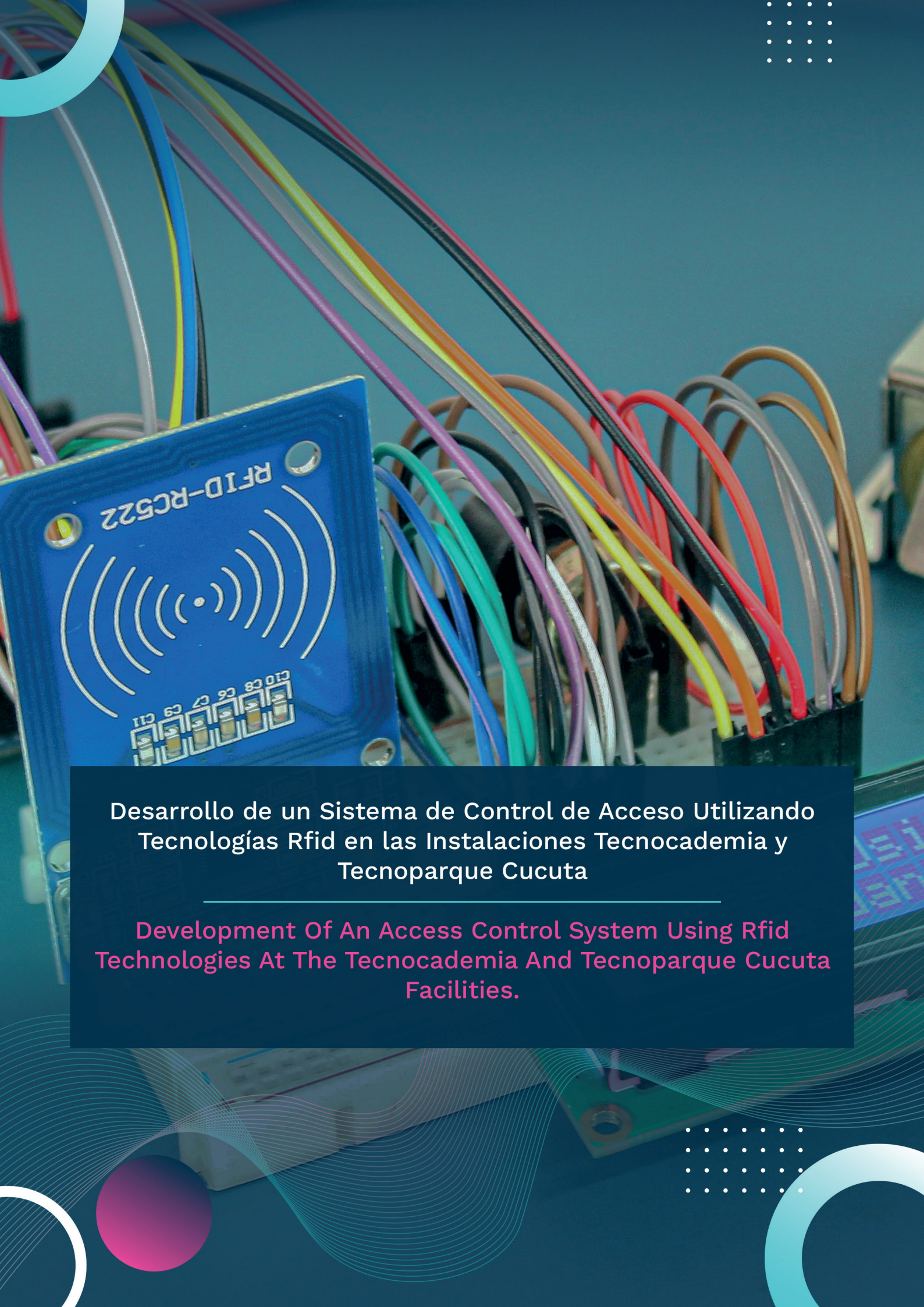




Desarrollo de un Sistema de Control de Acceso Utilizando Tecnologías Rfid en las Instalaciones Tecnoacademia y Tecnoparque Cucuta

Development Of An Access Control System Using Rfid Technologies At The Tecnoacademia And Tecnoparque Cucuta Facilities.

MsC. María Carolina Duque Suárez.
SENA, Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecnoparque Cúcuta, Colombia.
macduques@sena.edu.co

Esp. Carlos Mario Clavijo Pérez.
Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecnoparque Cúcuta, Colombia.
cmclavijo@sena.edu.co

Julián Enrique Molina Granados.
SENA, Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecnoparque Cúcuta, Colombia.
juemg.1234@gmail.com

MsC Oscar Manuel Duque Suárez.
SENA, Universidad de Pamplona, Grupo automatización y control, Colombia.
omduque@unipamplona.edu.co

Resumen

Este artículo establece los criterios de diseño necesarios para el sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID (Identificación Por Radiofrecuencia), la selección de los elementos de procesamiento, control visualización, instrumentación y demás necesarios en los sistemas de control de acceso, el diseño, construcción y prueba de funcionamiento del sistema en un entorno real, estas pruebas se ejecutaron con aprendices del programa Tecnoacademia Nodo Cúcuta, así mismo se logra validar su correcto funcionamiento y consideraciones a tener en cuenta cuando el sistema este en uso continuo.

Palabras clave: Control de acceso, RFID, Raspberry, Base de datos, Python, Tecnoacademia y Tecnoparque.

Abstract

This article establishes the necessary design criteria for the access control system using RFID (Radio Frequency Identification) technologies, the selection of processing elements, visualization control, instrumentation and others necessary in access control systems, the design, construction and operation test of the system in a real environment, these tests were carried out with apprentices from the Tecnoacademia Nodo Cúcuta program, likewise it is possible to validate its

correct operation and considerations to take into account when the system is in continuous use.

Keywords: Access control, RFID, Raspberry, Database, Python, Tecnoacademia and Tecnoparque.

Introducción

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 actual en la institución mantener el control de ingreso y salida, además de que también ayuda a motivar a los aprendices y talentos a al desarrollo de proyectos que puedan realizar, asimismo, permite tener la información de ingreso y salida de los usuarios en la nube, lo cual logra mantener la información al alcance de los administradores en cualquier momento sin la necesidad de exportarlos por algún medio físico para su posterior análisis.

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 rápido e inequívoco, debido a que los aprendices y funcionarios están incluidos en la base de datos, lo cual cada persona tendrá su tarjeta de acceso para el ingreso y salida de las instalaciones, esto permite realizar rápidamente el registro, ayudando al flujo diario de personas que se presentan en las instalaciones, por medio de un dispositivo de fácil adaptación, táctil y de fácil manejo por cualquier persona que interactúe con este

Antecedentes

(Chlebana, 2020), argumenta que 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.

(Nidhi, 2017) menciona que la experiencia del proyecto fue 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.

Definición Del Problema

Debido a la situación mundial de la pandemia generada por el virus Covid-19 hace dos años, nació la iniciativa de evitar las aglomeraciones en áreas las cuales era 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 de los usuarios en las instalaciones, si no, crear un consolidado a través del tiempo para analizar diferentes tendencias que puedan aportar para mejorar los servicios prestados por parte de la institución.

Objetivos

Objetivo General

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

Objetivos Específicos

- Establecer los criterios de diseño del sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID 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
- Diseñar el sistema de control de acceso para Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander
- Implementar el sistema de control de acceso 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

Métodos o Diseño Metodológico

El proyecto se desarrolló bajo la guía metodológica de tecnoparque la cual está diseñada bajo los niveles de madurez tecnológica TRL, que direcciona a catalogar cada fase de evolución que se ejecuta en un proyecto como un nivel de madurez alcanzado, hasta lograr la materialización de este, logrando superar pruebas de laboratorio y en entornos reales, en la construcción del prototipo se tuvo en cuenta los parámetros de diseño, funcionalidades, integración entre las plataformas, disponibilidad en el mercado local, y el valor presupuestal mínimo necesario para obtener la mayor cantidad de beneficios, así mismo, este proyecto llegó al nivel TRL 7 debido a que el éxito de la investigación está en que

sea posible su implementación con tecnologías disponibles en el mercado; de lo contrario solo sería una forma teórica que no podría llevarse a un estudio de viabilidad real.

El proyecto se realizó siguiendo las siguientes etapas:

- Se desarrollaron los criterios de diseño

- Se seleccionaron los materiales a utilizar
- Se diseñó la interfaz de usuario
- Se diseñó el sistema electrónico
- Se construyó el sistema de control de acceso RFID
- Se implementó y realizaron pruebas de funcionamiento

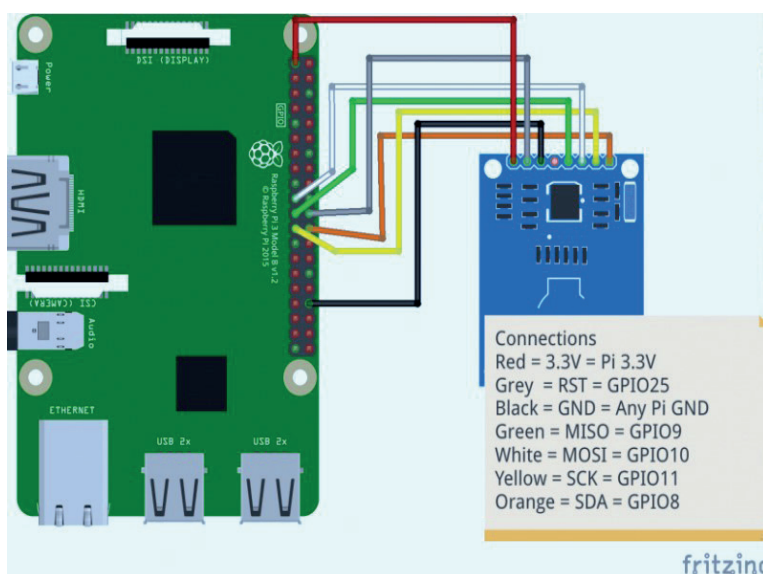
Análisis de resultados

Sistema RFID

En el circuito electrónico de la figura 1 representa 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.

Figura 1.

Esquema de conexiones del circuito electrónico del sistema de riego.



Nota: Construcción propia

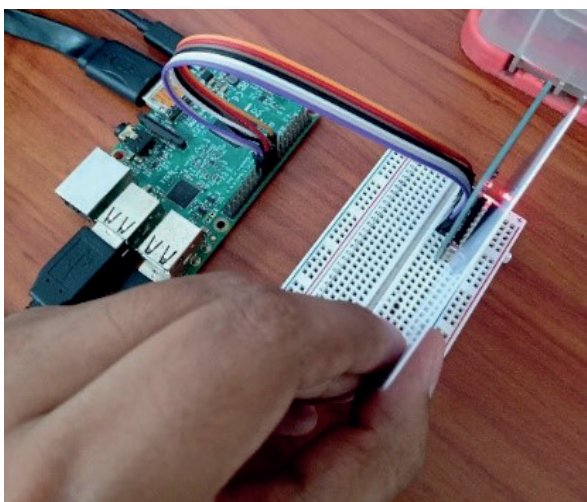
Debido a que este sistema no cuenta con muchos elementos de hardware las pruebas experimentales se realizan más a nivel de funcionamiento de código en lugar de funcionamiento de componentes de hardware, cabe resaltar que las primeras pruebas

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 asegurarse la correcta lectura de las tarjetas como se observa en la figura 2 y 3, las cuales contienen internamente un chip RFID con una codificación diferente cada una, esta prueba se ejecuta inicialmente para comprobar el buen estado como del lector y cerciorase si este cumple con las funciones de lectura y escrituras especificadas en su hoja de características o datasheet, cabe resaltar que en este caso se utilizaron únicamente tarjetas RFID para la realización de las pruebas.

Figura 2.

Conexión del lector RFID para ser sometido a pruebas de funcionamiento.



Nota: Construcción propia

Figura 3.

Pruebas de funcionamiento del lector RFID con las tarjetas RFID.



Nota: Construcción propia

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.

Figura 4.

Código utilizado en las pruebas de lectura, escritura y Resultados obtenidos de las pruebas

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

reader=SimpleMFRC522()

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

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()
```

```
===== 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
>>> |
```

Nota: Elaboración propia

Cómo se puede apreciar en la **figura 4** tanto el lector como las tarjetas funcionan correctamente, ya que se puede apreciar que la información

guardada en la tarjeta mediante el código. 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, como se muestra en la **figura 5**.

Figura 5.

Código para pruebas de la librería openpyxl (a) y (b).

```
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']
```

```
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')
```

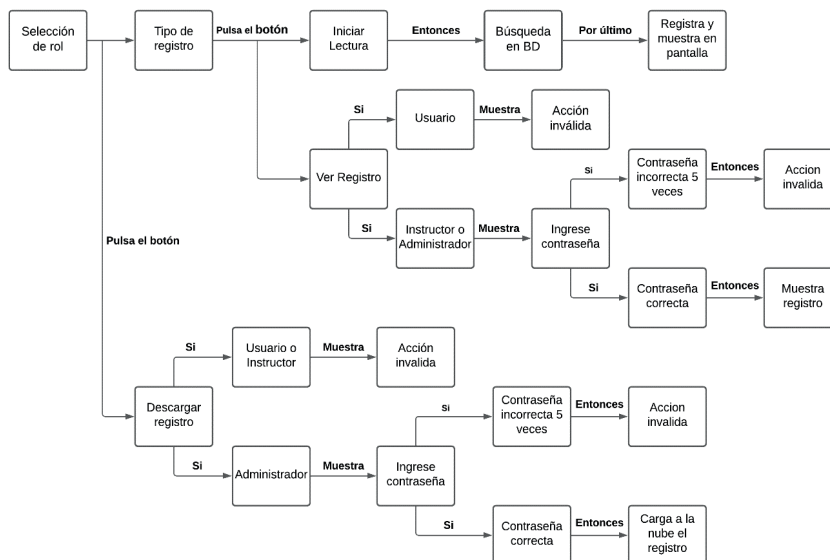
Nota: Elaboración propia

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 ultimo 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. En la figura 6 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.

Figura 6.

Diagrama de flujo del sistema RFID



Nota: Elaboración propia

Figura 7.

Ventana principal de la HMI mejorada.

Nota: Elaboración propia

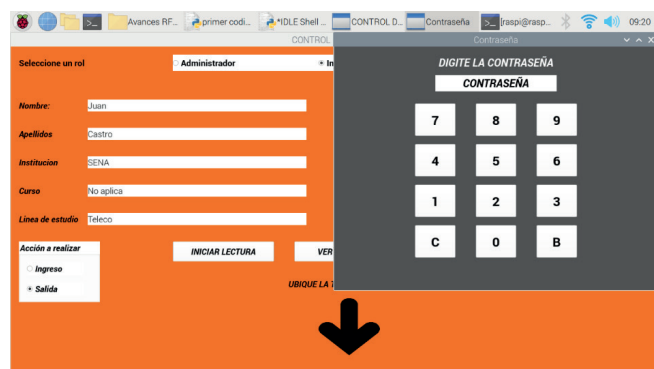
Como se observa en la **figura 7 y 8** uno de los principales cambios dados a la HMI está en el aspecto estético, esto con el fin de mantener la imagen institucional basándose en la guía de estilos de la institución en el año 2022, además en la parte inferior izquierda se aprecia un pequeño recuadro 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

Figura 8.

Ventana de contraseña mejorada.



Nota: Elaboración propia

La ventana de la figura 9 se ilustra 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. La prueba final realizada después de tres pruebas anteriores fue ejecutada nuevamente con los aprendices de Tecnoacademia nodo Cúcuta, en la línea de electrónica y robótica en la formación de Robótica y electrónica, esta prueba se ejecutó con la base de datos proporcionada con anterioridad por el facilitador, como se muestran en las **figuras 10**.

Figura 10.

Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (a y b)



Nota: Elaboración propia

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.

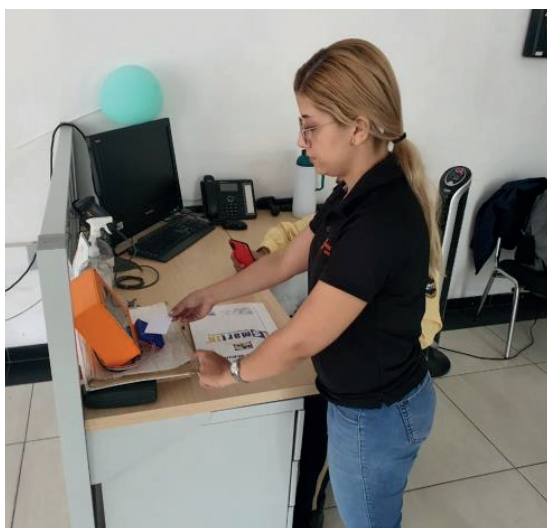
Figura 9.

Ventana de visualización de registro modificada

Nombre	Apellido	T. documento	N. documento	Cargo	L. estudio	Institución	Curso	Instructor	Fecha	Hora
1. Juan	Castro	C.C.		INSTRUCT.	Teleco	SENA	No aplica	No aplica	No aplica	05/08/22 09:19:49

Nota: Elaboración propia



Figura 11.**Implementación del sistema RFID en la zona entrada de las instalaciones****Nota: Elaboración propia**

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 a nivel de código, por ende 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 la cobertura realizada al lector utilizado debido a que no quedo identificado la orientación correcta donde se debe colocar la tarjeta para obtener una lectura sin errores, debido a que este prototipo debe brindar un mayor grado de robustez al sistema y por ende logre mitigar en gran medida este problema. En la **figura 11** 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.

Discusión y conclusiones

Una correcta selección de materiales es crucial al momento de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, ya que en esta se abordan las necesidades principales por cubrir para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, esto permite concluir que uno de los elementos más cruciales en el desarrollo de un proyecto es la selección de materiales, ya que en ella se debe tratar de cumplir en su mayoría los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de un proyecto.

Se concluye que el sistema este compuesto por tres tipos de usuarios los cuales son aprendices o talentos, facilitadores, instructores o expertos y el administrador, cada perfil tiene permisos de seguridad diferentes, el primero y el segundo solo puede registrar la entrada y salida de las instalaciones, el tercero puede descargar el histórico de las personas que ingresen y salgan, cada histórico posee una contraseña diferente que solo es manejada por el perfil del administrador.

Para el prototipo fue sometido a dos pruebas en el entorno real en dos días de asistencia de la ficha de formación, en la primera prueba se detectaron algunos inconvenientes del sistema, los cuales provenían del código o software, los cuales fueron corregidos, en la segunda prueba el sistema funcionó normalmente, el único detalle a tener en cuenta es la posición de la tarjeta en el lector RFID, se debe tener en cuenta esta observación, debido a que puede causar una demora por usuario al momento de tomar la lectura y registrar el ingreso o salida, por lo cual puede causar colas en la entrada de las instalaciones. El prototipo se logró hasta el nivel TRL7 Validado en el entorno real el cual fue las instalaciones de electrónica y Robótica de Tecnoacademia nodo Cúcuta, con los aprendices inscritos en la ficha de robótica.

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, asimismo, 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.

Finalmente, para 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 realizarla modificación desde el dispositivo.

Referencias Bibliográficas

Çetin, E. (2019). *Design, Simulation, And Fabrication Of Low-Cost Chipless Rfid Tags*. . Ankara, 117 Páginas. Trabajo De Grado (Maestría En Ciencias En Ingeniería Eléctrica Y Electrónica). : Universidad Técnica Del Medio Oriente.

Chlebana, S. (2020). *A Secure RFID Access Control System In Smart Home*. . Universidad Masaryk. Facultad De Informática. Brno 45 Páginas.

Cifuentes, E. (2018). *Prototipo De Un Sistema Automatizado De Riego Para Jardines*. . 80 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero En Sistemas). Fundación Universitaria Los Libertadores. : Facultad De Ingeniería Y Ciencias Básicas.

Cortes, V., & Vargas, M. (2020). *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, 100 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero Electrónico Y De Telecomunicaciones) : Universidad Católica De Colombia. Facultad De Ingeniería.

Escobar, C., & Farfán, K. (2018). *Diseño De Un Sistema De Riego Para La Implementación De Cultivos Automatizados En El Recinto*

Playa Seca Del Cantón El Triunfo. Guayaquil, 94 Páginas. Trabajo De Grado.

Londoño, A. (2019). *Diseño De Un Sistema De Riego En La Granja Tarapacá Ubicada En La Ciudad De Santiago De Cali*. Santiago De Cali, 71 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniería Mecánica): Universidad Autónoma De Occidente. Facultad De Ingeniería.

Moono, C. (2019). *Simukali. Multi Factor Authentication Access Control For Student And Staff Based On Rfid. Barcode And Gis*. Lusaka, 88 Páginas. Trabajo De Grado (Maestría En Ingeniería En Seguridad De Las Tic). : Universidad De Zambia.

Nidhi, S. (2017). *Triplicane Gayatri. Automatic Gate Authentication System For Rfid Tags And Thai Id Cards*. . Thailandia, 57 Páginas. Trabajo De Grado : Instituto Asiático De Tecnología.

Vilchez, H. (2020). *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, 110 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero Mecatrónico).

Wang, Z. (2020). *Computer Vision-Assisted Battery-Free Rfid Systems For Object Recognition, Localization And Orientation*. Sídney, 117 Páginas. Trabajo De Grado (Doctorado): Universidad De Tecnología De Sídney, Facultad De Ingeniería Y Tecnologías.