

UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



Presentado por
LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE

**SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA
EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 55006-17 DE TALAVERA**

Asesor:
M.SC. CARLOS YINMEL CASTRO BULEJE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS

ANDAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2023



APROBACION DEL ASESOR

Quién suscribe:

M.SC. CARLOS YINMEL CASTRO BULEJE por la presente:

CERTIFICA,

Que, el Bachiller en **Ingeniería de Sistemas**, LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE ha culminado satisfactoriamente el informe final de tesis intitulado: "**SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA No 55006-17 DE TALAVERA**" para optar el Título Profesional de **Ingeniero de Sistemas**.

San Jerónimo, 08 de abril de 2024

M.Sc. CARLOS YINMEL CASTRO BULEJE
Asesor

Bach. Luz Marilín Tomiño Quispe
Tesista



FACULTAD DE INGENIERIA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la Av. José María Arguedas del Local Académico SL01 (Ccoyahuacho) en el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional José María Arguedas ubicado en el distrito de San Jerónimo de la Provincia de Andahuaylas, siendo las 11:00 horas del día 08 de abril del año 2024, se reunieron los docentes: Dr. Enrique Edgardo Condor Tinoco, Msc. Iván Soria Solís, MSc. Neptalí Menejes Palomino, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis intitulado: "SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 55006-17 DE TALAVERA", cuya autora es la Bachiller en Ingeniería de Sistemas **LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE** y el asesor M.Sc. Carlos Yinmel Castro Buleje, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.

Luego de la sustentación y defensa de la tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: APROBAR** por **UNANIMIDAD** a la Bachiller en Ingeniería de Sistemas **LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
15	QUINCE	BUENO

En señal de conformidad, se procedió a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


.....
Dr. Enrique Edgardo Condor Tinoco
Presidente del Jurado Evaluador


.....
M.Sc. Iván Soria Solís
Primer Miembro del Jurado Evaluador


.....
M.Sc. Neptalí Menejes Palomino
Segundo Miembro del Jurado Evaluador



APROBACIÓN DEL JURADO DICTAMINADOR

LA TESIS: “SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA No 55006-17 DE TALAVERA”; para optar el Título Profesional de Ingeniero de Sistemas, ha sido evaluada por el Jurado Dictaminador conformado por:

PRESIDENTE: Dr. ENRIQUE EDGARDO CONDOR TINOCO

PRIMER MIEMBRO: M.Sc. IVÁN SORIA SOLÍS

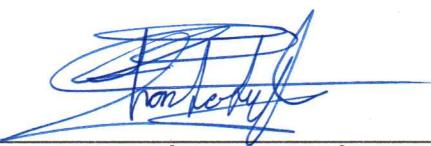
SEGUNDO MIEMBRO: M.Sc. NEPTALÍ MENEJES PALOMINO

Habiendo sido aprobado por UNANIMIDAD/MAYORIA, en la ciudad de Andahuaylas el día 08 del mes de abril de 2024

Andahuaylas, 08 de abril de 2024.



Dr. ENRIQUE EDGARDO CONDOR TINOCO
PRESIDENTE DEL JURADO DICTAMINADOR



M.Sc. IVÁN SORIA SOLÍS
PRIMER MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR



M.Sc. NEPTALÍ MENEJES PALOMINO
SEGUNDO MIEMBRO DEL JURADO DICTAMINADOR



Andahuaylas, 22 de abril de 2024

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería, expide la:

Constancia

De porcentaje de similitud (12%) según el software Turnitin, al informe final de investigación: Sistema basado en tecnología RFID y GSM para el control de asistencia escolar en la Institución Educativa N° 55006-17 de Talavera. Presentado por la bachiller Luz Marilyn Tomiño Quispe cuyo Asesor es el M.Sc. Carlos Yinmel Castro Buleje.

Dra. María del Carmen Delgado Laime
Presidente de la Unidad de Investigación de la
Facultad de Ingeniería

MSc. Fidelia Tapia Tadeo

Miembro de la

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

M.Sc. Richard Carrión Abollaneda

Miembro de la

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

C.c
Archivo.

NOMBRE DEL TRABAJO

SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFI
D Y GSM PARA EL CONTROL DE ASISTE
NCIA ESCOLAR EN LA INSTITUCIÓN EDU
C

AUTOR

LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE

RECUENTO DE PALABRAS

17908 Words

RECUENTO DE CARACTERES

98822 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.6MB

FECHA DE ENTREGA

Apr 15, 2024 5:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Apr 15, 2024 5:47 AM GMT-5

● 12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ MARÍA ARGUEDAS

M.Sc. Carlos Yimel Castro Buleje
DOCENTE

● 12% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 12% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	secgen.unajma.edu.pe Internet	7%
2	repositorio.uisrael.edu.ec Internet	<1%
3	alicia.concytec.gob.pe Internet	<1%
4	repositorio.unab.cl Internet	<1%
5	tesis.ipn.mx Internet	<1%
6	coursehero.com Internet	<1%
7	cybertesis.uni.edu.pe Internet	<1%
8	repositorio.urp.edu.pe Internet	<1%

9	repositorio.uta.cl Internet	<1%
10	repositorioslatinoamericanos.uchile.cl Internet	<1%
11	ribuni.uni.edu.ni Internet	<1%
12	hdl.handle.net Internet	<1%
13	repositorio.udea.edu.pe Internet	<1%
14	repositorio.uladech.edu.pe Internet	<1%
15	repositorio.utp.edu.pe Internet	<1%
16	slideshare.net Internet	<1%
17	repositorio.unh.edu.pe Internet	<1%
18	definicionabc.com Internet	<1%
19	repository.udistrital.edu.co Internet	<1%
20	1library.co Internet	<1%

21

dspace.udla.edu.ec

Internet

<1%

**FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL (RIDUNAJMA)**

1.DATOS DEL AUTOR

Nombres y apellidos : Luz Marilín Tomiño Quispe
DNI / Carné de Extranjería / : 72840106
Pasaporte No.
Correo Institucional
Teléfono / Celular : 930315552
Correo electronico : mizoryluz@gmail.com

2 GRADO, TITULO O ESPECIALIZACIÓN (marque con una X)



Bachiller Licenciado / Título Profesional	Magíster	Doctor	Segunda Especialidad
X			

3.TIPO DE INVESTIGACIÓN (marque con una X)

Tesis	Trabajo Académico	Trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
X			

Título: Sistema basado en tecnología RFID y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa N° 55006-17 de Talavera.
Asesor : M.Sc. Carlos Yinmel Castro Buleje
Año : 2024
Unidad Académica

Firma
DNI: 72840106
Luz Marilín Tomiño Quispe

LICENCIAS

Licencia Estándar

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional Digital de la UNAJMA

Con la autorización de depósito de mi trabajo de investigación, otorgo a la Universidad Nacional José María Arguedas, una Licencia No Exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi trabajo de investigación (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios provistos por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Institucional Digital de la UNAJMA, Colección de Tesis, entre otros, en el Perú y en el extranjero, por el tiempo y veces que considere necesarias, y libre de remuneraciones.

En virtud de dicha Licencia, la Universidad Nacional José María Arguedas, podrá reproducir mi trabajo de investigación en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con los propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que el trabajo de investigación es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, o coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicho trabajo de investigación es original y no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Nacional José María Arguedas consignará el nombre del/los autor/es del trabajo de investigación, y no les hará ninguna modificación más de la permitida en la presente licencia.

Autorizo el depósito (marque con una X)

SI autorizo que se deposite inmediatamente
 NO autorizo

Fecha : 02 de mayo de 2024



Firma
DNI: 72840106
Luz Marilín Tomiño Quispe



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARÍA ARGUEDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS



Presentado por
LUZ MARILÍN TOMIÑO QUISPE

**SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA
EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR EN LA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 55006-17 DE TALAVERA**

Asesor:
M.SC. CARLOS YINMEL CASTRO BULEJE

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS

ANAHUAYLAS – APURÍMAC – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi familia, en especial a mis padres Hilda y Santos, quienes siempre han sido el apoyo y la fuerza detrás de cada logro en mi vida personal y profesional. Gracias por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por sus palabras de aliento y por creer en mí. Todo esto es posible gracias a su amor, su dedicación y su ejemplo de perseverancia, espero que este logro les haga sentir tan orgullosos como yo me siento de ser su hija.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios, a mis padres y a mis hermanos quienes durante este viaje académico me han brindado su apoyo incondicional.

Agradecer a mi asesor de tesis el Ing. Carlos Yinmel Castro Buleje, por su orientación experta, por su paciencia y dedicación en la ejecución de esta investigación.

Al director, docentes y estudiantes de la institución educativa No 55006-17 Proceres de la Independencia Americana de Talavera, quienes me brindaron su apoyo y las facilidades necesarias para llevar a cabo mi investigación.

A la universidad nacional José María Arguedas y a los docentes que formaron parte de mi vida académica y contribuyeron en mi formación profesional.

Agradecer también a quienes estuvieron siempre a mi lado, quienes han sido una fuente de apoyo y aliento a lo largo de este arduo pero gratificante logro académico.

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE TABLAS	6
LISTA DE ECUACIONES.....	6
LISTA DE FIGURAS.....	7
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
CHUMASQA.....	11
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1. Realidad problemática	13
1.1. Formulación del problema	14
1.1.1. Problema general	14
1.1.2. Problemas específicos.....	14
1.2. Objetivos	15
1.2.1. General.....	15
1.2.2. Especifico.....	15
1.3. Justificación	16
1.4. Viabilidad técnica	17
1.5. Limitaciones.....	17
CAPITULO II: ANTECEDENTES	18
2.1. Antecedentes Internacionales.....	18
2.2. Antecedentes Nacionales	20
CAPITULO III: MARCO TEÓRICO.....	22
3.1. RFID (Radio Frequency IDentification).....	22
3.2. Tipos de sistemas RFID	22
3.3. Módulo Lector RFID RC522.....	24
3.4. Raspberry PI.....	25
3.5. Raspberry Pi Hardware	26
3.6. GSM (Global System for Mobile Communications).....	27
3.7. Mensajería Instantánea.....	28

3.8.	Modulo SIM 800L	30
3.9.	Python	31
3.10.	MySQL	31
3.11.	Control de Asistencia.....	32
3.12.	Inasistencia Estudiantil	34
3.13.	Tardanza Estudiantil	35
CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		36
4.1.	Metodología a usar.....	36
4.1.1.	Tipo y Nivel de Investigación.....	36
4.1.2.	Diseño de Investigación.....	36
4.2.	Población, tamaño de muestra, tipo de muestreo, unidad de análisis	37
4.2.1.	Población.....	37
4.2.2.	Tamaño de muestra	37
4.2.3.	Tipo de muestreo.....	38
4.3.	Operacionalización de variables	38
4.3.1.	Variable Dependiente.....	38
4.3.2.	Variable independiente	38
4.4.	Método	39
CAPITULO V: RESULTADOS		67
5.1.	Resultados específico 01 – Modelo de Arquitectura	67
5.2.	Resultados específico 02 – Incorporación la Tecnología RFID Y GSM.....	68
5.3.	Resultados específico 03 – Desarrollo de un Sistema Basado en Tecnología RFID Y GSM.....	68
5.4.	Resultados específico 04 – Evaluar la precisión, reducción de errores y reducción de tiempos en el registro de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM.	69
CAPITULO VI: DISCUSIÓN		73
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES.....		76
BIBLIOGRAFÍA		77
ANEXOS		79

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grupos de estudio	37
Tabla 2. Operacionalización de variables	39
Tabla 3. Numero de registro correctos con el sistema	70
Tabla 4. Cantidad de errores	71
Tabla 5. Proceso de registro de asistencia de la manera tradicional	72
Tabla 6. Proceso de registro de asistencia con el sistema.....	72

LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fórmula para calcular la muestra	38
Ecuación 2. Formula para hallar la precisión.....	64
Ecuación 3. Reducción porcentual de errores.....	65
Ecuación 4. Tiempo ahorrado	66
Ecuación 5. Porcentaje de tiempo ahorrado.....	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de Frecuencias RFID	23
Figura 2. Modulo Lector RFID-RC522	25
Figura 3. Placa Raspberry PI 4	26
Figura 4. GPIO de la placa Raspberry PI 4.....	26
Figura 5. Modulo SIM800L.....	31
Figura 6. ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN	41
Figura 7. Modelado 3D del módulo servidor.....	42
Figura 8. Impresión 3D del marcador	42
Figura 9. Impresión del marcador finalizada	43
Figura 10. Esquema de ensamblaje.....	43
Figura 11. Implementación del esquema	44
Figura 12. Implementación de las conexiones	44
Figura 13. Esquema montado del servidor	45
Figura 14. Lista oficial de estudiantes	46
Figura 15. Impresión de tarjetas RFID	46
Figura 16. Instalación del SO.....	47
Figura 17. Código para la conexión y registro de datos	47
Figura 18. Proceso de registro de asistencia	48
Figura 19. Proceso de registro de asistencia	48
Figura 20. Conexión Raspberry Pi 4 y RFID RC522	50
Figura 21. Código para la lectura de tarjetas	50
Figura 22. Instalación del módulo servidor	51
Figura 23. Conexiones Raspberry y SIM800L	52
Figura 24. Plantilla del mensaje.....	53
Figura 25. Directorio telefónico de padres de familia	53
Figura 26. Sentencia del CROM para el envío de mensajes.....	54
Figura 27. Mensajes enviados a los padres de familia.....	54
Figura 28. Diagrama de caso de uso del sistema sisAsistencia	56
Figura 29. Diagrama de la base de datos	56
Figura 30. Interfaz de autenticación para ingresar al sistema sisAsistencia	57

Figura 31. Listado de estudiantes.....	58
Figura 32. Nuevo estudiante	58
Figura 33. Agregar matricula.....	59
Figura 34. Listado de matricula	59
Figura 35. Reporte de Carnets	60
Figura 36. Listado de asistencia.....	61
Figura 37. Descargar archivo que contiene el reporte semanal	62
Figura 38. Reporte de asistencia semanal.....	62
Figura 39. Agregar usuario	63
Figura 40. Cambiar password	63

RESUMEN

En las instituciones educativas a lo largo de los años el proceso de controlar la asistencia se viene realizando de manera manual a pesar del crecimiento acelerado de la tecnología no está siendo aprovechada. Este método de registro manual trae consigo problemas de eficiencia y eficacia, vulnerabilidad de datos, proceso lento para calcular la cantidad de estudiantes que asistieron, mucho tiempo para obtener un reporte de asistencia anual, entre otros. En el presente proyecto se tiene como objetivo general evaluar el impacto en el control de asistencia escolar con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM en la institución educativa 55006-17 de Talavera.

El método para desarrollar el sistema está compuesto tanto por hardware y software tales fueran las tarjetas de radiofrecuencia, lector RFID RC522, modulo SIM 800L, pantalla led 16x2 y un buzzer activo de 5v. Para la recolección de datos el estudiante posiciona su tarjeta sobre el lector, acción que registra su ingreso e inmediatamente esa acción es reportado al padre de familia. Como resultado se obtuvo un impacto positivo con una precisión de registro del 100%, reducción de errores en un 100% y el tiempo ahorrado tras la implementación del sistema fue de un 83.8%.

Palabras clave: Control de asistencia, tecnología RFID, tecnología GSM.

ABSTRACT

The attendance control process in educational institutions has been carried out manually for many years, despite the accelerated growth of technology, it is not being taken advantage of. This manual registration method brings with it problems of efficiency and effectiveness, data vulnerability, a slow process to calculate the number of students who attended, a long time to obtain an annual attendance report, among others. The general objective of this project is to evaluate the impact on school attendance control with the implementation of a system based on RFID and GSM technology in the educational institution 55006-17 of Talavera.

The method to develop the system is composed of both hardware and software such as radio frequency cards, RC522 RFID reader, 800L SIM module, 16x2 LED screen and a 5v active buzzer. To collect data, the student places his or her card on the reader, an action that records his or her entry and this action is immediately reported to the parent. As a result, a positive impact was obtained with a registration accuracy of 100%, errors reduced by 100% and the time saved after the implementation of the system was 83.8%.

Keywords: Attendance control, RFID technology, GSM technology.

CHUMASQA

Yachay wasikunapi control de asistencia nisqa ruwayqa achka watañam makiwan ruwasqa kachkan, tecnologia utqaylla wiñaptinpas, manam aprovechasqachu kachkan. Kay manual registro ruwayqa apamun sasachakuykunata allin ruwaymanta chaymanta allin ruwaymanta, datos vulnerabilidad kaqmanta, huk pisilla ruway yupaypaq hayk'a yachakuqkuna hamusqankuta, unay pachata huk wata asistencia willakuyta tarinapaq, hukuna ukhupi. Kay proyectopa objetivo generalninqa, Talavera Ilaqtapi institución educativa 55006-17 nisqapi, RFID nisqapi, tecnologia GSM nisqawan ima, sistema de asistencia escolar nisqapi imayna kasqanmanta chaninchanapaqmi.

Sistema ruwanapaq métodoqa iskaynin hardware kaqmanta software kaqmanta ruwasqa kachkan kayhina tarjetakuna radio frecuencia kaqmanta, RC522 RFID ñawiriq, 800L SIM módulo, 16x2 pantalla LED kaqmanta chaymanta 5v activo zumbador kaqmanta. Datos huñunapaq, yachakuq tarjetanta ñawiriqman churan, huk ruwaymi qillqan yaykuyninta chaymanta kay ruwayqa chaylla tayta mamaman willakun. Chay raykun allin impacto nisqa tarikurqan 100% registro exactitud nisqawan, pantaykuna 100% pisiyachisqawan hinallataq sistema implementacionmanta pacha waqaychasqa 83,8% nisqawan.

Sapaq simikuna: Asistencia kamachiy, RFID tecnologia, GSM tecnologia.

INTRODUCCIÓN

El control de asistencia en la mayoría de instituciones educativas siguen siendo de forma manual, con la ayuda de registros auxiliares o en el peor de los casos no llevan el registro adecuado de la asistencia de los alumnos, por tal motivo se desarrolló e implemento un sistema de control de asistencia basado en tecnologías RFID y GSM, con la finalidad de automatizar el proceso y evaluar el impacto su implementación. El proyecto consta de 6 capítulos que se menciona a continuación: En el primer capítulo se detalla la realidad problemática, se formula el problema general y problemas específicos, se establece el objetivo general y objetivos específicos, justificación, viabilidad técnica y las limitaciones. El Segundo capítulo comprende los antecedentes internacionales y nacionales. En el tercer capítulo se desarrolla el marco teórico. En el cuarto capítulo se detalla la metodología de investigación, población, cálculo del tamaño de muestra y la operacionalización de variables. El quinto capítulo comprende los resultados obtenidos en cada objetivo específico después de la aplicación, seguidamente se detalla las discusiones en comparativa con los antecedentes, al igual se define las conclusiones de la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM y por último paso de la investigación se detalla las recomendaciones para la elaboración de proyectos similares.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. Realidad problemática

En las instituciones educativas durante muchos años vienen gestionando el control de asistencia de los alumnos manualmente a través de cuadernos de control y registros auxiliares de asistencia, aunque la tecnología viene avanzando aceleradamente y salen nuevas soluciones que cubren esta necesidad no se han aprovechado plenamente, razón por la cual este proceso tiene problemas de eficiencia y eficacia ya que para realizar este proceso se utiliza muchos recursos, ya sea materiales de escritorio o recursos humanos. Además, este proceso es lento ya que para calcular la cantidad de estudiantes que asistieron hay que realizar el conteo individual en cada aula, si lo que se desea es obtener un resumen anual de asistencia de cada estudiante esto puede llevar aún más tiempo, también se ha notado que un control inadecuado de asistencia de los alumnos puede generar el desinterés, conduciéndoles a llegar tarde o faltar repetidamente al centro educativo. Del mismo modo en el control de asistencia actual solo registra la entrada de cada estudiante ignorando la salida de la institución, al igual no se tiene un registro de la hora de entrada y salida, este dato es crucial registrar para poder proporcionar a los padres de familia un resumen completo de asistencia de sus menores hijos. Sin embargo, llevar a cabo este proceso de control de asistencia no es nada sencillo y mucho menos poco laborioso, especialmente considerando la creciente cantidad de estudiantes en la institución y todas las condiciones a tener en cuenta.

El proyecto de investigación busca automatizar el proceso de control de asistencia de los alumnos en la institución educativa 55006-17 de Talavera nivel primario, para evaluar el impacto que genera su implementación, la precisión de

registros, disminución de errores y ahorrar tiempo en dicho proceso, de igual manera gestionar de forma sistematizada los datos tanto de entrada como de salida a través de la integración de la tecnología RFID (Radio Frequency Identification), buscando reducir el contacto físico en estos tiempos de pandemia, del mismo modo al concluir con el proceso de registro del estudiante ya sea de entrada o de salida, inmediatamente se realizó la cobertura a los padres de familia indicándoles la fecha y hora de ingreso o salida del estudiante, para lo cual se utilizó la tecnología GSM (Global System for Mobile Communications), así el padre de familia está informado oportunamente.

1.1. Formulación del problema

1.1.1. Problema general

- ¿Cuál es el impacto en el control de asistencia escolar con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID Y GSM en la institución educativa No 55006-17 de Talavera?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cómo diseñar un modelo de arquitectura para un sistema de control basado en tecnología RFID Y GSM en la institución educativa No 55006-17 de Talavera?
- ¿Cómo incorporar la tecnología RFID Y GSM en un sistema de control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de Talavera?
- ¿Cómo desarrollar un sistema basado en tecnología RFID Y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de Talavera?

- ¿Cómo evaluar la precisión, reducción de errores y reducción de tiempo en el registro de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID Y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera?

1.2.Objetivos

1.2.1. General

- Evaluar el impacto en el control de asistencia escolar con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID Y GSM en la institución educativa No 55006-17 de talavera.

1.2.2. Especifico

- Diseñar un modelo de arquitectura para un sistema basado en tecnología RFID Y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera.
- Incorporar la tecnología RFID Y GSM en un sistema de control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera.
- Desarrollar un sistema basado en tecnología RFID Y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera.
- Evaluar la precisión, reducción de errores y reducción de tiempo en el registro de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID Y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera.

1.3. Justificación

La investigación se justifica, en la necesidad de automatizar el proceso de control de asistencia de los alumnos y evaluar el impacto que genera la implementación del sistema, el cual registra las horas de ingreso y salida para la generación de reportes semanales de asistencia, se utilizó la tecnología RFID Y GSM para la identificación de los estudiantes, así mismo se realizó el envío de mensajes de texto a los padres de familia indicando la hora exacta de ingreso y salida.

A Nivel Social: El proyecto permitirá a los padres de familia realizar un seguimiento de la asistencia de sus hijos a las clases, lo cual les dará una idea clara de si están asistiendo o no. Esto puede ser un indicador para poder iniciar una investigación posterior, de las razones detrás de la falta de asistencia o la tardanza de los estudiantes y tomar las medidas necesarias para motivarlos a asistir a clases.

Económicamente: La automatización del control de asistencia engloba el ahorro de tiempo y materiales en las instituciones educativas, y el costo de implementación de la tecnología RFID es mínimo a comparación de otras tecnologías.

Medio Ambiente: Se reducirá notablemente el consumo de papel generando un impacto positivo en el medio ambiente.

La presente investigación será beneficiosa para las instituciones educativas que puedan implementar este tipo de soluciones automatizadas para el control de asistencia, al ahorrar tiempo y materiales las instituciones educativas tendrán mas recursos y tiempo para enfocarse en otras actividades importantes como la enseñanza, la investigación y desarrollo de programas. Además, al permitir a los

padres de familia un fácil acceso a la asistencia de sus hijos, se mejorará la comunicación entre la institución educativa y los padres, el cual puede tener un impacto positivo en la calidad de la educación.

1.4. Viabilidad técnica

El proyecto de investigación es viable ya que se cuenta con todos los recursos tecnológicos necesarios para su implementación, tales como el hardware libre bajo la plataforma Raspberry PI, Arduino, placa SIM, sensores y actuadores. Además, se cuenta con los recursos económicos para la ejecución del proyecto, todo esto permitirá reducir significativamente el tiempo en el proceso de control de asistencia.

1.5. Limitaciones

El desarrollo y la implementación del sistema no estarán sujetos a la cobertura de la red del operador de la tecnología GSM, también será una limitante la cobertura del mismo en los ambientes donde se instalará.

La cantidad de estudiantes será una limitante para el rendimiento y el uso del sistema, dependiendo de este indicador se deberá incrementar los recursos tecnológicos con respecto a hardware y servicios en red.

La disponibilidad del servicio de energía eléctrica será una limitante ya que es indispensable para el funcionamiento de los equipos.

Es importante tener en cuenta estas limitaciones al momento de diseñar, implementar y evaluar el sistema, y tomar las medidas necesarias para superarlas y garantizar un rendimiento óptimo del sistema.

CAPITULO II: ANTECEDENTES

2.1. Antecedentes Internacionales

Rozlan et al. (2023) Presentan su investigación desarrollada en la ciudad de Shah Alam - Malaysia. Que lleva por título “Sistema de monitoreo de asistencia basado en RFID con autenticación LED” mencionan en su trabajo de investigación, “La mayoría de las autoridades institucionales están preocupadas por el laborioso proceso de seguimiento manual de la asistencia del personal. Se han implementado muchas aplicaciones en la web y dispositivos móviles, pero todavía existe un registro de asistencia de firmas manuales en entornos de conexiones que no son de Internet, cuya documentación lleva mucho tiempo y es arriesgada. El problema es que faltaban algunos registros de asistencia mientras el personal indicaba que tenían inicio de sesión. Por lo tanto, se ha propuesto un monitoreo de asistencia usando RFID. Esta investigación ha diseñado un sistema de seguimiento de asistencia basado en RFID que utiliza una tarjeta RFID para identificar de manera única la asistencia de cada empleado o estudiante con autenticación LED. El método para desarrollar el sistema se compone de componentes de hardware y software como tarjetas RFID, lector RFID modelo RC522, timbre y LED. Se recopila el registro de asistencia de usuarios mediante el cual tocan la tarjeta RFID en el lector RFID. Se recogieron y analizaron los datos de tres ubicaciones diferentes. El resultado ha identificado que el sistema RFID es más rápido en 20 segundos, lo que representa un rendimiento del 80% en comparación con la asistencia manual. Este estudio es significativo para los informes de asistencia que se sincronizan automáticamente con un reloj en tiempo real y los registros de asistencia son más precisos y ayudarían a la administración a monitorear la asistencia del personal a los no miembros entorno de conexiones a internet”.

Memane, Jadhav, Patil, Mathapati, & Atúl (2022) Presentan su trabajo realizado en la ciudad de Pune – India, que lleva por título “Sistema de monitoreo de asistencia mediante autenticación de huellas digitales” afirman que, “El uso de un sensor biométrico de huellas dactilares para rastrear la asistencia de los estudiantes es el objetivo de este proyecto. El sensor de huellas dactilares es el biométrico más seguro y es utilizado por muchas organizaciones para rastrear la asistencia de empleados, estudiantes y profesores. La biometría tiene una amplia gama de aplicaciones en todo el mundo. El reconocimiento de huellas dactilares y huellas dactilares se combinan en este proyecto para rastrear la asistencia de los estudiantes. La Raspberry Pi se utiliza como controlador en este proyecto. Con un Arduino y una Raspberry Pi, un sensor de huellas dactilares y un módulo de cámara están vinculados. El dedo se escanea primero y luego se reconoce la huella digital utilizando la base de datos. La asistencia final se registrará en los informes. Mantener los datos de asistencia diaria en tiempo real y tomar las medidas apropiadas es un deber crítico. Por el momento, la asistencia se registra normalmente en hojas de papel y en un sistema de archivos obsoleto; sin embargo, la tecnología está en proceso de reemplazar el método anterior por un sistema biométrico. Se vuelve difícil para la gerencia realizar un seguimiento de la asistencia y calcular manualmente un porcentaje de las clases atendidas de manera regular. El sistema propuesto está destinado a abordar los problemas con el sistema de asistencia actual. Los sistemas biométricos se han empleado ampliamente con fines de identificación. Estos métodos de reconocimiento reconocen a las personas en función de ciertas características fisiológicas o de comportamiento. El objetivo principal de este método es crear un sistema de asistencia transparente y mantener los datos en tiempo real y mostrarlos en línea para los padres y otros fines académicos. El Sistema de Asistencia

de Identificación de Huellas Dactilares es un sistema confiable y fácil de usar que produce resultados precisos”.

2.2.Antecedentes Nacionales

Felix Perez & Alcantara Avalos (2022) Presentan su trabajo de investigación realizado en ciudad de Trujillo, con el título "Sistema de monitoreo para el control de asistencia con RFID y Arduino en la I.E. Tercer Cielo, Trujillo, 2022", plantean en su trabajo de investigación abarco el problema de la demora en la toma de asistencia y la falta de tecnologías que ayudan a gestionarla de manera eficiente. El objetivo principal fue mejorar el control de asistencia en la institución educativa Tercer Cielo mediante la implementación de la tecnología RFID y Arduino. Para llevar a cabo su investigación, utilizo un enfoque aplicado y pre-experimental y se tomó como muestra 188 alumnos y 6 miembros del área administrativa. Para la recolección de datos emplearon técnicas como la observación, encuesta, cronómetro y cuestionario para evaluar la eficacia de la tecnología implementada. El análisis de datos lo realizaron mediante pruebas de normalidad Kolmogorov-Smirnov y ShapiroWilk, lo que determino que los datos no seguían una distribución normal. Para evaluar la hipótesis, utilizaron la prueba de Wilcoxon y se analizaron los resultados con el software SPSS Statistics 21. Los resultados que obtuvieron muestran las reducciones significativas en el tiempo promedio para generar reportes de asistencia (99.97%) y en la toma de asistencia (93.66%). Además, el nivel de satisfacción del área administrativa mejoró un 57.13% en la escala de Likert. Los autores llegaron a la conclusión de que el sistema de monitoreo implementado mejoró significativamente el proceso de control de asistencia en la institución educativa Tercer Cielo de Trujillo.

Salazar Medrano & Espinoza Mendieta (2018) Presentan su investigación realizada en la ciudad de Huánuco con el siguiente título “Implementación de un Sistema con Códigos QR para optimizar el control de asistencia de alumnos, en la UAP sede Huánuco”, plantea en su trabajo de investigación como objetivo el diseño de un sistema de control de asistencia de alumnos empleando la tecnología QR el cual se brindó un apoyo a la mejora en el proceso de la toma de decisión, apoyo al personal administrativo, docente universitario y padre o tutor del alumnado perteneciente a la institución universitaria brindando el control de asistencia del alumnado en general acortando el tiempo en dicho proceso. Los autores plantean que la finalidad principal del sistema es proporcionar un software que permita simplificar el tiempo y esfuerzo empleado por los docentes y el personal encargado del control de asistencia de los estudiantes, este software proporcionara un informe general de asistencia que cumple con los requisitos mínimos establecidos por el reglamento universitario, y que pueda ser visualizado en tiempo real por el personal que solicite dicha información. Para el desarrollar de este sistema procedieron a recopilar diversas fuentes de información tanto orales como escritas o virtuales, y se han seleccionado las necesarios que se ajustan a la realidad de la institución. A partir del estudio que realizaron, llegaron a la conclusión que el sistema de registro de asistencia QR presenta ventajas significativas respecto al tiempo de procesamiento con el sistema tradicional de llenado manual en formatos o fichas. Además, que el sistema desarrollado por los autores, ingresa los datos directamente al sistema para poder llevar un registro completo y preciso de la asistencia de cada alumno, mientras que el sistema tradicional requiere un tiempo adicional de procesamiento por parte del docente para registrar la asistencia en su acta.

CAPITULO III: MARCO TEÓRICO

3.1. RFID (Radio Frequency IDentification)

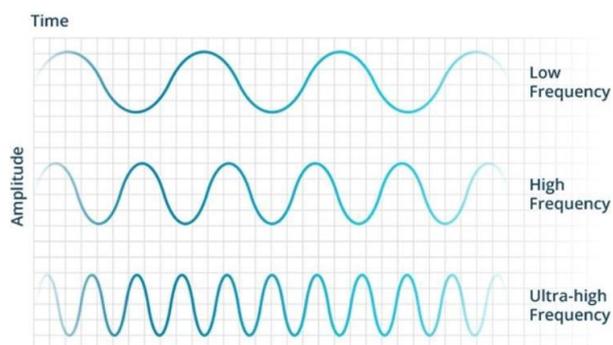
En el estudio de Alexandres Fernández, Rodríguez-Morcillo García, & Muñoz Frías (2006) señala que la tecnología RFID se emplea para la identificación de objetos de forma rápida, a corta distancia y con poca transmisión de información. Aunque inicialmente esta tecnología se usó para la identificación de productos, como en el caso de objetos en una cadena de montaje o un almacén, se reconoce que sus ventajas son mucho más amplias que las del código de barras. El RFID puede manejar un volumen significativo de datos a mayores distancias, se deteriora con menor frecuencia, no tiene que ser visible, y es adecuado para una amplia variedad de medios. Además, es relativamente económico y puede ser utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, incluyendo la identificación de personas, animales y objetos. En resumen, la tecnología RFID tiene una amplia gama de aplicaciones potenciales en distintos entornos, incluyendo el educativo, siempre y cuando su implementación sea adecuada.

3.2. Tipos de sistemas RFID

Dipole RFID (2017), en su publicación hace referencia a los tipos de sistemas RFID que existen, indica que la frecuencia es el tamaño de ondas usado para comunicarse entre los componentes. Los sistemas RFID como se puede observar en la **figura 1**, funcionan a través de tres frecuencias distintas: baja, alta y ultra alta frecuencia. Cada una de estas frecuencias utilizan ondas de radio diferentes y presenta ventajas y desventajas en el uso de sus respectivos ancho de banda.

Figura 1

Tipos de Frecuencias RFID



Fuente: Pagina Dipole RFID

- **Ultra-Alta Frecuencia (UHF) RFID**

El texto describe que los sistemas RFID de ultra alta frecuencia (UHF) cubren una amplia gama de frecuencias, desde 300Mhz hasta 3Ghz, y que los sistemas RAIN RFID cumplen con la norma UHF Gen2 estándar, utilizando frecuencias entre 860 y 960 Mhz, aunque hay variaciones regionales en esas frecuencias, la mayoría operan entre 900 y 915 Mhz. En cuanto a las características de los sistemas de lectura RFID UHF, se menciona que pueden leer a distancias superiores a los 12 metros y tienen una transmisión de datos rápida, pero también se deben tener en cuenta sus vulnerabilidades, como la susceptibilidad a las interferencias.

- **Alta Frecuencia (HF) RFID**

La frecuencia de los sistemas RFID de alta frecuencia (HF) se encuentra en un rango que oscila entre 3 y 30 Mhz. La mayoría de los sistemas RFID HF usan una frecuencia de 13,56 Mhz, con rangos de lectura que suelen oscilar entre 10 centímetros y 1 metro. Los sistemas HF son moderadamente susceptibles a interferencias, aunque su efecto es menor que en los sistemas de frecuencias

más altas. Los sistemas HF son comúnmente utilizados en aplicaciones de transferencia de datos, en tarjetas de acceso y en el pago electrónico, entre otras.

- **Baja Frecuencia (LF) RFID**

La banda de frecuencia de los sistemas RFID de baja frecuencia (LF) se encuentra entre los 30KHz y los 300Khz. Los sistemas convencionales de RFID-LF suelen funcionar con una frecuencia de 125 KHz o 134 Khz, lo que proporciona un rango de lectura muy corto de alrededor de 10 centímetros y una velocidad de lectura relativamente lenta. Sin embargo, los sistemas RFID-LF son altamente resistentes a las interferencias externas.

3.3.Módulo Lector RFID RC522

El módulo RFID-RC522, como se puede observar en la **figura 2** es el equipo que suministra de energía a las tarjetas o tags para establecer la comunicación que se requiere. HETPRO (2014) el módulo lector RFID-RC522 funciona con una alimentación de 3.3v y puede ser controlado a través del protocolo SPI o del puerto UART, lo que le hace compatible con casi cualquier microcontrolador. Además, el RC522 utiliza un sistema avanzado de modulación y demodulación que permite la lectura de todo tipo de dispositivos pasivos de 13.56Mhz.

- El módulo lector RFID-RC522 posee las siguientes características:
 - Modelo: MF522-ED.
 - Corriente de operación: 13-26mA a 3.3V.
 - Corriente de stand by: 10-13mA a 3.3V.
 - Corriente de sleep-mode: <80uA.
 - Corriente máxima: 30mA.
 - Frecuencia de operación: 13.56Mhz.
 - Distancia de lectura: 0 a 60mm.

- Protocolo de comunicación: SPI.
- Velocidad de datos máxima: 10Mbit/s.
- Dimensiones: 40 x 60 mm.
- Temperatura de operación: -20 a 80°C.
- Humedad de operación: 5%-95%.
- Máxima velocidad de SPI: 10Mbit/s.
- Incluye pines, un llavero y una tarjeta.

Figura 2

Modulo Lector RFID-RC522



3.4.Raspberry PI

MCI Electronics (2022) indica que la placa Raspberry Pi es una computadora de bajo costo y tamaño compacto que se asemeja al tamaño de una tarjeta de crédito. Esta puede ser conectada a un monitor de computadora o televisión y usarse con un mouse y teclado tradicionales, como se muestra en la **figura 3**. La Raspberry Pi opera con un sistema operativo Linux, que permite a personas de todas las edades explorar la computación y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. Además, la

Raspberry Pi es capaz de interactuar con el mundo exterior y puede ser utilizada para una amplia variedad de proyectos digitales, desde reproductores de música y video hasta detectores de presencia, estaciones meteorológicas y cajas de observación de animales con cámaras infrarrojas.

El sistema operativo que posee la Raspberry Pi 4, es Raspberry Pi OS, el cual es el sistema operativo oficial para Raspberry Pi, desarrollado por la Raspberry Pi Foundation, y la otra imagen es NOOBS, por sus siglas en inglés de (New Out Of the Box Software), el cual es un instalador de sistemas operativos, te da la opción de descargar e instalar diferentes sistemas operativos en tu placa Raspberry Pi de una manera sencilla.

Figura 3

Placa Raspberry PI 4



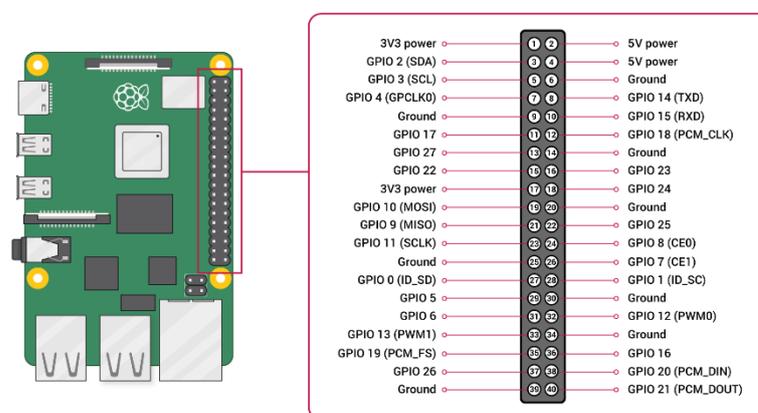
3.5.Raspberry Pi Hardware

La Raspberry Pi tiene una característica destacada que es la fila de pines GPIO (entrada/salida de propósito general) que se encuentran a lo largo del borde superior de la placa, tal como se muestra en la **figura 4**. En todas las placas Raspberry Pi actuales

(a excepción del Raspberry Pi Zero, Raspberry Pi Zero W y Raspberry Pi Zero 2 W), se encuentra un encabezado GPIO de 40 pines. Antes del modelo B+ de la Raspberry Pi 1 (2014), las tablas utilizaban un encabezado más corto de 26 pines. El encabezado GPIO en todas las placas, incluyendo la Raspberry Pi 400, tiene un paso de pin de 0.1" (2.54 mm).

Figura 4

GPIO de la placa Raspberry PI 4



Fuente: Página Oficial de Raspberry Pi

3.6.GSM (Global System for Mobile Communications)

Según Wheat, Hiser, Tucker, & Neely (2001) la tecnología GSM (Global System for Mobile Communications) es un estándar internacional para la transmisión de voz y datos a través de dispositivos móviles. Esta tecnología es sumamente portable, y funciona a través de tres componentes principales de la red GSM. El usuario inserta una tarjeta de identificación llamada tarjeta SIM (Subscriber Identity Module) en su dispositivo móvil, y el dispositivo adopta la información y configuración personal del usuario. Esto incluye el número telefónico y la información de facturación. La arquitectura de GSM consta de tres componentes principales: una estación móvil, un

subsistema de estación base y un subsistema de red. Estos componentes trabajan conjuntamente para permitir que el usuario viaje sin interrupción del servicio, a la vez que brindan la flexibilidad de tener cualquier dispositivo utilizado permanentemente o temporalmente por cualquier usuario.

3.7.Mensajería Instantánea

González (2016) indica que la mensajería IP que es más conocida como mensajería instantánea, es un tipo de servicio que permite el intercambio de mensajes de texto que llegan en el mismo momento al destinatario. Aunque estos servicios han estado disponibles durante años, ha sido recientemente, con la popularidad de los teléfonos móviles inteligentes y el gran éxito de aplicaciones como WhatsApp, que estos servicios han adquirido una mayor difusión y competitividad en el mercado. Actualmente, existe una intensa disputa por obtener una mayor participación de mercado, lo cual ha impulsado una serie de servicios innovadores, entre ellos:

- **Entre los servicios históricos más destacados se encuentran:**
 - **ICQ:** Es un servicio de mensajería instantánea originario de la empresa israelí Mirabilis, que rápidamente se popularizó en Internet. El nombre es un juego de palabras en inglés que proviene de las siglas de "I seek you" (yo te busco).
 - **Messenger, también conocido como MSN Messenger:** fue una respuesta de Microsoft al éxito de servicios de mensajería instantánea como ICQ. La aplicación fue muy popular y estuvo disponible solo para sistemas Windows, junto con una versión de cliente basado en web. Hacia el final de su ciclo de vida, MSN Messenger fue renombrado

como Windows Live Messenger, pero finalmente fue discontinuado por Microsoft en favor de Skype.

- **Yahoo! Messenger:** El servicio de mensajería instantánea de la empresa Yahoo!, tuvo un gran éxito en el pasado, pero finalmente fue superado por nuevos competidores en el mercado.
 - **Google Talk:** Fue el predecesor de la plataforma de mensajería y videollamadas Hangouts, desarrollada por Google.
- **Entre los servicios de mensajería instantánea más populares actualmente se encuentran:**
- **WhatsApp:** Una plataforma que ha sido revolucionaria en el ámbito de la mensajería instantánea y ha desplazado a los mensajes de texto SMS. Desde principios de 2014, es propiedad de Facebook.
 - **Hangouts:** La alternativa de Google a WhatsApp, disponible en una amplia cantidad de plataformas, como smartphones y sistemas de escritorio. Permite llamadas de voz y videoconferencia entre varios usuarios.
 - **Facebook Messenger:** Es un programa de mensajería instantánea vinculado a la popular red social Facebook, aunque también puede ser utilizado como una aplicación independiente sin necesidad de ser usuario de la misma. Está disponible en forma de aplicación móvil y también cuenta con una interfaz web.
 - **Skype:** Un programa inicialmente destinado a la videoconferencia, que con el tiempo agregó funcionalidades y se convirtió en un sustituto de los extintos MSN/Windows Live Messenger.

3.8. Modulo SIM 800L

Según la publicación de Arrieta (2018) el módulo de telefonía móvil SIM800L es compatible con las bandas Quad-Band GSM/GPRS en 850, 900, 1800 y 1900 MHz. La **figura 5** muestra este dispositivo compacto que permite agregar capacidades de voz, SMS y datos a proyectos de Arduino. Se puede pensar en el SIM800L como conectar un celular a cualquier proyecto, por lo que es necesario contar con una tarjeta SIM de 2G para su uso.

Los Pines del Módulo SIM800L son los siguientes:

NET = Conexión de la Antena

VCC = Alimentación positiva

RST = Entrada de reset del módulo

RXD = Comunicación

TXD = Comunicación

GND = Referencia negativa

RING = Indicador de que está sonando

DTR = Control para el modo sleep

MICP = Entrada diferencial de audio

MICN = Entrada diferencial de audio

SPKP = Salida diferencial de audio

SPKN = Salida diferencial de audio

Figura 5.

Modulo SIM800L



Fuente: Página ArcaElectrónica.com

3.9.Python

Challenger Pérez, Díaz Ricardo, & Becerra García (2014), en su artículo presentado menciona que Python es un lenguaje de programación alto nivel debido a que dispone de una amplia gama de estructuras de datos, como listas, diccionarios, conjuntos y tuplas, que posibilitan el desarrollo de soluciones para tareas complejas en líneas de código reducidas y con un enfoque en la legibilidad.

El lenguaje de programación Python fue creado por el programador holandés Guido Van Rossum a finales de los años 80 y principios de los 90. Se basa en el lenguaje ABC y se dice que fue influenciado por otros como C, Algol 60, Modula-3 e Icon, según su propio autor. El 16 de octubre del 2000 se lanzó Python 2.0, que incluía nuevas características como una completa recolección de basura y soporte completo a Unicode. El 3 de diciembre de 2008 se lanzó Python 3.0, una versión mayor e incompatible con versiones anteriores en muchos aspectos.

3.10. MySQL

Casillas Santillán, Gibert Ginestá, & Pérez Mora (2014) en su publicación definen que MySQL es un sistema gestor de bases de datos muy conocido y ampliamente utilizado debido a su notable rendimiento y simplicidad. Si bien carece de algunas características avanzadas disponibles en otros sistemas gestores de bases de datos del mercado, ofrece una alternativa atractiva para aplicaciones comerciales y de entretenimiento debido a su facilidad de uso y corto tiempo de puesta en marcha. Además, MySQL tiene como beneficio adicional (no menos importante) su libre distribución en Internet bajo la licencia GPL, lo que le confiere un alto grado de estabilidad y un rápido desarrollo.

3.11. Control de Asistencia

El control de asistencia hace referencia al proceso de registrar y gestionar la presencia y ausencia de individuos en un lugar determinado, como una empresa, una institución educativa o cualquier organización. El objetivo principal del control de asistencia es llevar un seguimiento preciso del tiempo que los empleados, estudiantes u otras personas pasan en el lugar de trabajo o estudio. Este proceso es fundamental en las diferentes organizaciones ya que permite tener un registro del ingreso y salida, a partir de ello se puede medir el comportamiento de asistencia a nivel general o individual, en distintos periodos de tiempo. Existen métodos manuales y digitales para este proceso, se mencionan algunos de ellos:

- **Libros de registro:** Es la forma tradicional y se realiza de manera manual.
- **Hojas de cálculo:** Aunque se trata de una forma digital, sigue siendo manual y puede llevar a errores de gestión de tiempo.

- **Huella digital:** Esta es una forma fácil y precisa, ya que los empleados registran su huella en un dispositivo para marcar sus entradas y salidas.
- **Tarjeta inteligente:** Se utilizan tarjetas que contienen microchips y se las pone en un dispositivo para tener acceso a un espacio requerido.
- **Código de barras:** Similar a la tarjeta inteligente, se ponen objetos con códigos de barras en un dispositivo para registrar las entradas y salidas.
- **Apps:** Se pueden utilizar aplicaciones en teléfonos inteligentes para registrar la hora de entrada y salida de los empleados.

En el proceso de control de asistencia es necesario evaluar de acuerdo a los indicadores planteado, los cuales se puede medidos utilizando diversas herramientas y métodos, dependiendo de la naturaleza específica de cada indicador, se detalla algunos indicadores:

- Precisión en el Registro de Asistencia:** Mejorar en la precisión y fiabilidad del registro de asistencia gracias a la tecnología RFID, la cual permite identificar a los estudiantes más rápido y preciso.
- Reducción de Errores:** Realizar un seguimiento de los errores antes y después de la implementación del sistema. Calcular la reducción porcentual de errores.
- Tiempo Ahorrado:** Medir el tiempo dedicado a tareas específicas antes y después de la implementación del sistema. Calcular el porcentaje de tiempo ahorrado.
- Seguimiento en Tiempo Real:** Utilizar la tecnología GSM para el envío del reporte de asistencia del alumno a padre de familia en tiempo real, el cual permite tener información actualizada sobre la presencia del estudiante.

- e) **Facilidad de Uso:** Utilizar encuestas de satisfacción del usuario. Preguntar a los usuarios sobre su experiencia con el sistema y asigna puntajes a diferentes aspectos de la interfaz y la usabilidad.
- f) **Retroalimentación de los Usuarios:** Implementar un sistema de retroalimentación directa o encuestas periódicas para recopilar comentarios de los usuarios.
- g) **Eficiencia en la Generación de Informes:** Registrar el tiempo necesario para generar informes antes y después de la implementación del sistema. Calcular la mejora en términos de velocidad.
- h) **Reducción de Costos:** Calcular los costos asociados con la implementación y mantenimiento del sistema en comparación con los costos anteriores. Considerar el retorno de inversión (ROI).
- i) **Seguridad:** Evaluar las características de seguridad implementadas y realiza auditorías regulares. Utilizar métricas como la tasa de incidentes de seguridad.

3.12. Inasistencia Estudiantil

Según Moratinos Iglesias (1985), la inasistencia a clases se refiere a la falta de atención en las actividades de estudio, lo que influye en el aprendizaje del estudiante. Es un problema que surge debido a factores educativos y sociales, y su solución requiere la implementación de diversas medidas. Si no se soluciona a tiempo, este problema puede convertirse en un problema mayor para el sistema educativo a corto plazo, generando abandono y fracaso escolar, y a medio y largo plazo, en un problema social grave que puede desencadenar en problemas como el desempleo, la delincuencia y la marginación.

3.13. Tardanza Estudiantil

Lagos (2018), menciona que llegar tarde a su institución educativa se ha convertido en una alternativa para que pierda su día escolar. Cuando un estudiante llega tarde a su local educativo nadie puede impedirle el ingreso ya que pone en riesgo su seguridad, por tal motivo las instituciones educativas deben buscar la manera de resolver este problema que nace desde la formación en hogar, de la responsabilidad de los padres de familia, al igual que en su centro educativo deben cultivar la puntualidad y la responsabilidad desde el aula para con los estudiantes.

CAPITULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Metodología a usar

4.1.1. Tipo y Nivel de Investigación

El tipo de investigación es de naturaleza aplicada, puesto que el investigador esta al tanto del problema general y utiliza la investigación para responder preguntas específicas.

El nivel de investigación utilizado es experimental, ya que se implementará un grupo experimental para el monitorear la aplicación del sistema de control de asistencia y mensajería. El grupo de control estará compuesto por alumnos que registren y/o completen su asistencia de la forma tradicional.

4.1.2. Diseño de Investigación

El presente proyecto utiliza un tipo de investigación experimental dividido en dos grupos: un grupo control y un grupo experimental. Los cuales se muestran en la **tabla 1**, estará formado de 384 estudiantes. El diseño de investigación queda de la siguiente manera:

$$G_1 \rightarrow - \rightarrow O_1$$

$$G_2 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Dónde: G1: Grupo control

G2: Grupo experimental.

X: es el Sistema de control de asistencia

Tabla 1

Grupos de estudio

Grupos de estudio	Número de individuos
Grupo control	192
Grupo experimental	192

Nota: Esta tabla muestra la distribución de 192 registros de estudiantes para el grupo control (sin el sistema) y 192 registros de estudiantes para el grupo experimental (con el sistema).

Como nuestra investigación es del tipo experimental, se llevará a cabo una selección aleatoria de los estudiantes para registrar su asistencia a la institución educativa.

4.2. Población, tamaño de muestra, tipo de muestreo, unidad de análisis

4.2.1. Población

La población de estudio son todos los registros de asistencia de estudiantes.

4.2.2. Tamaño de muestra

Como la población es una cantidad muy grande se realizará el estudio en la I.E. 55006-17 del distrito de Talavera considerando un muestreo probabilístico para poblaciones infinitas:

Ecuación 1

Fórmula para calcular la muestra

$$n = \frac{z^2(p * q)}{e^2}$$

n= Tamaño de muestra

z= Nivel de confianza deseado

p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)

q= Proporción de la población sin la característica deseada (fracaso)

e= nivel de error dispuesto a cometer

DONDE: z=1.96 p=0.5 q=0.5 e=0.05

$$n = \frac{1.96^2(0.5 * 0.5)}{0.05^2} = 384.16$$

La muestra es de 384 registro de estudiantes del cual se evaluará sus tiempos de asistencia.

4.2.3. Tipo de muestreo

Para realizar el muestreo, se utilizará un método totalmente aleatorio, para seleccionar al azar a 192 estudiantes que serán incluidos en el proceso de control de asistencia.

4.3.Operacionalización de variables

4.3.1. Variable Dependiente

Impacto en el control de asistencia escolar

4.3.2. Variable independiente

Sistema de control de asistencia con tecnología RFID Y GSM.

Tabla 2*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Impacto en el control de asistencia escolar	Precisión, reducción de errores y reducción de tiempos	Diferencia de reducción de errores y reducción de tiempos con el sistema y sin el sistema en escala porcentual	Tiempo en minutos (minutos, días) Registros de Estudiantes
Sistema	Sistema de control de asistencia con tecnología RFID Y GSM.	Modelado, desarrollo y despliegue del sistema. Incorporación de tecnologías RFID Y GSM	Documentación de software Pruebas

4.4.Método

Según los objetivos de la investigación se realizaron las siguientes técnicas de análisis y desarrollo, las cuales se detalla a continuación.

4.4.1. Desarrollo del modelo de arquitectura para el sistema basado en tecnología RFID y GSM

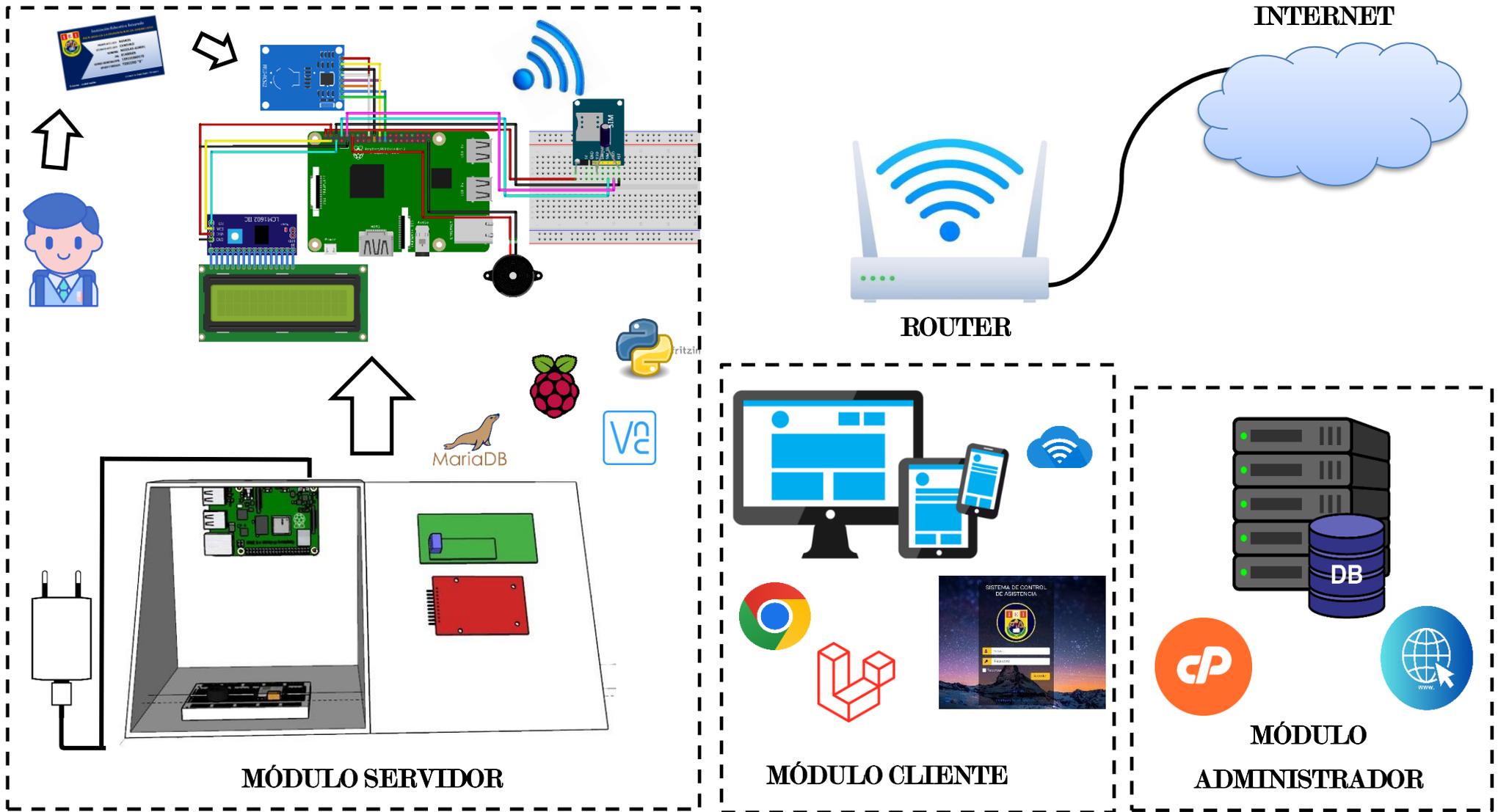
Para cumplir con el primer objetivo específico que es diseñar un modelo de arquitectura para un sistema basado en tecnología RFID y GSM para el control de asistencia escolar en la institución educativa No 55006-17 de talavera, para lo cual se procedió a realizar un análisis detallado sobre el funcionamiento del sistema, cuenta con un módulo que permitirá capturar los códigos de las tarjetas y almacenarlas en la

base de datos para luego proceder con él envío de mensajes a los padres de familia con la fecha y hora de la entrada y salida de la institución educativa. De igual manera cuenta con un módulo que ejecuta una aplicación web que se encarga de generar reportes de asistencia en un rango de fechas, por grado y sección, por estudiante y generar tarjetas, de la misma forma gestiona el registro de nuevos estudiantes, matricula por grados y la creación de usuario.

Para la gestión del lado administrador y el servidor se investigó sobre las distintas tecnologías que existen y viendo las necesidades y características se optó por utilizar la plataforma Raspberry el cual cuenta con un sistema operativo basado en Linux denominado Raspbian, también cuenta con soporte en base de datos MYSQL, servicio para el acceso remoto con VNC o SSH, la adaptabilidad a los lenguajes de programación con es PYTHON. También se requiere del lector RFID RC522 el cual establece comunicación con las tarjetas a 13.56Mhz compatibles con Raspberry, al igual que el módulo GSM SIM800L el cual brinda el canal para poder realizar el envío de los mensajes, adicional se encontró el controlador I2C que se encarga de mostrar el mensaje de la fecha y hora del servidor, también se encontró como alternativa el infrarrojo y un buzzer activo para poder controlar el encendido y apagado del servidor. Tomando todo eso se planteó el esquema de arquitectura de la solución, se muestra en la **figura 6** la arquitectura de solución propuesta después del análisis realizado.

Figura 6.

ARQUITECTURA DE LA SOLUCIÓN

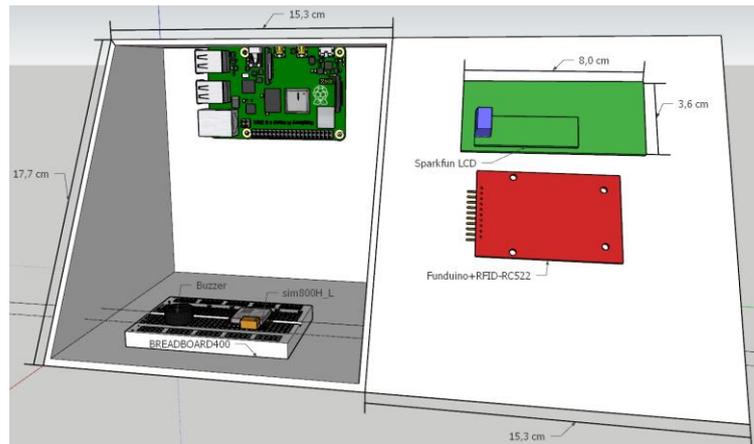


Fuente: Elaboración propia

Para el modelado del módulo servidor se utilizó el software Sketchup, en la **figura 7** se muestra el diseño con medidas a escala real para su impresión.

Figura 7

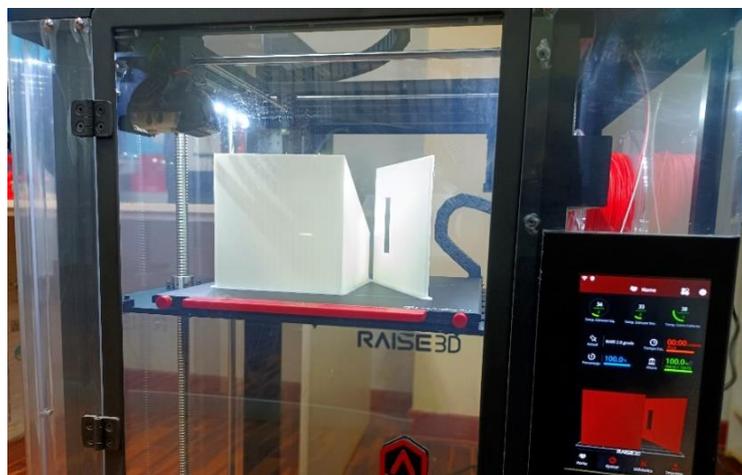
Modelado 3D del módulo servidor



Se procedió con la impresión del módulo del servidor, el cual se muestra en la **figura 8** para lo cual se contó con el apoyo del laboratorio de geomática y fotogrametría de la Universidad Nacional José María Arguedas. Se utilizó la impresora 3D modelo Raise3D Pro2 Plus y filamento PLA (ácido poliláctico).

Figura 8

Impresión 3D del marcador



En la **figura 9** se puede apreciar el producto final de la impresión 3D, para llegar a ese objeto se demoró 30 horas de impresión.

Figura 9

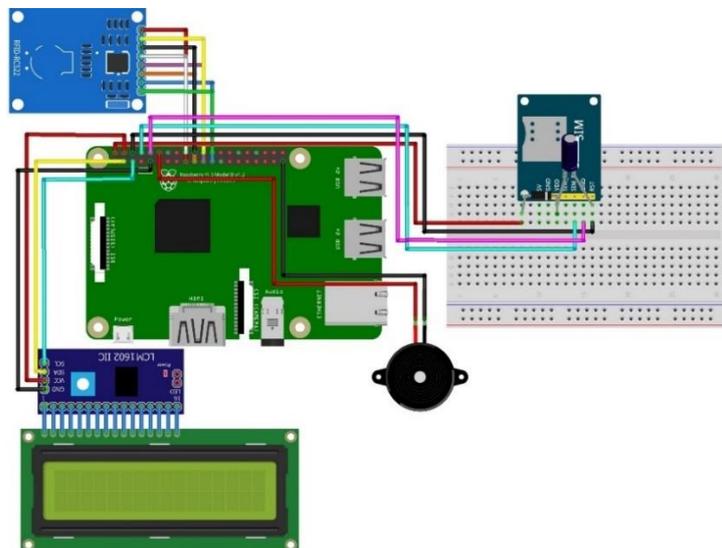
Impresión del marcador finalizada



Se procedió a diseñar el circuito que estará ubicado dentro, en la **figura 10** se observa los componentes utilizados: Placa Raspberry Pi 4, lector RFID RC522, modulo GSM SIM800L, pantalla LCD 16x2, adaptador LCM1602 IIC1, diodo de silicio 1N4007, condensador electrolítico 1000uf 16V y zumbador buzzer activo.

Figura 10

Esquema de ensamblaje



Terminado el diseño del circuito del marcador, se procedió a realizar las conexiones físicas, la soldadura de los componentes que lo requirieron el cual se muestra en la **figura 11 y 12**, al igual que las pruebas correspondientes verificando la correcta conexión antes de ubicarlo en prototipo de marcador que se imprimió con anterioridad.

Figura 11

Implementación del esquema

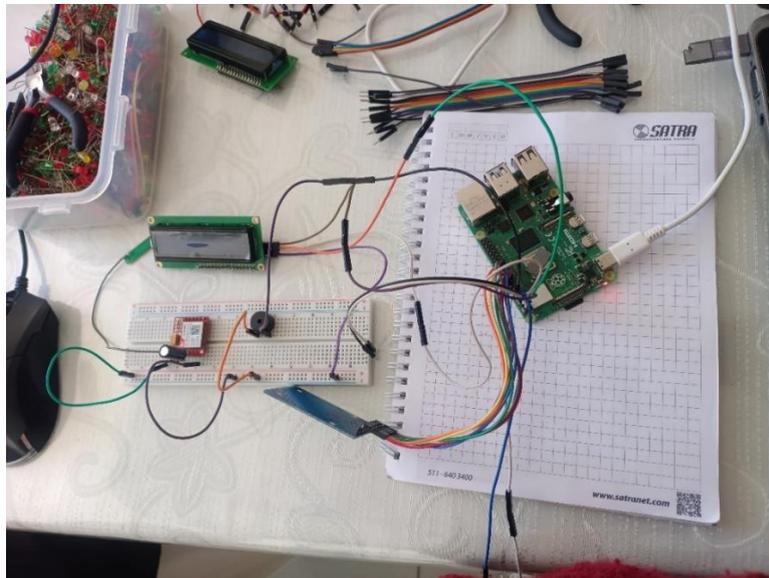
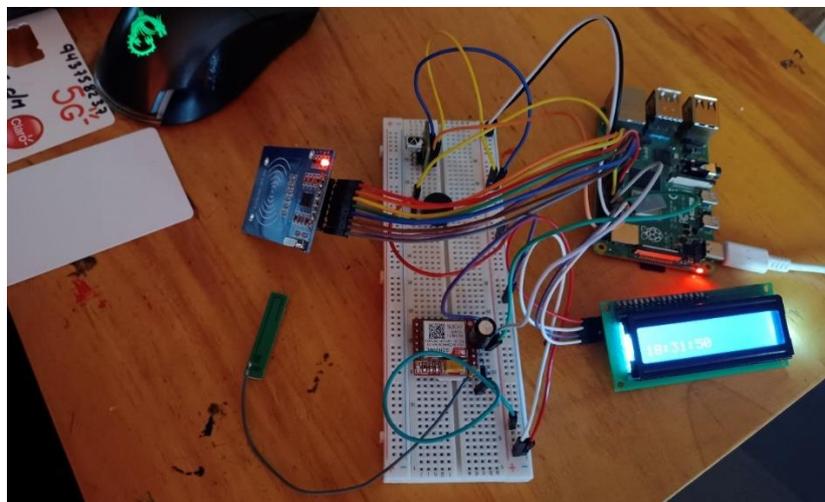


Figura 12

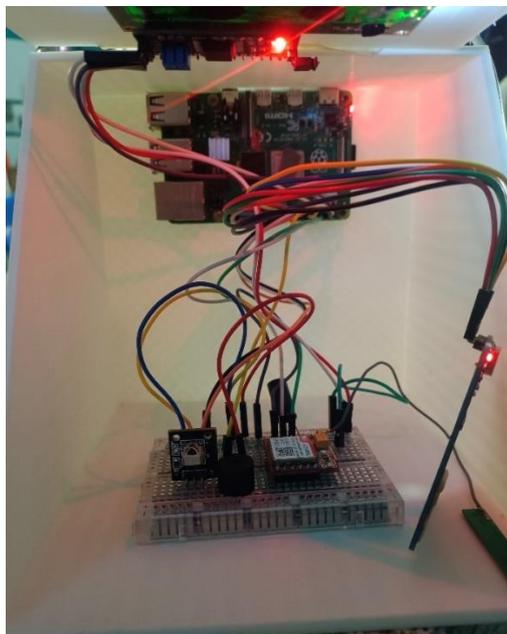
Implementación de las conexiones



El la **figura 13** se muestra el proceso de ensamblar los equipos, fijarlos en el lugar destinado para cada componente, todo esto dentro del módulo del servidor, en la siguiente figura se aprecia el módulo terminado con los equipos conectados y alimentados de energía.

Figura 13

Esquema montado del servidor



El siguiente paso corresponde a el diseño e impresión de las tarjetas RFID que utilizaron los estudiantes, para lo cual se solicitó al señor director brindarnos la lista de estudiantes del nivel primario de la institución educativa “Próceres de la independencia americana”, el cual se obtuvo del sistema de información de apoyo a la gestión de las instituciones educativas (SIAGIE) el cual se puede apreciar en la **figura 14**, la institución educativa actualmente cuenta con una comunidad de 390 estudiantes aproximadamente.

Figura 14

Lista oficial de estudiantes

Estudiantes por grado y sección - 2023										FECHA DE EMISIÓN	HORA	
										07/06/23	10:27:43	
CÓDIGO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	MODALIDAD	GRADO	NIVEL	TURNO	SECCIÓN						
541075	55005-17	Educación Básica Regular	TERCERO	Primaria	MAÑANA	A						

ITEM	TIPO DE DOCUMENTO	NÚMERO DE	VALIDADO CON	CÓDIGO DEL	APELLIDO	APELLIDO	ESTUDIANTE	NOMBRES	SEXO	FECHA DE	EDAD (AL 31 DE	ESTADO DE
1	CM	7872338	VALIDADO	000007872338	ALARCÓN	MALLOJA	BETIABET YESSICA	Mujer	20/07/2014	8	DEFINITIVA	
2	CM	8791817	VALIDADO	000008791817	ALCARRAZ	ORTIGOSA	LIZBELENA	Mujer	02/04/2014	8	DEFINITIVA	
3	CM	7878427	VALIDADO	000007878427	ALCARRAZ	PONCE DE LEÓN	MARIAS LEANDRO	Hombre	30/07/2014	8	DEFINITIVA	
4	CM	7609573	VALIDADO	000007609573	AVILA	ALARCÓN	EMER MARYAM	Hombre	09/02/2015	8	DEFINITIVA	
5	CM	7852348	VALIDADO	000007852348	CASO	PERCEDES	YONAFRY	Hombre	02/04/2014	8	DEFINITIVA	
6	CM	7897974	VALIDADO	000007897974	CCOYA	PEREZ	JHANNIS VALERY	Mujer	09/09/2014	8	DEFINITIVA	
7	CM	8797894	VALIDADO	000008797894	CENTENO	JIMENEZ	LE DAMARIS	Mujer	14/07/2014	8	DEFINITIVA	
8	CM	8829380	VALIDADO	000008829380	CENTENO	LAURA	ANFER SEBASTIÁN	Hombre	17/07/2014	8	TRASLADADO	
9	CM	7895289	VALIDADO	000007895289	FERNANDEZ	CACERES	LIVAN JONAS	Hombre	25/09/2014	8	DEFINITIVA	
10	CM	8496232	VALIDADO	000008496232	FLORES	AGUIPA	FUTY ESTER	Mujer	29/02/2014	8	DEFINITIVA	
11	CM	7819478	VALIDADO	000007819478	GUACALHE	QUIPSE	LIRAHAYIT	Hombre	14/02/2014	8	DEFINITIVA	
12	CM	8095225	VALIDADO	000008095225	HJARAMAN	BENFREDO	MAGA BETZA	Mujer	09/09/2014	8	DEFINITIVA	
13	CM	7822345	VALIDADO	82312570023	LARGO	LOA	GLENGA RAJLI	Mujer	04/04/2014	8	DEFINITIVA	
14	CM	7857536	VALIDADO	000007857536	LOAYZA	CENTENO	BISMARCK ADRIANO	Hombre	07/05/2014	8	DEFINITIVA	
15	CM	7823984	VALIDADO	000007823984	MELUÑA	LARGO	SALVA FALLA	Mujer	14/02/2014	8	DEFINITIVA	
16	CM	7824487	VALIDADO	000007824487	OBALLE	LEMO	SANTAGO MATIAS	Hombre	06/02/2015	8	DEFINITIVA	
17	CM	7823995	VALIDADO	000007823995	PACHECO	PEREZ	JHEISON RODRIGO	Hombre	16/03/2015	8	DEFINITIVA	
18	CM	7888227	VALIDADO	000007888227	PERALES	SANCHEZ	PIERNA VALERIOS	Mujer	14/02/2014	8	DEFINITIVA	
19	CM	7823498	VALIDADO	810261770128	PEREZ	AVILA	HENRY ROJEL	Hombre	23/02/2014	8	DEFINITIVA	
20	CM	8492887	VALIDADO	000008492887	QUIPSE	RAMO	MARISOL	Mujer	22/09/2014	8	DEFINITIVA	
21	CM	7823795	VALIDADO	819584220018	QUIPSE	CENTENO	DAN RAFAEL	Hombre	28/05/2014	8	DEFINITIVA	
22	CM	7824229	VALIDADO	000007824229	QUIPSE	LOA	RACHEL MAYERLY	Mujer	19/02/2015	8	DEFINITIVA	
23	CM	7823480	VALIDADO	000007823480	PIERA	CACERES	FABRICO	Hombre	16/02/2014	8	DEFINITIVA	
24	CM	7878487	VALIDADO	8044480018	ROCA	OSCO	MAI ADRIEL	Hombre	29/09/2014	8	DEFINITIVA	
25	CM	7827822	VALIDADO	000007827822	POJAS	SOKAS	ANDRÉS FABRICO	Hombre	14/02/2015	8	DEFINITIVA	
26	CM	8492939	VALIDADO	000008492939	SAENZ	LOA	YOSHEL CRISTELL	Mujer	16/06/2014	8	DEFINITIVA	
27	CM	7862239	VALIDADO	8044480018	SPINOLA	QUIPSE	ALEXANDER	Hombre	09/06/2014	8	DEFINITIVA	
28	PAS	8477044	NO TIENE	804447902708	VALERO	AVILA	MAYBEL ALEJANDRA	Mujer	24/02/2014	8	DEFINITIVA	
29	CM	7812876	VALIDADO	000007812876	VARGAS	YANAGAHAMA	MITSUO MIY	Mujer	14/05/2014	8	DEFINITIVA	
30	CM	8429803	VALIDADO	000008429803	ZURIGA	ZAMORA	JULIA ZURY VALENTINA	Mujer	06/02/2014	8	DEFINITIVA	

Fuente: SIAGIE (Sistema de información de apoyo a la gestión de institución educativa)

Las tarjetas utilizadas para el proceso de registro son compatibles con el lector RFID RC522, el lector y las tarjetas deben trabajar en la misma frecuencia en este caso se está utilizando la frecuencia 13.56 MHz. En la **figura 15** se muestra el producto final de la impresión para las 192 tarjetas RFID los cuales corresponden al grupo experimental, para cubrir dicha cantidad se eligió al azar los grados que se tomó como muestra.

Figura 15

Impresión de tarjetas RFID



Se instaló el sistema operativo oficial para la Raspberry Pi, anteriormente se conocía como Raspbian, pero en el 2019 la Fundación Raspberry Pi anunció el cambio de nombre a Raspberry Pi OS. Es un sistema operativo que estaba basado en Debian Linux. En la **figura 16** se aprecia el proceso de instalación del sistema operativo-

Figura 16

Instalación del SO



Con la arquitectura y el sistema operativo implementados se procedió a codificar el demonio que se ejecutara automáticamente en el servidor el cual está conectado a una base de datos para el almacenamiento de la data. En la **figura 17** se muestra el código fuente el cual esta desarrolló en el lenguaje de programación Python en el entorno de desarrollo IDLE (Integrated DeveLopment Environment for Python).

Figura 17

Código para la conexión y registro de datos

```
# Datos a guardar

def registrarasistencia(codigo):
    #conexion
    conexion = mariadb.connect(user='hikari_asistencia', password='123456789',
                               host='38.242.241.253',
                               database='hikari_dbasistencia', port='3306')
    #print(conexion)
    cursor = conexion.cursor()
    #obtener datos
    codigo_estudiante = codigo

    # Añadir el documento a la colección
    try:
        params = (codigo,)
        cursor.callproc("guardarasistencia", params)
        conexion.commit()
        print("Datos de asistencia guardados correctamente.")

    except mariadb.Error as error:
        print("Error: {}".format(error))
    conexion.close()
```

Finalmente se puso en producción el modelo de arquitectura diseñado, la **figura 18 y 19** muestra la instalación en el ambiente designado y el uso del mismo por parte de los estudiantes, registrando su entrada y salida de la institución educativa. Para mayor detalle del proceso de impresión, ensamblaje e instalación del modelo de arquitectura dirigirse al **Anexo 01**.

Figura 18

Proceso de registro de asistencia



Figura 19

Proceso de registro de asistencia



4.4.2. Incorporación de tecnología RFID y GSM en el sistema de control de asistencia

Para cumplir con el segundo objetivo se incorporó la tecnología RFID (Radio-Frequency Identification) y GSM (Global System for Mobile Communications) en el sistema para el proceso de control de asistencia viendo una mejora significativa en los tiempos de registro, precisión y seguimiento de la asistencia de los escolares. Se detalla a continuación el proceso de integración de ambas tecnologías:

Tecnología RFID

Los sistemas RFID utilizan distintos tags, etiquetas o tarjetas, las que contienen un chip con información única. En este proyecto se utilizó las tarjetas RFID las cuales establecen comunicación con el lector a una frecuencia de 13.56 MHz, asignando una tarjeta por estudiantes con la cual registraron si ingreso y salida de la institución cada día de labores escolares.

En la **figura 20** se muestra las conexiones físicas entre el Raspberry y el lector RC522 de acuerdo a lo diseñado en la arquitectura del sistema, de la misma manera la **figura 21** muestra el código necesario para su funcionamiento correcto, el código fue desarrollado en el lenguaje de programación Python y el protocolo SPI (*Serial Peripheral Interface*) así establece la comunicación entre ambos equipos, permite capturar la respuesta emitida por la tarjeta y guardar el registro.

Figura 20

Conexión Raspberry Pi 4 y RFID RC522

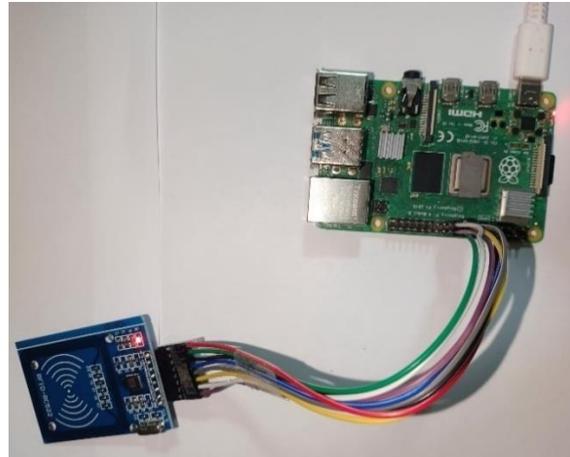


Figura 21

Código para la lectura de tarjetas

```
#vamos a hacer un bucle infinito rfid para leer
def rfid():

    rc522 = RFID() #instanciemos la lib
    #mostrando un mensaje pidiendole al usuario que deslice su credencial
    print('Esperando credencial(Para terminar, Ctrl + c): ')

    while True :
        #esperando a que una etiqueta RFID entre dentro de rango
        rc522.wait_for_tag()
        #cuando se ha leído un chip, recuperamos su información
        (error, tag_type) = rc522.request()
        #si no hay error
        if not error :
            #limpiamos posibles colisiones, para si pasan varias cartas al mismo tiempo
            (error, uid) = rc522.anticoll()
            #si logramos limpiar
            if not error :
                #esperando un segundo para no leer la etiqueta cientos de veces en unos milisegundos
                time.sleep(1)
                codigo = ''
                #capturamos el código único de las tarjetas
                codigo1= uid
                #para cada elemento
                for x in codigo1:
                    codigo=codigo+str(x)
                print('Paso la Credencial con el id :'+ codigo + ' ' + strftime('%d/%m/%Y %H:%M:%S'))
                sonar()
                registrarasistencia(codigo)

hilorfid = threading.Thread(target=rfid)
hilorfid.start()
```

La **Figura 22** muestra la ubicación del módulo servidor en un lugar estratégico para el fácil acceso y registro de los estudiantes, el ambiente que se utilizó fue un espacio en la institución educativa el cual se encuentra a la entrada del pabellón del nivel primario así registraron su ingreso antes de llegar a sus salones.

Figura 22

Instalación del módulo servidor



El proceso de realizar el control de asistencia utilizando la tecnología RFID trae ventajas como es el registro rápido y sin contacto de los estudiantes, automatización y eficiencia, identificación personal del estudiante, durabilidad y resistencia de las tarjetas y el fácil uso que demanda. El proceso de configuración y desarrollo del código fuente para el lector RC522 ver **Anexo 02**.

Tecnología GSM

La tecnología GSM permite la comunicación móvil a través de las redes de celulares, gracias a la incorporación del módulo GSM SIM800L se pudo realizar el envío del reporte de asistencia de los alumnos, este módulo nos permitió tener acceso a la red y por ese medio establecer comunicación con la red social WhatsApp que es la más utilizada en la actualidad.

Primeramente, se realizó el ensamblado y conexiones de los componentes (**ver Figura 23**) que permiten el funcionamiento del SIM800L dichos equipos fueron: diodo

de silicio 1N4007 encargado de reducir el voltaje, condensador electrolítico 1000uf 16V encargado de almacenar energía para cuando el SIM800L lo requiera y el módulo GSM SIM800L.

Figura 23

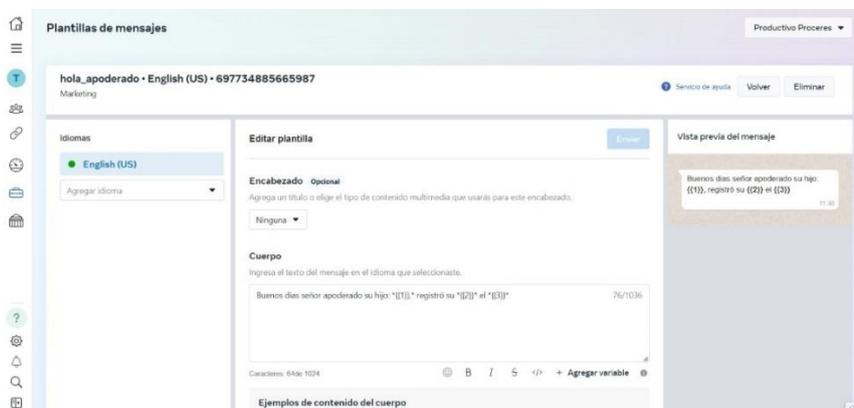
Conexiones Raspberry y SIM800L



Para establecer comunicación, el SIM800L utiliza el puerto serial para lo cual se procedió habilitar el puerto serial, en este proyecto se utilizó un chip de la red Claro para poder realizar el envío de mensajes y de igual manera se utilizó la plataforma de Meta for developers, para crear una API y utilizar como medio de comunicación la red social WhatsApp, la cual establece comunicación con la base de datos es de ahí de donde obtendrá la información que requiere para construir y enviar el mensaje informativo a los padres de familia. Para el mensaje se utilizó una plantilla la cual contiene el cuerpo del mensaje a enviarse el cual se muestra en la **figura 24**, el mensaje “Buenos días señor apoderado su hijo: **<nombre de estudiante>**, registro su **<entrada/salida>** el **<fecha hora>**”.

Figura 24

Plantilla del mensaje



Se necesitaba los números telefónicos de los padres de familia, esta información se solicitó a los docentes tutores el cual se evidencia en la **figura 25**, hoy en día la gran mayoría utiliza la red social WhatsApp para la comunicación docente – padre de familia.

Figura 25

Directorio telefónico de padres de familia

Nº	Nombre y apellido de los(as) estudiantes	Celular	E-mail
01	AGUILAR CHEPINO, Shanty Esther	997324574	
02	ALCAZAR OCHOA, Alara Damaris	934529293	
03	ANDRA LOPEZ, Magier Karol	983845105	
04	BARRIAL LE GUILA, Maily Maithly	952447944	
05	BUALEZ OBRASCO, Melissa	981397590	
06	CASAS FLORES, Luis Serbio	953293333	
07	CENTENO SANC, Dayron Ithael	938529932	
08	CLUSI SERNA, Dayron Niveth	963816613	
09	CLUSI SILVERA, Gress Sharmely	983990238	
10	FLORES OCHOA, Juan Israel	98845775	
11	GUTIERREZ LOAYZA, Abel Angel	975792808	
12	HUAMANAN GUTIERREZ, Abel Alvaro		
13	HURTADO MAGO, Angely Camilla	913316223	
14	LOAYZA CORTI, Jairo Benjamin	95999549	
15	MENENDES IBAS, Alana Magrini	97546216	
16	MORENO SOTMA, Stefane André	928442334	
17	OLIVARES SILVERA, Nanyar	944451661	
18	ORTEGA COBARRAL, Sara Misol	920415833	
19	PERALTA QUIRPE, Anish German	911444352	
20	QUIRPE SALAZAR, Ditz Linder Sharon	725860399	
21	RAMIREZ SILVERA, Anit Marijana		
22	RODAS NAVARRO, Shelya Sharmely	982349456	
23	RODAS PARIONA, Yarely Aisha	995634666	
24	RODAS SILVERA, Thage Fabricio	9828194933	
25	SALAZAR CANA, Aaron Jefferson	962662584	
26	SALGADO VARGAS, Rodrigo David	973508802	
27	SERNA RAMIREZ, Noemi Naysha	98387079	
28	VEJUNO GUACAO, Fanel Alexis		
29	ZABALA GUSPE, Edwar Dany	94462630	
30	ZABALA CORDOVA, Ivan	918153689	

Este proceso requirió implementar un CROM (administrador de procesos en segundo plano o también conocido como demonio) que se ejecutaba cada minuto y buscaba los últimos registros en ese periodo de tiempo y procedía a ejecutar el código

(ver figura 26) para el envío automático de mensajes. Ver Anexo 03 para ver a mayor detalle la instalación y código utilizado.

Figura 26

Sentencia del CROM para el envío de mensajes

```
Keyboard shortcuts
1 k:php
2
3 namespace App\Console;
4
5 use Illuminate\Console\Scheduling\Schedule;
6 use Illuminate\Foundation\Console\Kernel as ConsoleKernel;
7
8 class Kernel extends ConsoleKernel
9 {
10     /**
11      * Define the application's command schedule.
12      */
13     protected function schedule(Schedule $schedule): void
14     {
15         \Log::info("Hola de nuevo");
16         \App\Models\Whatsapp::prepareMessage();
17         // $schedule->command('inspire')->hourly();
18     }
19
20     /**
21      * Register the commands for the application.
22      */
23     protected function commands(): void
24     {
25         $this->load(__DIR__.'/Commands');
26
27         require base_path('routes/console.php');
28     }
29 }
30
```

Los mensajes fueron enviados a los números telefónicos de los padres de familia, el envío fue en tiempo real es decir el estudiante termina de pasar su tarjeta por el módulo lector y seguidamente el mensaje era enviado con la hora y fecha de registro, en la figura 27 se muestra la vista que el padre de familia tenía acceso.

Figura 27

Mensajes enviados a los padres de familia



La integración de ambas tecnologías trae muchas ventajas como son:

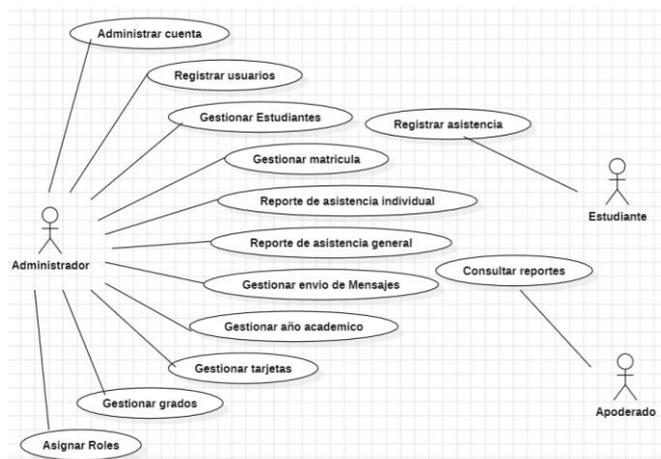
- Registro automático, la tarjeta RFID se escanea automáticamente por el lector y estos datos se envía a través de la red GSM.
- Acceso remoto, los datos se encuentran disponibles en tiempo real en la plataforma web.
- Alerta y notificaciones, el envío de reportes de asistencia semanal mensual o por estudiante a los docentes y el envío de reportes por día a los padres de familia.
- Seguridad, se utiliza la tecnología GSM que se encarga de cifrar y proteger los datos.
- Escalabilidad, esta solución es fácilmente escalable para así adaptarse al crecimiento de la institución educativa.

4.4.3. Desarrollo del sistema basado en tecnología RFID y GSM

Para el desarrollo del sistema basado en tecnología RFID y GSM para el control de asistencia en la institución educativa “Proceres de la Independencia Americana”, primeramente, se procedió al diseño y modelado de la base de datos, tomando en cuentas los datos que necesitamos guardar para su posterior procesamiento y exportación de reportes. Se realizo un diagrama de casos de uso del sistema mostrada en la **figura 28**, para el rol de administrador que se encarga de registrar estudiantes, realizar matriculas, generar reportes, gestionar tarjetas de estudiante, exportar reportes, etc. El rol estudiante tiene como única actividad registrar su asistencia y el rol de apoderado que es el receptor del reporte de asistencia de su menos hijo/a.

Figura 28

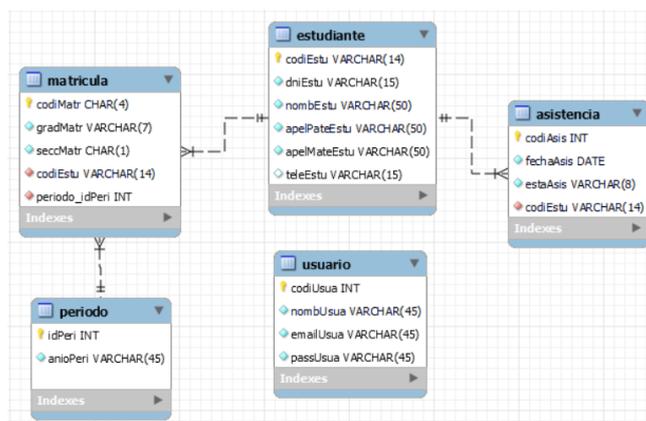
Diagrama de caso de uso del sistema sisAsistencia



En la **figura 29** se aprecia el modelado de la base de datos, se realizó en el programa MySQL Workbench planteándose las tablas de usuario que almacenara información necesaria para el ingreso al sistema cabe mencionar que se posee con dos roles que viene a ser el administrador con todos os permisos y el rol de apoderado que solo tiene la opción de visualizar el listado de asistencia, estudiante que contendrá los datos del estudiante, asistencia la tabla que almacenara los registros de asistencia captados por el lector, la tabla matricula permitirá registrar a un estudiante a un grado y sección específica y la tabla periodo que registrara el año académico vigente.

Figura 29

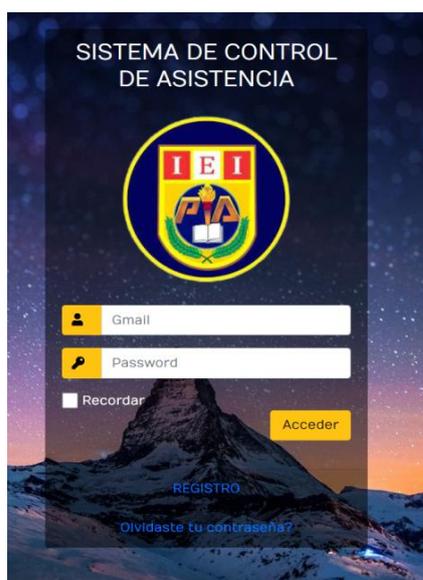
Diagrama de la base de datos



Se procedió al diseño y desarrollo de la aplicación Web, para lo cual se utilizó Laravel que es un framework de PHP y de código abierto que brinda un conjunto amplio de herramientas, en este framework se desarrolló la implementación de cada una de las tablas de la base de datos con los reportes respectivos. Como medio de autenticación se desarrolló un módulo de inicio de sesión (**ver figura 30**) la cual está relacionado con la tabla usuario, requiere el correo electrónico y password vinculado al usuario, en el caso de tener perfil de apoderado solo se debe digitar el número de DNI de su menor hijo o hija y la contraseña.

Figura 30

Interfaz de autenticación para ingresar al sistema sisAsistencia



4.4.3.1. Implementación de la Tabla Estudiante.

La tabla de estudiante se desarrolló con la finalidad de registra a todos los estudiantes de la institución educativa, la **figura 31** muestra la vista principal en la cual se encuentra el listado de los estudiantes en general, cuenta también con las opciones de nuevo registro, editar, eliminar y la opción de matrícula.

Figura 31

Listado de estudiantes

CODIGO	DNI	NOMBRES	APELLIDOS PATERNO	APELLIDOS MATERNO	TELEFONO	Opciones
62066004	147705644	MAYBELL ALEJANDRA	VALERO	AVILA	51910931672	Editar Eliminar Matricular
100296607	78726408	FABRICIO	RIVERA	CACERES	51938106552	Editar Eliminar Matricular
1208418602	78602562	JEANPOOL MAURICIO	ARCE	MAUCAYLLE	51933271945	Editar Eliminar Matricular
1535666082	79054405	DYLAN ADRIANO	SALLABI	HUAMAN	51986138595	Editar Eliminar Matricular
1638666072	81232380	MELISA	BULEJE	CARRASCO	51987397590	Editar Eliminar Matricular
1925186036	78428572	ARIANA MILAGROS	MENESES	IBIAS	51975462161	Editar Eliminar Matricular
2627186047	78824658	HENRY ROMEL	PEREZ	AVILA	51987433615	Editar Eliminar Matricular
3323186024	78855287	SHARI TAIZ	HUACHOHULLICA	PECEROS	51900087060	Editar Eliminar Matricular

Para el registro de un dato nuevo se tiene la opción de NUEVO, y se abrirá una ventana (ver figura 32) donde se requiere los datos del estudiante, se requiere el código de la tarjeta RFID que se le asigno, nombres y apellidos, DNI y el número telefónico del padre o apoderado. También se tiene la opción de actualizar en caso haya algún dato errado.

Figura 32

Nuevo estudiante

AGREGAR ESTUDIANTE

CODIGO RFID

DNI DE ESTUDIANTE

NOMBRES

APELLIDOS PATERNO

APELLIDOS MATERNO

TELEFONO

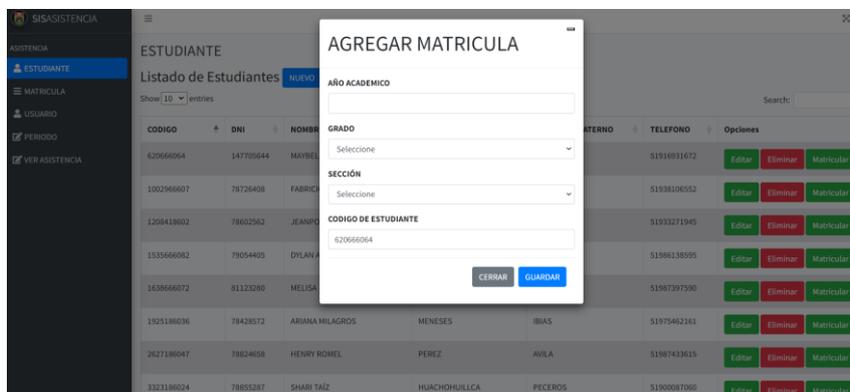
+51 9XX XXX XXX

CERRAR GUARDAR

En el módulo del estudiante también encontramos como se muestra en la figura 33 la opción de matricular a un estudiante al grado que le corresponde, para ellos va requerir el código único de estudiante, el año académico, grado y sección correspondiente.

Figura 33

Agregar matricula

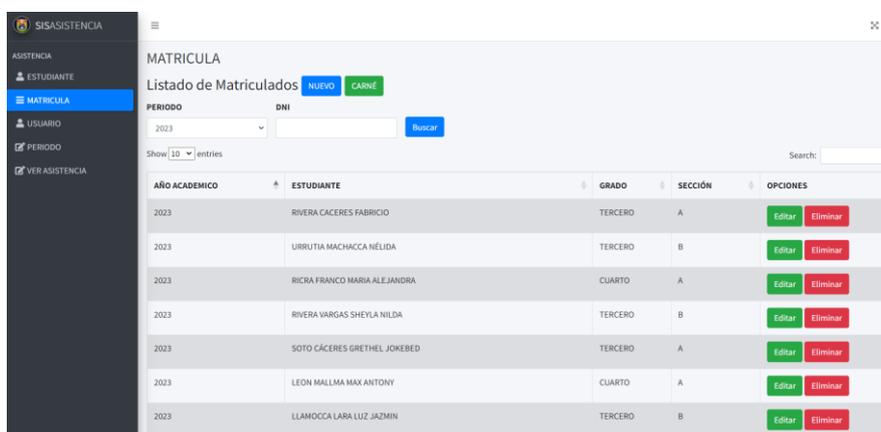


4.4.3.2. Implementación de la Tabla Matricula.

Se desarrollo el módulo de matrícula, la cual se encarga de mostrar el listado de matriculados por grado (ver **Figura 34**). Del mismo modo se puede encontrar las opciones de nuevo registro y actualizar datos. Para registrar una matrícula nueva se debe identificar antes el código de tarjeta RFID asignado al estudiante para proceder el registro, el año académico, el grado y secciona que le corresponda al estudiante. También cuenta con el buscador para hallar un registro más rápido.

Figura 34

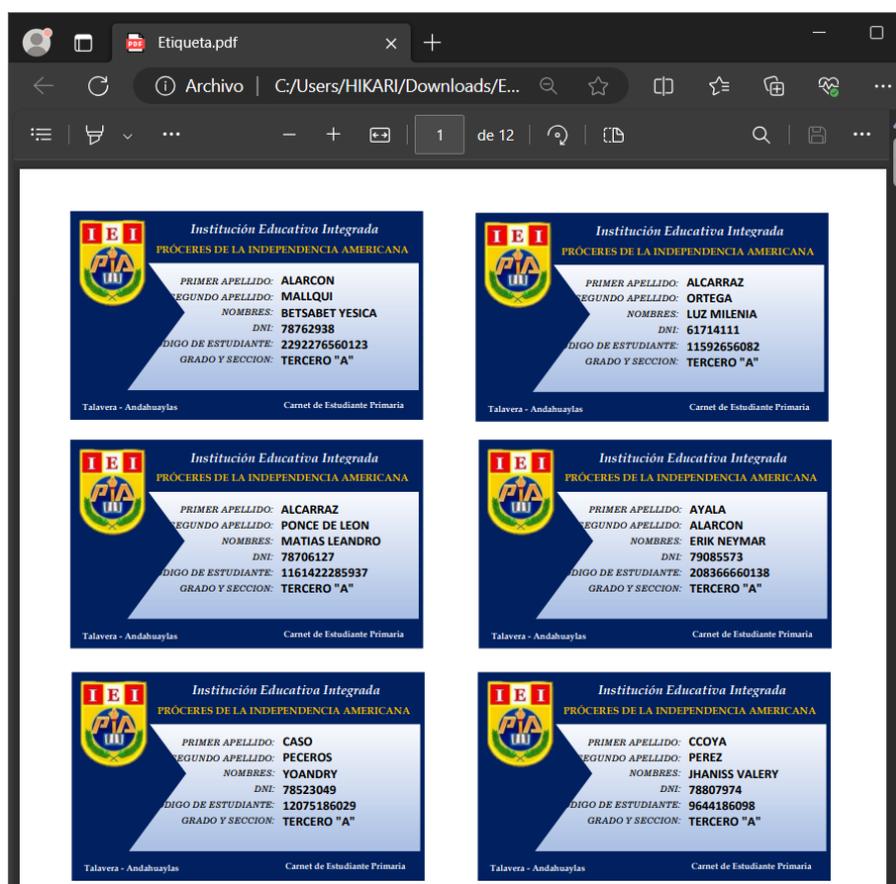
Listado de matricula



En la interfaz de matrícula también contamos con el botón del reporte de carné, el cual nos permite generar los carnets (ver figura 35) para todos los estudiantes matriculados, este reporte corresponde a las tarjetas RFID que se asignaron a cada estudiante.

Figura 35

Reporte de Carnets



4.4.3.3. Implementación de la Tabla Asistencia.

Se desarrolló el módulo de ver asistencia, el cual muestra el listado del registro de asistencia (ver Figura 36), este módulo está desarrollado netamente para vista y búsqueda de reportes así poder conocer los datos registrados desde el día que se puso en producción.

Figura 36

Listado de asistencia

ESTUDIANTE	DNI	CODIGO DE ESTUDIANTE	FECHA	ESTADO
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-28 13:17:53	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-29 07:56:08	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-29 07:56:15	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-29 13:12:23	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-29 13:12:29	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-30 07:48:14	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-11-30 12:33:20	ENTRADA
RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441860104	2023-12-01 07:50:51	ENTRADA

Para realizar la búsqueda de datos, se cuenta con los siguientes parámetros:

Rango de fechas: Este campo tiene la opción de buscar los registros entre un rango con la fecha de inicio y fecha final.

DNI: La búsqueda también puede ser por el DNI del estudiante.

Grado: En este campo la búsqueda se puede realizar por grados del primer al sexto grado.

Sección: En este campo la búsqueda es por sección, en este caso se tiene solo dos secciones A y B en el nivel primario.

También se cuenta con la opción de exporte del reporte en formato pdf, se cuenta con las siguientes opciones:

Reporte semanal: En esta opción seleccionamos la semana del año académico, el grado y sección de la información requerida. Este proceso se presenta en las **figuras 37 y 38**.

Figura 37

Descargar archivo que contiene el reporte semanal

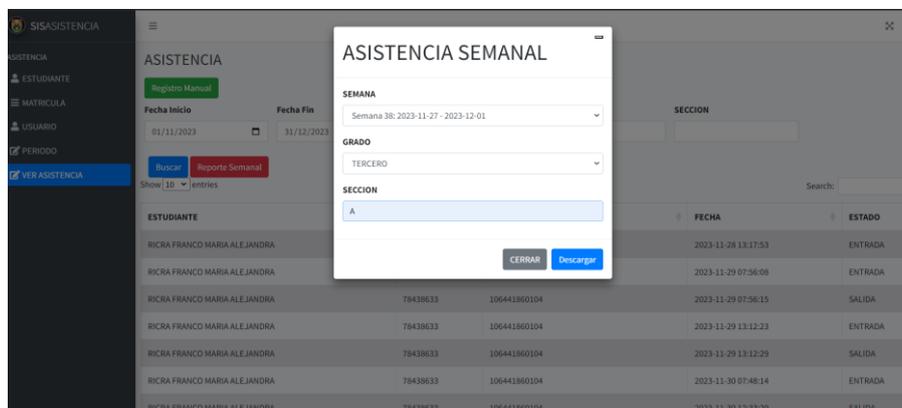


Figura 38

Reporte de asistencia semanal

Asistencias 1 / 2 | 100% +

17-ab-2024 09:16:39 Usuario: admin Pág: 1 de 2

REPORTE DE ASISTENCIA SEMANAL

LE. PROCÉRES DE LA INDEPENDENCIA AMERICANA - TALAVERA												
GRADO : TERCERO												
SECCION : A												
SEMANA : Semana 38 Del 27-11-2023 al 01-12-2023												
NOMBRE	APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	27-11-2023		28-11-2023		29-11-2023		30-11-2023		01-12-2023	
			ENTRADA	SALIDA								
BETSABET	ALARCON	MALLQUI	A	A	A	F	A	A	A	A	F	F
LUZ MILENIA	ALCARRAZ	ORTEGA	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
MATIAS	ALCARRAZ	PONCE DE	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
ERIK	AYALA	ALARCON	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
YOANDRY	CASO	PECEROS	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
JHANISS	CCOYA	PEREZ	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
LIS DAMARIS	CENTENO	JIMENEZ	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
ANDRÉ	CENTENO	LAURA	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
LYAM	FERNANDEZ	CACERES	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
RUT ESTER	FLORES	AQUIPA	A	A	A	A	A	F	A	A	F	F
LIAM MATT	GUADALUPE	QUISPE	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
MADAI	HUAMANI	BERNEDO	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
GLENDA	LANDEO	LOA	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
BISMARCK	LOAYZA	CENTENO	F	F	A	A	A	A	A	A	F	F
SAYWA	MOLINA	LANDEO	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
SANTIAGO	OBALLE	LMO	A	A	A	A	A	A	F	F	F	F
JHEICOB	PACHECO	PEREZ	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
PIERINA	PERALES	SANCHEZ	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
HENRY	PEREZ	AVILA	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
MARISOL	QUISPE	AMAO	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
DAN ISRAEL	QUISPE	CENTENO	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
RACHEL	QUISPE	LOA	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F
FABRICIO	RIVERA	CACERES	A	A	A	A	A	A	A	A	F	F

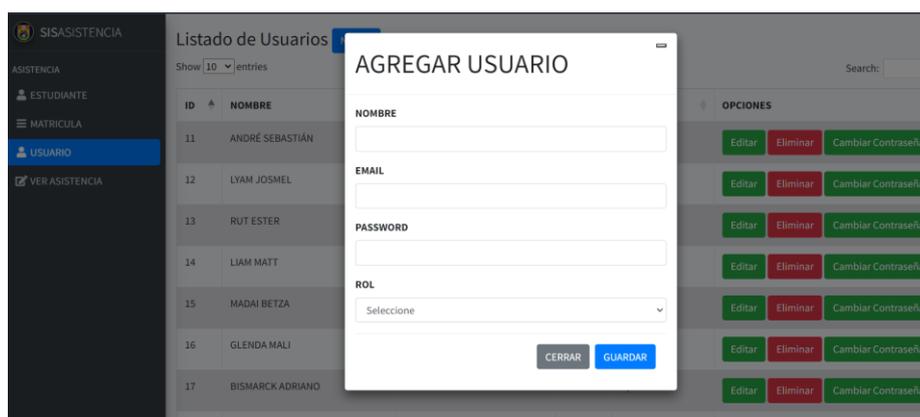
4.4.3.4. Implementación de la Tabla Usuario.

Se procedió a implementar la tabla de usuarios para el acceso al sistema con los respectivos permisos como se presente el caso. Se planteo la creación de roles de usuarios, es decir consta del rol de administrador el cual tiene acceso al sistema en su totalidad, por otro lado, se tiene el rol de apoderado (padres de familia) el cual solo tiene acceso al listado de asistencia.

Para el proceso de agregar un nuevo usuario, se desarrolló la acción de nuevo registro en la cual es necesario el nombre, email, password y el rol (administrador o apoderado), dicho formulario se puede apreciar en la **figura 39**.

Figura 39

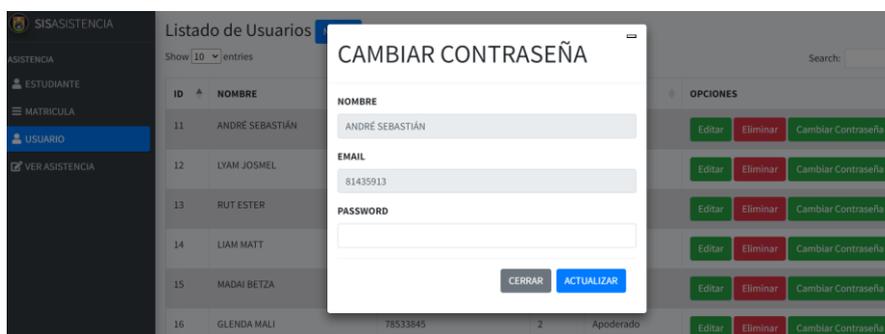
Agregar usuario



También se cuenta con un campo que permite cambiar la contraseña en caso la hayan olvidado o simplemente se quiera cambiar, se puede apreciar dicho formulario en la **figura 40**.

Figura 40

Cambiar password



Para mayor detalle del desarrollo y puesta en producción del sistema dirigirse al **Anexo 04**.

4.4.4. Evaluar la precisión, reducción de errores y reducción de tiempos en el registro de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM.

Para evaluar el impacto del control de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID Y GSM, se analizó de los datos obtenidos de los registros de asistencia con el sistema y el registro de la manera tradicional, para lo cual se dividió la muestra en dos grupos el grupo control (sin el sistema) de consta de 192 registros y el grupo experimental (con el sistema) de 192 registros. Para el análisis se planteó los siguientes criterios e indicadores:

Precisión en el Registro de Asistencia.

Se evaluará la precisión del sistema de control de asistencia basado en las tecnologías RFID y GSM, obteniendo el porcentaje en cuanto se acerca los resultados del sistema a la realidad. Para llegar a dicho resultado utilizo la fórmula para calcular la precisión, la cual es una derivación simple de los conceptos fundamentales de la evaluación de modelos. A partir de lo mencionado en el artículo presentado por Sokolova & Lapame (2009), se interpreta y obtiene la fórmula (**ver ecuación 2**) para el cálculo de la precisión.

Ecuación 2.

Fórmula para hallar la precisión

$$Precisión = \left(\frac{\text{verdaderos positivos}}{\text{total de positivos}} \right) \times 100\%$$

En la formula:

Verdaderos positivos = Es la cantidad de veces que el sistema ha registrado correctamente la asistencia en comparación con la realidad.

Total, de positivos = Es la cantidad total de asistencias, es decir la cantidad de estudiantes asistentes reales.

Cabe mencionar que este indicador evalúa principalmente el sistema desarrollado, mas no el proceso de registro de asistencia tradicional.

Reducción de Errores.

La reducción de errores en un sistema que cumple la función de automatizar el proceso de control de asistencia, es esencial para garantizar la precisión y confiabilidad de la información registrada. La reducción porcentual de errores la calcularemos utilizando la **ecuación 3**.

Ecuación 3

Reducción porcentual de errores

$$\text{Reduccion de errores} = \left(\frac{\text{errores iniciales} - \text{errores finales}}{\text{errores iniciales}} \right) \times 100\%$$

Errores Iniciales = Es la cantidad de errores antes de implementar del sistema.

Errores Finales = Es la cantidad de errores después de implementar del sistema

Tiempo Ahorrado.

El tiempo ahorrado hace referencia a la cantidad de tiempo que se ahorra al implementar el sistema de control de asistencia y compararlo con el registro de la forma tradicional, calcular el tiempo ahorrado nos proporciona información valiosa sobre la

eficacia del sistema. Para este cálculo se utilizó la **ecuación 4** del tiempo ahorrado y también se utilizó la **ecuación 5** para obtener un porcentaje del tiempo ahorrado.

Ecuación 4

Tiempo ahorrado

$$Tiempo\ Ahorrado = (tiempo\ inicial - tiempo\ final)$$

Tiempo Inicial = Es la cantidad de tiempo que se tomaba anteriormente para realizar el registro de asistencia.

Tiempo Final = Es la cantidad de tiempo que se toma después de implementar el sistema.

Ecuación 5.

Porcentaje de tiempo ahorrado

$$Porcentaje\ de\ Tiempo\ Ahorrado = \left(\frac{tiempo\ ahorrado}{tiempo\ inicial} \right) \times 100\%$$

CAPITULO V: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos tras evaluar el impacto del sistema basado en tecnología RFID y GSM en el control de asistencia escolar en la institución educativa "Próceres de la Independencia Americana". Se seleccionó una muestra de 192 estudiantes para llevar a cabo la evaluación.

5.1. Resultados específico 01

Modelo de Arquitectura

El primer objetivo del proyecto es diseñar un modelo de arquitectura para un sistema basado en tecnologías RFID y GSM, el modelo de arquitectura fue implementado según el diseño previamente establecido logrando culminar el proceso con éxito, proporcionando una estructura sólida y eficiente para la interconexión de software y hardware. Relacionado a los componentes se logró determinar la capacidad de carga, la velocidad de transferencia de los datos y los protocolos de comunicación. De la misma manera se estableció un proceso de monitoreo constante para evaluar el rendimiento de la arquitectura en tiempo real, los ajustes y mejoras se implementaron para optimizar la eficiencia y poder solucionar posibles desafíos emergentes.

En resumen, el modelo de arquitectura ha sido exitosamente desarrollado, proporcionando una base sólida para la comunicación efectiva y eficiente entre los equipos. Este logro contribuyó significativamente a la mejora de la colaboración y el rendimiento del sistema en general.

5.2. Resultados específico 02

Incorporación de la Tecnología RFID Y GSM

Los resultados correspondientes al segundo objetivo que fue el proceso de incorporar la tecnología RFID y GSM ha culminado con resultados positivos y beneficios significativos. Los logros claves que se obtuvo fueron: identificación precisa y automatizada, la combinación de ambas tecnologías nos proporcionó una mayor viabilidad operativa permitiendo a los docentes supervisar y gestionar los recursos de manera más efectiva, se logró la comunicación automática con los apoderados permitiendo el monitoreo continuo y la recepción de alertas en tiempo real, la combinación de RFID y GSM ha fortalecido la seguridad de la información implementándose medidas de autenticación y cifrado garantizando la integridad de los datos.

Resumiendo, la incorporación de las tecnologías RFID y GSM ha mejorado significativamente la eficiencia, visibilidad y seguridad en el control de asistencia de estudiantes en la I.E “Proceres de la Independencia Americana”, estableciendo una base sólida para futuras innovaciones y adaptaciones en respuesta a las necesidades cambiantes del entorno operativo.

5.3. Resultados específico 03

Desarrollo de un Sistema Basado en Tecnología RFID Y GSM

En el tercer objetivo desarrollado ha arrojado resultados altamente positivos, mejorando la gestión, recolección de datos y operatividad de manera significativa, con

la integración del modelo de arquitectura y el sistema se logró una óptima y la eficiente recolección de datos, automatización del proceso de control de asistencia, optimización de recursos se ahorró material de escritorio como hojas boom y papelógrafos al igual que personal o docente que se encarga de controlar la asistencia.

5.4. Resultados específico 04

Evaluar la precisión, reducción de errores y reducción de tiempos en el registro de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM.

El cuarto objetivo desarrollado está relacionado al impacto del control de asistencia con la implementación del sistema, se obtuvo como resultado un impacto positivo en el entorno educativo, logrando la precisión y automatización, eficiencia operativa, reducción de fraudes, seguridad, integración de datos y notificación instantánea. Para llegar a tales afirmaciones se evaluaron los siguientes criterios: precisión en el registro de asistencia, reducción de errores y el tiempo ahorrado.

Precisión en el Registro de Asistencia

Los resultados obtenidos al evaluar la precisión en el registro de asistencia, se obtuvo al aplicar la ecuación planteada. Se midió la cantidad de registros correctos con el sistema mostrado en la **tabla 3**, este dato dividido con la cantidad total de registros reales y todo eso multiplicado por el 100%.

Tabla 3

Numero de registro correctos con el sistema

Cantidad de alumnos	Registros correctos
192	192

$$\text{Precisión} = \left(\frac{192}{192}\right) \times 100\% = 100\%$$

Obteniendo como resultado un porcentaje del 100%, esto quiere decir que con la implementación de sistema todos los registros fueron correcto cumpliendo el fin para el cual fue desarrollado.

Reducción de Errores

En una comparativa respecto a la reducción de errores en el proceso de control de asistencia con la implementación del sistema y el registro de la manera tradicional, para ello identifico la cantidad de errores sin el sistema y con el sistema como se muestra en la **Tabla 4**, para ello se aplicó la fórmula de reducción de errores restando la cantidad de errores identificados sin el sistema con la cantidad de errores con el sistema todo esto dividido por la cantidad de errores iniciales y el resultado multiplicado por el 100%.

Tabla 4

Cantidad de errores

Cantidad de alumnos	Cantidad de errores sin el sistema	Cantidad de errores con el sistema
192	20	0

$$\text{Reduccion de errores} = \left(\frac{20 - 0}{20} \right) \times 100\% = 100\%$$

Interpretando este resultado como positivo, ya que se logro reducir los errores en un 100% con la implementación del sistema de control de asistencia respecto a la forma tradicional.

Tiempo Ahorrado

Para calcular el tiempo ahorrado se utilizó la formula del porcentaje del tiempo ahorrado, restando los tiempos obtenidos del registro de asistencia sin el sistema y con el sistema dividido por el tiempo total de control sin el sistema todo esto multiplicado por el 100%. Estos tiempos se detallan en el **Anexo 5**, se muestra un resumen de ello en las **Tablas 5 y 6**.

Tabla 5*Proceso de registro de asistencia de la manera tradicional*

Cantidad de alumnos	Tiempo promedio por alumno (segundos)	Tiempo total (segundos)
192	21.43	4114.56

Tabla 6*Proceso de registro de asistencia con el sistema*

Cantidad de alumnos	Tiempo promedio por alumno (segundos)	Tiempo total (segundos)
192	3.45	662.4

$$\text{Tiempo Ahorrado} = (41114 - 662.4) = 3452.16 = 57 \text{ minutos}$$

$$\text{Porcentaje de Tiempo Ahorrado} = \left(\frac{4114.56 - 662.4}{4114.56} \right) \times 100\% = 83.8\%$$

Se obtuvo como resultado del tiempo ahorrado de 57 minutos y el porcentaje del tiempo ahorrado en un 83.8% respecto al proceso de control de asistencia de manera manual.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN

Con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM, se evaluó el impacto en el control de asistencia logrando un resultado positivo, respecto al tiempo ahorrado se obtuvo como resultado de 83.8% en comparación a la manera tradicional. En la investigación que realizaron Rozlan, llegaron a la conclusión que con la implementación de su sistema presento un rendimiento del 80% en comparación al registro de asistencia manual. Analizando ambos trabajos coinciden con el objetivo de optimizar tiempos obteniendo resultados similares, adicional a ello este proyecto también cumple con la función de reportar a los padres de familia la información de registro de asistencia en tiempo real.

Felix Perez & Alcantara Avalos, en su proyecto de investigación realizan un sistema de control de asistencia mediante RFID, el objetivo principal fue mejorar este proceso, logrando la reducción de tiempo en la generación de reportes en un 99.97% y en la toma de asistencia 93.66%. En comparación con este proyecto los datos registrados se encontraban al alcance de los docentes y padres de familia en tiempo real obteniendo un nivel del 100% en adaptabilidad y coincidencia a las necesidades de la institución.

Salazar Medrano & Espinoza Mendieta, presentaron su trabajo de investigación en que se propuso la implementación de un sistema con código QR con el objetivo de optimizar el control de asistencia de alumnos, cuya principal finalidad fue simplificar el tiempo empleado por el docente y tener los datos al alcance de todo el personal. Con la implementación de un sistema de control de asistencia con RFID y GSM, se optimizó el tiempo y se causó un gran impacto en la comunidad estudiantil, automatizando el

proceso en la cual el docente ya no realiza ninguna tarea más que descargar el reporte de asistencia del día, al igual que el padre de familia está en constante información sobre el ingreso o salida de la institución de su mejor hijo o hija.

CONCLUSIONES

- ✓ Tras la implementación del sistema de control de asistencia basada en tecnología RFID y GSM, se logró obtener un impacto positivo respecto al control de asistencia de la manera tradicional, siendo el sistema de fácil uso y amigable con los estudiantes, optimizando tiempo y reduciendo errores.
- ✓ Se logró diseñar un modelo de arquitectura para el proceso de control de asistencia basado en la identificación por radiofrecuencia y GSM, en dicha arquitectura se utilizó un miniordenador Raspberry Pi 4, Lector RFID RC522, módulo GSM SIM800L, pantalla LCD 16x2, zumbador activo y las tarjetas de radiofrecuencia, todo esto se logró a través del lenguaje de programación Python sobre el sistema operativo Raspberry Pi OS.
- ✓ Se logró integrar la tecnología RFID y GSM en el sistema de control de asistencia escolar, logrando integrar ambas tecnologías y enviar los mensajes informativos a los padres de familia
- ✓ Se logró desarrollar un sistema de control de asistencia escolar, el cual fue desarrollado con el framework Laravel y MySQL para la gestión de la base de datos.
- ✓ Se evaluó el impacto en el control de asistencia con la implementación de un sistema basado en tecnología RFID y GSM, obteniendo como resultado la precisión del 100% respecto a la realidad. De igual modo el resultado de la reducción de errores fue de un 100% y el tiempo ahorrado con la implementación del sistema fue de un 83.8%.

RECOMENDACIONES

- ✓ Una gran cantidad de estudiantes puede generar cuello de botella al ingreso o a la salida del proceso de control de asistencia, por lo que se recomienda habilitar un espacio adecuado para la implementación.
- ✓ Para cantidades más grandes de registros de estudiantes se recomienda replantear el sistema adecuando a las necesidades que surgen para proyectos futuros ya que tiene un diseño modular y escalable, permitiendo futuras expansiones y actualizaciones.
- ✓ Se recomienda implementar más marcadores, de ser posible en cada ingreso al salón de clases de la institución donde se pretenda aplicar el proyecto.
- ✓ El registro de participantes, tanto alumnos como docentes, será responsabilidad de un administrador designado para tal fin. Es importante que el administrador llene correctamente los datos para evitar duplicidad en el registro de los participantes, lo cual podría generar confusión y problemas en el control de la asistencia.
- ✓ Es necesario que los alumnos porten su carnet en todo momento, ya que éste contiene su código para poder ser registrados en la asistencia. De esta manera, se garantiza que el registro sea preciso y sin errores.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Rivera, C. H. (2018). *Implementación de un sistema de mensajería de texto (SMS) masiva para mejorar la comunicación unilateral en el binomio Docente- Padre de familia de niños de Educación Inicial del Colegio Thales, Huánuco, 2018*. Huánuco.
- Alexandres Fernández, S., Rodríguez-Morcillo García, C., & Muñoz Frías, J. D. (2006). RFID: La tecnología de identificación por radiofrecuencia. 47.
- Arrieta, V. (31 de Octubre de 2018). *MÓDULO GSMGPRS SIM800L ARDUINO*. Obtenido de Arca Electrónica: <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-gsm-gprs-sim800l-arduino>
- Casillas Santillán, L. A., Gibert Ginestá, M., & Pérez Mora, Ó. (2014). *Base de Datos en MySQL*. Universitat oberta de Catalunya.
- Challenger Pérez, I., Díaz Ricardo, Y., & Becerra García, R. A. (Abril-Junio de 2014). El lenguaje de programación Python/The programming language Python. *Ciencias Holguín, XX(2)*, 1-13.
- Dipole RFID. (Junio de 2017). *Tipos de Sistemas RFID*. Obtenido de <https://www.dipolerfid.es/blog-rfid/Tipos-Sistemas-RFID>
- Espinoza, O., Castillo, D., Gonzales, L. E., & Loyola, J. (2010). *Discusión teórica en torno a los determinantes de la deserción escolar*. Santiago de Chile: Centro De Investigación En Educación.
- Felix Perez, K. P., & Alcantara Avalos, H. D. (2022). *Sistema de monitoreo para el control de asistencia con RFID y Arduino en la I.E. Tercer Cielo*. Trujillo.
- González, A. (Septiembre de 2016). *Significado.com*. Obtenido de Significado.com: <https://significado.com/mensajería-instantánea/>
- HETPRO. (2014). *Módulo RFID-RC522 RF*. Obtenido de Hetpro Herramientas Tecnológicas Profesionales: <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>
- Huerta, R. (2005). Los Problemas Sociales.
- Iza Sevilla, C. A. (2018). *Diseño e implementación de un biométrico inteligente que envíe SMS de alerta a los empleados antes de su hora de entrada*. Quito.
- Lagos, L. (06 de Enero de 2018). El valor de la tardanza. *EL Peruano*.

- Lopez Salas, D. J. (2022). *Desarrollo de prototipo de sistema de control y monitoreo de usuarios del comedor universitario, basado en tecnología RFID, en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios*. Madre de dios.
- MCI Electronics. (2022). *¿Que es Raspberry Pi?* Obtenido de <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- Memane, R., Jadhav, P., Patil, J., Mathapati, S., & Atúl, P. (2022). *Attendance Monitoring System Using Fingerprint Authentication*. Pune, India: 2022 6th International Conference On Computing, Communication, Control And Automation (ICCUBEA. doi:10.1109/ICCUBEA54992.2022.10010791
- Molina, R. (2017). *Programa Presente*. Obtenido de Programa Presente: www.programapresente.com
- Moratinos Iglesias, J. (1985). *La escuela de padres*. España: Narcea.
- Raspberry Pi. (2012-2023). *Raspberry Pi*. Obtenido de <https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/raspberry-pi.html>
- Rodriguez Aguilar, W. L., Rodriguez Aguilar, W. G., & Leguizamón Páez, M. A. (Marzo-Junio de 2019). Tecnología Microchip Para Acceder a Información Vehicular Como Apoyo a Procesos de Control y Seguridad. *Scientia Et Technica*, 264-274.
- Rozlan, M. I., Kutty, S. B., Sulaiman, N. A., Pakhrudin, N. S., Saaidin, S., & Kassim, M. (2023). *RFID Based Attendance Monitoring System with LED Authentication*. Shah Alam, Malaysia: IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS). doi:10.1109/I2CACIS57635.2023.10193394
- Salazar Medrano, N., & Espinoza Mendieta, J. C. (2018). *Implementación De Un Sistema Con Códigos Qr Para Optimizar El Control De Asistencia De Alumnos, En La Uap Sede Huánuco*. Huánuco.
- Sokolova, M., & Lapame, G. (Julio de 2009). A systematic analysis of performance measures for classification tasks. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 427-437. doi:10.1016/j.ipm.2009.03.002
- Vega Luna, J. I., Sánchez Rangel, F. J., Salgado Guzmán, G., & Lagos Acosta, M. A. (Julio-Diciembre de 2018). Sistema de acceso usando una tarjeta. *Ingenius*, 108-118. doi:<https://doi.org/10.17163/ings.n20.2018.10>
- Wheat, J., Hiser, R., Tucker, J., & Neely, A. (2001). *Designing A Wireless Network*. Estados Unidos: Syngress Publishing, Inc.

ANEXOS

ANEXO 01

MODELO DE ARQUITECTURA

Diseño y modelado de la arquitectura que contiene los equipos

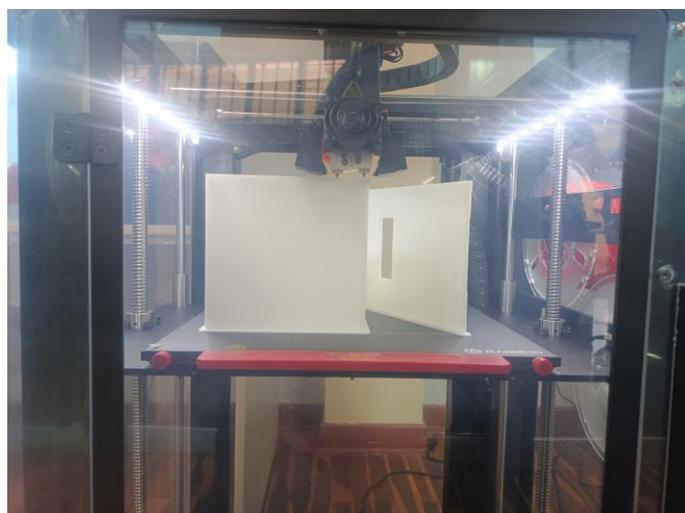
Como parte del desarrollo del proyecto se diseñó la arquitectura que contendrá los equipos necesarios para la recolección de datos, el cual se diseñó para su impresión en 3D.

El diseño se realizó en el programa SKETCHUP, modelando en 3D, con un tamaño compacto el cual pueda albergar los equipos a utilizar tales son la placa Raspberry Pi4, modulo RC522, modulo SIM800L, pantalla LCD 1602, buzzer activo y un módulo sensor infrarrojo.

Terminado el diseño se procedió con la impresión, para dicho proceso se solicitó el apoyo del laboratorio de geomática y fotogrametría de la Universidad Nacional José María Arguedas, se utilizó la impresora 3D que poseen.

Ilustración 1

Proceso de impresión



El proceso de impresión tardó 30 horas, ya que la impresión se realizó en alta calidad y acabados.

Ilustración 2

Término de la impresión del tarjetero



Una vez concluida la impresión, se dejó en reposo para que podamos desmoldar de soporte de la impresora. En este punto ya se encuentra listo para su armado y equipamiento de los componentes electrónicos a utilizar.

Ilustración 3

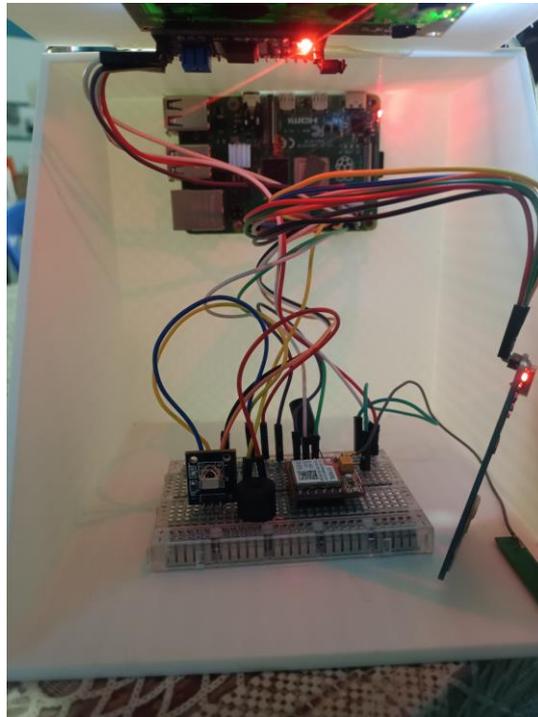
Tarjetero listo para su armado



Se procedió con el armado del módulo que será el encargo de leer las tarjetas de los estudiantes a través del lector RC522, y el dato recolectado se procesará y guardará como ingreso o salida como se presente el caso, también contiene el módulo SIM8001 que alberga una tarjeta SIM el cual se encuentra en la capacidad para poder acceder a la red telefónica y enviar los mensajes correspondientes a los apoderados.

Ilustración 4

Armado del tarjetero con los equipos



Instalación del sistema operativo Raspbian

Para la parte lógica se utilizó el Raspberry Pi4 con su sistema operativo Raspbian, en dicho proceso es requerido una memoria SD la cual contendrá el sistema operativo.

Utilizaremos el software Raspberry Pi Imager v1.7.5.

Ilustración 5

Software Raspberry Pi Imager



Primeramente, se procedió a instalar el sistema operativo seleccionando el destino (memoria SD) configuramos en usuario y contraseña, opcional también activamos la conexión SSH y conectar a una red wifi.

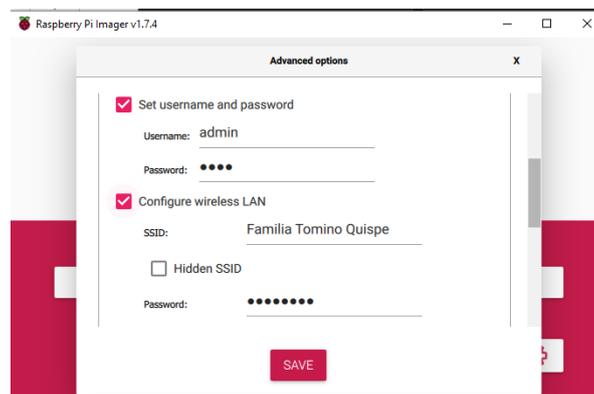
Ilustración 6

Selección de memoria SD



Ilustración 7

Configuración de usuario y Wifi



Terminado la configuración requerida se procede a instalar el sistema operativo dándole en el botón de write (escribir).

Ilustración 8

Instalación de SO

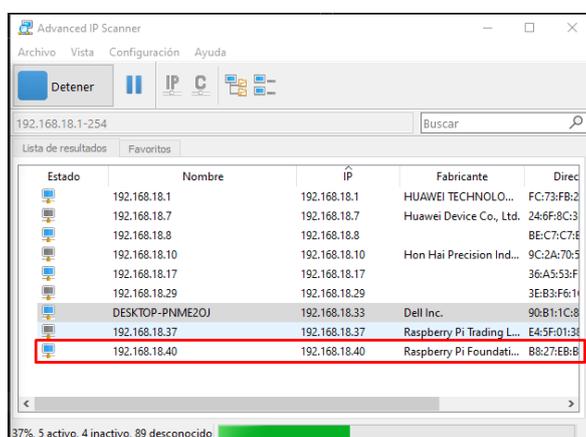


Para proceder se coloca la memoria SD en la placa Raspberry Pi4, alimentamos de energía eléctrica la placa y procedemos con la instalación de los componentes que utilizamos.

Para conectar y trabajar en red debemos realizar un escaneo de la red de internet para poder identificar la IP que se está asignando a la placa Raspberry, utilizaremos el programa IP Scanner.

Ilustración 9

Escaneó de la red

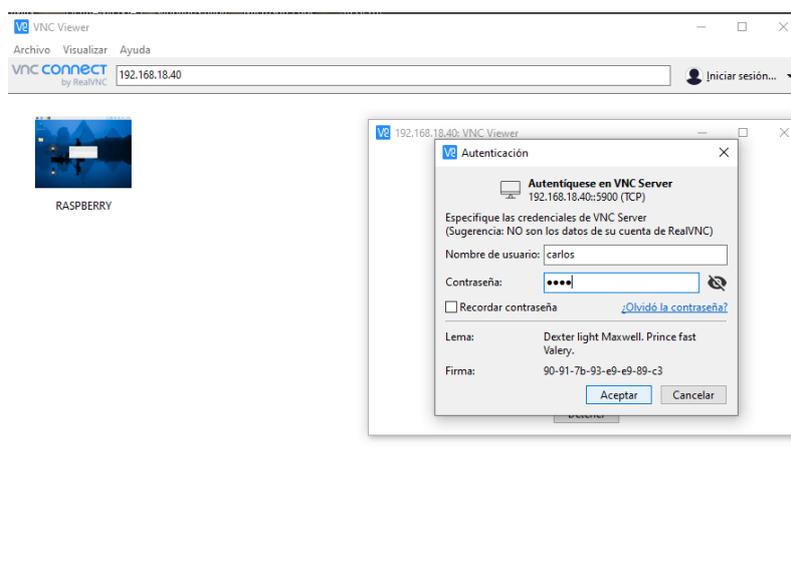


Para acceder al sistema podemos hacerlo de varias maneras, conectando un dispositivo de salida como una pantalla, de igual modo dispositivos de entrada tales son el teclado y un mouse que serán necesarios, en esta ocasión se optó por trabajar de manera remota utilizando el software REALVNC VIEWER, el cual nos permitirá visualizar directamente el escritorio del Raspberry.

Una vez que ya identificamos la IP que se asignó al Raspberry, la digitamos en el campo donde se nos solicita dicha dirección IP, colocamos el usuario y contraseña que asignamos al momento de la instalación del sistema operativo y le damos en aceptar.

Ilustración 10

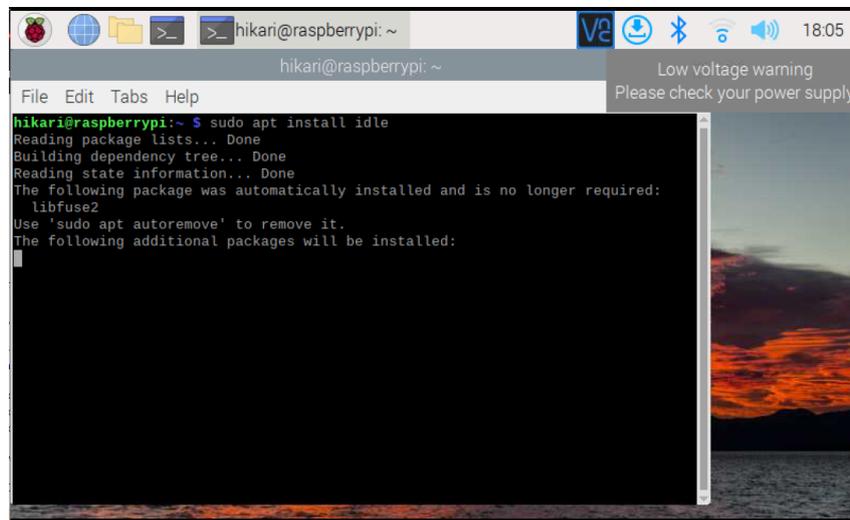
Acceso a través de REALVNC VIEWER



Como requisito indispensable necesitamos instalar antes un entorno de desarrollo, el que utilizaremos es IDLE (Integrated Development and Learning Environment), de la misma forma verificaremos la versión de Python.

Ilustración 11

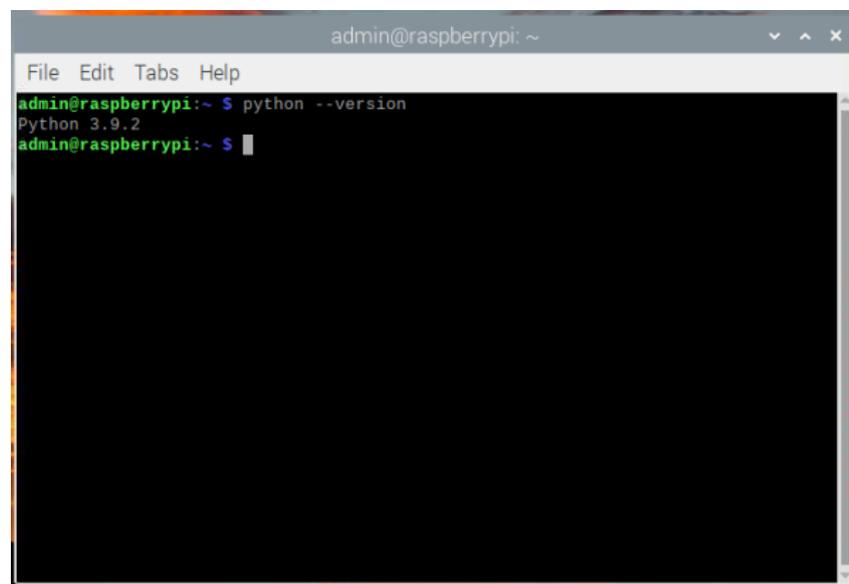
Instalación de idle



```
hikari@raspberrypi:~ $ sudo apt install idle
Reading package lists... Done
Building dependency tree... Done
Reading state information... Done
The following package was automatically installed and is no longer required:
  libfuse2
Use 'sudo apt autoremove' to remove it.
The following additional packages will be installed:
```

Ilustración 12

Verificación de versión de Python



```
admin@raspberrypi:~ $ python --version
Python 3.9.2
admin@raspberrypi:~ $
```

ANEXO 02

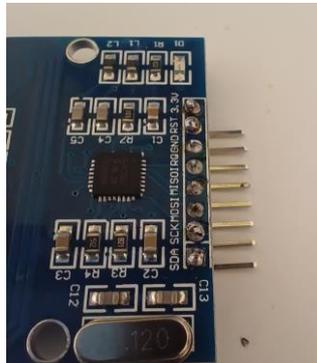
INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA RFID

Conexión e instalación del lector RFID RC522

Primeramente, procedemos al armado del lector RFID RC522, se requiere soldar los pines con la placa para su funcionamiento correcto.

Ilustración 13

Soldadura de pin del lector rc522



Procedemos con el proceso de conexiones en la cual se debe establecer comunicación entre el lector y la placa Raspberry

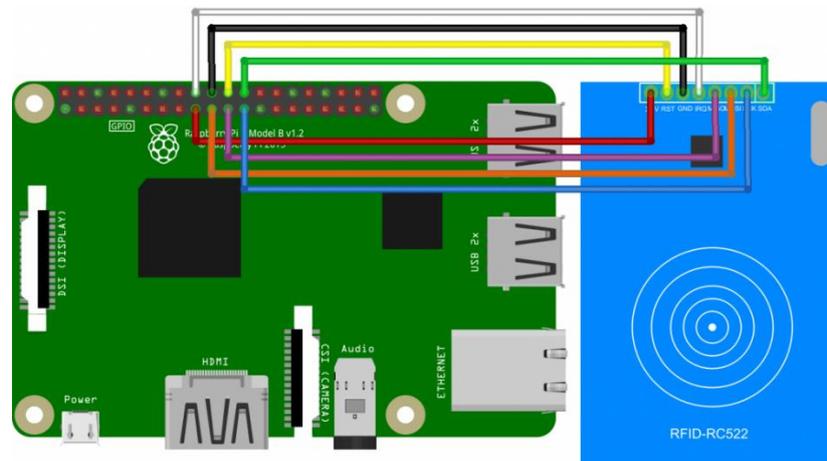
Tabla 7

Puertos RC522 y Raspberry

Pin RC522	Pin Raspberry	Nombre del Pin
SDA	24	GPIO 8 (CE0)
SCK	23	GPIO 11 (SCLK)
MOSI	19	GPIO 10 (MOSI)
MISO	21	GPIO 9 (MISO)
IRQ	18	GPIO 24
GND	20	GROUND
RST	22	GPIO 25
3.3V	17	3V3 POWER

Ilustración 14

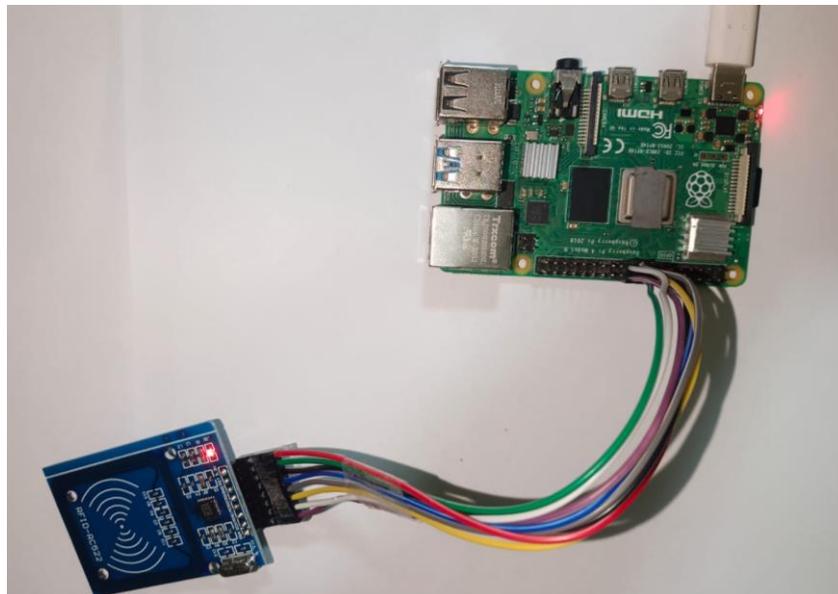
Conexión física de la Raspberry y Rc522



Fuente: Raspberry Pi RF

Ilustración 15

Conexión del Raspberry y RC522



Se necesita activar el protocolo SPI de la Raspberry, lo activaremos ingresando a la opción Raspberry pi configuration -> Interfaces -> SPI. De esta manera ya tendremos activado el puerto SPI.

Ilustración 16

Configuración de Raspberry

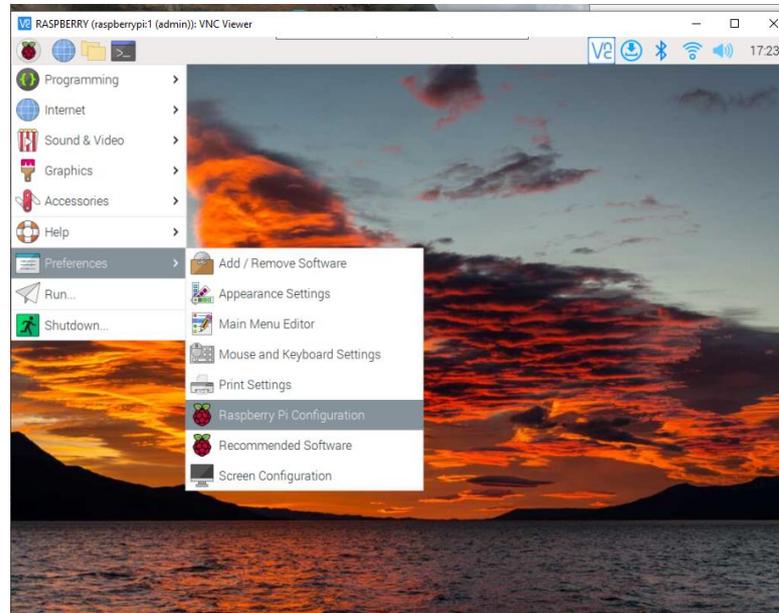
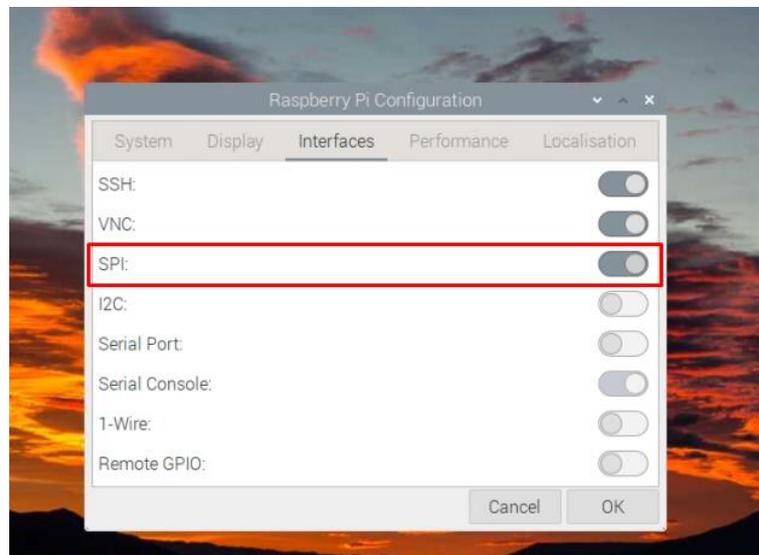


Ilustración 17

Apertura del Puerto SPI

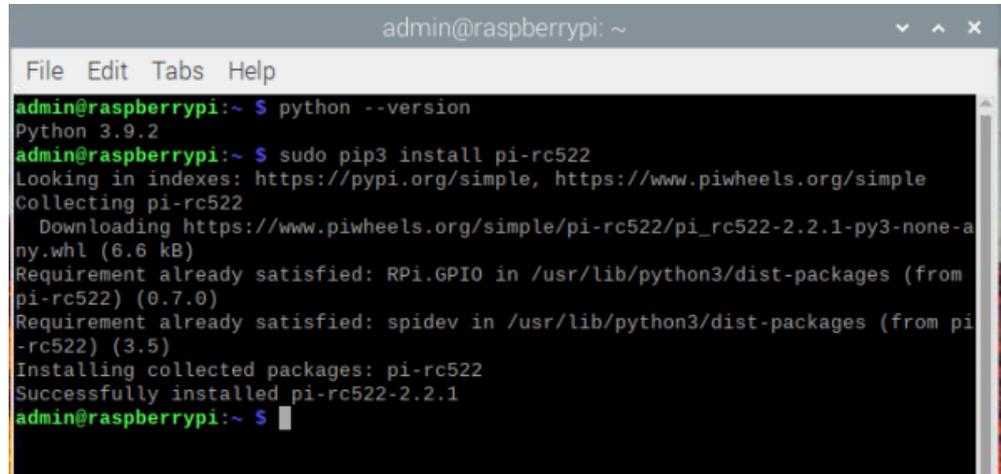


Para el funcionamiento se requiere instalar la librería Pi-Rc522, el cual nos permitirá controlar el lector RC522. Se utilizo el siguiente código:

```
Sudo pip3 install pi-rc522
```

Ilustración 18

Código para instalar la librería



```
admin@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
admin@raspberrypi:~ $ python --version  
Python 3.9.2  
admin@raspberrypi:~ $ sudo pip3 install pi-rc522  
Looking in indexes: https://pypi.org/simple, https://www.piwheels.org/simple  
Collecting pi-rc522  
  Downloading https://www.piwheels.org/simple/pi-rc522/pi_rc522-2.2.1-py3-none-any.whl (6.6 kB)  
Requirement already satisfied: RPi.GPIO in /usr/lib/python3/dist-packages (from pi-rc522) (0.7.0)  
Requirement already satisfied: spidev in /usr/lib/python3/dist-packages (from pi-rc522) (3.5)  
Installing collected packages: pi-rc522  
Successfully installed pi-rc522-2.2.1  
admin@raspberrypi:~ $
```

El módulo lector RFID rc522 requiere del código con la lógica que debe seguir para su funcionamiento. El cual se desarrolló en el lenguaje de programación Python donde se hace el llamado a los puertos GPIO de la Raspberry los cuales están conectados con el lector Rc522, la lógica consiste que al detectar una tarjeta obtenga el código el cual esta relacionado con un estudiante en específico es decir código único para cada estudiante, seguidamente procede a guardar ese registro como “ENTRADA o SALIDA” según sea el caso con la fecha y hora actual.

Ilustración 19

Código Python para el lector RC522

```
import RPi.GPIO as GPIO #importar la biblioteca para controlar los GPIOs
from pirc522 import RFID
import time
import datetime

ahora = datetime.datetime.now()
GPIO.setmode(GPIO.BOARD) #establece el modo de marcacion (Board)
GPIO.setwarnings(False) # desactive los mensajes de alerta

rc522 = RFID() #instanciemos la lib

print('Esperando credencial(Para terminar, Ctrl + c): ') #mostrando un mensaje pidiendole al usuario que deslice su cre

hora=ahora.strftime('%d/%m/%y %H:%M:%S') #
#vamos a hacer un bucle infinito para leer
while True :

    rc522.wait_for_tag() #esperando a que una etiqueta RFID entre dentro de rango
    (error, tag_type) = rc522.request() #cuando se ha leído un chip, recuperamos su informacion

    if not error : #si no hay error
        (error, uid) = rc522.anticoll() #limpiamos posibles colisiones, para si pasan varias cartas al mismo tiempo

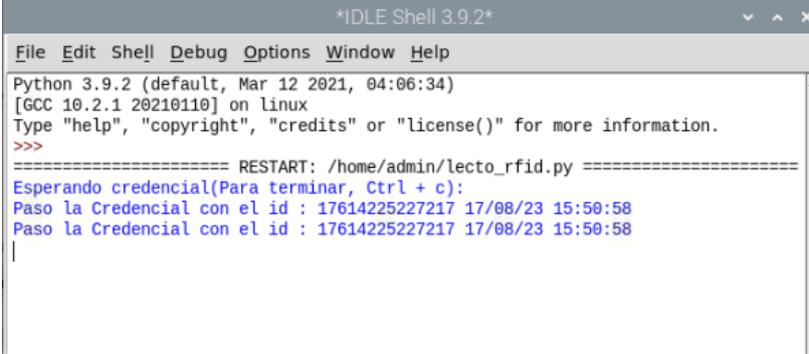
        if not error : #si logramos limpiar
            #print('Paso la Credencial con el id : {}'.format(uid) + ' Entrada ' + ahora.strftime('%d/%m/%y %H:%M:%S'))
            time.sleep(1) #esperando un segundo para no leer la etiqueta cientos de veces en unos milisegundos
            codigo = ''
            codigoi= uid
            for x in codigoi:
                codigo=codigo+str(x)

            if ahora == hora:
                print('Paso la Credencial con el id :'+ codigo + ' Salida ' + hora)
                ahora = datetime.datetime.now()
            else:
                print('Paso la Credencial con el id :'+ codigo + ' Entrada ' + ahora.strftime('%d/%m/%y %H:%M:%S'))
                ahora=hora
```

Como resultado del código Python para el lector Rc522 se muestra el código de estudiante, la fecha y hora de su ingreso o salida, en el orden que ira detectando y registrando las tarjetas RFID.

Ilustración 20

Respuesta al leer las tarjetas



```
*IDLE Shell 3.9.2*
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.9.2 (default, Mar 12 2021, 04:06:34)
[GCC 10.2.1 20210110] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.
>>>
===== RESTART: /home/admin/lecto_rfid.py =====
Esperando credencial(Para terminar, Ctrl + c):
Paso la Credencial con el id : 17614225227217 17/08/23 15:50:58
Paso la Credencial con el id : 17614225227217 17/08/23 15:50:58
|
```

ANEXO 03

INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA GSM

Conexión e instalación del módulo SIM800L

En el módulo GSM se utilizara el SIM800L el cual será el encargado de alojar una tarjeta de red telefónica , la línea telefónica que se utilizo es de la empresa Claro, la cual cuenta con el plan necesario para el envío de mensajes de texto, tomando en cuenta la realidad actual del uso de las redes sociales como un medio de comunicación se optó el envío de los mensajes a través de la red social WhatsApp, por dicho medio se hará la cobertura de asistencia a los padres de familia o apoderados con un mensaje al momento del ingreso a la institución de su mejor hijo o hija, de la misma manera a la salida de la institución. El mensaje que se envía a los padres contiene información del nombre de estudiante, el estado ya sea “Entrada o Salida”, la fecha y hora exactas de su registro. Cabe mencionar que el envío de los mensajes es automático y en tiempo real, es decir que cuando detecta el registro de ingreso o salida del alumno, inmediatamente se informa con el mansaje al padre de familia.

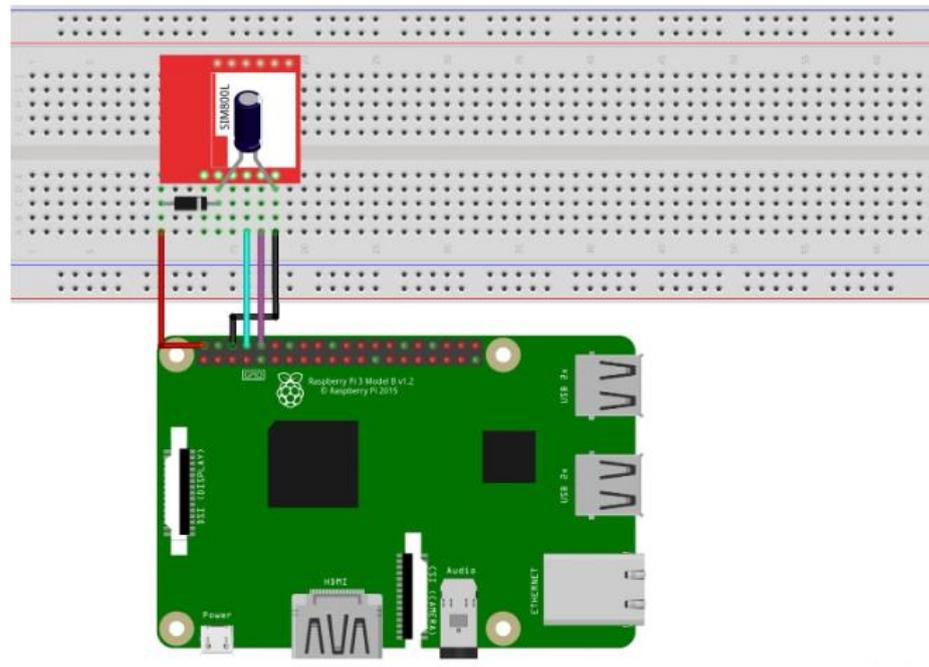
Se realiza la conexión correspondiente del módulo SIM800L y las Raspberry, según lo indicado en las especificaciones técnicas del SIM800L indica que trabaja entre 3.4 y 4.4 voltios y nuestra placa Raspberry proporciona 3.3 y 5 voltios, para lo cual utilizaremos un diodo de silicio 1N4007 que será el encargado de realizar esa caída de voltaje que necesita para su funcionamiento. El cual ira conectado en paralelo al pin de VCO y cerrara el circuito conectado al pin de energía de 5V de nuestra Raspberry.

De la misma forma el SIM800L requiere energía suficiente energía cuando llegue al consumo máximo, para lo cual utilizaremos un condensador electrolítico 1000uf 16V, el cual tiene la función de almacenar energía cuando hay demasiada energía y se

descarga cuando hay escasez y lo requiera el SIM800l, dicho condensador lo colocamos paralelo a los pines de VCO Y GND del SIM800L.

Ilustración 21

Conexiones SIM800L y Raspberry



Fuente: Raspberry Pi FR

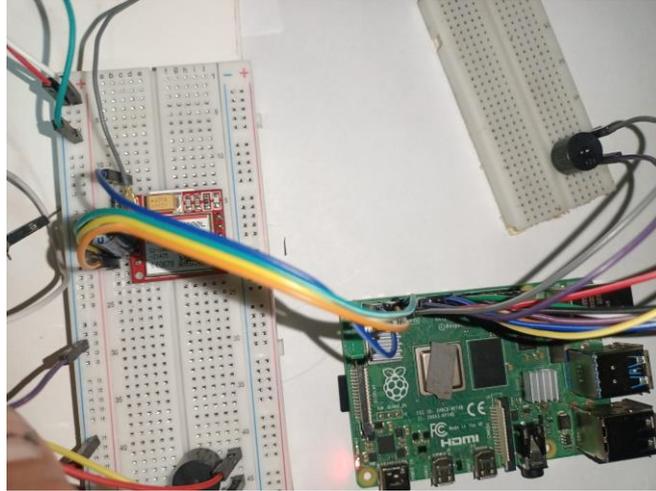
Tabla 8

Puertos SIM800L y Raspberry Pi 4

Pin SIM800L	Pin Raspberry	Nombre del Pin
RX	8	GPIO 14 (TXD)
TX	10	GPIO 15 (RXD)
GND	6	GROUND
VCO	4	5V POWER

Ilustración 22

Ensamblado SIM800L



Se procede a activar el puerto serial que es el canal por el cual se establece la comunicación, para ello nos dirigimos al terminal y ejecutamos el comando `sudo raspi-config` y accedemos a la configuración de Raspberry, en la cual seleccionaremos la opción 3 “Interface Options” -> “Serial Port” -> respondemos con “NO” -> a la pregunta si desea habilitar un shell a través de una conexión en serie se responde “YES”, para validar la configuración se presiona “Finish”.

Ilustración 23

Interfaz de configuración Raspberry

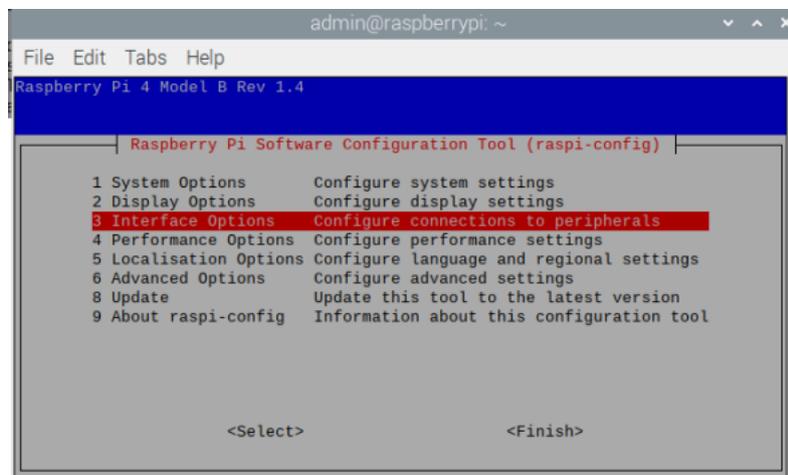
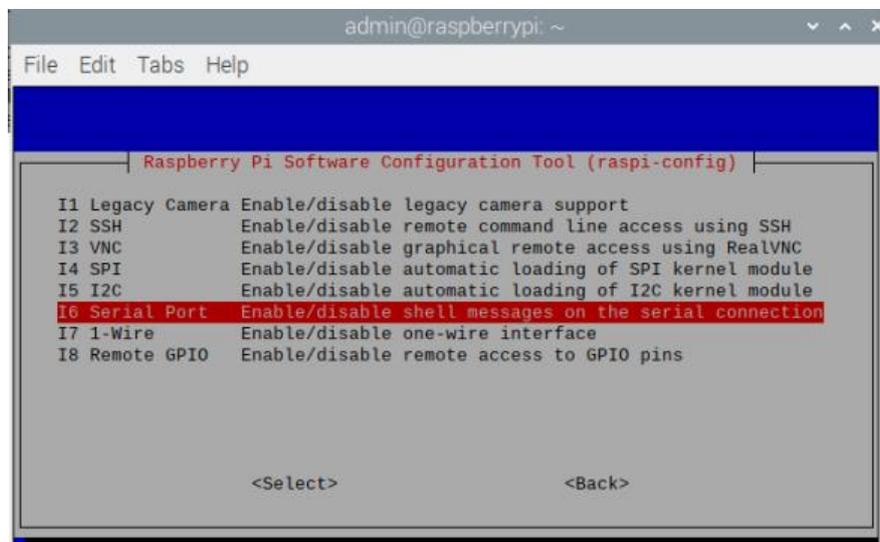


Ilustración 24

Interfaz de opciones

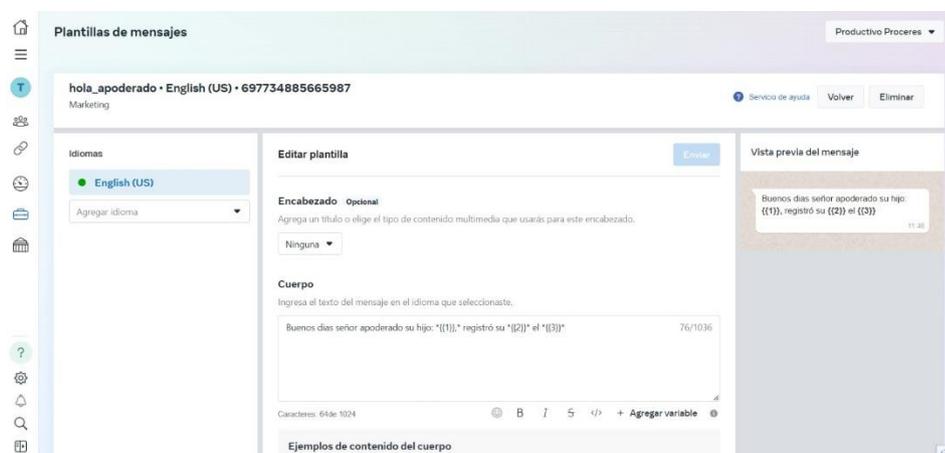


Configuración para el envío de mensajes de texto

Se utilizo como recurso la red social WhatsApp el cual está siendo bastante utilizado por los padres de familia y docente, esta aplicación será el medio de comunicación entre el sistema y los padres de familia. Conectamos el sistema con esta red social, se establece la plantilla del mensaje a enviar.

Ilustración 25

Plantilla del mensaje



Este proceso de envío de mensaje se configuro para que se realice después del registro de un estudiante, es decir un estudiante pasa su tarjeta por el lector, este es reconocido e inmediatamente guardado en la base de datos, seguido este proceso se ejecuta el CROM (administrador de procesos en segundo plano o también conocido como demonio), el cual se ejecuta cada minuto y verifica la existencia de un registro nuevo de asistencia y procede con el envío del mensaje para lo cual al registrar datos del estudiante se solicitó el número de celular de los padres de familia.

Ilustración 26

CROM en ejecución

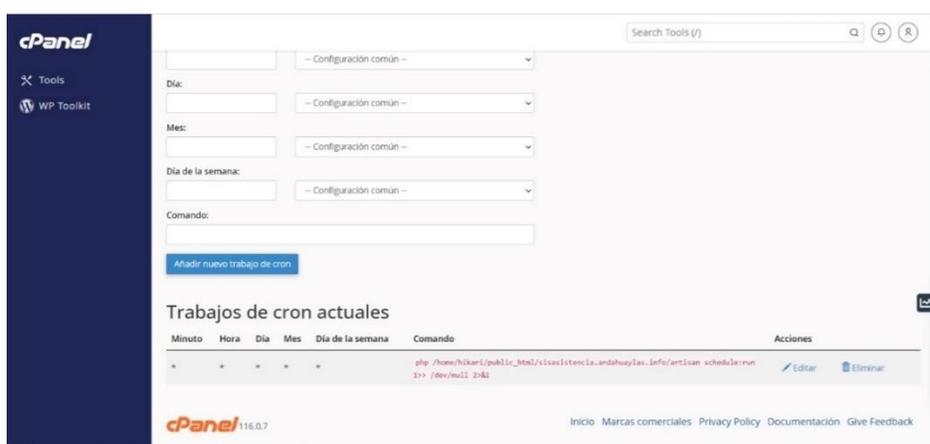
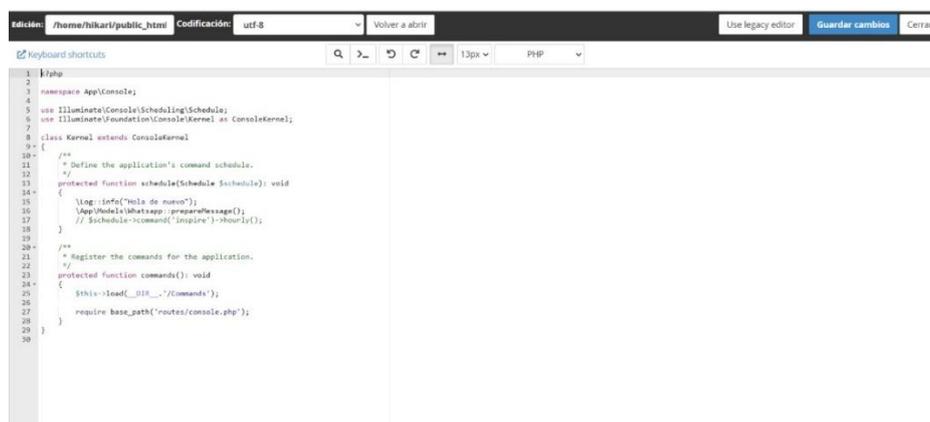


Ilustración 27

Secuencia de ejecución



Conexión e instalación de pantalla LCD 1602

Como dispositivo de salida se utilizó la pantalla LCD 16x02, la cual cumplirá la función de mostrar al público la fecha y hora actual, para lo cual necesitamos realizar las conexiones con la Raspberry, utilizaremos también un módulo I2C el cual nos permite establecer comunicación con uno o más controladores.

Ilustración 28

Conexión de I2C y Raspberry

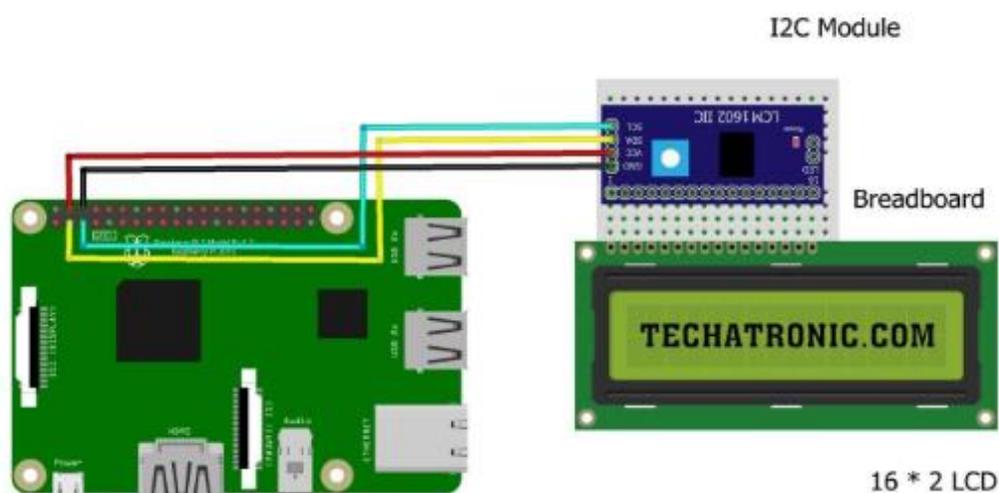


Tabla 9

Puertos de la LCD 1602 y Raspberry

Pin 16X02 LCD	Pin Raspberry	Nombre del Pin
SDA	3	GPIO 2 (SDA)
SCL	5	GPIO 3 (SCL)
VCC	2	5V POWER
GND	9	GROUND

Se procede a activar el puerto I2C para lo cual lo haremos desde la terminal con el comando `sudo raspi-config -> interfaces options -> I2C -> escogemos "YES" -> "ACEPTAR" -> FINISH.`

Ilustración 29

Interfaz de opciones

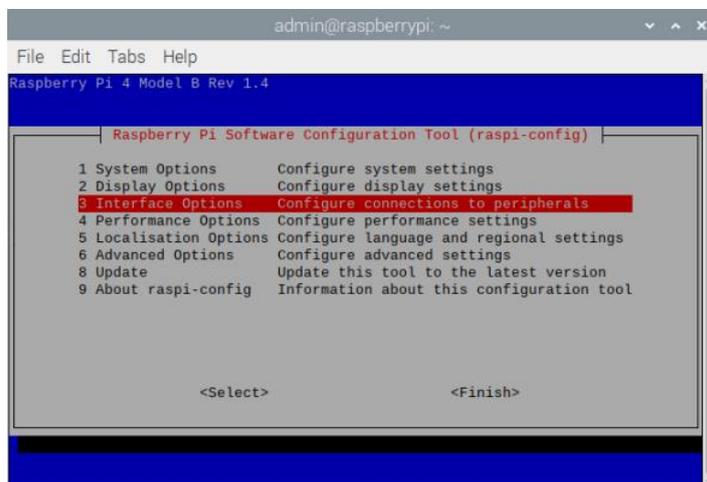
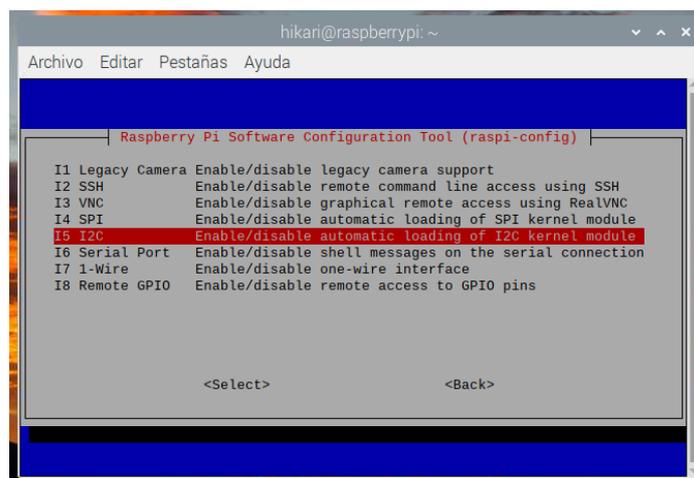


Ilustración 30

Interfaz I2C

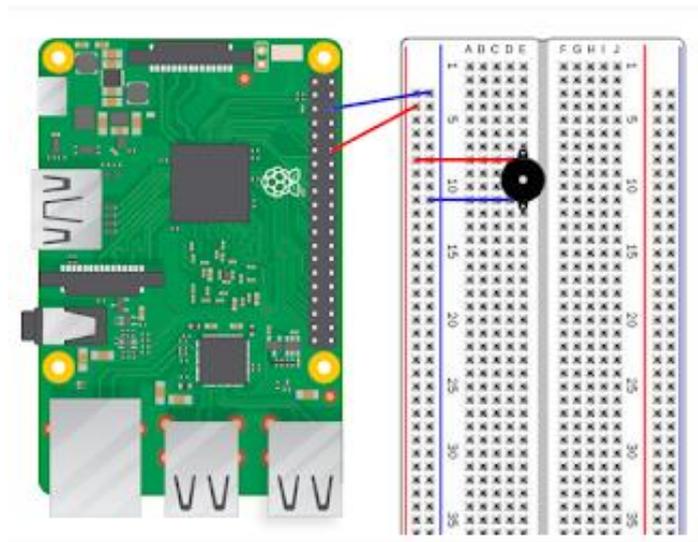


Conexión e instalación del módulo buzzer activo

Para que el registro pueda ser detectado por el estudiante, se optó por utilizar un buzzer zumbador activo el cual realiza un sonido al leer la tarjeta, dando a entender que ya se registró y debe retirarse para dar paso al siguiente compañero. Se procedió a realizar las conexiones e instalación necesarias entre el buzzer y el Raspberry Pi4.

Ilustración 31

Conexión entre el buzzer y Raspberry



Fuente: <https://frambuesa-pi.blogspot.com/>

Tabla 10

Puertos Buzzer y Raspberry

Pin Buzzer	Pin Raspberry	Nombre del Pin
GND	6	GROUND
POSITIVO	12	GPIO 18 (PCM_CLK)

Se requiere de las siguientes librerías GPIO para su funcionamiento las cuales la redactamos en el archivo que contiene el conglomerado de todo el código necesario para el funcionamiento automático del módulo lector.

Ilustración 32

Librerías necesarias del Buzzer

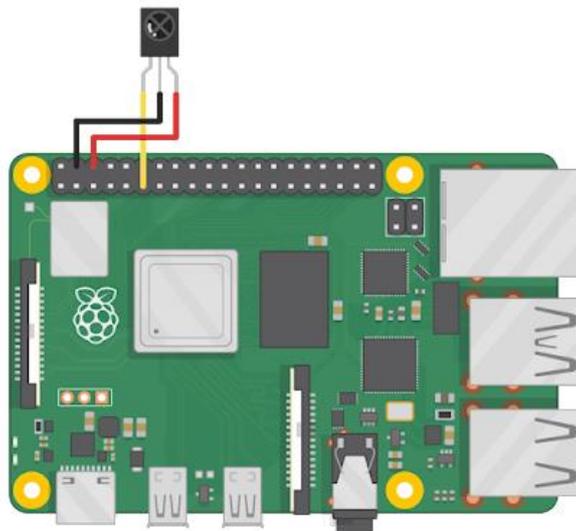
```
buzzer.py - /home/admin/buzzer.py (3.9.2)
File Edit Format Run Options Window Help
# importamos la libreria GPIO
import RPi.GPIO as GPIO
# desactivamos mensajes de error
GPIO.setwarnings(False)
# indicamos el uso de la identificacion BCM para los GPIO
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
# indicamos que el GPIO18 es de salida de corriente
GPIO.setup(18, GPIO.OUT)
# damos corriente al pin
GPIO.output(18, True)
```

Conexión e instalación del módulo sensor infrarrojo

El módulo del sensor infrarrojo es otro equipo electrónico que se utilizó el cual tiene asignado la función de controlar el estado del sistema operativo ya sea para apagar (shutdown) o reiniciar (reboot), a través de un control remoto podemos tener dar la orden de apagar o reiniciar la Raspberry ya que el encendido es automático.

Ilustración 33

Conexión del módulo infrarrojo



Fuente: <https://www.ignorantofthings.com/2022/03/receiving-infrared-on-raspberry>

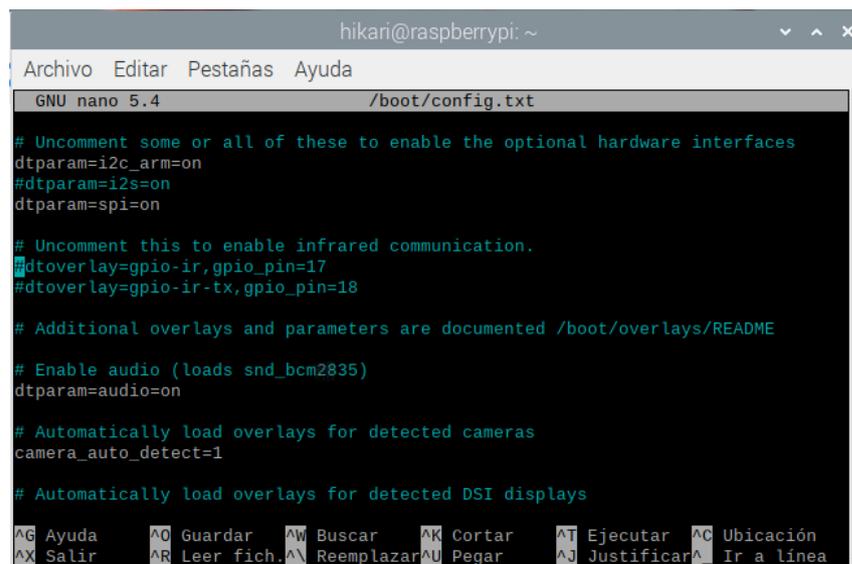
[pi-with.html](#)

Se requiere activar el “dtoverlay”, el cual permite la comunicación infrarroja para lo cual ejecutaremos el siguiente comando:

- *Sudo nano /boot/config.txt*

Ilustración 34

Interfaz /boot/config.txt



```
hikari@raspberrypi: ~
Archivo Editar Pestañas Ayuda
GNU nano 5.4 /boot/config.txt
# Uncomment some or all of these to enable the optional hardware interfaces
dtparam=i2c_arm=on
#dtparam=i2s=on
dtparam=spi=on

# Uncomment this to enable infrared communication.
dtoverlay=gpio-ir,gpio_pin=17
#dtoverlay=gpio-ir-tx,gpio_pin=18

# Additional overlays and parameters are documented /boot/overlays/README

# Enable audio (loads snd_bcm2835)
dtparam=audio=on

# Automatically load overlays for detected cameras
camera_auto_detect=1

# Automatically load overlays for detected DSI displays

^G Ayuda ^O Guardar ^W Buscar ^K Cortar ^T Ejecutar ^C Ubicación
^X Salir ^R Leer fich. ^\ Reemplazar ^U Pegar ^J Justificar ^_ Ir a línea
```

Se des comentó la línea del código “dtoverlay=gpio_pin=17”, guardar y reiniciar el Raspberry. Procedemos a instalar ir-keytable, que nos permitirá códigos de escaneo IR a través del sensor, ejecutamos los siguientes comandos.

- *Sudo apt-get install ir-keytable*
- *Sudo ir-keytable -p all*

También se requiere instalar “evdev y evtest”, para lo cual utilizaremos los siguientes comandos.

- *Sudo pip3 install evdev*
- *Sudo apt-get install evtest*

El código para el control de del infrarrojo contiene las sentencias en las cuales se asigna el botón para una tarea en específico como apagar y reiniciar el sistema.

Ilustración 35

Código control del infrarrojo

```
def infrarojo():
    try:
        event_list = [event.value for event in events]
        print("Received commands:", event_list)
    except BlockingIOError:
        print("No commands received.\n")

    while(True):
        event = dev.read_one()
        if (event):
            if(event.value==69):
                mylcd.lcd_clear()
                mylcd.lcd_display_string("Reiniciando", 2)
                #os.system("sudo reboot")
            elif (event.value==71):
                mylcd.lcd_clear()
                mylcd.lcd_display_string("Apagando", 1)
                #os.system("sudo shutdown -h now")

            print("Received commands", event.value)

hiloInfrarojo = threading.Thread(target=infrarojo)
hiloInfrarojo.start()

print("infrarojo iniciado")
```

ANEXO 04

DESARROLLO DEL SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM

- Base de datos

Para el presente proyecto se desarrolló la base de datos, el cual se encargará de almacenar los datos que se genere, la creación de la base de datos se realizó el dominio contratado con el nombre “hikari_dbasistencia”.

Ilustración 36

Creación de la base de datos

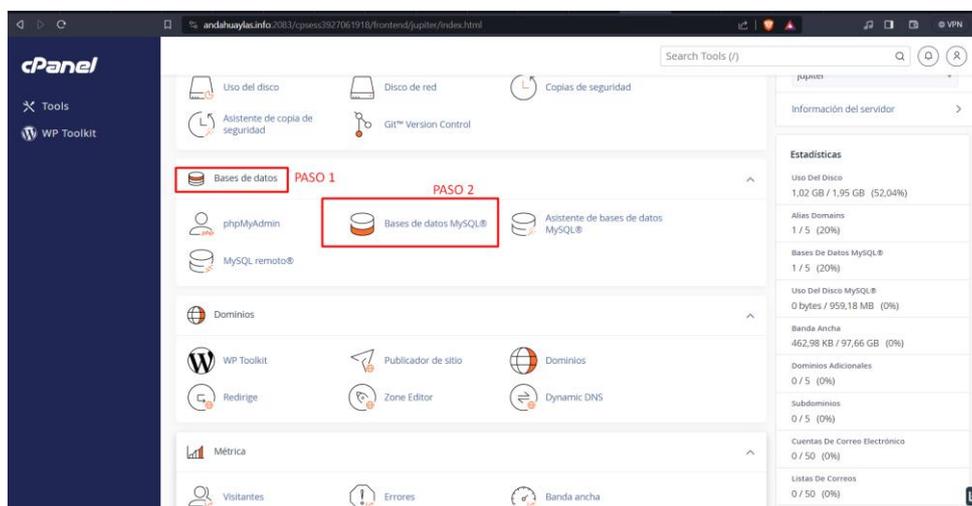


Ilustración 37

Base de datos creada

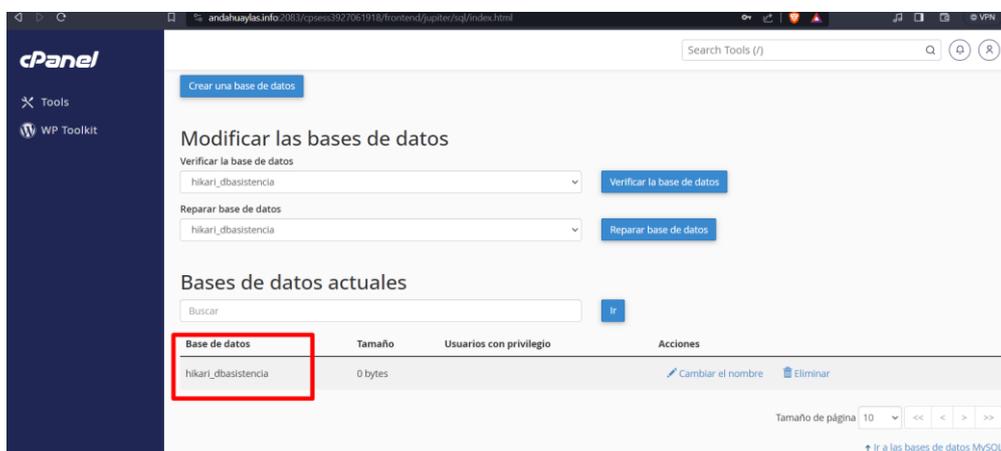


Ilustración 38

Creación de usuario

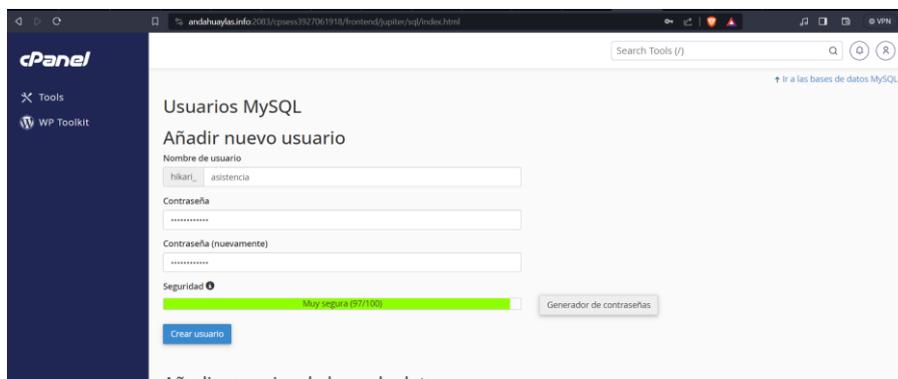
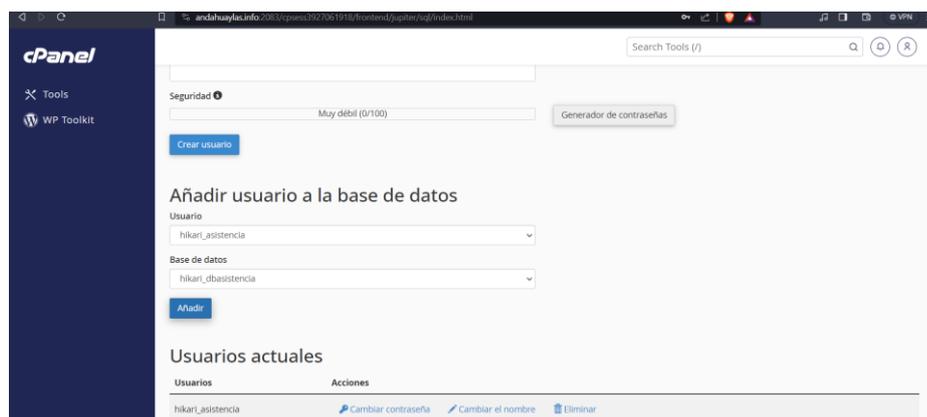


Ilustración 39

Asignar usuario a la base de datos



DISEÑO DEL SISTEMA SISASISTENCIA

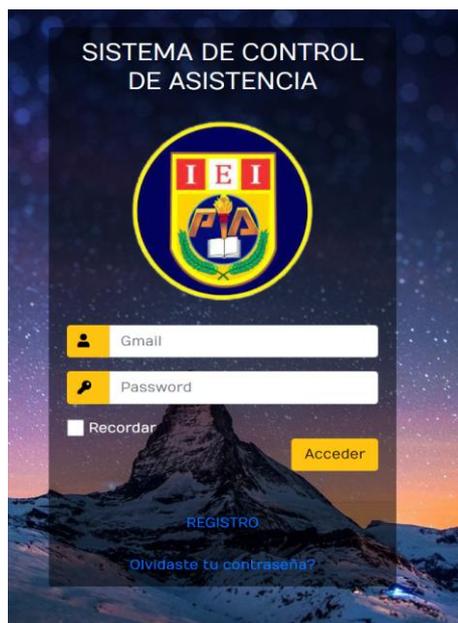
Por otra parte, se desarrolló la interfaz web, a través de la cual se recolectará datos de los estudiantes, matricular al grado respectivo del alumno, creación de usuario en dos roles Administrador y apoderado con los permisos respectivos, por último, tenemos el módulo de asistencia en la cual se nos muestra el listado general de asistencia.

Interfaz de login al sistema

Se desarrollo como medio de seguridad la interfaz de login en la cual debemos ingresar el Gmail y password. En el proyecto se trabajó con roles, tenemos el rol de administrador el cual tiene acceso a todos los módulos con los permisos sin restricción, por otra parte, tenemos el rol de apoderado en la cual el padre de familia pueda ingresar solamente con el número de DNI del estudiante, la vista que se mostrara para el apoderado es solo el módulo de asistencia.

Ilustración 40

Vista de login

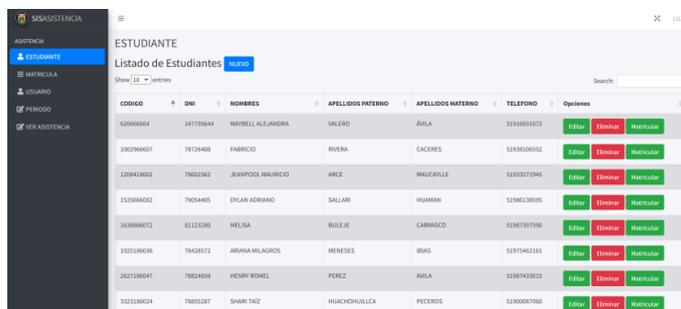


Módulo Estudiante

El módulo estudiante se desarrolló con la finalidad de registra a todos los estudiantes de la institución educativa, en la cual la vista principal es los datos de todos los estudiantes en general, cuenta también con las opciones de nuevo registro, editar, eliminar y la opción de matrícula.

Ilustración 41

Listado de estudiantes

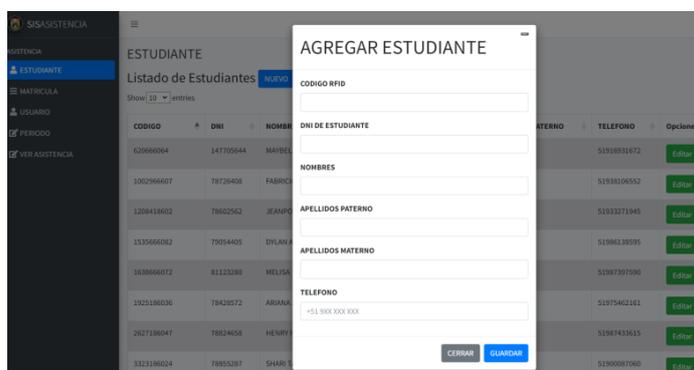


CODIGO	DNI	NOMBRES	APELLIDOS PATERNO	APELLIDOS MATERNO	TELEFONO	Opciones
62066004	14770564	MAYRELL ALEJANDRA	VALERO	AÑILA	5193803672	Editar Eliminar Matricular
190296607	78726408	FABRICO	RIVERA	CACERES	5193810652	Editar Eliminar Matricular
120841802	78822562	JEANPOOL NAURICO	ARCE	MAUCARILE	5193271945	Editar Eliminar Matricular
153066002	79054405	DIVLAN ADRIANO	SALLARI	HUAMAN	5198613895	Editar Eliminar Matricular
163866072	81232380	MELISA	BULEJE	CARRASCO	51987397590	Editar Eliminar Matricular
192518836	78428572	ARIANA MILAGROS	HENESES	IBAS	51975462161	Editar Eliminar Matricular
2627188047	78824658	HENRY ROHEL	PEREZ	AÑILA	51987433615	Editar Eliminar Matricular
3321186024	78855287	SHARI TAIZ	HUACHOHULLICA	PECEROS	51900087060	Editar Eliminar Matricular

Se cuenta con la opción de nuevo registro, para cual se nos pedirán datos del estudiante que se dese agregar los cuales son el código único de estudiante, DNI, nombres, apellidos paterno y materno, por último, el número telefónico del padre de familia.

Ilustración 42

Nuevo estudiante



AGREGAR ESTUDIANTE

CODIGO RFD

DNI DE ESTUDIANTE

NOMBRES

APELLIDOS PATERNO

APELLIDOS MATERNO

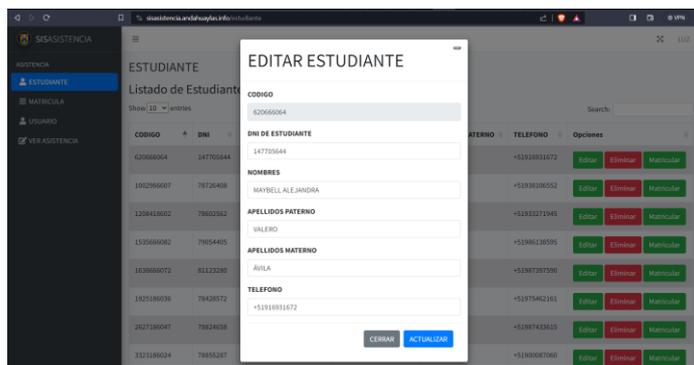
TELEFONO

+51 900 XXX XXX

CERRAR GUARDAR

Ilustración 43

Editar datos del estudiante



EDITAR ESTUDIANTE

CODIGO

62066004

DNI DE ESTUDIANTE

14770564

NOMBRES

MAYRELL ALEJANDRA

APELLIDOS PATERNO

VALERO

APELLIDOS MATERNO

AÑILA

TELEFONO

+5193803672

CERRAR ACTUALIZAR

En el módulo del estudiante también encontramos la opción de matricular a un estudiante al grado que le corresponde, para ellos va requerir el código único de estudiante, el año académico, grado y sección correspondiente.

Ilustración 44

Agregar matricula

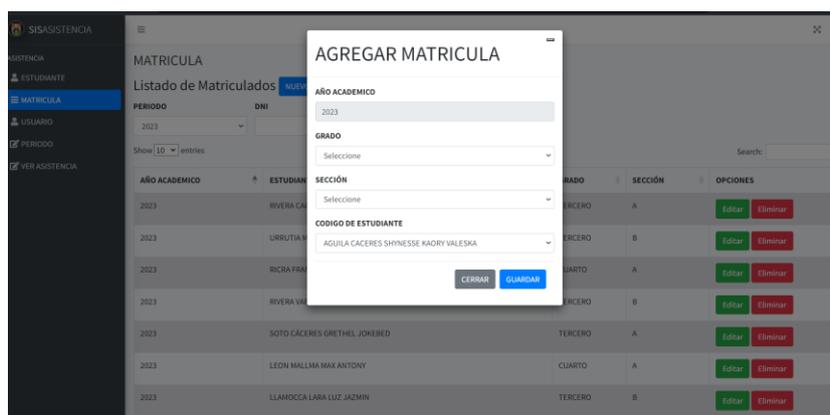
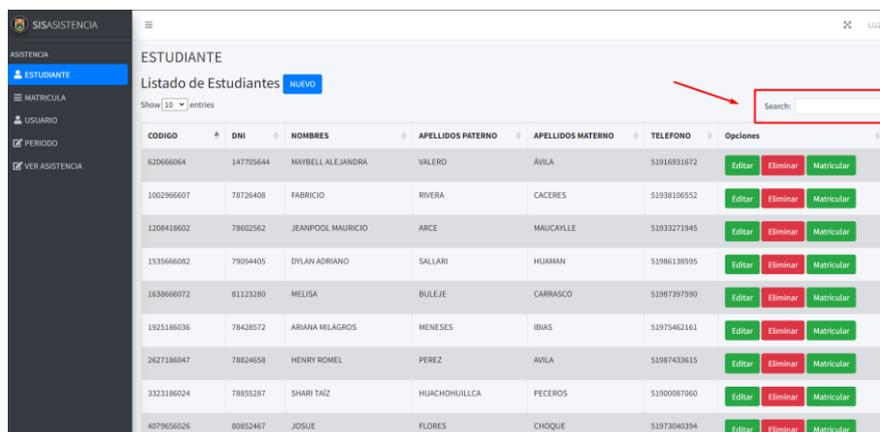


Ilustración 45

Buscador de registros



Modulo Matricula

Se desarrollo el módulo de matrícula, la cual se encarga de mostrar el listado de matriculados por grado. Del mismo modo se puede encontrar las opciones de nuevo registro y actualizar datos.

Ilustración 46

Listado de matricula

AÑO ACADÉMICO	ESTUDIANTE	GRADO	SECCIÓN	OPCIONES
2023	RIVERA CACERES FABRICIO	TERCERO	A	Editar Eliminar
2023	URRUTIA MACHACCA NÉLIDA	TERCERO	B	Editar Eliminar
2023	RICRA FRANCO MARIA ALEJANDRA	CUARTO	A	Editar Eliminar
2023	RIVERA VARGAS SHEYLA NILDA	TERCERO	B	Editar Eliminar
2023	SOTO CÁCERES GRETHEL JOKEBED	TERCERO	A	Editar Eliminar
2023	LEON MALLMA MAX ANTONY	CUARTO	A	Editar Eliminar
2023	LLAMOCCA LARA LUZ JAZMIN	TERCERO	B	Editar Eliminar

Ilustración 47

Nuevo registro

AGREGAR MATRICULA

AÑO ACADÉMICO: 2023

GRADO: Seleccione

SECCIÓN: Seleccione

CODIGO DE ESTUDIANTE: AGUILA CACERES SHYNESSE KADRY VALESKA

CERRAR GUARDAR

Ilustración 48

Editar datos de la matricula

EDITAR MATRICULA

AÑO ACADÉMICO: 2023

GRADO: TERCERO

SECCIÓN: A

CODIGO DE ESTUDIANTE: 1002966607

ESTUDIANTE: RIVERA CACERES FABRICIO

CERRAR ACTUALIZAR

Ilustración 49

Buscador de registros

SISASISTENCIA

ASISTENCIA

- ESTUDIANTE
- MATRICULA**
- USUARIO
- PERIODO
- VER ASISTENCIA

MATRICULA

Listado de Matriculados **NOUEVO** **CAMÉ**

PERIODO: 2023 DNI: **Buscar** Search:

Show 10 entries

AÑO ACADÉMICO	ESTUDIANTE	GRADO	SECCIÓN	OPCIONES
2023	RIVERA CACERES FABRICIO	TERCERO	A	Editar Eliminar
2023	URRUTIA MACHACCA NÉLIDA	TERCERO	B	Editar Eliminar
2023	RICHA FRANCO MARIA ALEJANDRA	CUARTO	A	Editar Eliminar
2023	RIVERA VARGAS SHEYLA NILDA	TERCERO	B	Editar Eliminar
2023	SOTO CÁCERES GRETHEL JOKEBED	TERCERO	A	Editar Eliminar
2023	LEON MALLMA MAX ANTONY	CUARTO	A	Editar Eliminar
2023	LLAMOCCA LARA LUZ JAZMIN	TERCERO	B	Editar Eliminar

Modulo Usuario

En el módulo del usuario tiene como finalidad la creación de usuarios para el acceso al sistema con los respectivos permisos como se presente el caso. Se planteo la creación de roles de usuarios, es decir consta del rol de administrador el cual tiene acceso al sistema en su totalidad, por otro lado, se tiene el rol de apoderado (padres de familia) el cual solo tiene acceso al listado de asistencia.

Ilustración 50

Listado de usuarios

SISASISTENCIA

ASISTENCIA

- ESTUDIANTE
- MATRICULA
- USUARIO**
- PERIODO
- VER ASISTENCIA

USUARIO

Listado de Usuarios **NOUEVO**

Show 10 entries Search:

ID	NOMBRE	CORREO	ROL	ESTADO	OPCIONES
1	LUZ	mizoryluz@gmail.com	1	Administrador	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
3	EDGAR	31174668	1	Administrador	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
4	BETSABET YESICA	78762938	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
5	LUZ MILENIA	61714111	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
6	MATIAS LEANDRO	78706127	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
7	ERIK NEYMAR	79085573	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
8	YOANDRY	78523049	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña
9	JHANISS VALERY	78807974	2	Apoderado	Editar Eliminar Cambiar Contraseña

Ilustración 51

Nuevo registro de usuario

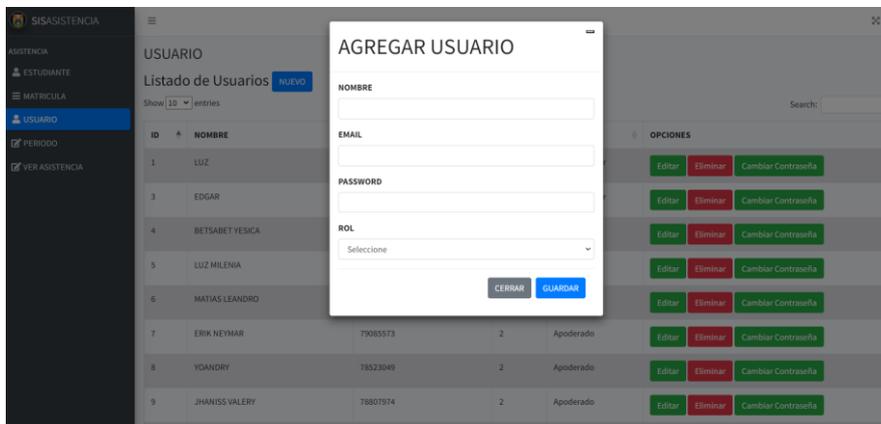


Ilustración 52

Editar datos

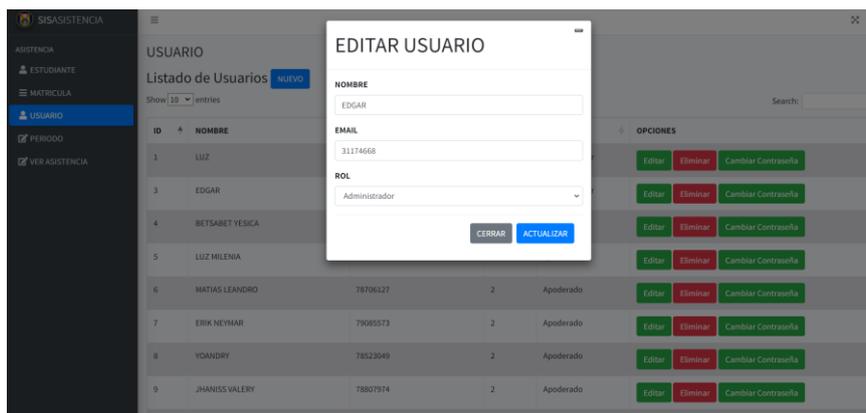
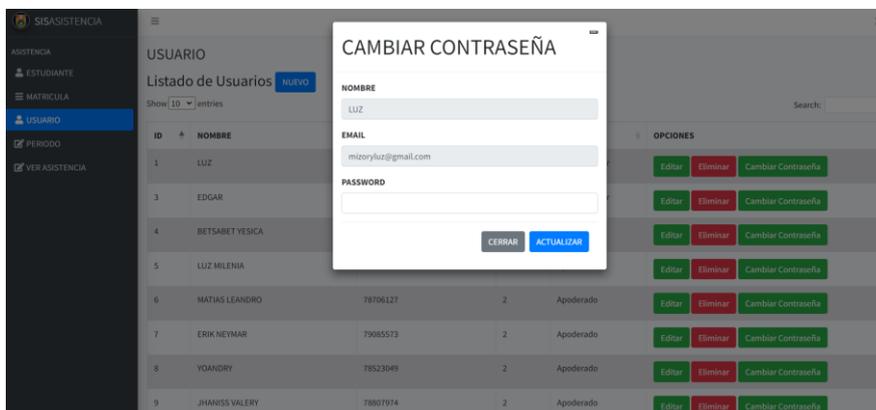


Ilustración 53

Cambio de contraseña

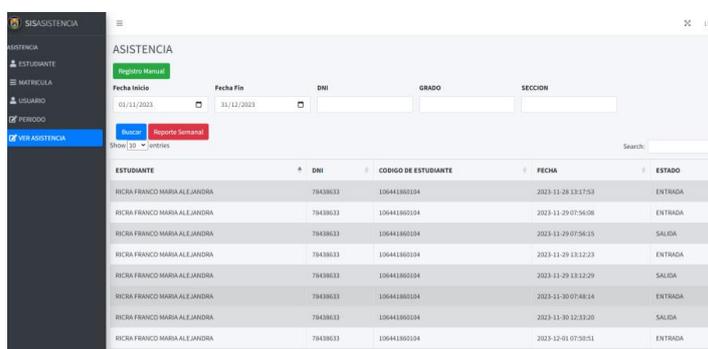


Modulo Ver Asistencia

Se desarrollo el módulo de ver asistencia, el cual muestra el listado del registro de asistencia, posee un gestor de búsqueda ya sea en un rango de fechas (fecha inicio y fecha fin), búsqueda por DNI y búsqueda general.

Ilustración 54

Listado de asistencia



The screenshot shows the 'ASISTENCIA' module interface. At the top, there are search filters for 'Fecha Inicio' (01/11/2023), 'Fecha Fin' (31/12/2023), 'DNI', 'GRADO', and 'SECCION'. Below these are buttons for 'Acción' and 'Reporte Semanal'. A table lists attendance records with columns for 'ESTUDIANTE', 'DNI', 'CODIGO DE ESTUDIANTE', 'FECHA', and 'ESTADO'. The table contains 8 rows of data for 'RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA'.

ESTUDIANTE	DNI	CODIGO DE ESTUDIANTE	FECHA	ESTADO
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-28 13:17:53	ENTRADA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-29 07:56:08	ENTRADA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-29 07:56:15	SALIDA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-29 13:12:23	ENTRADA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-29 13:12:29	SALIDA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-30 07:48:14	ENTRADA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-11-30 12:33:20	SALIDA
RICIA FRANCO MARIA ALEJANDRA	78438633	106441805104	2023-12-01 07:50:51	ENTRADA

Ilustración 55

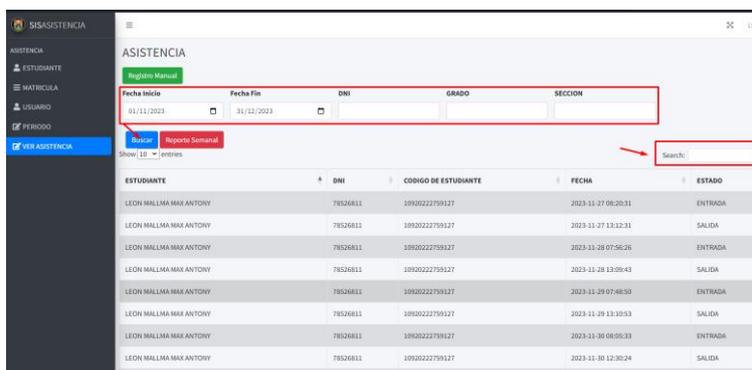
Registro manual de asistencia



The screenshot shows a 'REGISTRO MANUAL' dialog box overlaid on the 'ASISTENCIA' module. The dialog has fields for 'CODIGO DE ESTUDIANTE' and 'ESTADO'. Below the fields are 'CERRAR' and 'GUARDAR' buttons. The background shows the 'ASISTENCIA' interface with search filters and a table.

Ilustración 56

Gestor de búsqueda



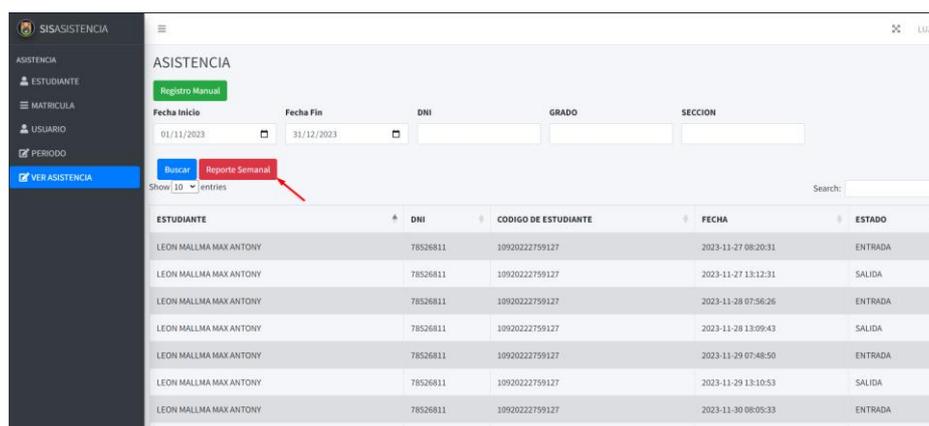
The screenshot shows the 'ASISTENCIA' module interface with search filters highlighted by red boxes. The filters include 'Fecha Inicio' (31/11/2023), 'Fecha Fin' (31/12/2023), 'DNI', 'GRADO', and 'SECCION'. A 'Search:' field is also highlighted. Below the filters is a table listing attendance records for 'LEON MALLMA MAX ANTONY'.

ESTUDIANTE	DNI	CODIGO DE ESTUDIANTE	FECHA	ESTADO
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-27 08:20:31	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-27 13:12:31	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-28 07:56:26	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-28 13:09:43	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-29 07:48:50	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-29 13:10:53	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-30 08:05:33	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222795127	2023-11-30 12:30:24	SALIDA

En temas de reporte documentado se cuenta con la opción de PDF el cual exporta un archivo en pdf con el resultado de la búsqueda, es decir si se realiza una búsqueda en específico puede ser entre rango de fechas o de un solo alumno con su DNI.

Ilustración 57

Exportar reporte semanal



The screenshot shows the SISASISTENCIA web interface. On the left is a dark sidebar with navigation options: ASISTENCIA, ESTUDIANTE, MATRICULA, USUARIO, PERIODO, and VER ASISTENCIA (highlighted in blue). The main content area is titled 'ASISTENCIA' and includes a 'Registro Manual' button. Below this are input fields for 'Fecha Inicio' (01/11/2023), 'Fecha Fin' (31/12/2023), 'DNI', 'GRADO', and 'SECCION'. There are 'Buscar' and 'Reporte Semanal' buttons, with the latter highlighted in red and pointed to by a red arrow. Below the buttons is a table with columns: ESTUDIANTE, DNI, CODIGO DE ESTUDIANTE, FECHA, and ESTADO. The table contains seven rows of attendance records for 'LEON MALLMA MAX ANTONY'.

ESTUDIANTE	DNI	CODIGO DE ESTUDIANTE	FECHA	ESTADO
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-27 08:20:31	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-27 13:12:31	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-28 07:56:26	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-28 13:09:43	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-29 07:48:50	ENTRADA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-29 13:10:53	SALIDA
LEON MALLMA MAX ANTONY	78526811	10920222759127	2023-11-30 08:05:33	ENTRADA

PUESTA EN PRODUCCIÓN DEL SISTEMA

Creación del sub dominio

Llegado hasta este punto se cuenta con el sistema web el cual requiere ser cargado estar en la red, para lo cual se creó un sub dominio con la nomenclatura sisasistencia.andahuaylas.info.

Ilustración 58

Interfaz de configuración del dominio

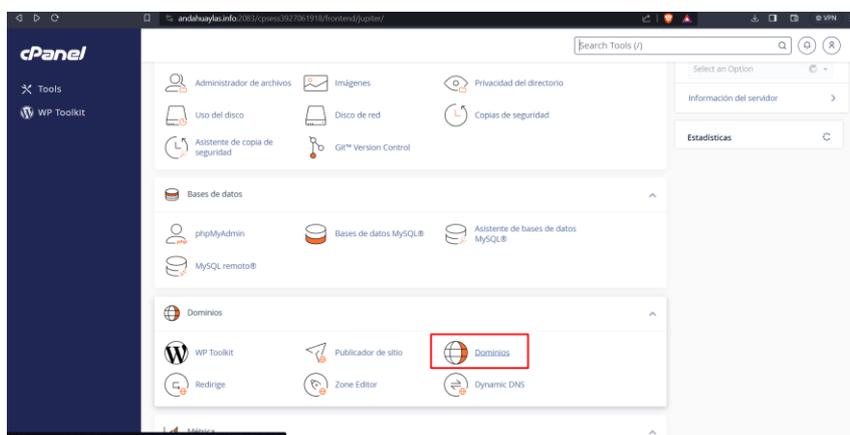


Ilustración 59

Creación de subdominio

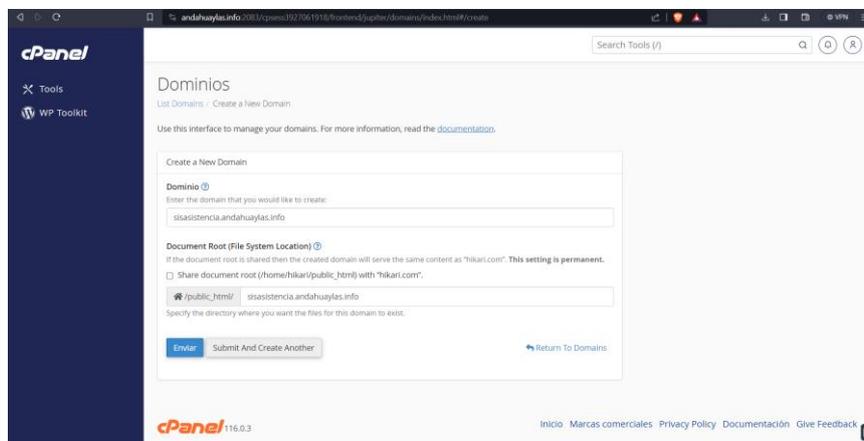
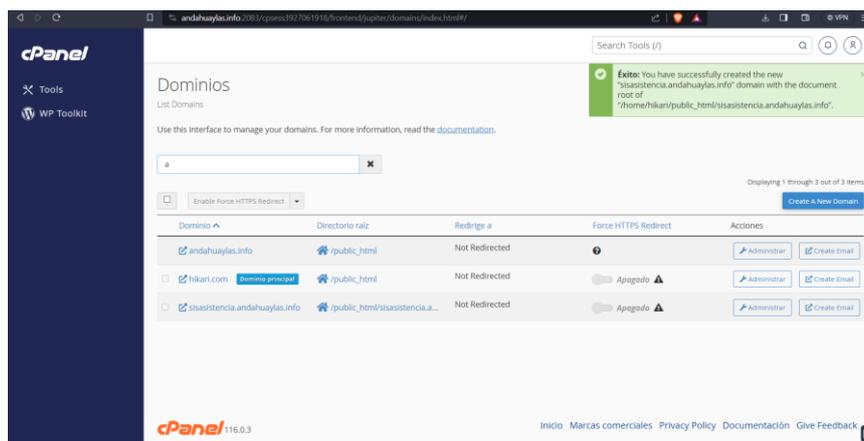


Ilustración 60

Subdominio sisasistencias.andahuaylas.info

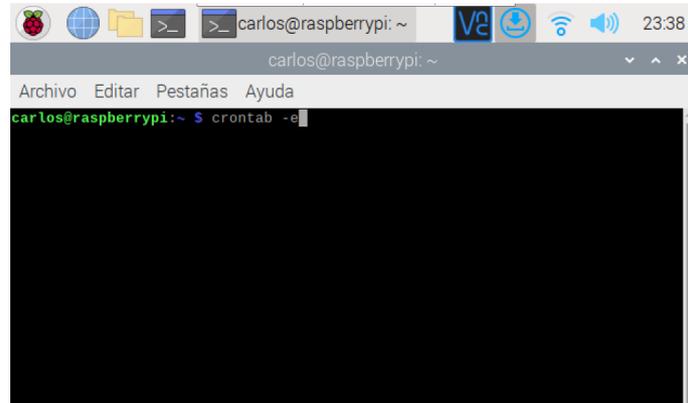


Ejecución en segundo plano del módulo lector

Llegado a esta instancia ya se cuenta con el proyecto desarrollado al 100%, se cuenta con el sistema web puesto en producción y el tarjetero para el control de asistencias funcional requiere que el código fuente se ejecute automáticamente en segundo plano, para ellos agregaremos una línea de código en el archivo “crontab” el cual se accede desde la terminal del Raspberry.

Ilustración 61

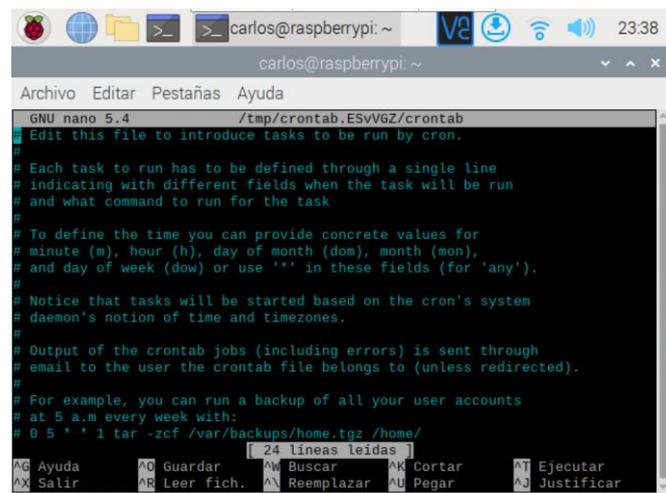
Archivo crontab



```
carlos@raspberrypi: ~  
carlos@raspberrypi:~$ crontab -e
```

Ilustración 62

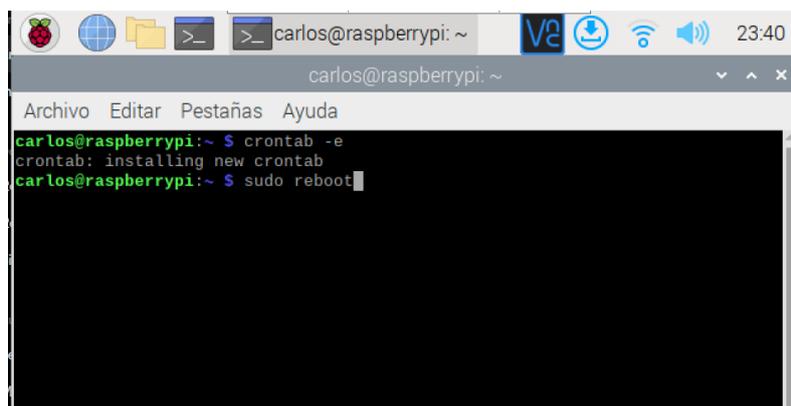
Código para la ejecución en segundo plano



```
GNU nano 5.4 /tmp/crontab.E5v6Z/crontab  
# Edit this file to introduce tasks to be run by cron.  
#  
# Each task to run has to be defined through a single line  
# indicating with different fields when the task will be run  
# and what command to run for the task  
#  
# To define the time you can provide concrete values for  
# minute (m), hour (h), day of month (dom), month (mon),  
# and day of week (dow) or use '*' in these fields (for 'any').  
#  
# Notice that tasks will be started based on the cron's system  
# daemon's notion of time and timezones.  
#  
# Output of the crontab jobs (including errors) is sent through  
# email to the user the crontab file belongs to (unless redirected).  
#  
# For example, you can run a backup of all your user accounts  
# at 5 a.m every week with:  
# 0 5 * * 1 tar -zcf /var/backups/home.tgz /home/  
#
```

Ilustración 63

Reinició del sistema Raspbian



```
carlos@raspberrypi: ~  
carlos@raspberrypi:~$ crontab -e  
crontab: installing new crontab  
carlos@raspberrypi:~$ sudo reboot
```

ANEXO 05

SISTEMA BASADO EN TECNOLOGÍA RFID Y GSM PARA EL CONTROL DE ASISTENCIA ESCOLAR

Tiempos en segundos. Sistema de control tradicional					
N°	Segundos	Minutos			
1	23	0,38333333	37	15	0,25
2	15	0,25	38	16	0,26666667
3	17	0,28333333	39	20	0,33333333
4	19	0,31666667	40	25	0,41666667
5	24	0,4	41	27	0,45
6	26	0,43333333	42	25	0,41666667
7	16	0,26666667	43	16	0,26666667
8	26	0,43333333	44	18	0,3
9	18	0,3	45	16	0,26666667
10	21	0,35	46	20	0,33333333
11	21	0,35	47	17	0,28333333
12	25	0,41666667	48	19	0,31666667
13	30	0,5	49	22	0,36666667
14	23	0,38333333	50	18	0,3
15	29	0,48333333	51	23	0,38333333
16	15	0,25	52	19	0,31666667
17	20	0,33333333	53	27	0,45
18	17	0,28333333	54	18	0,3
19	15	0,25	55	29	0,48333333
20	15	0,25	56	18	0,3
21	20	0,33333333	57	26	0,43333333
22	20	0,33333333	58	18	0,3
23	27	0,45	59	19	0,31666667
24	30	0,5	60	27	0,45
25	27	0,45	61	25	0,41666667
26	16	0,26666667	62	18	0,3
27	29	0,48333333	63	22	0,36666667
28	22	0,36666667	64	19	0,31666667
29	21	0,35	65	22	0,36666667
30	22	0,36666667	66	22	0,36666667
31	20	0,33333333	67	23	0,38333333
32	19	0,31666667	68	21	0,35
33	16	0,26666667	69	26	0,43333333
34	16	0,26666667	70	30	0,5
35	21	0,35	71	18	0,3
36	20	0,33333333	72	17	0,28333333
			73	19	0,31666667
			74	25	0,41666667
			75	23	0,38333333
			76	29	0,48333333

77	16	0,26666667
78	26	0,43333333
79	27	0,45
80	26	0,43333333
81	21	0,35
82	16	0,26666667
83	27	0,45
84	18	0,3
85	15	0,25
86	21	0,35
87	16	0,26666667
88	30	0,5
89	15	0,25
90	29	0,48333333
91	26	0,43333333
92	26	0,43333333
93	22	0,36666667
94	17	0,28333333
95	17	0,28333333
96	24	0,4
97	22	0,36666667
98	21	0,35
99	18	0,3
100	23	0,38333333
101	19	0,31666667
102	27	0,45
103	18	0,3
104	29	0,48333333
105	18	0,3
106	26	0,43333333
107	18	0,3
108	19	0,31666667
109	27	0,45
110	25	0,41666667
111	18	0,3
112	22	0,36666667
113	19	0,31666667
114	22	0,36666667
115	22	0,36666667
116	23	0,38333333
117	21	0,35
118	26	0,43333333
119	30	0,5
120	18	0,3

121	17	0,28333333
122	19	0,31666667
123	25	0,41666667
124	23	0,38333333
125	29	0,48333333
126	16	0,26666667
127	26	0,43333333
128	27	0,45
129	26	0,43333333
130	21	0,35
131	16	0,26666667
132	27	0,45
133	18	0,3
134	15	0,25
135	21	0,35
136	16	0,26666667
137	30	0,5
138	15	0,25
139	29	0,48333333
140	26	0,43333333
141	26	0,43333333
142	22	0,36666667
143	17	0,28333333
144	17	0,28333333
145	24	0,4
146	22	0,36666667
147	21	0,35
148	23	0,38333333
149	15	0,25
150	17	0,28333333
151	19	0,31666667
152	24	0,4
153	26	0,43333333
154	16	0,26666667
155	26	0,43333333
156	18	0,3
157	21	0,35
158	21	0,35
159	25	0,41666667
160	30	0,5
161	23	0,38333333
162	29	0,48333333
163	15	0,25
164	20	0,33333333

165	17	0,28333333
166	15	0,25
167	15	0,25
168	20	0,33333333
169	20	0,33333333
170	27	0,45
171	30	0,5
172	27	0,45
173	16	0,26666667
174	29	0,48333333
175	22	0,36666667
176	21	0,35
177	22	0,36666667
178	20	0,33333333
179	19	0,31666667
180	16	0,26666667
181	16	0,26666667

182	21	0,35
183	20	0,33333333
184	15	0,25
185	16	0,26666667
186	20	0,33333333
187	25	0,41666667
188	27	0,45
189	25	0,41666667
190	16	0,26666667
191	18	0,3
192	16	0,26666667
Promedio	21,427083	0,35711805

Tiempos en segundos. Sistema de control de asistencia por RFID		
N°	Segundos	Minutos
1	3	0,05
2	5	0,08333333
3	4	0,06666667
4	3	0,05
5	4	0,06666667
6	2	0,03333333
7	3	0,05
8	5	0,08333333
9	4	0,06666667
10	4	0,06666667
11	3	0,05
12	2	0,03333333
13	5	0,08333333
14	3	0,05
15	3	0,05
16	3	0,05
17	5	0,08333333
18	4	0,06666667
19	2	0,03333333
20	4	0,06666667
21	3	0,05
22	3	0,05
23	5	0,08333333
24	4	0,06666667
25	4	0,06666667
26	4	0,06666667
27	2	0,03333333
28	5	0,08333333
29	3	0,05
30	3	0,05
31	4	0,06666667
32	3	0,05
33	4	0,06666667
34	4	0,06666667
35	3	0,05
36	3	0,05
37	3	0,05
38	5	0,08333333
39	5	0,08333333
40	5	0,08333333

41	4	0,06666667
42	3	0,05
43	4	0,06666667
44	5	0,08333333
45	3	0,05
46	2	0,03333333
47	3	0,05
48	4	0,06666667
49	5	0,08333333
50	2	0,03333333
51	4	0,06666667
52	3	0,05
53	4	0,06666667
54	2	0,03333333
55	4	0,06666667
56	2	0,03333333
57	3	0,05
58	2	0,03333333
59	3	0,05
60	5	0,08333333
61	4	0,06666667
62	2	0,03333333
63	3	0,05
64	2	0,03333333
65	2	0,03333333
66	4	0,06666667
67	3	0,05
68	3	0,05
69	2	0,03333333
70	4	0,06666667
71	5	0,08333333
72	2	0,03333333
73	3	0,05
74	4	0,06666667
75	2	0,03333333
76	5	0,08333333
77	2	0,03333333
78	3	0,05
79	4	0,06666667
80	5	0,08333333
81	3	0,05
82	4	0,06666667
83	2	0,03333333
84	2	0,03333333

85	3	0,05
86	2	0,03333333
87	2	0,03333333
88	4	0,06666667
89	3	0,05
90	3	0,05
91	2	0,03333333
92	4	0,06666667
93	5	0,08333333
94	2	0,03333333
95	3	0,05
96	4	0,06666667
97	2	0,03333333
98	5	0,08333333
99	2	0,03333333
100	3	0,05
101	4	0,06666667
102	5	0,08333333
103	3	0,05
104	4	0,06666667
105	2	0,03333333
106	4	0,06666667
107	2	0,03333333
108	3	0,05
109	5	0,08333333
110	4	0,06666667
111	4	0,06666667
112	3	0,05
113	2	0,03333333
114	5	0,08333333
115	3	0,05
116	3	0,05
117	3	0,05
118	5	0,08333333
119	4	0,06666667
120	2	0,03333333
121	4	0,06666667
122	3	0,05
123	3	0,05
124	5	0,08333333
125	4	0,06666667
126	4	0,06666667
127	4	0,06666667
128	2	0,03333333

129	5	0,08333333
130	3	0,05
131	4	0,06666667
132	3	0,05
133	4	0,06666667
134	4	0,06666667
135	3	0,05
136	3	0,05
137	3	0,05
138	5	0,08333333
139	5	0,08333333
140	5	0,08333333
141	4	0,06666667
142	3	0,05
143	4	0,06666667
144	5	0,08333333
145	3	0,05
146	2	0,03333333
147	3	0,05
148	4	0,06666667
149	5	0,08333333
150	2	0,03333333
151	4	0,06666667
152	3	0,05
153	4	0,06666667
154	2	0,03333333
155	4	0,06666667
156	2	0,03333333
157	3	0,05
158	2	0,03333333
159	3	0,05
160	5	0,08333333
161	3	0,05
162	5	0,08333333
163	4	0,06666667
164	3	0,05
165	4	0,06666667
166	2	0,03333333
167	3	0,05
168	5	0,08333333
169	4	0,06666667
170	4	0,06666667
171	3	0,05
172	2	0,03333333

173	5	0,08333333
174	3	0,05
175	3	0,05
176	3	0,05
177	5	0,08333333
178	4	0,06666667
179	2	0,03333333
180	4	0,06666667
181	3	0,05
182	3	0,05
183	5	0,08333333
184	4	0,06666667
185	4	0,06666667
186	4	0,06666667
187	2	0,03333333
188	5	0,08333333
189	3	0,05
190	3	0,05
191	4	0,06666667
192	3	0,05
Promedio	3,458333	0,05763889