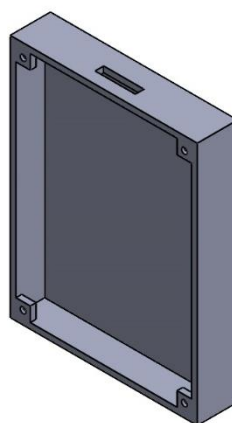


figura 19 Caja para el lector RFID

Esta pieza fue diseñada con el fin de contener el lector, cabe resaltar que el lector no se encuentra ubicado junto a la pantalla con el fin de brindar un grado de libertad en su ubicación para facilitar la visualización de los datos en pantalla y la ubicación de las tarjetas en este mismo para la correcta lectura de las mismas. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 3)

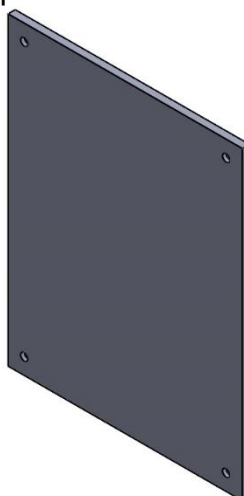


figura 20 Tapa para la caja del lector

Esta pieza se diseñó con el fin de asegurar un grado de protección para el lector, esto con el fin de minimizar lo máximo posibles fallos que puedan llegar a ocurrir con el lector debido a manipulación incorrecta. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 4)

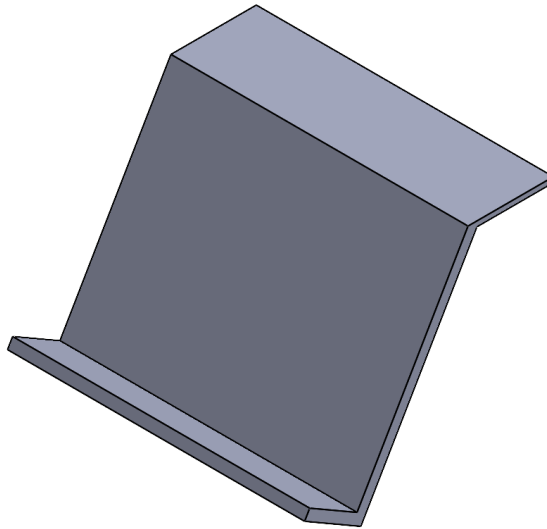


figura 21 Soporte para el lector RFID

Esta pieza se diseñó con el fin de contar con una superficie sobre la cual ubicar el lector RFID que se encuentra dentro de su caja en un sitio en específico sin limitar la movilidad del mismo. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 5)

5.3.2. Sistema de riego

Las piezas necesarias para el desarrollo de los sistemas fueron fabricadas con la ayuda del software de SolidWorks.

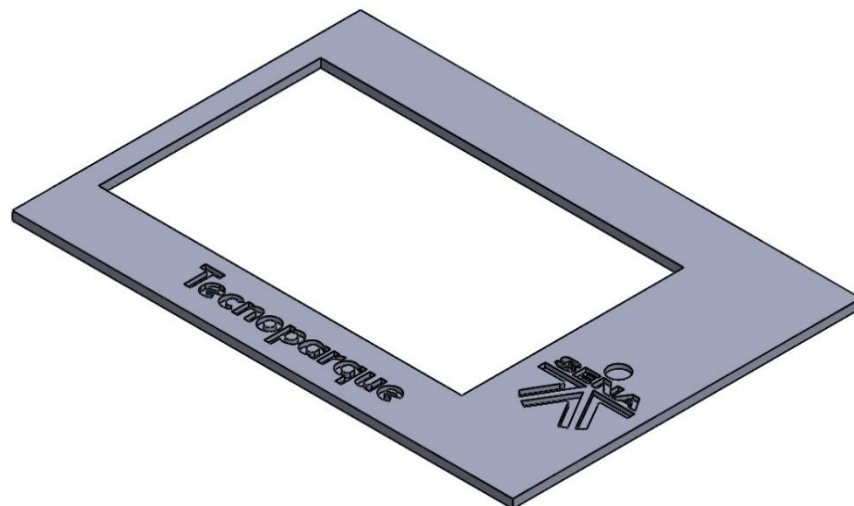


figura 22 Pieza frontal para el sistema de riego

Para esta pieza se tuvo en cuenta el contar con la capacidad de ubicar la pantalla donde se visualizará la interfaz de usuario mediante la cual se tomarán las decisiones que serán ejecutadas por el sistema, además debido a que este sistema

estará ubicado en una zona con buena visibilidad, pero no tanta como el sistema RFID se optó por realizar una serie de grabados con la imagen institucional de Tecnoparque SENA, ya que este sistema es diseñado para Tecnoparque y no en conjunto con Tecnoacademia como el sistema RFID. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 6)

Para este sistema un aspecto importante a tener en cuenta es que sea portátil, por ende, se requiere que las piezas del sistema no sean demasiado grandes.

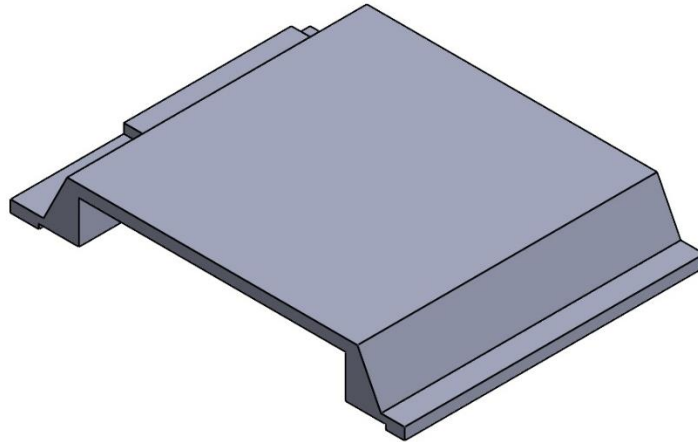


figura 23 Pieza para tarjetas

Para esta pieza se tomó en cuenta la necesidad de portabilidad por ende esta pieza llevará en la parte superior las tarjetas de Arduino y Raspberry, además de que estará ubicada en la parte trasera de la pantalla. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 7)

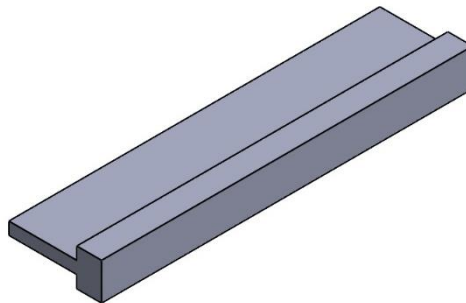


figura 24 Soporte para la fuente de alimentación del actuador

Esta pieza fue diseñada con el fin de facilitar la sujeción de la fuente de alimentación utilizada para alimentar el actuador. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 8)

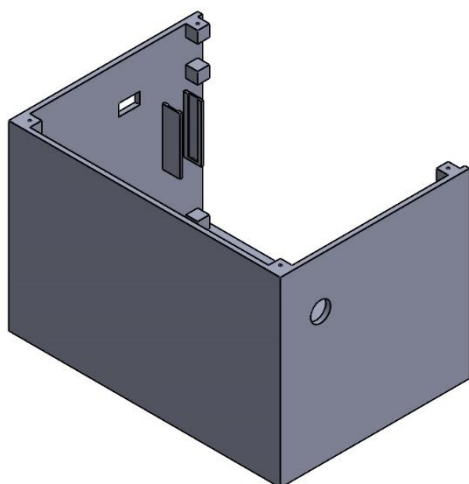


figura 25 Caja principal

Esta pieza fue diseñada para contener los demás elementos presentes en el sistema como lo son el módulo de bluetooth, el módulo de relé, la fuente de alimentación del actuador, también se utiliza como protección para los elementos del sistema. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 9)

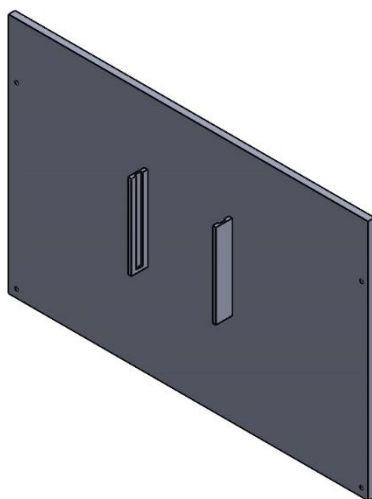


figura 26 Tapa para la caja

Esta pieza fue diseñada con el fin de ser la tapa final para la caja, esto con el fin de facilitar la instalación de los componentes internos del sistema, además de permitir la ubicación del circuito eléctrico que alimentará los múltiples elementos a utilizar. (Si se desea visualizar las dimensiones de la pieza se recomienda revisar el Anexo 10)

5.3. Diseño de los circuitos eléctricos y electrónicos

5.3.1. Sistema RFID

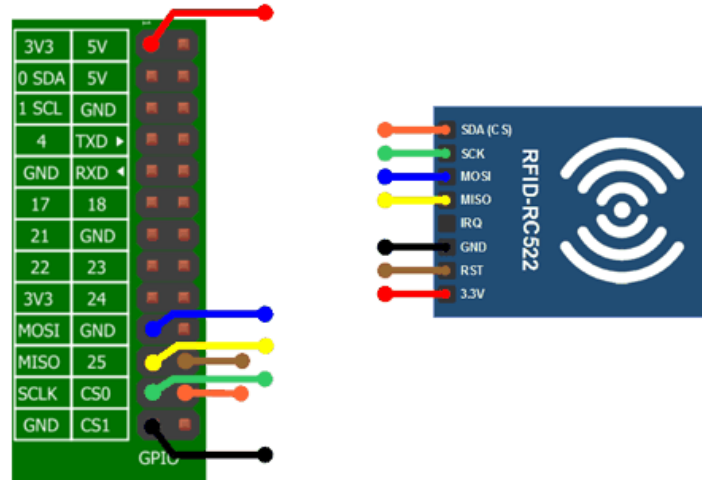


figura 27 Conexión del lector RFID con la Raspberry

Este circuito no cuenta con un nivel elevado de complejidad debido a que se compone únicamente del lector RFID y la Raspberry, pero es necesario conocer con precisión la forma correcta de conectar los distintos pines, esto debido a que un error de conexión podría llegar a generar un daño irreparable tanto en la tarjeta como en el lector.

5.3.2. Sistema de riego

Para el circuito electrónico de este sistema es necesario tener en cuenta que las órdenes para realizar las acciones se enviarán desde cada una de las HMI utilizadas en este sistema.

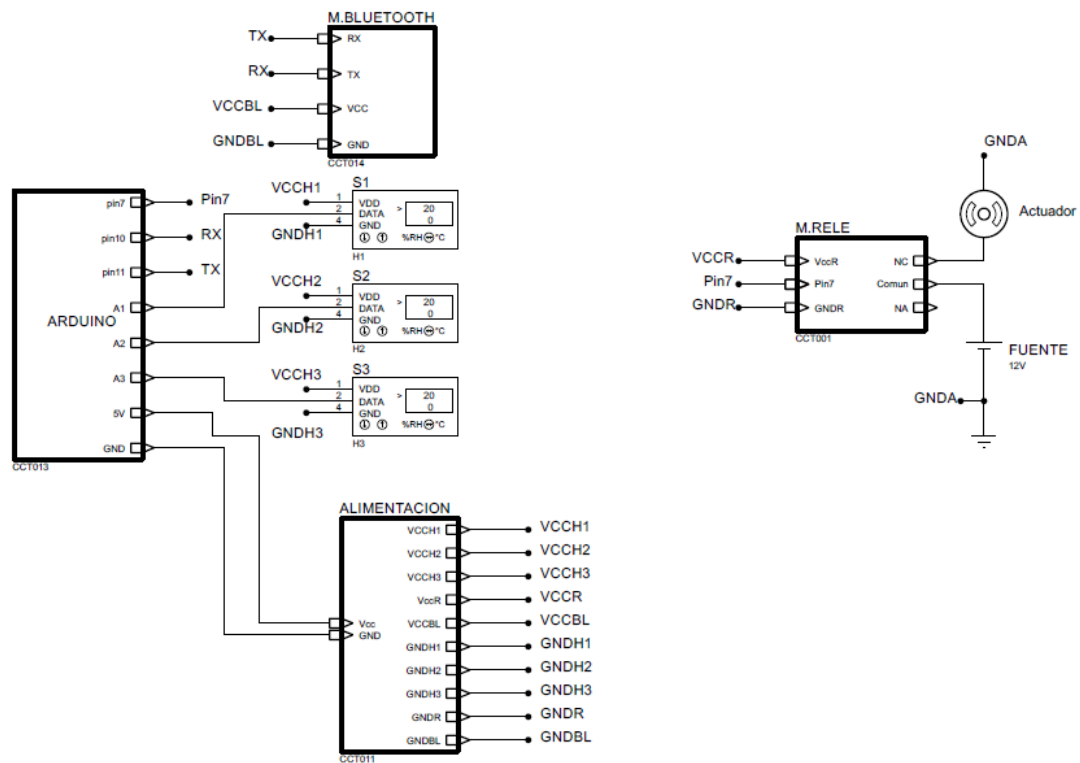


figura 28 Esquema de conexiones del circuito electrónico del sistema de riego

En el circuito electrónico de la figura 28 representa a gran escala el circuito utilizado, en él se observa de manera general la forma de realizar las conexiones, cabe resaltar que el diseño se encuentra simplificado con el fin de facilitar su comprensión, el motor simboliza el actuador, el bloque llamado “M. RELÉ” representa el módulo de relé a utilizar, en la figura se aprecian una serie de bloques que van desde “S1” hasta “S3” estos son los sensores de humedad conectados a los pines analógicos del Arduino, el bloque llamado “ALIMENTACIÓN” representa el circuito de alimentación utilizado para energizar los distintos componentes presentes en el sistema, además con el fin de no confundir a la persona que observa el esquema se ubicaron en distintos puntos cable “al aire” con un nombre junto a ellos, estos cables se conectan con los que tienen su mismo nombre.

Para este sistema se utilizará un circuito eléctrico para alimentar los sensores de humedad, el módulo de relé y el módulo de bluetooth.

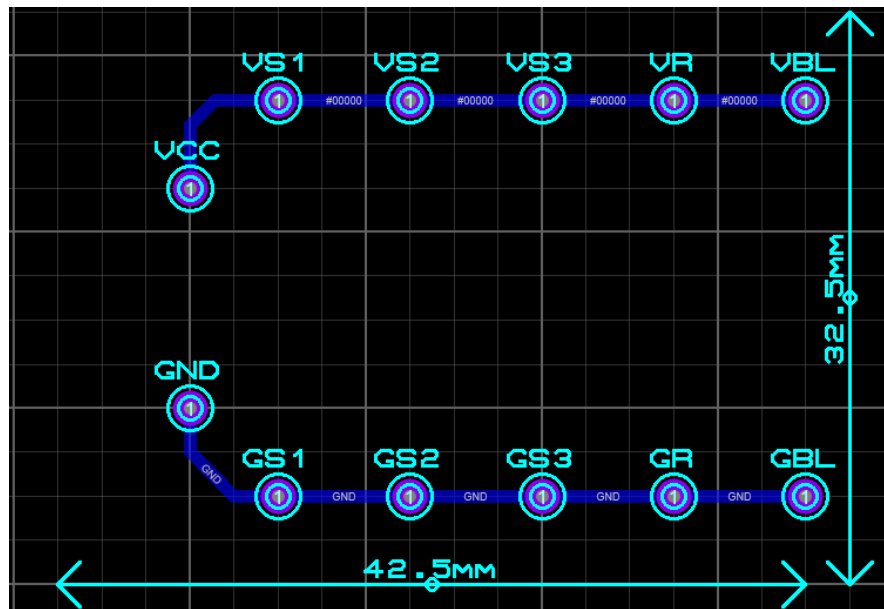


figura 29 Circuito eléctrico de alimentación para los distintos componentes del sistema

Este circuito se diseñó teniendo en mente facilitar las conexiones a la alimentación de los diversos componentes con el fin de reducir la cantidad de cableado y simplificar la conexión de los componentes.

5.4. Pruebas experimentales de los sistemas

Con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de los componentes y además de verificar el funcionamiento de los procesos necesarios para el funcionamiento de los sistemas se realizan pruebas experimentales de cada uno de los componentes y de los mismos como conjunto para de esta forma contar con la seguridad de que los procesos necesarios a realizar sean ejecutados de forma correcta en el orden correcto.

5.4.1 Sistema de riego

Para empezar lo primero que se puso a prueba para el sistema de riego son los sensores de humedad, según su hoja de características o datasheet estos elementos arrojan valores que van desde cero (0) hasta novecientos cincuenta (950) siendo sus umbrales de cero a trescientos (300) para suelo seco, trescientos a setecientos (700) para suelo húmedo y setecientos a novecientos cincuenta para suelo mojado, esto se corrobora realizando pruebas a cada uno de los sensores expuestos a humedad, en este caso a distintos tipos de suelo, suelo seco, suelo húmedo y suelo mojado



figura 30 Pruebas de verificación de funcionamiento del sensor de humedad

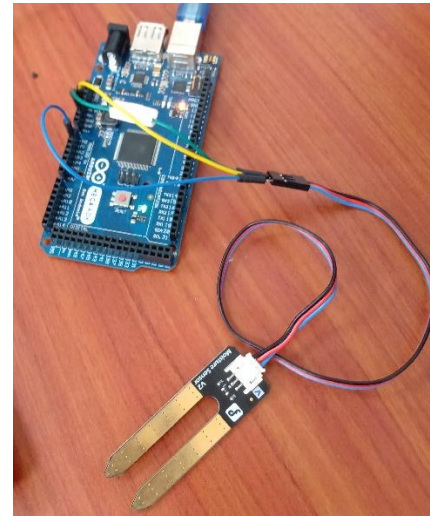


figura 31 Sensor de humedad conectado a Arduino

De las pruebas anteriores realizadas a cada uno de los sensores se obtuvo el siguiente resultado

<code>void setup() {</code>	Valor: 579.00
<code>Serial.begin(9600);</code>	Valor: 599.00
<code>}</code>	Valor: 212.00
	Valor: 207.00
<code>void loop() {</code>	Valor: 516.00
<code>Serial.print("Valor: ");</code>	Valor: 70.00
<code>float a=analogRead(A1);</code>	Valor: 564.00
<code>Serial.println(a);</code>	Valor: 509.00
<code>delay(1000);</code>	Valor: 181.00
<code>}</code>	Valor: 484.00
	Valor: 7.00
	Valor: 572.00
	Valor: 617.00
	Valor: 368.00
	Valor: 29.00

figura 32 Resultados obtenidos de las pruebas a los sensores de humedad

Como se puede apreciar en la figura 32 los rangos de funcionamiento del sensor son correctos, esto debido a que la prueba es realizada en un recipiente con tierra humedecida y extrayendo el sensor de la misma.

Posteriormente se realizan pruebas para corroborar el funcionamiento de los sensores en conjunto al módulo de relé con el fin de confirmar que las mediciones realizadas siendo sometidas a un umbral definido, son capaces de activar y desactivar el módulo de relé y por ende pueda realizar la activación y desactivar el actuador.

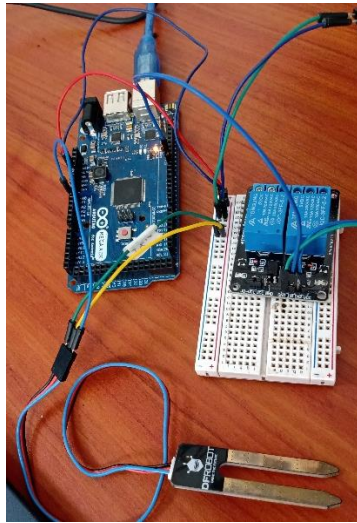


figura 33 Conexión del módulo de relé y el sensor de humedad para comprobar su funcionamiento en conjunto

```
void setup() {
  pinMode(8,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  float lect=analogRead(A1);
  Serial.print("Valor: ");
  Serial.println(lect);
  if (lect<=300){
    Serial.println("ACTIVO");
    digitalWrite(8,HIGH);
    delay(1000);
  }
  if (lect>300){
    Serial.println("INACTIVO");
    digitalWrite(8,LOW);
    delay(1000);
  }
}
```

```
Valor: 646.00
INACTIVO
Valor: 531.00
INACTIVO
Valor: 25.00
ACTIVO
Valor: 74.00
ACTIVO
Valor: 582.00
INACTIVO
Valor: 575.00
INACTIVO
Valor: 31.00
ACTIVO
☒ Autoscroll ☐ Mo
```

figura 34 Resultados de la prueba del módulo de relé

Como se aprecia en la figura 34 realmente es posible que la lectura del sensor de humedad en conjunto de una señal enviada por Arduino coordine de forma satisfactoria la activación y desactivación del relé y por ende coordinen correctamente el encendido y apagado del actuador.

Luego de eso en vista de que es necesario que la tarjeta de Arduino realice los comandos establecidos mediante instrucciones recibidas por comunicación serial es necesario realizar pruebas de funcionamiento de los elementos probados previamente, pero en lugar de realizar las lecturas de forma instantánea al momento de energizar la tarjeta, estos inicien su funcionamiento luego de recibir las instrucciones mediante comunicación serial, estas pruebas se realizaron empleando el monitor serie del IDE de Arduino simulando la conexión con la raspberry y su recepción de órdenes de esta misma.

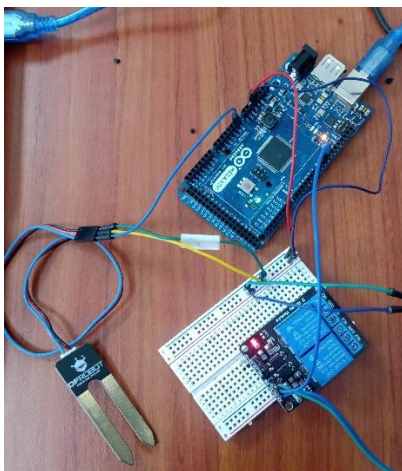


figura 35 Conexión de los elementos para pruebas de comandos por puerto serial

```
String c="";
float lectura;
float a;
float conversion;
int b=0;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(8,OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(8,LOW);
  if (Serial.available()){
    char f= Serial.read();
    if (f=='s' && b==0){
```

```
699
73.00
698
73.00
688
72.00
544
57.00
59
6.00
0
0.00
627
66.00
```

figura 36 Resultados de la prueba de comandos por puerto serial

Como se aprecia en la figura 35 la conexión es exactamente igual a la de la figura 33, esto debido a que los elementos a utilizar son exactamente los mismos para esta prueba, pero como se menciona anteriormente el objetivo de esta prueba es corroborado en la figura 36 debido a que en esta podemos apreciar una serie de resultados obtenidos de la prueba obtenidos en base a un código que ejecuta sus acciones basándose en instrucciones recibidas por comunicación serial.

Además de la comunicación serial es importante tener en cuenta que para este sistema se cuentan con dos formas de realizar las acciones necesarias, estas instrucciones son enviadas vía bluetooth utilizando un módulo HC-06 para establecer conexión con un smartphone en el cual una aplicación es la encargada de permitir la visualización de la lectura y enviar instrucciones a la tarjeta de Arduino para realizar las acciones pertinentes.

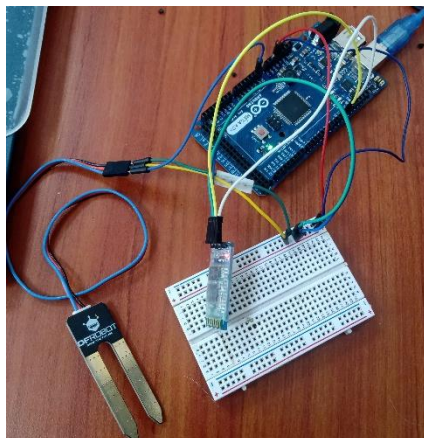


figura 37 Conexión del módulo de bluetooth y un sensor de humedad para pruebas

```
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Serial_E (10, 11);
int b=0;
char c="";
void setup() {
  Serial_E.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  if (Serial_E.available()){
    c= Serial_E.read();
    if (c=='1' && b==0){
      b=1;
    }
  }
  while (b==1){
    int a=analogRead(A0);
    Serial_E.println(a);
    Serial.println(a);
    delay(1000);
  }
}
```

figura 38 Resultados visualizados en monitor serie del IDE de Arduino

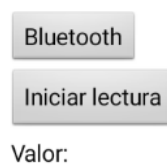


figura 39 Resultado de lectura en app prototipo en un smartphone

Como se aprecia en la figura 39 la comunicación entre un smartphone y la tarjeta de Arduino permite el enviar instrucciones a la tarjeta de Arduino para realizar las acciones necesarias, en este caso luego de establecer la conexión con el módulo es requerido tocar en pantalla el botón “iniciar lectura” el cual envía la instrucción a la tarjeta para que de esta forma inicie el proceso de lectura de datos del sensor, en la figura 38 se puede corroborar que el sensor está realizando las lecturas de forma

satisfactoria y estas mismas lecturas son enviadas al smartphone mediante el módulo de bluetooth para ser visualizadas en la app.

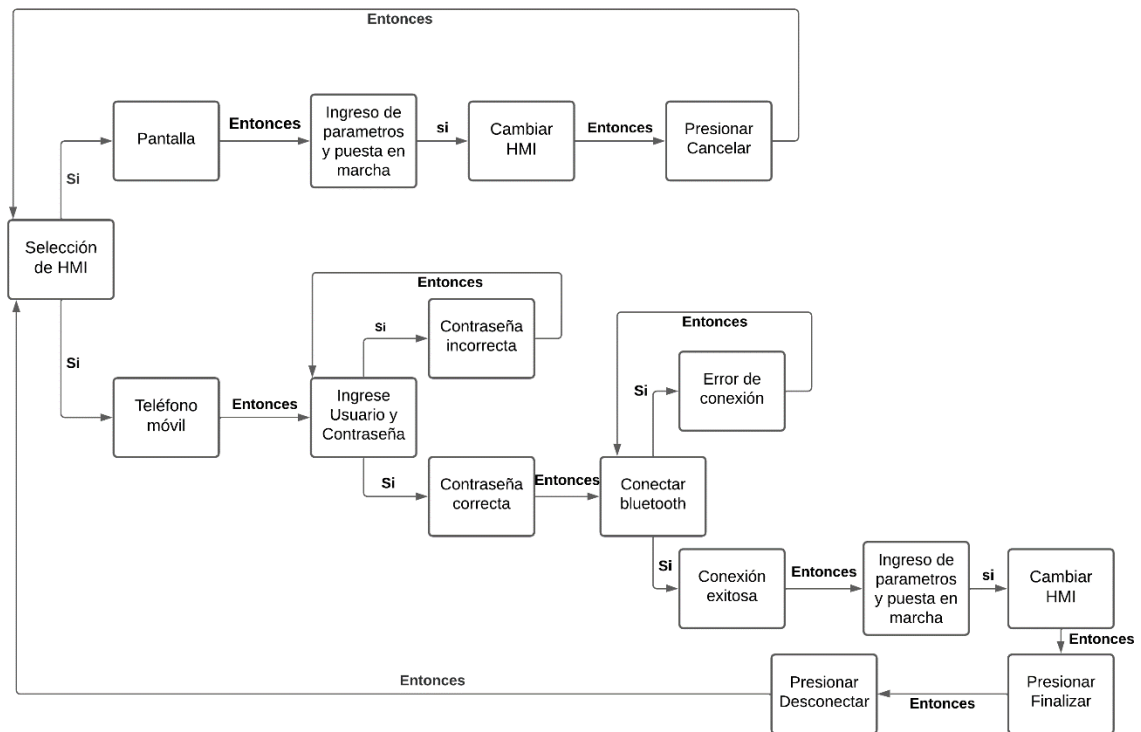


figura 40 Diagrama de flujo del sistema de riego

En la figura 40 se aprecia el diagrama de flujo correspondiente al funcionamiento del sistema de riego, en él se aprecia el flujo de acciones realizadas por el sistema mediante las órdenes y decisiones tomadas por el usuario y ejecutadas por el código del sistema. (Para una mejor visualización del diagrama se recomienda revisar el Anexo 18)

5.4.2 Sistema RFID

Debido a que este sistema no cuenta con muchos elementos de hardware las pruebas experimentales se realizan más en cuanto a funcionamiento de código en lugar de funcionamiento de componentes de hardware, cabe resaltar que las primeras pruebas experimentales si se realizan a hardware debido a que estas pruebas se realizan con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del lector RFID y que este cumpla de forma satisfactoria todas las funciones para las que está diseñado.

Las primeras pruebas realizadas son las de lectura y escritura de información en las tarjetas a utilizar con el fin de comprobar tanto si las tarjetas o cualquier otro elemento que albergue un chip RFID se encuentran en buen estado como si el lector

cumple con las funciones de lectura y escritura especificadas en su hoja de características o datasheet, cabe resaltar que en este caso se utilizarán únicamente tarjetas RFID para la realización de las pruebas.



figura 41 Conexión del lector RFID para ser sometido a pruebas de funcionamiento



figura 42 Pruebas de funcionamiento del lector RFID con las tarjetas RFID

Para poder comprobar que el lector funciona correctamente es necesario realizar un par de códigos que se encargan de realizar la lectura y escritura de información en las tarjetas.

```
import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

reader=SimpleMFRC522()

try:
    id,text=reader.read()
    print(id)
    print(text)
finally:
    GPIO.cleanup()
```

figura 43 Código utilizado en las pruebas de lectura

```
import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

reader=SimpleMFRC522()

try:
    text=input("New data: ")
    print("Now place your tag to write")
    reader.write(text)
    print("Written")
finally:
    GPIO.cleanup()
```

figura 44 Código utilizado en las pruebas de escritura

```
===== RESTART: /home/pi/Desktop/pruebasRFID/escritura.py =====
New data: Julian
Now place your tag to write
Written
>>>
===== RESTART: /home/pi/Desktop/pruebasRFID/lectura.py =====
783085071753
Julian
>>> |
```

figura 45 Resultados obtenidos de las pruebas de escritura y de lectura

Cómo se puede apreciar en la figura 45 tanto el lector como las tarjetas funcionan correctamente, ya que se puede apreciar que la información guardada en la tarjeta mediante el código de la figura 44 puede ser visualizada perfectamente en el código de la figura 43.

Una de las necesidades principales del sistema es la generación de un archivo en el que se almacenen los registros de los aprendices, esto con el fin de tener un respaldo de toda la información registrada para analizarla posteriormente en caso de ser necesario, esto es posible utilizando la librería openpyxl, esta librería permite generar un archivo en formato de hoja de cálculo (.xlsx) el cual puede ser visualizado en cualquier equipo de cómputo que cuente ya sea con Excel o cualquier programa que permita utilizar hojas de cálculo.

```
import time
from openpyxl import Workbook

book=Workbook()
sheet=book.active

nombres=['Manuel','Lucas','Lucia','Laura']
apellidos=['a','b','c','d']
td=['T.I','C.C','T.I','C.C']
nd=['12345','67890','24579','192837']
cargo=['Aprendiz','Instructor','Aprendiz','Instructor']
le=['electronica','telecomunicaciones','Sistemas','Bioquimica']
institucion=['inem','SENA','sagrado corazon','SENA']
curso=['8','NO APLICA','11','NO APLICA']
instructor=['Lucas','NO APLICA','Lucas','NO APLICA']
jornada=['Mañana','No aplica','Tarde','NO APLICA']
din=['01/02/2020','01/02/2020','01/02/2020','01/02/2020']
hin=['10am','10am','2pm','3PM']
```

figura 46 Código para pruebas de la librería openpyxl (a).

```
sheet['A1']='Nombre'
sheet['B1']='Apellidos'
sheet['C1']='Tipo de documento'
sheet['D1']='Numero de documento'
sheet['E1']='Cargo'
sheet['F1']='Linea de estudio'
sheet['G1']='Institución'
sheet['H1']='Curso'
sheet['I1']='Instructor'
sheet['J1']='Jornada'
sheet['K1']='Dia de ingreso'
sheet['L1']='Hora de ingreso'

n=len(nombres)
for i in range(2,(n+2)):
    sheet[f'A{i}']=nombres[i-2]
    sheet[f'B{i}']=apellidos[i-2]
    sheet[f'C{i}']=td[i-2]
    sheet[f'D{i}']=nd[i-2]
    sheet[f'E{i}']=cargo[i-2]
    sheet[f'F{i}']=le[i-2]
    sheet[f'G{i}']=institucion[i-2]
    sheet[f'H{i}']=curso[i-2]
    sheet[f'I{i}']=instructor[i-2]
    sheet[f'J{i}']=jornada[i-2]
    sheet[f'K{i}']=din[i-2]
    sheet[f'L{i}']=hin[i-2]

book.save('pruebasexcel.xlsx')
```

figura 47 Código para pruebas de la librería openpyxl (b)

En la figura 46 y en la figura 47 se puede apreciar el código utilizado para las pruebas de funcionamiento de la librería openpyxl, este código genera un archivo de Excel a partir de la información contenida en las listas, dentro del rango del for de la figura 47 es necesario usar “n+2” debido a que en este punto el código no trabaja con los campos de vectores normales de Python, en su lugar trabaja con los valores de celdas de la hoja de cálculo, en este caso los valores predeterminados de Excel, también se utiliza el “i-2” debido a que en ese punto si se trabaja con las posiciones de vectores por defecto de Python.

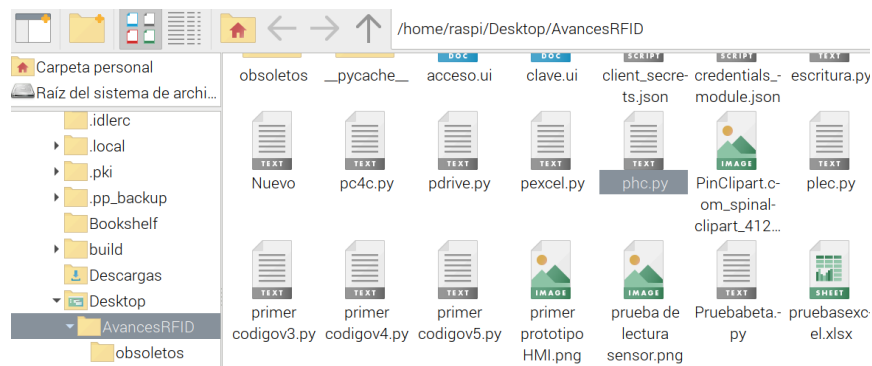


figura 48 Resultados de la prueba de la librería openpyxl

En la figura 48 se evidencia que la librería funciona correctamente realizando las acciones deseadas, también podemos apreciar que el archivo de Excel es generado satisfactoriamente con el nombre dado en el código de la figura 47.

Un detalle de vital importancia está en la necesidad de que el sistema sea capaz de cargar el archivo a la nube, esto con el fin de evitar la necesidad de desmontar el sistema con el único objetivo de extraer el archivo generado, para esto se utiliza el entorno para desarrollo de Google Cloud, en específico se utiliza la herramienta de Google Drive API, esta herramienta permite conectar el código con la herramienta Google drive para de esta forma realizar la carga de archivos a la nube, para que sea posible utilizar esta herramienta desde Python es necesario contar con la librería pydrive, esta librería permite utilizar la herramienta de Google Drive API mediante el uso de una credencial generado por la plataforma de Google Cloud.

```
from pydrive2.auth import GoogleAuth
gauth= GoogleAuth()
gauth.LocalWebserverAuth()
```

figura 49 Código para comprobar la conexión con Google Drive

En la figura 49 se puede apreciar un código mediante el cual se logra verificar que la conexión con Google Drive se realiza de forma exitosa, este código presenta un gran inconveniente debido a que la conexión se realiza de forma manual, es decir, siempre que se ejecuta el código es necesario realizar la conexión de manera manual dándole permisos para acceder a la cuenta de Google vinculada al drive a utilizar, debido a esto se opta por realizar alternativas que eliminan la necesidad de la verificación manual.

```

from pydrive2.auth import GoogleAuth
from pydrive2.drive import GoogleDrive

directorio_credenciales= 'credentials_module.json'

#INICIO DE SESION
def login():
    |
    |   gauth=GoogleAuth()
    |   gauth.LoadCredentialsFile(directorio_credenciales)
    |
    |   if gauth.access_token_expired:
    |       gauth.Refresh()
    |       gauth.SaveCredentialsFile(directorio_credenciales)
    |
    |   else:
    |       gauth.Authorize()
    |
    |   return GoogleDrive(gauth)

```

figura 50 Código para autenticación automática de drive

En la figura 50 se aprecian las líneas de código necesarias para lograr la autenticación automática de drive mediante Python para lograr que este código funcione correctamente es necesario contar tanto con la credencial “client_secrets.json” la cual es generada por el Google Cloud como con un archivo llamado “settings.yaml” este último es el encargado de mantener actualizado el archivo “credentials_module.json” para que sea posible realizar la conexión con drive de forma exitosa siempre que sea necesario.

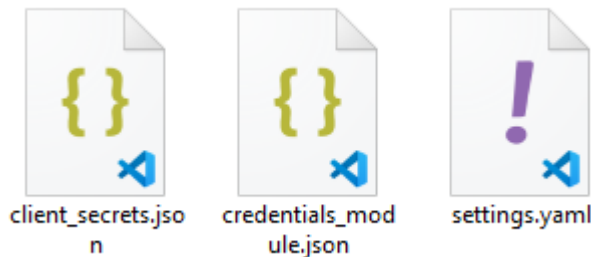


figura 51 Archivos necesarios para la conexión automática con drive

Al contar con los archivos mencionados anteriormente se procede a realizar la prueba de conexión mediante la carga de un archivo a una carpeta de drive específica, el archivo a cargar es el archivo generado mediante el código utilizado en la figura 47.

```

#SUBIR ARCHIVO
def subir_archivo(ruta_archivo,id_folder):
    credenciales=login()
    archivo=credenciales.CreateFile({'parents':[{'kind': 'drive#filelink', 'id':id_folder}]})
    archivo['title']=ruta_archivo.split('/')[-1]
    archivo.SetContentFile(ruta_archivo)
    archivo.Upload()

if __name__ == "__main__":
    subir_archivo('/home/raspi/Desktop/AvancesRFID/pruebasexcel.xlsx', '1iJ3Kuqg5Yr1-CrSfF3JsGfk5u6etDysP')

```

figura 52 Código para carga de archivos a drive

En la figura 52 se aprecian las líneas de código necesarias para realizar la carga de un archivo a drive utilizando la librería pydrive, cabe resaltar que el inicio de este

código es el mostrado en la figura 50, para realizar de forma correcta la carga a una carpeta en específico es necesario contar con la parte del link que pertenece en específico a la carpeta destino, es decir, la id de la carpeta destino, no es necesario el link completo debido a que el código al ejecutar las líneas relacionadas con drive es como si estuviera dentro del drive al que se encuentra vinculado, lo único que necesita es saber la carpeta destino.

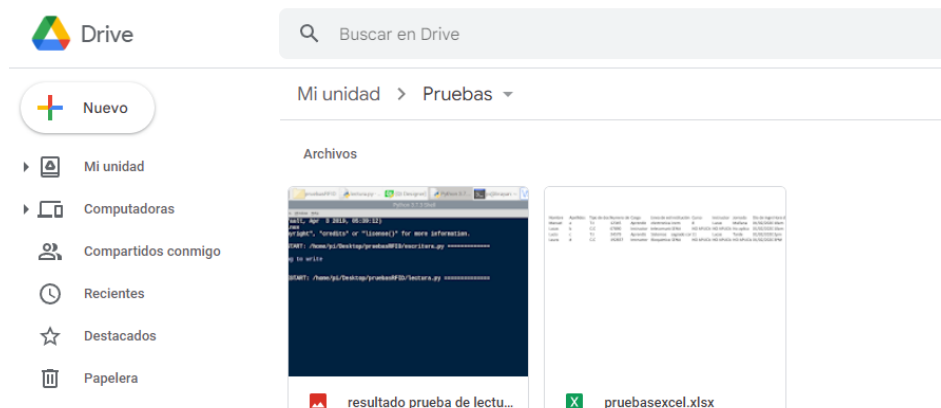


figura 53 Resultados de la prueba de carga de archivos

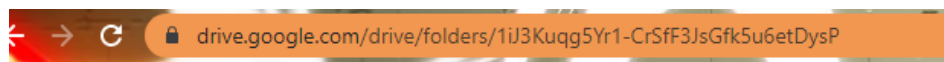


figura 54 Link de la carpeta drive

Gracias a la figura 53 podemos confirmar que la carga de archivos se realiza de forma exitosa en la carpeta destino correcta, la forma de saber que es la carpeta correcta es revisando el link de la misma el cual corresponde a la figura 54 donde podemos confirmar que la id de la carpeta corresponde a la digitada en la figura 52.

Además de contar con las capacidades anteriormente mencionadas es necesario contar con acceso a una base de datos en la cual se logre tener acceso a toda la información necesaria para que el sistema funcione correctamente, debido a esto se opta por usar la herramienta de phpmyadmin, la cual nos brinda un puente para conectar el código con una base de datos en formato SQL, con esto solucionado es necesario contar con la librería mysql esta librería nos permite trabajar bases de datos.

```
import mysql.connector
from mysql.connector import errorcode
```

figura 55 Librería mysql en Python

```
self.conexion=mysql.connector.connect(user='root',password='123456',
host='localhost',database='pruebas')
print("CONECTADO CORRECTAMENTE")
cursor=self.conexion.cursor()
cursor.execute("SELECT * FROM pruebas.pruebas WHERE Documento=19138")
a=cursor.fetchall()
```

figura 56 Líneas de código necesarias para la conexión con la base de datos

En la figura 55 se aprecia la forma correcta de hacer el llamamiento de la librería mysql para su posterior uso y en la figura 56 el cómo hacer uso de la librería para hacer una conexión exitosa con la base de datos además del cómo realizar una búsqueda de algún registro en específico en la base de datos.

```

self.conexion=mysql.connector.connect(user='root',password='123456',
host='localhost',database='pruebas')
print("CONECTADO CORRECTAMENTE")
cursor=self.conexion.cursor()
cursor.execute("SELECT * FROM pruebas.pruebas WHERE Documento="+codn)
a=cursor.fetchall()

```

figura 57 Código para realizar búsqueda en base a la información en la tarjeta

En la figura 57 podemos apreciar la forma de realizar las búsquedas en la base de datos, pero en lugar de funcionar con un dato determinado este en su lugar realiza la búsqueda en base al dato almacenado en la tarjeta RFID.

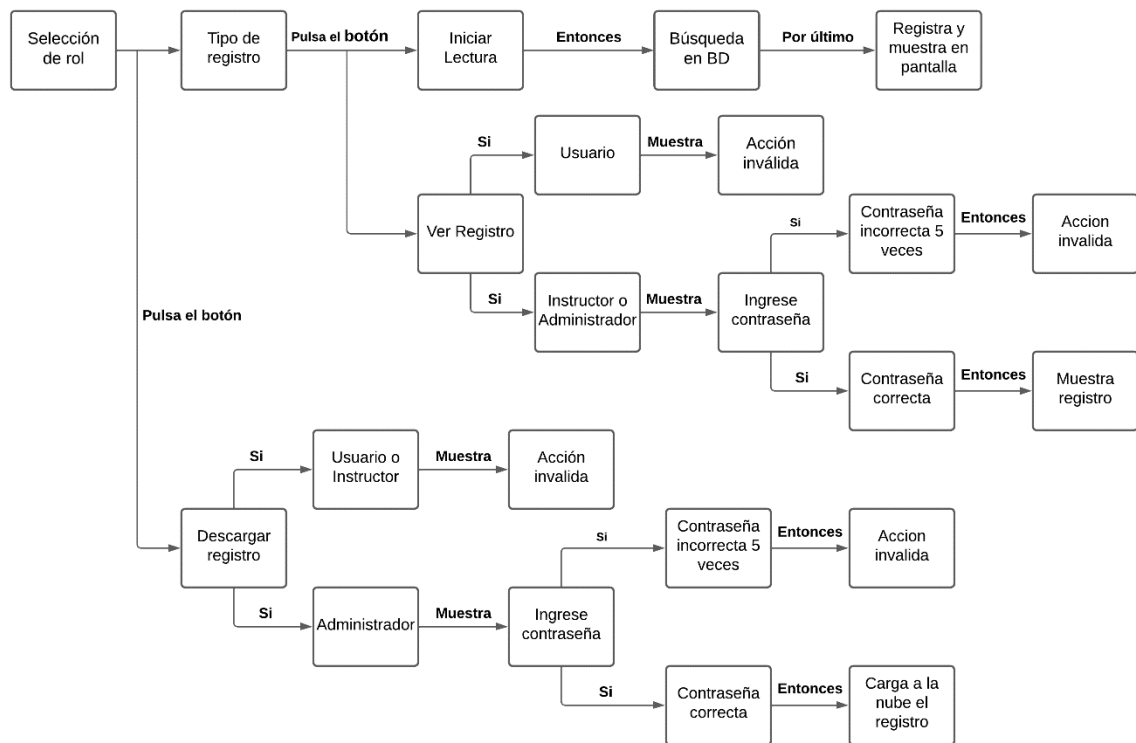


figura 58 Diagrama de flujo del sistema RFID

En la figura 58 se aprecia el diagrama de flujo correspondiente a las acciones realizadas por el sistema basadas en las decisiones tomadas por el usuario, estas acciones se ejecutan mediante el código interno del sistema. (Para una mejor visualización del diagrama se recomienda revisar el Anexo 19)

5.5. Diseño de las interfaces de usuario

5.5.1. Sistema RFID

Para el desarrollo de la HMI de este sistema se tuvo en cuenta la metodología RUP para desarrollo de software, esta metodología promueve una solución disciplinada, que consiste en organizar las tareas y responsabilidades de todos dentro de una organización.

La metodología RUP a grandes rasgos se divide en 4 fases secuenciales, denominadas en: inicio, elaboración, construcción y transición.

5.5.1.1 Fase de inicio

El proyecto brinda una disminución en posibles problemas legales que puedan surgir en caso de que un aprendiz tome la decisión de no ingresar a la institución en las horas que debería ingresar y lamentablemente ocurra algún accidente, el software puede registrar el ingreso y la salida del aprendiz teniendo en cuenta el día y la hora en que el aprendiz estuvo en las instalaciones, gracias a esto los aprendices se verán motivados a ingresar a las instalaciones a recibir sus clases.

5.5.1.2 Fase de elaboración

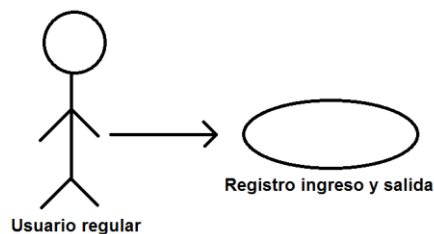


figura 59 Acciones determinadas para el usuario regular

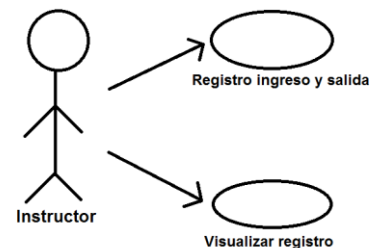


figura 60 Acciones determinadas para el instructor

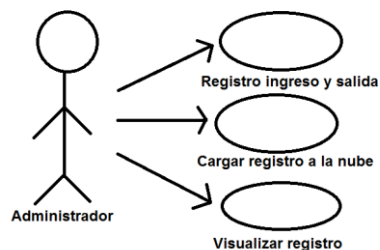


figura 61 Acciones determinadas para el administrador

5.5.1.3 Fase de construcción

En la HMI es posible visualizar los datos del aprendiz, entre estos datos se encuentran su nombre y apellidos completos, su número y tipo de documento, la institución a la que pertenece y el grado que cursa en el momento y la institución a la que pertenece, entre otros datos, además de que el sistema contará con 3 usuarios distintos, uno de ellos permitirá guardar el registro de ingreso y salida del aprendiz, el segundo usuario será asignado a los instructores con el fin de que estos puedan además de registrar ingreso y salida de aprendices cuenta con acceso a una ventana emergente donde se puede visualizar el registro de asistencia del día con las horas de ingreso y salida del aprendiz, el último usuario se asigna a un administrador el cual además de poder realizar las acciones ya mencionadas puede cargar el registro del día a la nube con el fin de poder visualizarla con mayor detenimiento en cualquier momento y lugar, a continuación se muestra el primer prototipo de HMI diseñado.

Seleccione un rol: ☐ Administrador ☐ Instructor ☐ Usuario

Nombre: Tipo de documento:

Apellidos: Numero de documento:

Institucion: Cargo:

Curso: Instructor:

Linea de estudio: Jornada:

figura 62 Ventana principal del sistema RFID

Seleccione un rol: ☐ Administrador ☐ Instructor ☐ Usuario

DIGITE LA CONTRASEÑA

CONTRASEÑA

7 8 9

4 5 6

1 2 3

C 0 B

figura 63 Ventana para digitar la contraseña en caso de ser instructor o administrador

Nombre	Apellido	T.documento	N.documento	Institucion	Cargo	Curso	Instructor	L.estudio	Jornada	D.ingreso	H.ingreso

figura 64 Ventana para visualizar el registro

Como se mencionó previamente, la HMI mostrada en la figura 62, la figura 63 y la figura 64 son los primeros prototipos diseñados para el sistema, por ende estos vieron cambios a nivel estético y funcionamiento en cuanto a código, esto con el fin

de mejorar el funcionamiento del sistema y corregir los errores presentes en el prototipo, a continuación se evidencia el diseño final de la HMI, tanto de la ventana principal como de la ventana de contraseña y registro.

figura 65 Ventana principal de la HMI mejorada

Como se observa en la figura 65 uno de los principales cambios dados a la HMI está en el aspecto estético, esto con el fin de mantener la imagen institucional basándose en la guía de estilos de la institución, además en la parte inferior izquierda se aprecia un pequeño recuadro en donde se aprecian las opciones de ingreso y salida, estas opciones fueron añadidas con el fin de llevar un registro más ordenado y eficiente, ya que con el primer prototipo no era posible conocer de forma sencilla si el aprendiz realizaba su ingreso a la institución para recibir su formación o si por el contrario se encontraba saliendo de la misma luego de finalizar su jornada, se afirma que de esta forma conocer si se realiza el ingreso o la salida es más sencillo debido a que estas opciones nos permiten separar los datos leídos en dos grandes grupos, uno donde se almacenan todos los datos de ingreso a la institución por parte de los aprendices y otro donde se almacenan todos los datos de salida de aprendices de la institución.



figura 66 Ventana de contraseña mejorada

En la figura 66 se aprecia que al igual que en la figura 64 cambios son principalmente estéticos, además de que en este caso se arreglan los problemas presentes al momento de la autenticación de la información para los instructores y el administrador.

MainWindow											Low voltage warning	
	Nombre	Apellido	T. documento	N. documento	Cargo	L. estudio	Institucion	Curso	Instructor	Jornada	Please check your power supply	
1	Juan	Castro	C.C.		INSTRUCT...	Teleco	SENA	No aplica	No aplica	No aplica	05/08/22	09:19:49
2												

figura 67 Ventana de visualización de registro modificada

La ventana de la figura 67 es la que menos cambios vio reflejados a comparación de su versión prototipo de la figura 64, esto debido principalmente al hecho de que esta ventana no requiere realizar procesos muy complejos, solo cabe resaltar que

ahora en esta ventana se mostrara el registro en función de si la casilla de ingreso o la de salida se encuentran seleccionadas, es decir, si al momento de seleccionar la opción de “VER REGISTRO” la casilla de ingreso está seleccionada se mostrará el registro correspondiente al ingreso de aprendices hasta ese momento, en caso de que se encuentre seleccionada la casilla de salida se mostrará el registro de salida de aprendices hasta el momento.

5.4.1.4 Fase de transición o cierre

Luego de realizar el proceso de diseño del sistema y pruebas preliminares de funcionamiento se procede a realizar las últimas pruebas necesarias para comprobar el funcionamiento del sistema, para esto es necesario el uso de métricas de pruebas de software, de entre las muchas posibles alternativas existentes se seleccionó la que utiliza pruebas alfa y beta, esto debido a que este tipo de pruebas permite poner a prueba el sistema en un entorno controlado con el fin de detectar posibles errores en el funcionamiento del sistema y poder darles solución de la forma más rápida y eficiente posible.

Pruebas alfa

Esta prueba fue realizada en un entorno controlado con una hipotética base de datos de aprendices con el fin de identificar posibles errores del sistema.



figura 68 Montaje para realización de pruebas alfa

En la figura 68 se aprecia la forma en que el dispositivo es puesto en funcionamiento, cabe resaltar que en este punto la pieza de la figura 21 correspondiente al soporte no se encuentra en su posición debido a que para esta prueba no fue necesaria su instalación.



figura 69 Pruebas de lectura y visualización de información en pantalla

En la figura 69 se observa la forma de ubicar las tarjetas en el lector correctamente para realizar la lectura de información y que el sistema se encargue de realizar la búsqueda de la información relacionada en la base de datos para su visualización en la HMI.



figura 70 Prueba de acceso con contraseña para el instructor

Gracias a la figura 70 se logra verificar que el usuario destinado a los instructores funciona correctamente, ya que el sistema genera correctamente la ventana destinada al ingreso de la contraseña por lo que el siguiente paso es digitar la contraseña correspondiente al usuario de instructor.



figura 71 Visualización del registro de asistencia del día

Gracias a la figura 71 es posible afirmar que el usuario para instructores y el usuario de administrador cumplen correctamente la función destinada a la visualización en pantalla del registro de asistencia en función de la opción seleccionada, ya sea la opción para el registro de ingreso o el registro de salida.

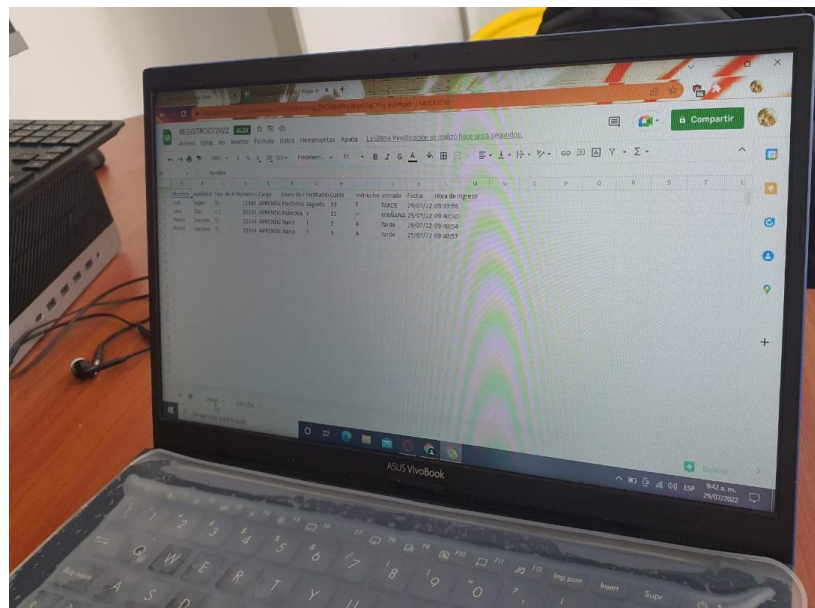


figura 72 Registro de asistencia cargado a la nube desde el sistema

Gracias a la figura 72 podemos confirmar el correcto funcionamiento de la opción exclusiva para el usuario de administrador, el cargar la información a la nube donde al abrir el archivo cargado podemos apreciar que la información presente en el archivo corresponde con la información observada en la figura 71.

Entre los errores encontrados en el sistema encontramos algunos problemas de autenticación de la información y de su registro en el archivo generado por el sistema, esto se solucionó aumentando el nivel de rigurosidad de la autenticación y del registro de información en las tarjetas, una vez se realizaron estos ajustes el sistema funcionó sin muchos problemas por lo cual se concluye que es posible pasar a realizar la prueba beta del sistema en un entorno controlado con una base de datos real de aprendices de Tecnoacademia SENA.

Prueba beta 1.0

Esta prueba fue realizada con ayuda del instructor Jorge Fuentes utilizando una base de datos con los nombres y números de documento de los aprendices a su cargo.



figura 73 Ejecución y supervisión de las pruebas de la beta 1.0 (a)



figura 74 Ejecución y supervisión de la prueba beta 1.0 (b)

En esta beta 1.0 el sistema presentó un problema de vital importancia dado que este problema provocaba el colapso completo del sistema, para ello fue necesario realizar una prueba de escritorio para verificar que los ciclos ejecutados por el programa sean ejecutados sin ningún inconveniente, ya que este problema no se presenta siempre en el mismo instante, era un problema el cual ocurre de forma aleatoria, algunas veces se presenta al realizar los saltos entre usuarios, otras veces al realizar una acción diferente como visualizar el registro o cargar el registro, gracias a esta prueba de escritorio se logra identificar que el problema radica en la conexión con la base de datos, debido a que la conexión siempre se iniciaba, pero en ningún momento se cerraba dicha conexión, esto provocaba que el sistema de forma aleatoria presentara fallos al interactuar con la base de datos, una vez corregido este error se identificó un error al momento de cargar el registro, para detectar donde estaba este fallo se realiza nuevamente una prueba de escritorio

con la cual se logra identificar que el fallo surge de un cambio al nombre de la ruta de búsqueda del archivo debido a que anteriormente mientras se realizaban otro tipo de pruebas con complementos fue necesario realizar un cambio en el nombre de la carpeta donde se aloja el código y almacenan los registros del sistema.

```
conexion=mysql.connector.connect(user='root',password='123456',
host='localhost',database='pruebas')
print("CONECTADO CORRECTAMENTE")
cursor=conexion.cursor()
cursor.execute("SELECT * FROM pruebas.pruebas WHERE Documento="+codn)
a=cursor.fetchall()
b=list(a[0])
```

figura 75 Identificación del problema relacionado con la conexión con la B.D

```
conexion=mysql.connector.connect(user='root',password='123456',
host='localhost',database='beta')
cursor=conexion.cursor()
cursor.execute("SELECT * FROM beta.datos WHERE Documento="+codn)
a=cursor.fetchall()
b=list(a[0])
conexion.close()
```

figura 76 Solución del problema de conexión a la B.D

```
if flag==1:
    self.subir_archivo('/home/raspi/Desktop/Avances RFID/'+nombreex+'.xlsx','1iJ3Kugg5Yr1-CrSfF3JsGfk5u6etDysP')
```

figura 77 Identificación del problema relacionado a la carga del registro

```
if flag==1:
    self.subir_archivo('/home/raspi/Desktop/AvancesRFID/'+nombreex+'.xlsx','1iJ3Kugg5Yr1-CrSfF3JsGfk5u6etDysP')
```

figura 78 Solución del problema relacionado a la carga del registro

Prueba beta 2.0

Una segunda prueba fue realizada nuevamente con ayuda del instructor Jorge Fuentes y sus aprendices utilizando la base de datos obtenida previamente gracias al instructor.



figura 79 Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (a)



figura 80 Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (b)

En esta prueba beta 2.0 se detecta un nuevo fallo, gracias a esto se realiza una nueva prueba de escritorio, pero con esta prueba no se encuentra ningún error en cuanto a código, por ende y luego de un riguroso análisis se llega a la conclusión de que esta vez no está relacionado con el software del sistema, en su lugar se relaciona directamente con el hardware en específico con el lector debido a que en algunas ocasiones dependiendo de la forma en que se ubique la respectiva tarjeta en el lector puede presentarse un fallo de lectura por parte del lector, como recomendación para una futura mejora de este sistema es reemplazar el lector utilizado en este prototipo por un sensor que brinde un mayor grado de robustez al sistema y por ende logre mitigar en gran medida o eliminar completamente este problema.

Como punto extra a tener en cuenta se cuenta con un análisis costo beneficio para este sistema, dicho análisis puede ser visualizado en el Anexo 26, además Con el fin de aclarar de mejor manera la finalidad de las normativas utilizadas en el Anexo 27 se encuentra un normograma el cual de forma resumida explica la normativa usada y su finalidad.

5.5.2. Sistema de riego

En este caso no se tomó en cuenta ninguna metodología de diseño de software, ya que en este caso no es necesario contar con distintos usuarios, además gracias a que no es necesario contar con un registro de mediciones ni realizar ajustes al sistema que no puedan realizarse desde un usuario principal, la única peculiaridad está presente en la HMI diseñada para smartphones, esta peculiaridad será el solicitar un usuario y contraseña, esto con el fin de evitar posibles alteraciones indebidas, este usuario y contraseña es único y serán proporcionados a la institución al momento de realizar la implementación.

figura 81 HMI de la Raspberry para el sistema de riego

En esta interfaz se tuvo en cuenta que su manejo no presentara un gran nivel de complejidad, por ende fue necesario especificar las funciones que realizan cada uno de los botones presentes en la misma, cabe resaltar que se estará utilizando una pantalla touch, por ende la interfaz se diseñó de tal forma que las acciones se pudieran realizar perfectamente tocando las zonas donde se encuentran cada uno de los botones, el botón de “INICIAR” deberá ser presionado luego de digitar un valor de 2 dígitos utilizando los botones que representan los números desde el número cero hasta el número nueve, en caso de presionar un número no deseado el botón “BORRAR” reinicia el valor para de esta forma ingresar un valor completamente nuevo, el botón “CANCELAR” hace que el sistema vuelva a condiciones iniciales y de esta forma poder ingresar nuevos valores para así especificar nuevas condiciones de funcionamiento.

figura 82 Pantalla de inicio de la aplicación móvil

Como se mencionó previamente por motivos de seguridad para evitar posibles manipulaciones indebidas se diseñó una pantalla inicial en la que se solicita un usuario y contraseña, este usuario y contraseña es único con el fin de evitar

confusiones, este usuario y contraseña serán proporcionados a la institución para ser dados al personal encargado de manipular el sistema.

CONEXIÓN BLUETOOTH	
CONECTAR	DESCONECTAR
DESCONECTADO	
PORCENTAJE DE HUMEDAD DESEADO	
INICIAR LECTURA	FINALIZAR LECTURA
INICIAR	FINALIZAR
LECTURA	
HUMEDAD ACTUAL	
ESTADO DEL ACTUADOR	
ESTADO	EN REPOSO

figura 83 Pantalla principal para toma de decisiones del sistema

En esta pantalla se ingresarán los valores además de que se inicia el funcionamiento del sistema, al ser una interfaz diseñada para teléfonos móviles no fue necesario añadir algunos de los botones con los que sí cuenta la interfaz de la Raspberry como el botón de borrar, de igual manera esta interfaz está diseñada para ser utilizada por cualquier persona, por ende su funcionamiento se expresa de la forma más clara posible, el botón “CONECTAR” permitirá realizar la conexión con el módulo de bluetooth, el botón “DESCONECTAR” realiza la desconexión del teléfono con el módulo de bluetooth, para poder iniciar la lectura es necesario digitar el valor de humedad deseado en forma de porcentaje (desde el número uno (1) hasta el número noventa y nueve (99)), el botón “FINALIZAR” reinicia el sistema a sus condiciones iniciales, cabe resaltar que para evitar problemas de funcionamiento de la app es necesario desconectar el teléfono del sistema luego de presionar el botón finalizar, esto se consigue presionando el botón “DESCONECTAR”, es necesario realizar esto gracia a que en algunos casos se presentan errores con la recepción de datos desde Arduino.

Luego de tener la HMI tanto para smartphone como para la pantalla se realizan una serie de pruebas con el fin de comprobar que el sistema funcione correctamente y no hallan cruces de señales entre la HMI para smartphones y la principal, esto se logra enviando instrucciones desde una de las HMI mientras la otra está en funcionamiento, una vez realizadas las pruebas y comprobando que las HMI no presentan inconvenientes entre ellas se realizan pruebas del sistema completo con el fin de comprobar que las dos HMI funcionen correctamente.

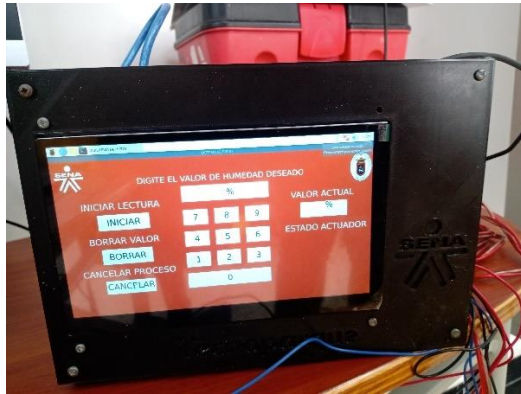


figura 84 HMI del sistema de riego ejecutada en la pantalla

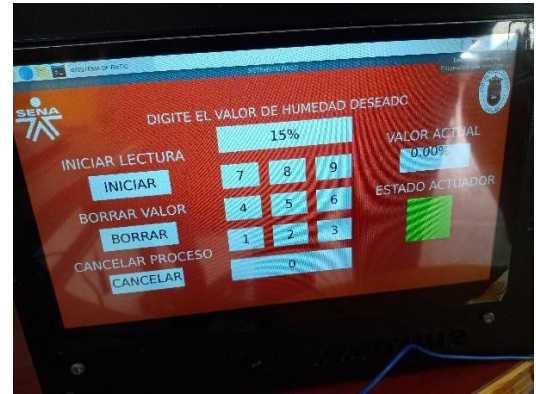


figura 85 Pruebas de funcionamiento de la HMI de riego en ambiente controlado

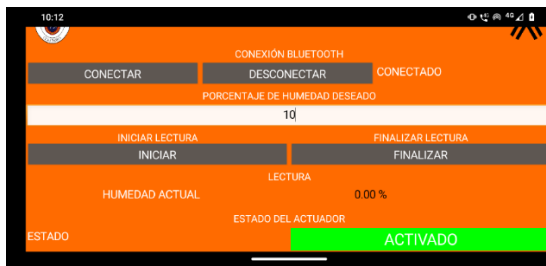


figura 86 HMI para Smartphones en funcionamiento (a)

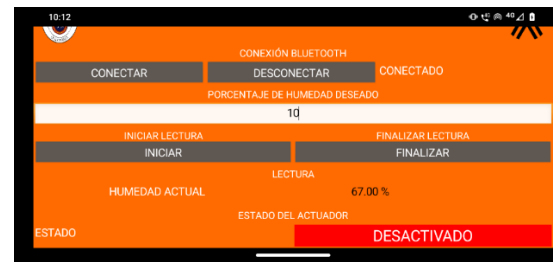


figura 87 HMI para Smartphones en funcionamiento (b)

Luego de realizar las comprobaciones de funcionamiento se procede a realizar una pequeña prueba de funcionamiento sometiendo el sistema a condiciones de funcionamiento reales, para ello se realiza una prueba en uno de los jardines de la institución para así corroborar que el sistema funcione correctamente en condiciones reales.



figura 88 Instalación de los sensores para someterlos a condiciones reales



figura 89 Sistema de riego en funcionamiento



figura 90 Riego iniciado por el sistema

Una vez realizada esta prueba a en un entorno más realista se comprueba que el sistema se encuentra en una condición de funcionamiento óptima en el caso de la interfaz de la pantalla, la interfaz para smartphones presenta algunos fallos menores relacionados principalmente con la recepción de datos, luego de algunas pruebas se logra reducir su índice de aparición cambiando el tipo de dato recibido a un valor entero en lugar de un valor con número decimal.

Como punto extra cabe resaltar que se realiza un análisis costo beneficio para este sistema, dicho análisis se encuentra en el Anexo 24 y el Anexo 25.

6. IMPLEMENTACION DE LOS SISTEMAS

Debido a que dentro de las instalaciones se cuenta con varios posibles sitios donde es posible realizar la implementación de los sistemas es necesario realizar un análisis y seleccionar basándose en ciertos criterios como la exposición a la manipulación indebida con el fin de escoger la mejor zona para ubicar los sistemas.

6.1 Sistema RFID



figura 91 Zona junto al letrero de Tecnoparque y Tecnoacademia

Esta zona ofrece un gran campo de visibilidad lo que permite supervisar que todos los aprendices realicen su registro de ingreso, pero como contra deja el sistema con una gran exposición al clima y dificulta la supervisión en caso de una manipulación indebida.



figura 92 Zona junto a la puerta principal de ingreso

Esta zona al igual que la de la figura 91 permite un alto grado de supervisión al momento del ingreso y salida de los aprendices, lo protege en gran medida del clima, pero sigue dificultando su supervisión en caso de manipulación indebida.

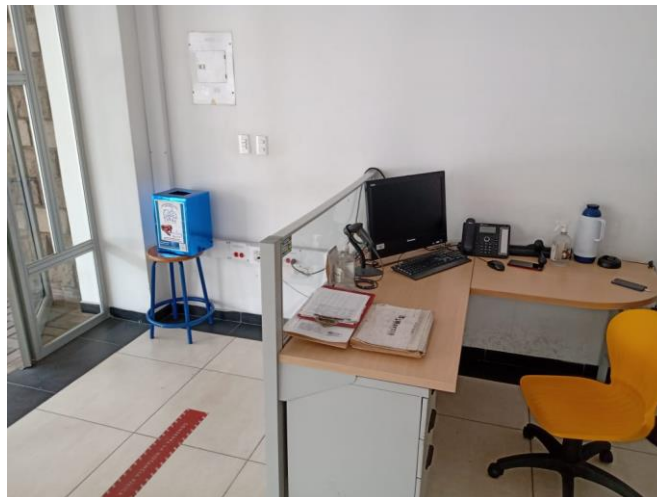


figura 93 Escritorio del personal de seguridad

Esta zona al igual que las anteriores permite supervisar fácilmente el ingreso y al igual que la de la figura 92 protege en gran medida del clima además de permitir una eficiente supervisión para prevenir casos de manipulación indebida.

Con el fin de hacer más simple la comprensión de las razones del por qué se implementa el sistema en determinada zona se realiza una tabla donde se muestran

las principales razones para seleccionar la zona, estas se califican de 1 a 5 siendo 1 malo y 5 bueno.

Tabla 7 Selección de la zona de implementación idónea para el sistema RFID

Criterios	Lugar de implementación		
	Cartel (figura 91)	Entrada (figura 92)	Escritorio (figura 93)
Protección al clima	1	3	5
Prevención de manipulación indebida	2	3	5
Supervisión	1	3	4
Disponibilidad de conexión	3	4	5
Conexión a internet	3	4	4
Total	10	17	23
Debido a su baja exposición a la manipulación indebida y gran protección contra las condiciones climáticas la zona ideal para este sistema es la de la figura 93			

Como se puede apreciar gracias a la Tabla 7 se logra realizar la mejor selección de ubicación para el sistema, ya que esta permite comparar de forma objetiva los distintos aspectos a tener en cuenta al momento de realizar la implementación.

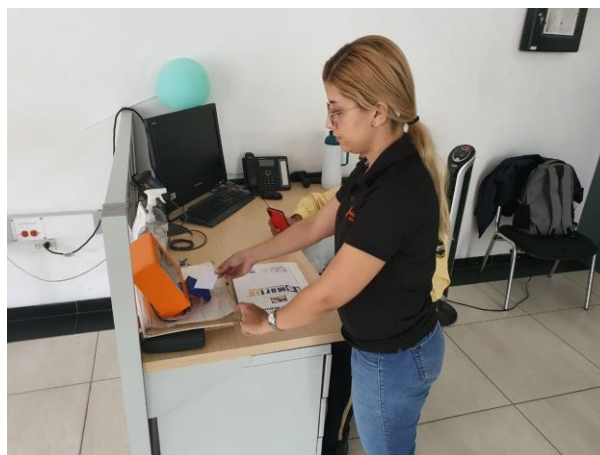


figura 94 Implementación del sistema RFID en la zona idónea

En la figura 94 Se aprecia el sistema ubicado en la zona seleccionada además de una prueba de funcionamiento llevada a cabo con ayuda del personal de seguridad y personal de Tecnoparque SENA.

6.2 Sistema de riego

Para este sistema se tienen en cuenta tres ubicaciones de implementación distintas, esto se debe a que la institución cuenta con tres jardines y además uno de los requerimientos del sistema es que sea portátil, por ende, no cuenta con un sitio totalmente fijo para su implementación

6.2.1 Jardín principal



figura 95 Pasillo junto al jardín

En esta zona el sistema cuenta con un buen grado de protección contra el clima, pero como contras presenta una alta exposición a manipulaciones indebidas además de afectar la imagen de la institución debido a que algunos de los componentes del sistema estarían en medio de una zona muy concurrida.



figura 96 Pasillo bajo las escaleras

En este caso al igual que en el de la figura 95 el sistema no se encuentra muy expuesto a condiciones climáticas, también al no estar en una zona muy concurrida su exposición a la mala manipulación es baja y a su vez los componentes no están muy expuestos por ende se puede evitar un posible accidente que implique a los componentes del sistema.



figura 97 Viga junto al jardín

Para este caso también se cuenta con una buena protección contra el clima, no expone demasiado sus componentes, pero su exposición a la mala manipulación es alta.

Con el fin de hacer más simple la comprensión de las razones del por qué se implementa el sistema en determinada zona se realiza una tabla donde se muestran las principales razones para seleccionar la zona, estas se califican de 1 a 5 siendo 1 malo y 5 bueno.

Tabla 8 Selección de la zona idónea para el jardín principal

Criterios	Lugar de implementación		
	Junto al jardín (figura 95)	Bajo escaleras (figura 96)	Viga (figura 97)
Protección al clima	5	5	5
Prevención de manipulación indebida	3	4	3
Supervisión	3	3	3
Disponibilidad de conexión	5	5	2
Prevención de accidentes	2	4	5
Total	18	21	18
Debido a su alta prevención de accidentes y alta prevención a manipulaciones indebidas el lugar idóneo para la implementación en este jardín es la de la figura 96			

En la Tabla 8 se puede apreciar la selección de la zona idónea para la instalación del sistema de riego para el jardín principal de la institución junto a los respectivos criterios a tener en cuenta para la elección con el fin de garantizar la seguridad tanto para el sistema como para los usuarios y el personal de las instalaciones.



figura 98 Sistema de riego durante la implementación en su zona idónea para el jardín principal

En la figura 98 se logra apreciar el sistema siendo implementado en la zona seleccionada con el fin de probar su correcto funcionamiento en la zona.

6.2.2 Jardín en la entrada



figura 99 Parte posterior del jardín

Esta zona se encuentra bastante protegida del clima, evita en gran medida la manipulación indebida debido a que no se encuentra a simple vista además de no exponer los componentes evitando posibles accidentes.



figura 100 Viga junto al jardín

En este caso no se cuenta con una muy buena protección contra el clima, también cabe resaltar que a pesar de no ser una zona muy concurrida cuenta con un alto grado de exposición a las manipulaciones indebidas

Tabla 9 Selección de la zona idónea para el jardín de la entrada

Lugar de implementación		
Criterios	Parte posterior (figura 99)	Viga (figura 100)
Protección al clima	5	1
Prevención a manipulación indebida	5	2
Supervisión	2	4
Disponibilidad de conexión	3	3
Prevención de accidentes	5	5
Total	20	15
Debido a su alta protección contra el clima, alta prevención a la mala manipulación y alta prevención de accidentes la zona de la figura 99 es la idónea para este jardín		

En la Tabla 9 se pueden apreciar los criterios del por qué se selecciona una zona en específico como la zona idónea para asegurar la integridad del sistema y su correcto funcionamiento.



figura 101 Sistema de riego siendo implementado en la zona idónea del jardín exterior

En la figura 101 se aprecia el sistema de riego siendo implementado en zona posterior del jardín exterior de la institución para ser sometido a funcionamiento en esta zona.

6.2.3 Jardín bajo las escaleras



figura 102 Viga junto al jardín bajo las escaleras

En este caso no se cuenta con la mejor protección contra el clima, pero se cuenta con un bajo riesgo a manipulaciones indebidas gracias a ser una zona poco concurrida.



figura 103 Junto al jardín bajo las escaleras

Para este caso se tiene una muy buena protección contra el clima y un bajo riesgo a manipulaciones indebidas.

Tabla 10 Selección de la zona idónea para el jardín bajo las escaleras

Lugar de implementación		
Criterios	Viga (figura 102)	Junto al jardín (figura 103)
Protección al clima	2	5
Prevención a manipulación indebida	4	4
Supervisión	2	2
Disponibilidad de conexión	4	4
Prevención de accidentes	5	3
Total	17	18
Debido a su alta protección contra el clima la zona de la figura 103 es la idónea para este jardín		

En la Tabla 10 se aprecian los criterios mediante los cuales se determina la zona idónea para la ubicación del sistema de riego con el fin de asegurar la integridad del sistema, además de evitar posibles accidentes ocasionados por los elementos del sistema.



figura 104 Sistema de riego siendo implementado en la zona seleccionada para el jardín debajo de las escaleras

En la figura 104 se aprecia al sistema de riego siendo implementado en la zona idónea seleccionada con el fin de ser puesto en funcionamiento en esta zona.



figura 105 Señalización de seguridad para el sistema de riego

En la figura 105 se aprecia la señalización necesaria para advertir a las personas en el momento de contar con el sistema en funcionamiento, esta señalización está presente en los sitios de implementación siempre y cuando el sistema esté en funcionamiento en ese momento.

7. CONCLUSIONES

- El primer paso para el correcto desarrollo de un proyecto está en realizar un estudio de las necesidades por cubrir y una clara comunicación con la persona o entidad que solicite el desarrollo del proyecto.
- Una correcta selección de materiales es crucial al momento de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, principalmente si se cuenta con una limitación en la selección de materiales, gracias a esto se debe contar con la capacidad de llevar a cabo el desarrollo a pesar de contar con limitaciones.
- Debido a que muchas veces al realizar un diseño, el diseñador puede chocar en ciertos puntos llegando hasta el punto de verse bloqueado en medio del desarrollo, es necesario contar con el conocimiento sobre al menos un tipo de metodología de desarrollo, debido a que es posible simplificar y llevar un orden secuencial de tareas sin olvidar que este tipo de metodologías aseguran una cobertura completa de las necesidades del proyecto.
- Al realizar los diseños necesarios para el correcto funcionamiento de cada sistema no basta con solo analizar el caso desde el punto de vista del diseñador, es necesario realizar un análisis desde el punto de vista del usuario final con el fin de asegurar que el sistema puede ser utilizado por cualquier persona de forma simple.
- Un análisis amplio de la zona determinada para la implementación puede llegar no solo a asegurar un óptimo y prolongado funcionamiento del dispositivo, sino que también puede llegar a salvaguardar la integridad del personal seleccionado para manipular el dispositivo.
- Lo más importante al momento de realizar un manual de usuario, hoja de vida o ficha técnica es que cualquier tipo de persona debe ser capaz de entender y llevar a cabo las acciones necesarias ya sea para hacer funcionar un dispositivo, reemplazar un componente averiado o realizar el respectivo mantenimiento del dispositivo, por ende este tipo de documentos debe ser muy didáctico, si se tiene en cuenta y asegura este aspecto se puede asegurar que el dispositivo cumpla satisfactoriamente sus funciones sin la necesidad de necesitar continua supervisión del desarrollador.

8. RECOMENDACIONES

8.1 Recomendaciones de uso

8.1.1 Sistema RFID

- Para un óptimo funcionamiento del sistema se debe contar con una conexión a internet estable esto debido a que las funciones más importantes de este sistema requieren de una buena conexión a internet.
- Para evitar posibles daños en el dispositivo es necesario supervisar de forma activa el momento de ingreso o salida de aprendices para así evitar que salten el registro o manipulen incorrectamente el sistema.
- Si se desean realizar modificaciones de la base de datos se recomienda descargar la base de datos actual, realizar las modificaciones y volver a cargar la base de datos actualizada, esto en caso de que no se desee realizar la modificación desde el dispositivo.

8.1.2 Sistema de riego

- Con el fin de evitar posibles bloqueos del sistema al momento de cambiar entre la interfaz para teléfonos móviles y la principal o viceversa es necesario asegurarse que el sistema se encuentre en condiciones iniciales.
- Los sensores deben tener al menos tres cuartas partes de su superficie enterradas para asegurar una correcta medición de la humedad del terreno, además de ser separados lo suficiente con el fin de asegurar una correcta medición de distintos puntos del terreno.
- Ubicar el actuador, ya sea una bomba o electroválvula de forma que no se vea afectada por posible humedad que ocasione un cortocircuito y termine afectando gravemente al sistema

9. BIBLIOGRAFÍA

- “Qué es y cómo funciona la tecnología RFID”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://www.tecnipesa.com/blog/69-tecnologia-rfid-que-ventajas-tiene>)
- “¿Qué es RFID cómo funciona y en qué se utiliza? Ventajas Principales”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://www.nephosit.com/que-es-rfid-como-funciona-y-en-que-se-utiliza/>)
- “RFID: Qué es y cómo funciona”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://www.universidadviu.com/co/actualidad/nuestros-expertos/rfid-que-es-y-como-funciona>)
- “¿Qué es RFID?”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/que-es-rfid>)
- “RFID – Tecnología de identificación por radiofrecuencia”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (https://www.kimaldi.com/rfid_tecnologia_de_identificacion_por_radiofrecuencia/)
- “SISTEMAS DE RIEGO I”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://innovatione.eu/2019/07/08/riego-agricultura/>)
- “¿Qué es un sistema de riego? Tipos de sistemas de riego para cultivos” {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/que-es-un-sistema-de-riego-tipos-de-sistemas-de-riego/>)
- “Tipos de sistema de riego y sus características”. {En línea}. {21 de julio del 2022}. Disponible en: (<https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-riego/>)
- MAIDA, ESTEBA GABRIEL Y PACIENZIA, JULIÁN. Metodologías de desarrollo de software. Buenos Aires, 2005. 116 páginas. Trabajo de grado (Licenciatura en sistemas y computación). Pontifica Universidad Católica de Argentina. Facultad de química e ingeniería.
- TABARES BEDOYA, LUIS FELIPE. Personalización de RUP para proyectos académicos de desarrollo de software. Medellín, 2011. 74 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en sistemas). Universidad EAFIT. Escuela de ingeniería.
- RUEDA CHACÓN, JULIO CÉSAR. Aplicación de la metodología RUP para el desarrollo rápido de aplicaciones basado en el estándar J2EE. Guatemala,

2006. 162 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en ciencias y sistemas). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de ingeniería.

- LÓPEZ ROSCIANO, RODRIGO ANTONIO Y PECH MONTEJO, JOSÉ ALFREDO. Desarrollo de herramientas de gestión de proyectos RUP usando metodología SCRUM + XP: Pruebas. 2015. 139 páginas. Trabajo de grado (Master en ingeniería web). Universidad Politécnica de Madrid.
- NAVARRETE, WILLIAM. "Metodología para la elaboración de software educativo". {En línea}. {10 de octubre de 2022}. Disponible en: (https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56978398/07_Metodologia_para_la_Elaboracion_de_Software_Educativo-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668200380&Signature=LPZ-DBMLxFbW2L3GM06r3jDOF1TcJn1Aohgc-b5g99KW17P~zB87Gsd7x6LbwIB3~K8nB8u3XM9rxAN9yVL2dW3h8O3QSFRNIECzGPGXFFhGozQSDKukQS0Ilz1AxOaW-DLLTGpnnCBZRZ3l8ISHyqGLoS2nmHE1psMU8M0serYsC1lj9kX-XkLkk18iVzE2JKIm5uomUqDsRT2cRVZKTVu1Q0eiTvF2jo384UqIYoYxPeMDPs5~4zmejm~AOpw-fiaueghlkjB-QP0R5689TzbYt7~l--BCSN2NYRKsucNGpyrq3Ou0TuYK-BjN5KqYqdh6z4xX1VzBeqN8SKAKNA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).
- GARCIA, JORMAN. "Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software". {En línea}. {10 de octubre de 2022}. Disponible en: (https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34546906/XP_Agil-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668243196&Signature=MR2mw6H5cCcLqnRluQDecJmgI6pYlqfD62N9XDp6ZddsUsg6ul2vDylg6UMwGxAyxp~KwHotbb1fVZ9qYxl6D1i8985Cpw6TUIJAHGxmtZdnQPHTHlPb64KMQU7-5kD0daxx11aVoCmBgQk5pt6y-eO6zhuOH2S2kUboZc60qr1nV63LCXE4K06fKgHOBMVKookma25pqzrEK~xzTJt3WtuRZosksRLgwbwY9zy0n8542qJrgIfT88qJKEHhWmYRNpJoU6NM71L2e5YHd1TDXD8xp0SCTS8rdj5iMI~YpQOPyVjgK2oEMBMr4-gZsiWmL12J0CsrBzZQ4-Sqyb0mjQ__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).
- TINOCO GÓMEZ, OSCAR; ROSALES LÓPEZ, PEDRO PABLO Y SALAS BACALLA, JULIO. "Criterios de Selección de metodologías de desarrollo de software". {En línea}. {10 de octubre de 2022}. Disponible en: (<https://www.redalyc.org/pdf/816/81619984009.pdf>)
- RIVAS, CARLOS IGNACIO; CORONA, VERÓNICA PAOLA; GUTIÉRREZ, JOSÉ FRUCTUOSO Y HERNÁNDEZ, LIZETH. "Metodologías Actuales de desarrollo de software". {En línea}. {10 de octubre de 2022}. Disponible en:

(https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Tecnologia_e_innovacion/vol2num5/Tecnologia_e_Innovacion_Vol2_Num5_6.pdf)

- MOLINA MONTER, BRYAN; VITE CEBALLOS, HARRY Y DÁVILA CUESTA, JEFFERSON. “Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software”. {En línea}. {10 de octubre de 2022}. Disponible en: (https://www.researchgate.net/profile/Harry-Vite-Cevallos/publication/327537074_Metodologias_agiles_frente_a_las_tradicionales_en_el_proceso_de_desarrollo_de_software/links/5b942061a6fdccfd542a2b13/Metodologias-agiles-frente-a-las-tradicionales-en-el-proceso-de-desarrollo-de-software.pdf)
- CHLEBANA, SAMUEL. A secure RFID Access Control system in smart home. Brno, 2020. 45 páginas. Trabajo de grado (Licenciatura). Universidad Masaryk. Facultad de Informática.
- NIDHI SINGH, TRIPLICANE GAYATRI. Automatic Gate Authentication System for RFID Tags and Thai ID Cards. Tailandia, 2017. 57 páginas. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Microelectrónica y Sistemas Embebidos). Instituto Asiático de Tecnología. Escuela de Ingeniería y Tecnología.
- MOONO CONSUELA, SIMUKALI. MULTI FACTOR AUTHENTICATION ACCESS CONTROL FOR STUDENT AND STAFF BASED ON RFID, BARCODE AND GIS. LUSAKA. 2019. 188 páginas. Trabajo de grado (Maestría en Ingeniería en Seguridad de las TIC). Universidad de Zambia.
- WANG, ZHONGQIN. Computer Vision-assisted Battery-free RFID Systems for Object Recognition, Localization and Orientation. Sídney, 2020, 117 páginas. Trabajo de grado (Doctorado). Universidad de Tecnología de Sídney. Facultad de Ingeniería y Tecnologías de la Información.
- ÇETİN, ELİF. DESIGN, SIMULATION, AND FABRICATION OF LOW-COST CHIPLESS RFID TAGS. Ankara, 2019, 117 páginas. Trabajo de grado (MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA). Universidad técnica del medio oriente.
- VILCHEZ CHUMPITAZ, HANZ AARON. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO AUTOMATIZADO PARA UNA HECTÁREA DE CULTIVO DE DURAZNO EN EL DISTRITO DE LA ISLA - ASIA, CAÑETE. Lima, 2020, 110 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero mecatrónico). Universidad Ricardo Palma. Facultad de ingeniería.

- CIFUENTES CAMACHO, EDNA LUZ. PROTOTIPO DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE RIEGO PARA JARDINES. Bogotá, 2018, 80 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en sistemas). Fundación Universitaria los Libertadores. Facultad de ingeniería y ciencias básicas.
- ESCOBAR MANZABA, CÉSAR DARIO Y FARFÁN ORELLANA, KARINA JAZMÍN. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE CULTIVOS AUTOMATIZADOS EN EL RECINTO PLAYA SECA DEL CANTÓN EL TRIUNFO. Guayaquil, 2018, 94 páginas.
- Trabajo de grado (Ingeniería en sistemas administrativos computacionales). Universidad de Guayaquil. Facultad de ciencias administrativas.
- LONDOÑO OCAMPO, ALEXANDER. DISEÑO DE UN SISTEMA DE RIEGO EN LA GRANJA TARAPACÁ UBICADA EN LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI. Santiago de Cali, 2019, 71 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería mecánica). Universidad Autónoma de Occidente. Facultad de ingeniería. Departamento de energética y mecánica.
- CORTES CADAVID, VALERIA Y VARGAS GARCIA, MARCO FABIAN. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO AUTOMATIZADO Y MONITOREO DE VARIABLES AMBIENTALES MEDIANTE IOT EN LOS CULTIVOS URBANOS DE LA FUNDACIÓN MUJERES EMPRESARIAS MARIE POUSSEPIN. Bogotá, 2020, 100 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero electrónico y de telecomunicaciones). Universidad Católica de Colombia. Facultad de ingeniería.
- Solé, Roberto. "Raspberry Pi: Crea proyectos DIY por muy poco dinero". {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://www.profesionalreview.com/2021/07/18/que-es-raspberry-pi/>)
- Díaz Sánchez, Carlos Federico. "SOFTWARE: VENTAJAS DE LA METODOLOGÍA DE DISEÑO RUP". {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://blogs.upn.edu.pe/ingenieria/2016/10/12/software-ventajas-de-la-metodologia-de-diseno-rup/>)
- PETROSKY, HENRY. "Diseño de ingeniería definición y proceso". {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://estudyando.com/diseno-de-ingenieria-definicion-y-proceso/>)
- "Diseño en ingeniería". {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2014/03/Generalidades_Diseno.pdf)

- “Circuito eléctrico”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://electronicaonline.net/circuito-electrico/>)
- “¿Qué es un circuito eléctrico?”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://www.fisicalab.com/apartado/circuitos-electricos>)
- Planas, Oriol. “¿Qué es un circuito eléctrico? Componentes y tipos”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (https://solar-energia.net/electricidad/circuito-electrico#google_vignette)
- “¿Qué es una base de datos?”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://www.oracle.com/co/database/what-is-database/>)
- Machuca, Fernando. “¿Qué es un datasheet? Ayuda a tus lectores a tomar una decisión más rápida”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://www.crehana.com/blog/transformacion-digital/que-es-datasheet/>)
- “¿Qué es una hoja de datos, Datasheet u hoja técnica?”. {En línea}. {20 de agosto de 2022}. Disponible en: (https://viasatelital.com/proyectos_electronicos/laboratorios00004.php)
- “Métricas en el desarrollo de software”. {En línea}. {30 de agosto de 2022}. Disponible en: (http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/gonzalez_d_h/capitulo_4.pdf)
- “¿Qué son las pruebas de software?”. {En línea}. {30 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://www.ibm.com/co-es/topics/software-testing>)
- VIEIRA, CARLOS DE FREITAS; BENAVIDEZ TORRES, JHON FREDDY Y IRUMBE, ÉRIKA CAROLINA. “Calidad, Métricas del Producto y Proceso de Pruebas de Software”. {En línea}. {30 de agosto de 2022}. Disponible en: (<http://uptaprocesodepruebasycalidadmetricas.blogspot.com>)
- “Los diferentes tipos de testing en el desarrollo de software”. {En línea}. {30 de agosto de 2022}. Disponible en: (<https://programacionymas.com/blog/tipos-de-testing-en-desarrollo-de-software>)
- MYSERVERNAME.COM . “Pruebas alfa y beta (una guía completa)”. {En línea}. {1 de septiembre de 2022}. Disponible en: (<https://spa.myservername.com/what-is-user-acceptance-testing>)

- EBOOKS ONLINE. “Prueba Alpha V Prueba Beta: ¿Cuál es la diferencia?”. {En línea}. {1 de septiembre de 2022}. Disponible en: (<https://ebooksonline.es/prueba-alpha-v-prueba-beta-cual-es-la-diferencia/>)
- SOFTWARE GURU. “¿Es Alpha o Beta?”. {En línea}. {En línea}. {1 de septiembre de 2022}. Disponible en: (<https://sg.com.mx/content/view/579>)
- KISPE VEGA, KESJE. Implementación de un sistema RFID para mejorar la productividad de una planta de producción de vidrio templado. Lima. 2017. 86 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de ingeniería industrial.
- Romano, Lucas y Vial, Axel. Sistema de control de personal por RFID. Buenos Aires. 2017. 89 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería electrónica). Universidad Nacional Del Mar De Plata. Facultad de ingeniería.
- GUIZAR SEPÚLVEDA, ENRIQUE ARTURO. Implementación de RFID en un almacén logístico. Barcelona. 2018. 78 páginas. Trabajo de grado (Máster en cadena de suministro, transporte y movilidad). Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona.
- ZAPATERA RODRÍGUEZ, PAULA. Sistema de riego automatizado para pequeñas instalaciones. Valladolid. 2022. 130 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería electrónica industrial y automática). Universidad de Valladolid. Departamento de tecnología electrónica.
- TORRES CALLIMIA, ZULEMA. Prototipo de sistema de riego automatizado caso: “Comunidad Alto Kollasuyo”. El Alto. 2020. 145 páginas. Trabajo de grado (Licenciatura en ingeniería de sistemas). Universidad pública de El Alto. Facultad de ingeniería.
- CHIQUITO GUALE, RONNY Y PAGUAY TOTOY CÉSAR. Diseño de un prototipo de sistema de riego automatizado mediante una red de sensores que mida la humedad del suelo en los campos agrícolas y permita controlar el consumo de agua. Guayaquil. 2020. 143 páginas. Trabajo de grado (Ingeniería en networking y telecomunicaciones). Universidad de Guayaquil. Facultad de ciencias matemáticas y físicas.
- Navarro Morales, Antonio José. Implantación de un sistema RFID en un buque RO-PAX para la localización de pasajeros. Santander. 2019. 69 páginas. Trabajo de grado (Máster en ingeniería náutica y gestión marítima). Universidad de Cantabria. Facultad de ingeniería.

- Baque Pincay, Cristopher David. Diseño de un sistema de control de acceso biométrico con lector RFID para la sala de cómputo #14 de la carrera ingeniería en computación y redes. Jipijapa. 2018. 118 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en computación y redes). Facultad de ingeniería
- Romero Paz, Manuel. Diseño de un sistema de telecomunicaciones con tecnología RFID para los puntos de chequeo de buses urbanos en el corredor vial 1 de la ciudad de Guayaquil. Guayaquil. 2020. 121 páginas. Trabajo de grado (Magister en telecomunicaciones). Facultad de ingeniería
- Ramírez Díaz, Eliécer Jesús y Vergara Sierra, Jesús David. Sistema de riego automatizado basado en IoT utilizando variables ambientales para cultivos de berenjena en la finca la esperanza del municipio de Chinú-Córdoba. Sahagún. 2020. 135 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en sistemas). Facultad de ingenierías.
- Quispe Tapara, Hilcias. Diseño de un sistema de riego automatizado por aspersión para viveros de café utilizando la tecnología Arduino en la empresa viveros Ortíz – pasco; 2018. Chimbote. 2018. 104 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero en sistemas). Facultad de ingenierías.
- Alejandro Orellana, Danny Fabián. Diseño e implementación de sistema de riego automatizado por microaspersión con control remoto GSM SMS y Arduino para las áreas verdes y plantas ornamentales. Riobamba. 2019. 108 páginas. Trabajo de grado (Ingeniero industrial). Facultad de mecánica.