



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**“Diseño e implementación de un prototipo RFID  
para control de inventarios en laboratorio de la  
UPS”**

Trabajo de titulación Previa la obtención del:

Título de Ingeniería Electrónica mención en Telecomunicaciones

**AUTORES**

Axel Antonio Torres Mora

Kevin Antonio Barahona Ávila

**TUTOR:**

Ing. Víctor David Larco Torres

Guayaquil-Ecuador

2022

## CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TIULACIÓN

Nosotros, **Kevin Antonio Barahona Ávila** con documento de identificación N° 0950367326 y **Axel Antonio Torres Mora** con documento de identificación N° 0941649337; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 09 febrero del 2022

Atentamente,



---

Kevin Antonio Barahona Ávila

0950367326



---

Axel Antonio Torres Mora

0941649337

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Kevin Antonio Barahona Ávila con documento de identificación N° 0950367326 y Axel Antonio Torres Mora con documento de identificación N° 0941649337; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: “Diseño e implementación de un prototipo RFID para control de inventarios en laboratorio de la UPS”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico mención Telecomunicaciones, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 09 febrero del 2022

Atentamente,



---

Kevin Antonio Barahona Ávila

0950367326



---

Axel Antonio Torres Mora

0941649337

## **CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Víctor David Larco Torres con documento de identificación N° 0923270136 , docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO RFID PARA CONTROL DE INVENTARIOS EN LABORATORIO DE LA UPS , realizado por Kevin Antonio Barahona Ávila con documento de identificación N° 0950367326 y Axel Antonio Torres Mora con documento de identificación N° 0941649337; obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyectos Técnicos que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 09 febrero del 2022

Atentamente,



Ing. Víctor David Larco Torres

N° 0923270136

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico principalmente a Dios, quien me ha enseñado, guiado, apoyado, y me ha dado fuerza lo largo de estos años, para poder culminar el proceso de obtener una de mis metas más deseadas a lo largo de mi vida.

A mi Madre: Lic. Mónica Ávila Murillo, le dedico con todo mi corazón mi tesis a ella, pues sin ella no podría haber llegado a cumplir este gran logro. Su apoyo, consejos, esfuerzo, sacrificios, paciencia y sabiduría son la base con lo cual me he formado al día de hoy por eso y por mucho más estoy agradecido de todo corazón. Su infinita comprensión y aguante con mis errores que he ido realizando a lo largo de este camino, en cómo me ha ido aconsejando sobre cada paso que he dado, le estoy agradecido en nunca haberse dado por vencida y seguir esforzándose, en apoyarme con cada una de mis decisiones para poder decir que, gracias a ella hoy soy el hombre de que mi madre está orgullosa.

A mi hermano: Saúl Barahona, por estar presente en cada momento, por haber apoyado y ayudarme en darme cuenta de mis errores, y a la vez de como debería de actuar enfrente de las situaciones complicadas que se me presenten día a día.

A mis tíos: Walter Ávila Galo Ávila, Antonio Ávila, por estar en cada momento importante de mi vida dándome su conocimientos y sabiduría, al igual apoyándome en cada situación complicada y en cómo superar cada momento de mi vida.

A mis tías: María Ávila y Carmen Ávila por aconsejarme y apoyarme dando todo su amor y comprensión en cada situación en la que han podido sin dudar en ningún momento.

A mis abuelos: Manuel Ávila y Piedad Murillo, por brindarme todo su apoyo y amor incondicional en todo momento, gracias a ellos soy quien soy, por ellos puedo decir que puedo lograr estoy mucho más si me lo propongo sin importar la situación y de que ayude a quien lo necesita sin importar quien sea.

**Kevin A. Barahona Ávila**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de titulación en primer lugar a Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a cumplir mis sueños de ser un profesional, que a pesar de las dificultades en el camino hoy veo realizado.

A mis padres: Tnlgo. Antonio Torres y Sra. Carmen Mora de Torres, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más... Su amor infinito me dio la fortaleza y sabiduría necesaria para lograr mis objetivos.

A mi tío: Dr. José Torres, a quién respeto y admiro mucho porque es un ejemplo a seguir, demostrándome que no hay límites para conseguir lo que uno anhela.

A mi abuela Dra. Betsy Lino cuyo amor por mí no conocía límites y quién me enseñó el valor del trabajo duro, por brindarme la oportunidad de seguir superándome hasta el punto de culminar mi carrera, le doy toda mi gratitud y afecto

A mi novia Ing. Melanie Gómez por ser mi apoyo fundamental e incondicional en los momentos muy difíciles de mi vida profesional ya que de una u otra manera siempre estuvo predispuesta a ayudarme.

**Axel A. Torres Mora**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios por la fuerza y salud que me ha dado para poder alcanzar este logro profesional, además de su bendición en cada momento que lo he necesitado.

A mis padres y familiares que estuvieron cerca y pendientes durante este proceso para darme una palabra de aliento y consejos en los momentos oportunos. Por estar incondicionalmente cuando más lo necesite y bríndame los medios necesarios para poder terminar esta etapa de mi vida.

A la Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil por ser el alma máter que me acogió. Sus autoridades y personal docente que otorgaron con la mejor predisposición todos los conocimientos y experiencias para afrontar esta nueva etapa como profesional.

A todos mis compañeros y amigos que he ido haciendo en el transcurso de la carrera en especial a mi grupo de compañeros que fui conociendo mejor cada día, y al día de hoy puedo decir que gracias a ellos pude superar los obstáculos que se presentaban y lograr formar una gran amistad con la cual estoy agradecido.

**Kevin A. Barahona Ávila**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero a Dios sobre todas las cosas, quien con su omnipotencia me supo dar sabiduría para así lograr mi objetivo.

A mis padres, abuela, hermanos y a mi novia quienes siempre estuvieron a mi lado para apoyarme, darme valor en los momentos difíciles que siempre se tienen en la vida.

Mi agradecimiento a todas las autoridades y personal que conforman a la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador, por brindarme todo su apoyo.

A todos los docentes que fueron ellos los que me enseñaron a valorar a los estudios y a superarme cada día, los considero unos excelentes profesionales y de gran calidad humana.

A todos mis amigos y compañeros de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador por brindarme su amistad y confianza.

**Axel A. Torres Mora**



## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad el diseñar, construir e implementar un prototipo RFID con la finalidad de poder llevar un correcto control de inventario de los equipos que se encuentren en un laboratorio de la UPS.

Considerando el alto número de equipos electrónicos y de usuarios que lo utilizan se identificó el hecho de pérdidas o extravíos de equipos lo cual puede significar pérdidas económicas o retrasos en prácticas de los estudiantes. Se decide plantear una solución basada en la tecnología RFID donde permite obtener información física y control de los equipos electrónicos con una precisión absoluta y en el menor tiempo posible.

Este proyecto permite agilizar los procesos operativos y administrativos optimizando recursos y tiempo, además de permitir tener un control total de los equipos en los laboratorios. Se construye un prototipo que simula uno de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana en la cual se implementa equipos electrónicos como Arduino, tags RFID y módulos RFID cuya utilidad es de simular una llave de acceso la cual permite a un único usuario el ingreso a dicho laboratorio; en función con un DSP que es un módulo wifi que trabaje en conjunto a los módulo RFID para lograr establecer una comunicación y a su vez este elemento cumple la función de enviar la información a un servidor Web para así poder tener con mayor precisión los registros de salida de los equipos e incluso la permanencia de ellos dentro del laboratorio.

**Palabras clave: DISEÑO, COMUNICACIÓN, SENSORES, TAG RFID, TRANSMISIÓN.**

## **ABSTRACT**

The purpose of this degree project is to design, build and implement an RFID prototype in order to keep a correct inventory control of the equipment in a laboratory of the UPS.

Considering the high number of electronic equipment and users that use it, it was identified the fact of loss or misplacement of equipment which can mean economic losses or delays in student practices. It was decided to propose a solution based on RFID technology, which allows obtaining physical information and control of electronic equipment with absolute precision and in the shortest possible time.

This project allows streamlining operational and administrative processes, optimizing resources and time, in addition to allowing total control of the equipment in the laboratories. A prototype is built that simulates one of the laboratories of the Salesian Polytechnic University in which electronic equipment such as Arduino, RFID tags and RFID modules are implemented whose utility is to simulate an access key which allows a single user to enter the laboratory; In function with a DSP which is a wifi module that works together with the RFID modules to establish a communication and in turn this element fulfills the function of sending information to a Web server in order to have more accurate records of the output of the equipment and even the permanence of them with in the laboratory.

**Keywords: DESIGN, COMMUNICATION, SENSORS, RFID TAG, TRANSMISSION.**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICADOS DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	2
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA .....	3
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	4
DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	7
RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	1
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	5
ÍNDICE DE ANEXOS .....	5
INTRODUCCIÓN .....	6
EL PROBLEMA.....	7
1.1. Descripción del Problema.....	7
1.2. Importancia y Alcances .....	7
1.3. Delimitación.....	8
1.4. Objetivos.....	8
1.4.1. Objetivo General.....	8
1.4.2. Objetivos Específicos .....	8

MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Definición de RFID.....	9
2.2. Componentes de un Sistema RFID .....	10
2.3. Etiquetas.....	10
2.4. Antenas.....	12
2.5. Tipos de lectores RFID .....	12
2.6. Rango de frecuencias y velocidades .....	13
2.7. Estándares de RFID.....	14
2.8. Tag RFID .....	14
2.9. Tecnologías de auto- identificación .....	15
2.10.Arduino .....	16
2.11.Arduino Nano.....	17
2.12.Módulo ESP8266 .....	18
2.13.Módulo RFID .....	19
3.1. Diseño e implementación del prototipo .....	20
3.1.1. Diseño de la maqueta .....	20
3.1.2. Módulo RFID función sensado de equipos.....	21
3.1.3. Módulo RFID función llave de acceso.....	25
3.1.4. Estantería.....	27
3.1.5. Página Web .....	34
3.1.6. Fuente de alimentación .....	43

3.1.6.1. PCB .....	44
3.1.7. Arduino Nano.....	44
4.1. Pruebas de funcionamiento .....	46
4.1.1. Prueba puerta con llave RFID .....	46
4.1.2. Prueba Módulo RFID (Sensado).....	48
4.1.2.1. Sensado de un Equipo .....	48
4.1.2.2. Sensado de un Equipo desconocido .....	49
4.1.2.3. Sensado de dos equipos del laboratorio .....	50
4.1.3. Prueba Sensores Infrarrojos .....	51
CONCLUSIONES .....	55
RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	57
ANEXOS .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figure 1 Sistema RFID .....	10
Figure 2 Componentes de un sistema RFID .....	10
Figure 3 Esquema de un Transponder de RFID .....	11
Figure 4 Etiquetas de un sistema RFID .....	12
Figure 5 Lectores de etiquetas en un sistema RFID .....	13
Figure 6 Maqueta a escala de un laboratorio de la UPS. ....	20
Figure 7 Maqueta a escala de un laboratorio de la UPS. ....	21
Figure 8 Conexión de ESP8266 a un módulo RFID.....	21
Figure 9 Módulo ESP8622 y Módulo RFID.....	22
Figure 10 Diagrama esquemático puerta RFID .....	26
Figure 11 Puerta RFID .....	26
Figure 12 Estantería.....	28
Figure 13 Creación de portal web.....	34
Figure 14 Comunicación con Arduino. ....	35
Figure 15 Codificación de autenticación.....	35
Figure 16 POSTMAN Logo .....	36
Figure 17 POSTMAN Página principal.....	37
Figure 18 POSTMAN Usuario .....	38
Figure 19 POSTMAN.....	38
Figure 20 MongoDB Página principal.....	39
Figure 21 MongoDB.....	40
Figure 22 MongoDB clase administrador.....	40
Figure 23 MongoDB clase arduino.....	41
Figure 24 MongoDB venta de secciones .....	42
Figure 25 Portal de inicio de la plataforma. ....	42
Figure 26 Reporte del sensado de los equipos.....	43
Figure 27 Disponibilidad de los equipos del laboratorio. ....	43
Figure 28 Fuente conmutada 12 v .....	44
Figure 29 Diseño de la PCB .....	44
Figure 30 Datasheet Arduino uno.....	45
Figure 31 Prototipo RFID .....	46
Figure 32 Llave de acceso al laboratorio.....	47
Figure 33 Cerrojo senoidal .....	47
Figure 34 Tarjeta RFID diferente frecuencia.....	47
Figure 35 No hay comunicación módulo y cerrojo por lo tanto se mantiene cerrado .....	48
Figure 36 Paso de dispositivo .....	48
Figure 37 Registro de dispositivo .....	49
Figure 38 Registros en nuestra página web .....	49
Figure 39 Sensado Equipo desconocido .....	50
Figure 40 Reporte página web Equipo desconocido .....	50
Figure 41 Práctica salida de dos equipos de manera simultánea. ....	51
Figure 42 Reporte en nuestra página web.....	51
Figure 43 Sensado del dispositivo .....	52
Figure 44 Reporte de la página web .....	52
Figure 45 Equipo fuera de la estantería .....	53
Figure 46 Reporte en nuestra página web.....	53
Figure 47 Sensado de todos los equipos electrónicos.....	54
Figure 48 Reporte en nuestra página web.....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Puertos analógico y digital .....	45
Tabla 2 Especificaciones técnicas de Arduino nano.....	59
Tabla 3 Datos técnicos del rango de funcionamiento del Arduino nano .....	60
Tabla 4 Indicadores de estado del Arduino .....	60
Tabla 5 Especificaciones técnicas de módulo Wifi .....	61
Tabla 6 Especificaciones de sensor Infrarrojo.....	62
Tabla 7 Presupuesto de los autores.....	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ARDUINO NANO.....	59
ANEXO 2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL RANGO DE FUNCIONAMIENTO DEL ARDUINO NANO .....	60
ANEXO 3 INDICADORES DE ESTADO DE ARDUINO .....	60
ANEXO 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MÓDULO WIFI .....	61
ANEXO 5 DATASHEET SENSOR INFRARROJO .....	62
ANEXO 6 PRESUPUESTO DE LOS AUTORES.....	63

## INTRODUCCIÓN

La tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID) que existe desde los años 40, se ha utilizado y se sigue utilizando para múltiples aplicaciones incluyendo casetas de peaje, control de acceso, identificación de ganado y tarjetas electrónicas de transporte. En los últimos años, ha entrado al auge tecnológico gracias a su creciente difusión en aplicaciones de cadena de suministro motivada por las iniciativas de las cadenas de autoservicio y departamentales.

Hoy en día los avances tecnológicos en lo que respecta a la transmisión de información y control de los procesos de inventario permiten innovar y optimizar los recursos de manera más eficiente y precisa obteniendo mejores resultados y ofreciendo un alto nivel de servicio tanto para clientes internos como externos.

Un ejemplo claro a esta tendencia es el control de ingreso o inventario que se desea realizar respecto al uso de la tecnología de identificación por radio frecuencia (RFID: Radio Frequency Identification Technology) con la finalidad de visualizar y obtener información en tiempo real sobre la ubicación de productos y administrar efectivamente los niveles de inventarios de los equipos electrónicos que se encuentran en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana ubicado en la ciudad de Guayaquil.

Sin lugar a duda las ventajas que ofrece esta tecnología pueden aportar en gran medida a la solución de una serie de factores determinantes en los procesos de las empresas o compañías como es la aceleración de los procesos logísticos (entradas y salidas), roturas de inventario y la disminución de pérdida de productos, sin embargo, depende también del costo, alcance y capacidad de almacenamiento de los dispositivos a utilizar.



## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción del Problema.**

En la actualidad la Universidad Politécnica Salesiana (UPS), carece de un proceso de control interno en el inventario de sus instrumentos electrónicos implicando una pérdida de tiempo y esfuerzo en la búsqueda de este. Por ejemplo, al momento de necesitar dicho equipo en los laboratorios y no tener a la mano el equipamiento nace la necesidad de estar en la búsqueda del mismo en otros laboratorios; lo que conduce a un ineficiente control que también puede causar la pérdida de artículos de las propias instalaciones (UPS). El realizar un control adecuado en el inventario de los equipos conlleva a que sea supervisado y controlado para que se lleve de forma correcta; con la finalidad de que no existía anomalías cuando se retire dicho equipo de un laboratorio a otro.

### **1.2. Importancia y Alcances**

La automatización de un sistema de control para dispositivos que están predeterminados para un ambiente en específico, permite operar con mayor facilidad el inventario que esté disponible para su uso, generando un control cómodo y remoto, con un nivel de precisión mucho más elevado que un sistema manual. Aumentando la eficiencia del momento de que se requiera; para así trabajar de manera más eficiente y reduciendo la pérdida de tiempo.

En el presente trabajo se construyó un módulo para la automatización de un sistema de control de inventario para un laboratorio, el cual es controlado mediante señales de radio frecuencias, utilizando el módulo de Arduino UNO, módulo bluetooth y tarjetas RFID.

Como consecuencia, en el sector industrial se espera que los estudiantes de ingeniería electrónica tengan la capacidad de operar los diferentes sistemas de control mencionados anteriormente.

### **1.3. Delimitación**

Este diseño se realizó en un plazo de 8 meses a partir de la aprobación del mismo.

El diseño planteado cumple con lo exigido por la Universidad Politécnica Salesiana. Con respecto al modelo de presentación para proyectos de titulación bajo la modalidad de proyecto técnico, donde se ve reflejado los conocimientos adquiridos en las asignaturas Sistemas Micro-Procesados I, II; Comunicaciones Digitales, Propagación y Antena, de la misma manera la investigación que se va a desarrollar del sistema RFID la cual guarda todas las normativas.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Implementar un prototipo RFID con la finalidad de realizar un control de los equipos electrónicos; multímetros, laptops, osciloscopios que se encuentran en el Laboratorio de Electrónica Analógica de la UPS, mediante una aplicación que de registro de las entradas y salidas de los instrumentos electrónicos en tiempo real.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- 1.4.2.1. Asignar una etiqueta a los equipos anteriormente mencionados.
- 1.4.2.2. Colocar los sensores en la entrada del laboratorio para así controlar la entrada y la salida de los equipos electrónicos.
- 1.4.2.3. Instalar antenas que reciben y envían los datos registrados por los sensores.
- 1.4.2.4. Realizar el aplicativo o software donde se reflejan los resultados.

## MARCO TEÓRICO

La tecnología RFID ha experimentado un crecimiento acelerado y sostenido en los últimos tiempos, promete revolucionar la vida de las personas por sus diversas aplicaciones ya que ofrece la lectura a distancia de la información contenida en una etiqueta sin necesidad de contacto físico.

Al estar involucrada en la cadena de producción y distribución de las fábricas, genera grandes beneficios tales como: especificación de la línea de producción, verificación de la calidad de los productos, elaboración de inventarios automáticos, a partir de que éstos ingresan al almacén de las tiendas; conocimiento sobre el momento de abastecimiento y cobro automático del carrito al pasarlo frente a la caja.

Los beneficios también se incluyen dentro de las actividades cotidianas. El desarrollo de refrigeradores con tecnología RFID permite no sólo identificar el momento en que un producto está a punto de caducar sino también en caso de requerir su abastecimiento, se informa al usuario de esta condición. Las lavadoras, por ejemplo, identifica el ciclo de lavado que le corresponde a determinado tipo de ropa.

### **2.1. Definición de RFID**

Es un sistema que permite la identificación única de un producto u objeto, mediante ondas de radio, produciendo básicamente la transmisión y recepción de datos, en consecuencia, se obtiene el almacenamiento, recuperación y control de la información, este procedimiento de identificación es automático y su utilidad ha tenido un importante crecimiento en los flujos de mercadería de las industrias, optimizando recursos en la cadena de logística y distribución.

La Tecnología de Identificación por radio frecuencia, se basa en la identificación de un objeto o persona, usando medios inalámbricos o de radio frecuencia. El sistema RFID está compuesto por tres elementos tal y como se muestra en la figura 1: Las etiquetas, (o tags como se les llama en inglés), las lectoras de etiquetas, y un computador que procesa la información de los tags que son sensados en un módulo en un tiempo definido.

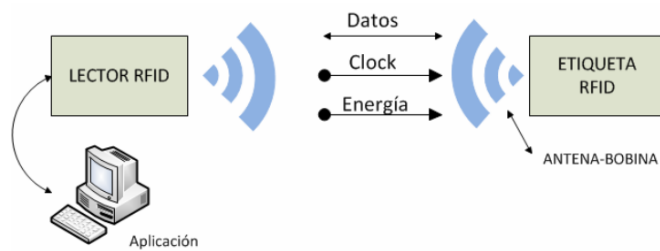


Figure 1 Sistema RFID (Patricia Ludeña-González, 2016)

## 2.2. Componentes de un Sistema RFID

Un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID) se compone de varios elementos o dispositivos que permiten su funcionamiento como se muestra en la figura 2 adicional se detalla cada característica:

- Una etiqueta más un transponder (tag), es un circuito diminuto con una pequeña antena el cual tiene la capacidad de transmitir un número de serie único hacia un dispositivo de lectura, en algunas ocasiones puede incluir batería.
- Una antena que permite conducir la comunicación de datos entre la tarjeta y el lector.
- Un lector compuesto por módulos electrónicos de control y de radiofrecuencia más una antena, estos pueden ser solo de lectura o lectura- escritura dependiente de la necesidad del usuario.
- Una computadora o controlador.
- Software de control y base de datos.

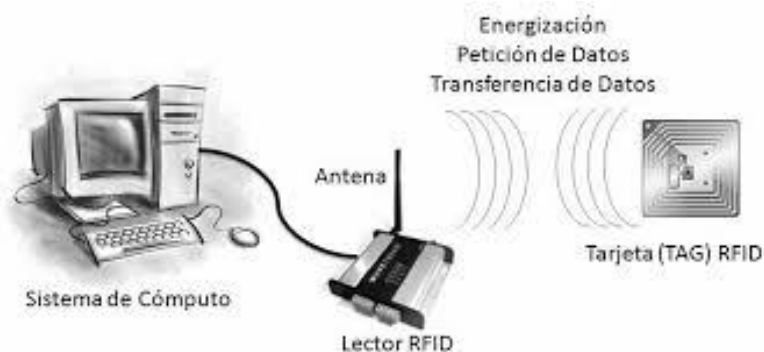


Figure 2 Componentes de un sistema RFID (Juan Carlos Herrera Lozada, 2009)

## 2.3. Etiquetas

Una etiqueta RFID no es más que un chip embebido en una antena a modo de bobinado laminado, y dependiendo de su aplicación, o el ambiente donde van a ser instalados o el

tipo de material al que se va a adherir, pueden variar en la composición de su material externo.

Las etiquetas activas necesitan de baterías adicionales, es decir no trabajan con la energía emitida por el lector, tienen un alcance mayor de comunicación, permiten proceso de lectura y reescritura debido a que utilizan memorias que pueden llegar hasta 1 Mb, su desventaja es que el tiempo de vida útil es hasta 1 año como máximo dependiendo obviamente del tipo de batería y las condiciones ambientales donde operan.

Clasificación de las etiquetas según el rango de frecuencia en la que operan al comunicarse con un lector:

- LF 120 KHz – 134 KHz (baja frecuencia)
- HF 13.56 MHz (alta frecuencia)
- UHF 868.956 MHz (ultra alta frecuencia)
- Microondas 2.45 GHz

Las etiquetas están formadas por: una memoria para almacenar datos, memoria ROM, memoria RAM, antena y componentes electrónicos que procesan la señal, en la siguiente figura 3 se muestra el esquema de Tag RFID con su respectiva característica de cada uno de sus componentes.

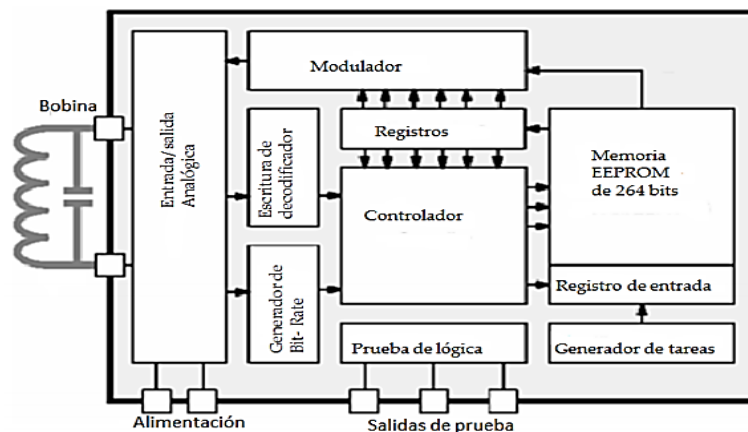


Figure 3 Esquema de un Transponder de RFID (Sergio López Soriano, 2017)

Las etiquetas están diseñadas para realizar tareas básicas como lectura, lectura-escritura. En el caso de lectura incluyen datos grabados del fabricante es decir contienen un código de identificación único, y en la lectura-escritura se dispone de información actualizada cada vez que ocurre un evento, es decir se adaptan a requerimientos de información variable según la necesidad del usuario. En la figura 4 se muestra las diferentes

presentaciones en que logra encontrar las etiquetas RFID, las cuales cumplen con las mismas características, pero con diferente estética.



Figure 4 Etiquetas de un sistema RFID (Miguel Ángel, 2019)

## 2.4. Antenas

Consideradas el canal de conexión de diferentes datos entre la etiqueta y el lector, su boceto y ubicación establecen un factor fundamental en la determinación de la zona de cobertura, alcance y exacta comunicación.

Como ejemplo se detalla lo siguiente, una comunicación lector antena lineal que ofrece una mayor calidad que una antena de tipo circular, si la etiqueta no cambia de dirección con respecto al lector, mediante esto produce que la antena lineal muestre resultados no muy precisos en las aplicaciones, es decir la orientación puede variar de forma aleatoria. Esto hace que las antenas lineales sean más convenientes en situaciones parcialmente estáticas.

De la misma forma se puede decir que los parámetros del diseño de la antena (ganancia, polarización, direccionalidad, impedancia material de construcción) debe asegurar que la etiqueta de RFID cumpla con las características de transmisión de los datos de la etiqueta.

## 2.5. Tipos de lectores RFID

Los lectores son los elementos primordiales en un sistema RFID, son los encargados de transmitir señales de radiofrecuencia para así poder detectar las diferentes etiquetas en un rango de acción definido. Existen dos tipos de lectores RFID:

- Sistemas con bobina simple. - Sirven para transmitir energía y a la vez datos; son accesibles y económicos, su único inconveniente es que no llegan a tener un gran alcance.
- Sistemas interrogadores con dos bobinas. - Cumplen con dos funciones distintas que es de transmitir por un lado energía y por el otro dato, son muy caros, pero llegan alcanzar frecuencias de mayor distancia.

Se puede determinar que los lectores tienen la función de alimentar las etiquetas a través de las antenas por medio de una señal de radio frecuencia y al mismo tiempo capturan los datos que envían las etiquetas para luego ser decodificados e interpretados por el software correspondiente.

En la figura se muestra como es el funcionamiento de un lector con respecto a un tag RFID ya que no hay la necesidad de ubicar el lector frente al tag basta con preservar la frecuencia del mismo para poderlo censar.



Figure 5 Lectores de etiquetas en un sistema RFID (FQ Ingeniería Electrónica, 2015)

## 2.6. Rango de frecuencias y velocidades

Una de las funciones más importante de las etiquetas y un lector de conexión es producir una frecuencia de operación, aunque puede tener variaciones dependiendo de las aplicaciones establecidas, con base en normal y reglamentos, con fin de evitar que existan interferencias con otras fuentes emisoras, televisión o las diferentes estaciones de radio, por lo cual el uso del radio de frecuencia es uno de los parámetros de gran importancia en el momento de efectuar un sistema de RFID.

Esta a su vez se puede dividir en cuatro rangos que se lo resume en el siguiente esquema.

Pueden existir tablas que asignan radiofrecuencias elaboradas con base en normas de un determinado país, de acuerdo con la IEC (International Electrotechnical Commission), mediante un minucioso proceso denominado normalización de radiofrecuencia.

Las condiciones ambientales representan un papel de suma importancia en la determinación de la frecuencia de funcionamiento óptimo para una aplicación particular. Se infiere el sustrato de las etiquetas que se adjuntan a objetos como latas o la presencia de otras ondas de radios producidas por hornos de microondas o teléfonos inalámbricos.

## **2.7. Estándares de RFID**

Los principales estándares que debe efectuar la tecnología RFID están regidos por las organizaciones EPC (Electronic Product Code) e ISO (International Organization for Standardization).

Una de las funciones de las organizaciones EPC es de poder generar estándares para el uso de códigos electrónicos de productos, simultáneamente con EAN (European Article Number) y UCC (Uniform Code Council), cuyo objetivo primordial de disminuir al mínimo la convulsión y la escasez de los productos en el mercado, con el fin de acelerar las ordenes de procesos y permitiendo obtener una variedad de información en tiempo real de los consumos y las mercancías dentro de la cadena de suministros.

El sistema de numeración facilita la asignación de un identificador único y en cualquier tipo de objeto.

Las normas ISO otorgan tres estándares para RFID:

- ISO 14443 sistemas de contacto
- ISO 15693 sistemas de proximidad
- ISO 18000 interfaz aérea con una serie de aplicaciones

## **2.8. Tag RFID**

Llaveros compatibles con lectores con la frecuencia 125 KHz y Estándar EM. Son dispositivos que cuando se acercan a un lector compatible con la frecuencia 125 KHz son



validados y si se encuentra ingresado en la base de datos del dispositivo permite el registro de ingreso o salida.

## **2.9. Tecnologías de auto- identificación**

En la actualidad hay varios tipos de tecnologías de identificación de datos: almacenamiento magnético sean estas tarjetas de crédito o tickets de transporte, almacenamiento óptico: código de barra lineales o matriciales, y almacenamiento electrónico que son las etiquetas RFID.

### **A. Identificación por radiofrecuencia (RFID)**

Con los sistemas de captura de datos se pueden obtener información que estén asociadas al objeto que acompaña, y las envían al sistema de información, de esta manera las etiquetas actúan como portadores de información hasta el ciclo de vida de un producto.

Este tipo de tecnología facilita la conexión entre todos los suministros, permitiendo una interacción inteligente entre múltiples actores: fabricantes, proveedores, distribuidores, vendedores, que tienen la ventaja de tener información actualizada sobre cada producto en específico.

Se menciona las siguientes ventajas de la tecnología RFID:

- No se necesita de visibilidad directa, ya que las etiquetas RFID puedan ser analizadas a través de materiales sin tener línea de vista.
- Las etiquetas pueden ser leídas de inmediato cuando los productos etiquetados pasan por el lector.
- Permite un amplio rango de almacenamiento de información, dependiendo del tipo de etiqueta es posible almacenar desde pocos bits hasta varios kilobits.
- Posee una resistencia a la suciedad y deterioro físico.
- Permite la recolección descentralizada de datos, y dependiendo de la etiqueta puede que no sea necesario la conexión a una base de datos, ya que es posible almacenar la información directamente a la tarjeta.

- Contiene capacidad de lectura y escritura, lo que permite la reutilización.
- Infiere mayor seguridad en los datos, ya que permite la aplicación de algoritmos que puedan evitar los errores, así como la autenticidad y la encriptación.

Y en sus desventajas se menciona lo siguiente:

- El costo actualmente es muy alto
- Regulación de estándares incompleta para su difusión
- Es vulnerable al metal y otros materiales conductivos, líquidos, y a las interferencias electromagnéticas de baja frecuencia.
- No es fácil realizar la lectura de una sola etiqueta de modo selectivo, no puede realizar la lectura de una etiqueta sin recibir las lecturas de otras estando dentro del radio de cobertura del interrogador.
- Es imposible asegurar que todas las etiquetas en el área de cobertura de un interrogador hayan sido leídas.

## **2.10. Arduino**

Es una plataforma para el desarrollo de prototipos electrónicos Open-Source, cuyos componentes son un hardware y software que son fáciles de usar y aun bajo costo .

Como principales ventajas que brinda el Arduino se detalla las siguientes :

- Punto uno su bajo costo ya que las placas son la alternativa en microcontroladores más económicas en el mercado
- Punto dos su multiplataforma donde se puede programar en Arduino desde cualquier sistema operativo.
- Punto tres posee una gran variedad de librerías reutilizables creadas por el mismo Arduino o a su vez por la comunidad.
- Punto cuatro se destaca el poseer un código abierto así como los esquemáticos de la placa a su vez es asequible para la comunidad lo que hace que su desarrollo sea muy extensible .

## **2.11. Arduino Nano**

Uno de los modelos de Arduino disponibles en el mercado, este elemento electrónico se destaca por sus pequeñas dimensiones como también de su bajo costo y sobre todo de sus buenas prestaciones. El Arduino nano es basado bajo el chip ATmega328p lo que permite que disponga de las mismas características que el Arduino uno.

La arquitectura de este Arduino es AVR y trabaja a 5 V los cuales pueden ser suministrados a través del puerto mini-USB integrada en la placa. Cabe mencionar que para este proyecto se opta por utilizar una fuente en la cual brinda los 5 v necesarios para la utilización de este componente.

Posee una memoria flash de 32 Kb, la cual permite almacenar el código que se implementa en nuestro proyecto, se menciona que de estos 32 Kb disponibles los 2Kb son utilizados por el Bootloader.

### **A. Característica Arduino Nano**

A continuación se detalla las características técnicas del Arduino nano

- Microcontrolador: ATmega328P.
- Velocidad de reloj: 16 MHz.
- Voltaje de trabajo: 5V.
- Voltaje de entrada: 7,5 a 12 voltios.
- Pinout: 14 pines digitales (6 PWM) y 8 pines analógicos.
- 1 puerto serie por hardware.
- Memoria: 32 KB Flash (2KB para bootloader), 2KB RAM y 1KB Eeprom

### **B. Utilización del Arduino Nano**

Se opta que para este proyecto la utilización de este componente para tener una comunicación entre el módulo RFID y un cerrojo senoidal. La función principal es de un esclavo el cual emite una orden de apertura o cierre del cerrojo senoidal.

## **2.12. Módulo ESP8266**

El Esp8233 es un chip o módulo WIFI de bajo costo con pila TCP/IP con una capacidad de unidad microcontrolador MCU, este elemento es producido por el fabricante Espress If Systems sede (China, Shanghai).

Este pequeño módulo permite que los microcontroladores se conecten mediante una red WIFI y establezcan conexiones TCP/IP simples usando comandos similares a Hayes. Los módulos ESP8266 funciona con firmware ESP-AT lo cual proporciona conectividad WIFI a microcontrolador host externos o microcontroladores independientes como un RTOS SDK que puede ejecutar aplicaciones de conectividad de forma nativa.

Las certificaciones que posee este chip son las siguientes :

- Certificación RF: SRRC, FCC,CE-RED, KCC, TELECOM/MIC,IC,NCC.
- Certificación verde: RoHS, REACH.
- Fiabilidad; HTOL, HTSL, TCT, ESD.

### **A. Especificaciones Módulo ESP8266**

#### Hardware

- Utiliza una CPU Tensilica L106 32-bit
- Voltaje de operación entre 3V y 3,6V
- Corriente de operación 80 mA
- Temperatura de operación -40°C y 125°C

#### Conectividad

- Soporta IPv4 y los protocolos TCP/UDP/HTTP/FTP
- No soporta HTTPS en un principio. Si que lo hace mediante software tanto en cliente como servidor TLS1.2.

### **B. Utilización Módulo ESP8266**

Para este proyecto se opta con la utilización de dos módulos ESP la cual tienen la función de antena que permite el envío y recepción de información obtenida mediante los módulos RFID, cuya visualización se hace mediante el aplicativo o página web.

## **2.13.Módulo RFID**

Los módulos RFID (Identificador por radiofrecuencia) es un conjunto de tecnologías diseñadas para leer etiquetas (tags) a distancia de forma inalámbrica. Los lectores RFID pueden ser conectados a un autómata o procesador como Arduino.

Las etiquetas RFID están disponibles en una gran variedad de formatos, tales como pegatinas adheribles, tarjetas, llaveros, pueden integrarse en un determinado producto o, incluso, insertarse bajo la piel en un animal o humano.

Los RFID son ampliamente empleados, por ejemplo, en sistemas de alarma, aplicaciones comerciales en sustitución de códigos de barras, cerraduras electrónicas, sistemas de pago, tarjetas personales, control de accesos recintos como gimnasios o piscinas, fichaje en empresas, entre otras muchas aplicaciones.

### **A. Especificaciones Módulo RFID**

El RFID puede operar en cuatro bandas de frecuencia, siendo la más frecuente 13.56 Mhz.

- Baja frecuencia 125-134.2 kHz. Control de animales, llaves de automóviles...
- Alta frecuencia 13.56 MHz. Control de accesos, control de artículos en tiendas...
- Ultra alta frecuencia (UHF) 868 - 956 GHZ
- Microondas, 2,45 GHz

### **B. Utilización Módulo RFID**

Se utiliza en este proyecto dos módulos RFID cuya función es de captar la información y enviarla mediante los ESP a nuestra página web. Uno de los módulos tiene la función de la apertura del cerrojo senoidal y en cambio el otro módulo su función principal es de llevar un reporte o sensado de la salida de los equipos del laboratorio cabe mencionar que este elemento trabaja en función a la frecuencia producida por los tags RFID.

## MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se expone minuciosamente el procedimiento llevado a cabo en el desarrollo del prototipo RFID mediante una maqueta que simula uno de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana; se menciona entre otros los aspectos de selección de elementos y equipos usado en la implementación para solucionar el problema planteado. Así como los tipos de software y códigos empleados.

### 3.1. Diseño e implementación del prototipo

#### 3.1.1. Diseño de la maqueta

Para la recreación de un laboratorio de la Universidad se consideró utilizar los materiales en este caso de acrílico en la cual para la construcción de las paredes se consideró de 2 mm de espesor y para el tema del piso se consideró 4 mm para que pueda sostener la estructura, las medidas de la maqueta son de 50cm de largo y 50 cm de ancho, cabe mencionar que como detalle se añadió una puerta con sus respectivas bisagras a continuación en la figura 6 y 7 se muestra la maqueta culminada y con detalle extra que es el logotipo de la Universidad.



Figure 6 Maqueta a escala de un laboratorio de la UPS.



Figure 7 Maqueta a escala de un laboratorio de la UPS.

### 3.1.2. Módulo RFID función sensado de equipos

A continuación se detalla el funcionamiento de uno de los módulos RFID la cual ayuda con el control de los dispositivos que se encuentren dentro del laboratorio de la UPS, la cual se enlaza mediante una conexión con un módulo ESP8266 que tiene la función de una antena la que se encarga de recibir la señal emitida por los tags (que están incorporados en cada uno de los equipos); a su vez envía el respectivo informe o detalle del sensado de los equipos en mención a una nube de nuestro servidor o aplicativo que almacena los datos en tiempo real.

En la figura número 8 se detalla las conexiones del módulo con respecto al ESP266. Y en la figura 9 se muestra la implementación.

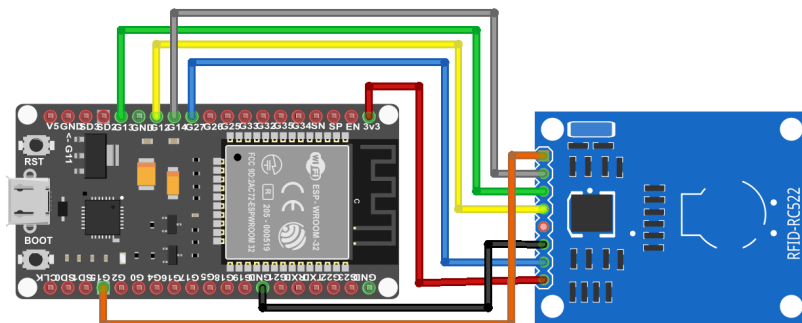


Figure 8 Conexión de ESP8266 a un módulo RFID, (El Osciloscopio,2022).

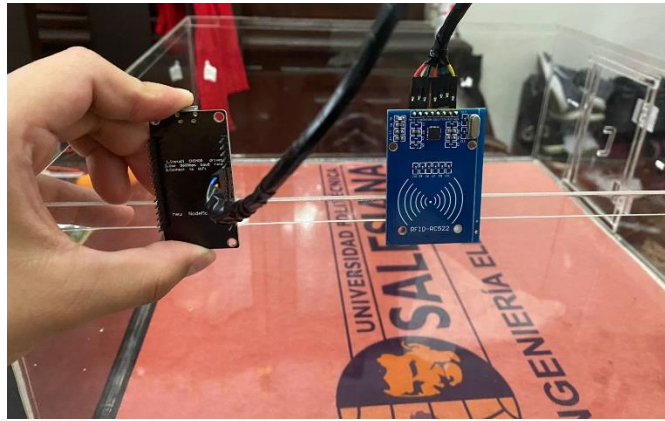


Figure 9 Módulo ESP8622 y Módulo RFID.

Se procede a detallar la codificación en la cual se utilizó el aplicativo Arduino donde su fuente y librerías sirvieron para poder subir la información al ESP y establecer la comunicación.

```
//Axel Torres
//Kevin Barahona
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
constexpr uint8_t RST_PIN = D3; // Configurable, see typical pin layout above
constexpr uint8_t SS_PIN = D4; // Configurable, see typical pin layout above
MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Instance of the class
MFRC522::MIFARE_Key key;
String ssid = "Nombre de la red";
String password = "Contraseña de la red";
byte cont = 0;
byte max_intentos = 1;
String serverName = "http://fast-savannah-46755.herokuapp.com/history";
String tag;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  SPI.begin(); // Init SPI bus
  rfid.PCD_Init(); // Init MFRC522
  pinMode(D8, OUTPUT);
  // Conexión WIFI
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED and cont < max_intentos) { //Cuenta hasta 50 si no se puede
```



```

conectar lo cancela
    cont++;
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
if (cont < max_intentos) { //Si se conectó
    Serial.println("*****");
    Serial.print("Conectado a la red WiFi: ");
    Serial.println(WiFi.SSID());
    Serial.print("IP: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
    Serial.print("macAdress: ");
    Serial.println(WiFi.macAddress());
    Serial.println("*****");
}
else { //No se conectó
    Serial.println("-----");
    Serial.println("Error de conexión");
    Serial.println("-----");
}
Serial.println("LABORATORIO 1- TELECO "); // Muestra texto Listo
//envioPost("LABORATORIO 1- TELECO "); // envió a página web
}

void loop() {
    if ( ! rfid.PICC_IsNewCardPresent())
        return;
    if (rfid.PICC_ReadCardSerial()) {
        for (byte i = 0; i < 4; i++) {
            tag += rfid.uid.uidByte[i];
        }
        Serial.println(tag);
        //-----
        if (tag == "102231206248") {
            Serial.println("Sensado Pc #1");
            envioPost("Sensado Pc #1");
        }
        //-----
        else if (tag == "150201201248") {
            Serial.println("Sensado Pc #2");
        }
    }
}

```

```

    envioPost("Sensado Pc #2");
  }
//-----
  else if (tag== "54180190248") {
    Serial.println("Sensado Pc #3");
    envioPost("Sensado Pc #3");
  }
//-----
  else if (tag== "12155223162") {
    Serial.println("Sensado Multímetro #1");
    envioPost("Sensado Multímetro #1");
  }
//-----
  else if (tag== "1385025176") {
    Serial.println("Sensado Multímetro #2");
    envioPost("Sensado Multímetro #2");
  }
//-----
  else if (tag== "547199248") {
    Serial.println("Sensado Multímetro #3");
    envioPost("Sensado Multímetro #3");
  }
//-----
  else if (tag== "118166210248") {
    Serial.println("Sensado Osciloscopio #1");
    envioPost("Sensado Osciloscopio #1");
  }
//-----
  else if (tag== "10220200248") {
    Serial.println("Sensado Osciloscopio #2");
    envioPost("Sensado Osciloscopio #2");
  }
//-----
  else if (tag== "134120202248") {
    Serial.println("Sensado Osciloscopio #3");
    envioPost("Sensado Osciloscopio #3");
  }
//-----
  else{
    Serial.println("Dispositivo desconocido");
    envioPost("Dispositivo desconocido");
  }

```

```

    }
    tag = "";
    rfid.PICC_HaltA();
    rfid.PCD_StopCrypto1();
  }
}
////METODO PARA ENVIO DE MENSAJE A LA PAGINA WEB////
void envioPost(String mensaje){
  HTTPClient http;
  WiFiClient client;
  http.begin(client,serverName);
  http.addHeader("Content-Type", "application/json");
  int httpResponseCode = http.POST("{\"message\":\""+ mensaje +"\"}");
  if(httpResponseCode>0){
    Serial.println(httpResponseCode);
    String payload = http.getString();
    Serial.println(payload);
  }
  http.end();
}

```

### 3.1.3. Módulo RFID función llave de acceso

Se incorporó un nuevo módulo RFID la cual se enlazó para la función de abrir y cerrar la puerta. Cabe mencionar que se utilizó un cerrojo senoidal de 12v. El objetivo principal de la incorporación de una puerta funcional con RFID; para que solo exista la posibilidad de que una persona designada para tal laboratorio tenga una única llave de acceso que permita el ingreso o salida de los dispositivos para así establecer un mejor control en los laboratorios. Teniendo en cuenta que los tags o tarjetas RFID funciona a una sola frecuencia es muy factible que la seguridad sea muy eficiente.

En la figura 10 se detalla la conexión entre el módulo RFID adicional se estable una comunicación con Arduino nano en la cual permite establecer un divisor de voltaje para la alimentación del módulo y del cerrojo senoidal.

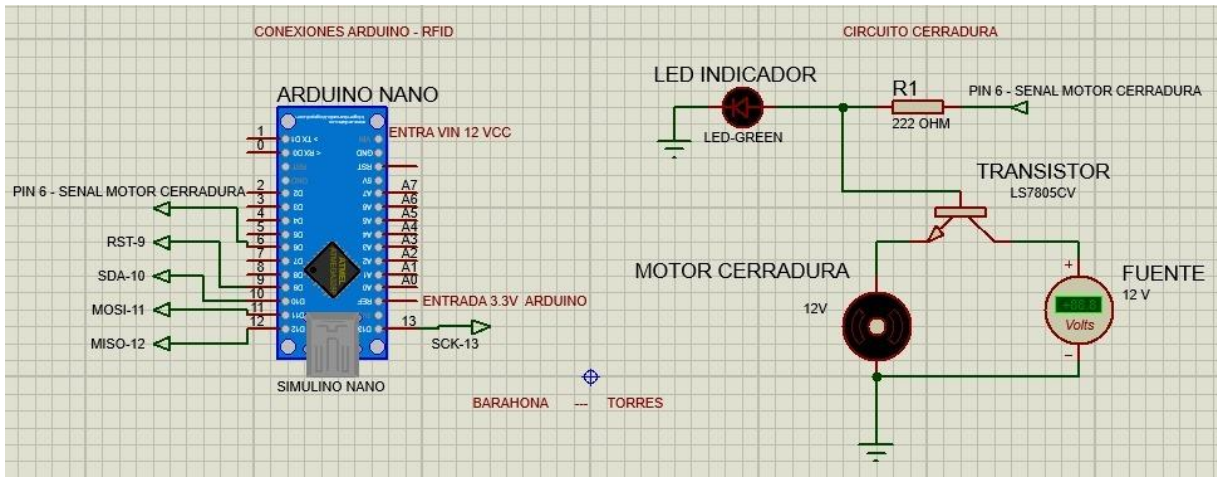


Figure 10 Diagrama esquemático puerta RFID

En la siguiente figura 11 se muestra la implementación del mismo.

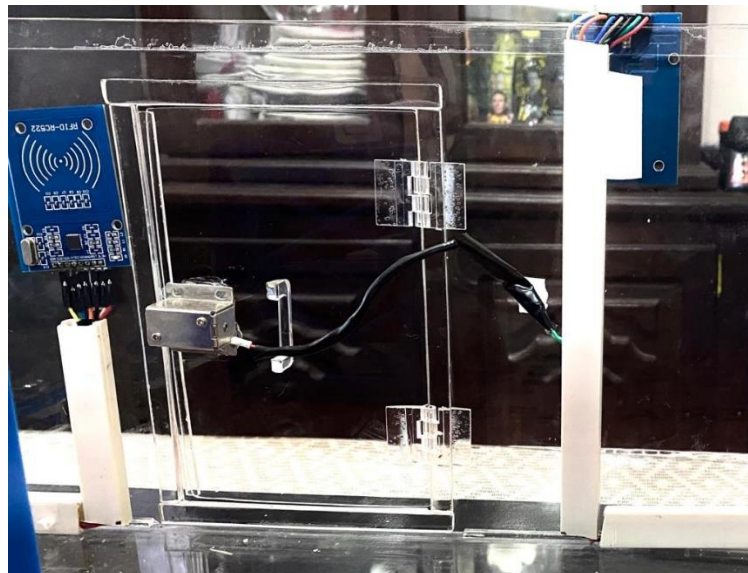


Figure 11 Puerta RFID

A continuación, se detalla el código que es cargado al Arduino nano.

```
// Axel Torres
// Kevin Barahona
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9
#define RELAY 6 // Pin del Relay
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN); // Crea la instancia MFRC522
void setup()
{
  Serial.begin(9600); // Inicializa la comunicación serial
  SPI.begin(); // Inicializa el bus SPI
  mfrc522.PCD_Init(); // Inicializa el MFRC522

  pinMode(RELAY, OUTPUT);
  Serial.println("Ponga su Tarjeta para la lectura...");
  Serial.println();
}
```

```

}
void loop()
{
  // Mirando para nuevas tarjetas
  if ( ! mfrc522.PICC_IsNewCardPresent())
  {
    return;
  }
  // Selecciona una de las tarjetas
  if ( ! mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
  {
    return;
  }
  // Muestra el UID sobre el Monitor Serial
  Serial.print("UID tag :");
  String content= "";
  byte letter;
  for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
  {
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " ");
    Serial.print(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
    content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i] < 0x10 ? " 0" : " "));
    content.concat(String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX));
  }
  Serial.println();
  Serial.print("Message : ");
  content.toUpperCase();
  if (content.substring(1) == "C9 12 F1 4B") //Cambie aquí el UID de las tarjetas que usted desea dar
  acceso
  {
    Serial.println("Acceso Autorizado");
    digitalWrite(RELAY, HIGH);
    delay(5000);
    digitalWrite(RELAY,LOW);
  }

  if (content.substring(1) == "C9 12 F1 4B") //Cambie aquí el UID de las tarjetas que usted desea dar
  acceso
  {
    Serial.println("Acceso Autorizado");
    digitalWrite(RELAY, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(RELAY,LOW);
  }
}

```

### 3.1.4. Estantería

Como se mencionó anteriormente la problemática que atraviesa los laboratorios de la Universidad se decidió establecer un mecanismo que pueda llevar un control con mayor efectividad no solo en la entra o salida de equipos sino a su vez la capacidad de poder tener el registro en tiempo real de donde el equipo estaría ubicado ya que mediante diferentes sensores infrarrojo se ha realizado la conexión debida para que puedan enlazarlo mediante los tag RFID con la finalidad de poner mantener el registro en el

aplicativo (página web) si el dispositivo se encuentra disponible o en su defecto el dispositivo esta fuera de su rango debido, cabe mencionar que este tipo de sensor informa que el dispositivo no se encuentra en la estantería pero eso no significa que el equipo haya salido del laboratorio para ello es necesario enlazar a los módulos ESP y RFID para indicar el sensado de los mismos.

Para la creación de la estantería se utilizó tres repisas de vidrio de 27 cm de ancho por 10 de largo; cuyos soportes son dos pilares de impresión en 3D tal y como se muestra en la figura 12.



Figure 12 Estantería

Como se puede observar en la figura 12 en cada una de las repisas están ubicados los sensores de infrarrojo los cuales su función es de enviar y recibir la señal de los equipos que estén marcados mediante los tags RFID, este reporte se notifica directamente en el aplicativo. Para este prototipo se utilizó 9 dispositivos que representan los equipos electrónicos que se encuentran en cada uno de los laboratorios como es caso, laptops, osciloscopios y multímetros.

A continuación, se incluye la codificación utilizada para el desarrollo del mismo cabe mencionar que luego de haber registrado la codificación esta se enlaza con el código de la página web que se menciona más adelante.

```
// Axel Torres  
// Kevin Barahona  
#define IRA D0  
#define IRB D1  
#define IRC D2  
#define IRD D3
```

```

#define IRE D4
#define IRF D5
#define IRG D6
#define IRH D7
#define IRL D8

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>

String ssid = "NETLIFE-ANTONIO";
String password = "DAMIANCARMEN0920242203";

byte cont = 0;
byte max_intentos = 1;

String id_1= "apagado";
String id_2= "apagado";
String id_3= "apagado";
String id_4= "apagado";
String id_5= "apagado";
String id_6= "apagado";
String id_7= "apagado";
String id_8= "apagado";
String id_9= "apagado";

String serverName = "http://fast-savannah-46755.herokuapp.com/message";

//-----
bool ira;
bool irb;
bool irc;
bool ird;
bool ire;
bool irf;
bool irg;
bool irh;
bool irl;
//-----

void setup() {

```

```

Serial.begin(115200);
pinMode(IRA, INPUT);
pinMode(IRB, INPUT);
pinMode(IRC, INPUT);
pinMode(IRD, INPUT);
pinMode(IRE, INPUT);
pinMode(IRF, INPUT);
pinMode(IRG, INPUT);
pinMode(IRH, INPUT);
pinMode(IRL, INPUT);
// Conexión WIFI
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED and cont < max_intentos) { //Cuenta hasta 50 si no
se puede conectar lo cancela
    cont++;
    delay(500);
    Serial.print(".");
}

Serial.println("");

if (cont < max_intentos) { //Si se conectó
    Serial.println("*****");
    Serial.print("Conectado a la red WiFi: ");
    Serial.println(WiFi.SSID());
    Serial.print("IP: ");
    Serial.println(WiFi.localIP());
    Serial.print("macAddress: ");
    Serial.println(WiFi.macAddress());
    Serial.println("*****");
}
else { //No se conectó
    Serial.println("-----");
    Serial.println("Error de conexion");
    Serial.println("-----");
}

}

//-----

void loop() {
//*****

```



```

ira = digitalRead (IRA);
if (ira == 1 && id_1 == "conectado"){
  Serial.println ("Vacio 1");
  id_1 = "apagado";
  envioPost("Dispositivo uno apagado","uno","apagado");
}
else if (ira == 0 && id_1 == "apagado"){
  Serial.println ("Objeto Encontrado 1");
  envioPost("Dispositivo uno encendido","uno","conectado");
  id_1 = "conectado";
}
//*****

irb = digitalRead (IRB);
if (irb == 1 && id_2 == "conectado"){
  Serial.println ("Vacio 2");
  id_2 = "apagado";
  envioPost("Dispositivo dos apagado","dos","apagado");
}
else if (irb == 0 && id_2 == "apagado"){
  Serial.println ("Objeto Encontrado 2");
  id_2 = "conectado";
  envioPost("Dispositivo dos encendido","dos","conectado");
}
//*****

irc = digitalRead (IRC);
if (irc == 1 && id_3 == "conectado"){
  Serial.println ("Vacio 3");
  id_3 = "apagado";
  envioPost("Dispositivo tres apagado","tres","apagado");
}
else if (irc == 0 && id_3 == "apagado"){
  Serial.println ("Objeto Encontrado 3");
  id_3 = "conectado";
  envioPost("Dispositivo tres encendido","tres","conectado");
}
//*****

ird = digitalRead (IRD);
if (ird == 1 && id_4 == "conectado"){
  Serial.println ("Vacio 4");
  id_4 = "apagado";
  envioPost("Dispositivo cuatro apagado","cuatro","apagado");
}

```

```

    }
else if (ird == 0 && id_4 == "apagado"){
    Serial.println ("Objeto Encontrado 4");
    envioPost("Dispositivo cuatro encendido","cuatro","conectado");
    id_4 = "conectado";
    }
//*****
ire = digitalRead (IRE);
if (ire == 1 && id_5 == "conectado"){
    Serial.println ("Vacio 5");
    id_5 = "apagado";
    envioPost("Dispositivo cinco apagado","cinco","apagado");
    }
else if (ire == 0 && id_5 == "apagado"){
    Serial.println ("Objeto Encontrado 5");
    envioPost("Dispositivo cinco encendido","cinco","conectado");
    id_5 = "conectado";
    }
//*****
irf = digitalRead (IRF);
if (irf == 1 && id_6 == "conectado"){
    Serial.println ("Vacio 6");
    id_6 = "apagado";
    envioPost("Dispositivo seis apagado","seis","apagado");
    }
else if (irf == 0 && id_6 == "apagado"){
    Serial.println ("Objeto Encontrado 6");
    envioPost("Dispositivo seis encendido","seis","conectado");
    id_6 = "conectado";
    }
//*****
irg = digitalRead (IRG);
if (irg == 1 && id_7 == "conectado"){
    Serial.println ("Vacio 7");
    id_7 = "apagado";
    envioPost("Dispositivo siete apagado","siete","apagado");
    }
else if (irg == 0 && id_7 == "apagado"){
    Serial.println ("Objeto Encontrado 7");
    envioPost("Dispositivo siete encendido","siete","conectado");
    id_7 = "conectado";

```

```

    }
//*****
    irh = digitalRead (IRH);
    if (irh == 1 && id_8 == "conectado"){
        Serial.println ("Vacio 8");
        id_8 = "apagado";
        envioPost("Dispositivo nueve apagado","ocho","apagado");
    }
    else if (irh == 0 && id_8 == "apagado"){
        Serial.println ("Objeto Encontrado 8");
        envioPost("Dispositivo nueve encendido","ocho","conectado");
        id_8 = "conectado";
    }
//*****
    irl = digitalRead (IRL);
    if (irl == 1 && id_9 == "conectado"){
        Serial.println ("Vacio 9");
        id_9 = "apagado";
        envioPost("Dispositivo nueve apagado","nueve","apagado");
    }
    else if (irl == 0 && id_9 == "apagado"){
        Serial.println ("Objeto Encontrado 9");
        envioPost("Dispositivo nueve encendido","nueve","conectado");
        id_9 = "conectado";
    }
}
//-----
void envioPost(String mensaje, String identificador, String estado){
    HTTPClient http;
    WiFiClient client;
    http.begin(client,serverName);
    http.addHeader("Content-Type", "application/json");
    int      httpStatusCode      =      http.POST("{\"message\":\""+      mensaje
+"\",\"identificador\":\""+identificador+ "\",\"estado\":\""+estado+"\"}");
    if(httpStatusCode>0){
        Serial.println(httpStatusCode);
    }
    http.end();
}

```

### 3.1.5. Página Web

A continuación, se detalla la construcción del aplicativo donde se muestran los resultados obtenidos gracias al envío de la señal del sensor Wifi, con esto se va a apreciar con mayor presión en tiempo real la salida de los equipos e incluso la permanencia de ellos dentro del laboratorio de la UPS.

Para esto se decidió utilizar punto HTML; Visual Stude Code como se muestra en la figura 13.



```
passport.js  JS admin.controller.js  MYRIADPRO-REGULAR.woff  JS arduino.controller.js  JS autenticador.js  JS administrador.js X
C: > Users > user > Downloads > Nueva carpeta > src > modelos > JS administrador.js > ...
1  const {Schema, model} = require('mongoose');
2  const bcrypt = require('bcryptjs');
3
4  const AdminSchema = new Schema({
5    usuario: { type: String, required: true, unique: true},
6    contrasena: { type: String, required: true},
7  });
8
9  AdminSchema.methods.encriptarPass = async contrasena => {
10   const salt = await bcrypt.genSalt(10);
11   return await bcrypt.hash(contrasena, salt);
12 };
13
14
15 module.exports = model('Administrador', AdminSchema);
```

Figure 13 Creación de portal web

Se utiliza de central una computadora para poder establecer un servidor la cual almacena la información que es transmitida por las antenas o módulo wifi sobre el comportamiento de los equipos del laboratorio.

Como se mencionó anteriormente se muestra la codificación con la cual se permitió establecer una comunicación con el Arduino, figura 14.

```

C: > Users > user > Downloads > Nueva carpeta > src > controladores > JS arduino.controller.js > createOIne > then() callback
1  const arduinoCtrl = {};
2  var express = require('express');
3  var router = express.Router();
4  const app = express();
5  const Arduino = require('../modelos/arduino');
6  const axios = require('axios');
7  const io = app.get("socketio");
8  arduinoCtrl.createOIne = async (req, res) => {
9      axios({
10         url: "https://worldtimeapi.org/api/timezone/America/Bogota",
11         method: "get",
12     })
13     .then(async (response) => {
14         let dateObj = response.data;
15         let dateTime = dateObj.datetime + '';
16         let soloFecha = dateTime.toString().split(".")
17         let separadoHora = soloFecha[0].toString().split("T");
18         let muestraFecha = "Fecha rfid: " + separadoHora[0] + " - Hora de Ingreso: " + separadoHora[1];
19         const new_message = await new Arduino();
20         new_message.message = await req.body.message;
21         new_message.date = await muestraFecha;
22         var socket = io("ws://localhost:3000");
23         socket.emit("userInformation", "hola mundo");
24
25         await new_message.save().then(res => {
26             console.log("res" + res)
27         });
28         console.log(dateTime);
29         res.send(new_message);
30     })
31     .catch((err) => {

```

Figure 14 Comunicación con Arduino.

Para la creación de portal se optó por pedir un identificador es decir Usuario y contraseña que solamente puedan utilizar personal designado por parte de la Universidad con el fin de llevar un control de los equipos del mismo y a continuación en la figura 15 se muestra la codificación del mismo y a su vez en la figura 16 el aplicativo en la parte de autenticación.

```

C: > Users > user > Downloads > Nueva carpeta > src > helper > JS autenticador.js > ...
1  const helpers = {};
2
3  helpers.Autenticado = (req,res,next) => {
4      if(req.isAuthenticated()){
5          return next();
6      }
7      req.flash('error_msg','Usuario no Autorizado, debes logear primero para ver esta pagina!');
8      res.redirect('/login');
9  };
10
11 helpers.verifyToken = (req, res, next) => {
12     const userToken = req.get('x-token') || ''; //to get any header
13
14     Token.checkToken( userToken )
15     .then( decoded => {
16         console.log(decoded);
17         req.user = decoded.user;
18         next();
19     }).catch( err => {
20         res.status(404).send({
21             ERROR: err,
22             MESSAGE: 'TOKEN NO ES CORRECTO'
23         });
24     });
25 };
26
27 module.exports = helpers;

```

Figure 15 Codificación de autenticación

Una vez realizado la base de nuestra página web se probó la programación de la misma en una “API” por sus siglas “interfaz de programación de aplicaciones” en este caso se eligió la interfaz de “PostMan” que nos sirve como conexión entre dos aplicaciones. Primero sabiendo que una “API” es una estructura de cliente y servidor, especificando la aplicación que envía solicitudes se llama cliente y en nuestro caso el cliente es el NODEMCU ESP8266 quien hace de enviar los datos e información de lo sensado y salida de dispositivos al servidor. En la figura 16 se muestra el logo del aplicativo.



Figure 16 Figura 16 POSTMAN (Ludim, 2022)

Las API pueden funcionar de 4 formas diferentes dependiendo el motivo de la creación para la que se desea usar, las cuales son:

- API de SOAP
- API RPC
- API de WebSocket
- API de Rest

En nuestro caso se necesita poder hacer o realizar que la información obtenida por los módulos pueda ser enviado a nuestro servidor y mostrar la información a parte de poder almacenar la misma se optó por elegir la función “API RCP”.

Con la “API RCP” se puede realizar llamadas a procedimientos remotos. En este caso como cliente al completar una función lo que hace es conectar con el servidor, al momento de conectar con el servidor realiza el procedimiento de envío de datos y el servidor responde devolviendo el resultado que se desee pedir o que se requiera mostrar. Para todas estas funciones se eligió la aplicación o plataforma “POSTMAN”, en la

figura 17 se muestra el menú del aplicativo.

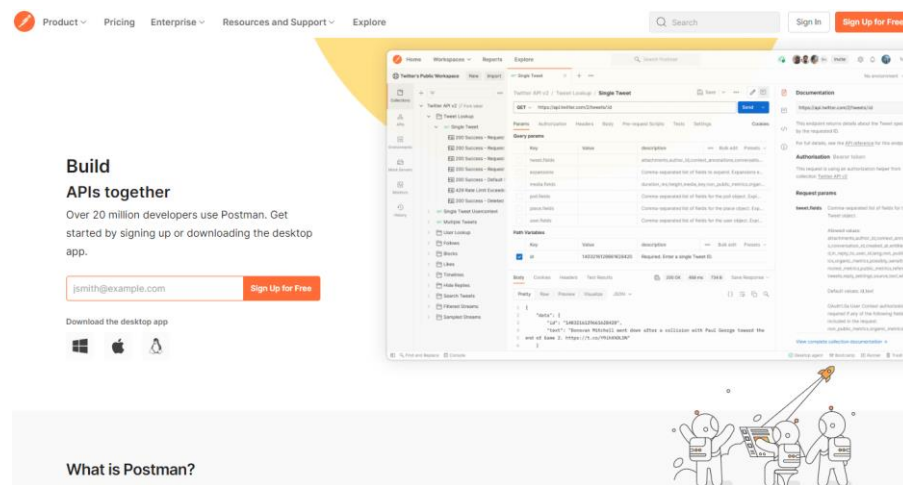


Figure 17 POSTMAN (Ludim, 2022)

PostMan es la aplicación que permite realizar pruebas de API, también conocida como un cliente HTTP que da la posibilidad de testear o probar “HTTP request”, con interfaz gráfica amigable al usuario por medio de la cual se puede obtener diferentes tipos de respuestas.

PostMan nos ofrece muchos métodos para interactuar con los “endpoints o puntos finales” en este proceso se utilizó los siguientes:

- GET: el cual sirve para obtener la información
- POST: permite ir agregando información según nuestro requerimiento
- PUT: nos permite reemplazar la información para que se actualice dependiendo de nuestros cambios al momento de realizar los sensores
- PATCH: actualiza la información
- DELETE: borra toda información que se designe para no tener que montar un dato sobre otro.

En PostMan existen colecciones la cual nos brinda la posibilidad de agrupar diferentes requests. Estas colecciones son carpetas donde se almacenan los requests y pueden ser estructuradas como las que se desee.

Se comienza con la creación de nuestra cuenta en PostMan , en la figura 18 se muestra el menú de ingreso.

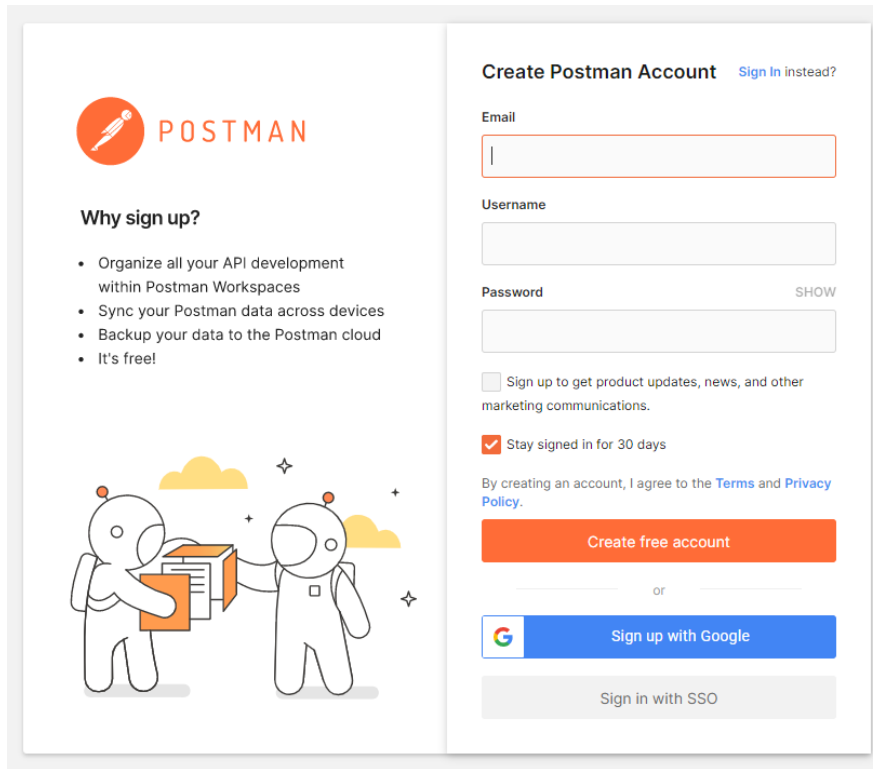


Figure 18 POSTMAN (Ludim, 2022)

Una vez terminado de crear nuestra cuenta en la plataforma nos aparece la siguiente ventana en donde se puede comenzar a interactuar con la mismas. En la figura 19 se visualiza el apartado del aplicativo.

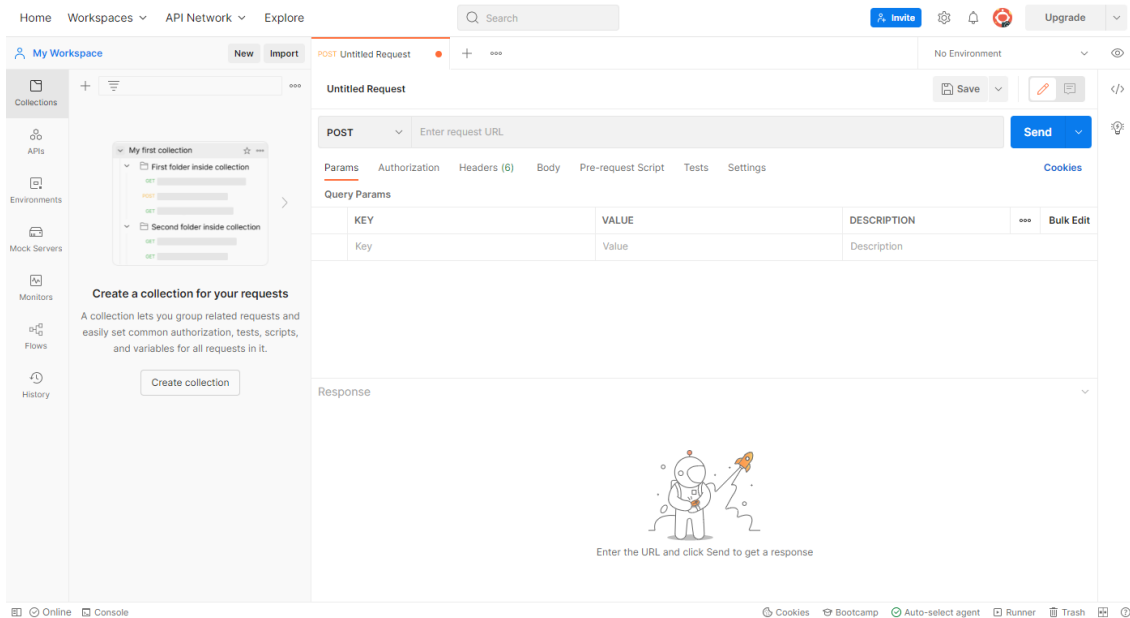


Figure 19 POSTMAN (Ludim, 2022)

Una vez aquí se elige creación de usuarios y contraseñas para nuestra página web en la cual se hacen requerimientos para poder ingresar a la interfaz de nuestra página, nos



pida un acceso y para aquello con la utilización de “Get” se establece los requerimientos de pedirnos los usuarios y contraseñas.

Para poder lograr almacenar nuestra información en un servidor en la nube donde se utiliza la plataforma de “MongoDB”.

La plataforma de MongoDB es un sistema de base de datos NoSQL orientado documentos de código abierto en C++ que guarda los datos en estructuras de datos BSON similar a los que son los JSON, pero con un esquema dinámico, dado que es de código abierto está disponible para la mayoría de plataforma lo interesante de este software es que tiene un historial amplio en el cual puede utilizarse para encontrar respuesta para todas las preguntas.

Al estar escrito en C++ cuenta con notaria capacidad para poder ser aprovecha por los recursos de nuestro computador. En la figura 20 se muestra el logo y programa MongoDB.

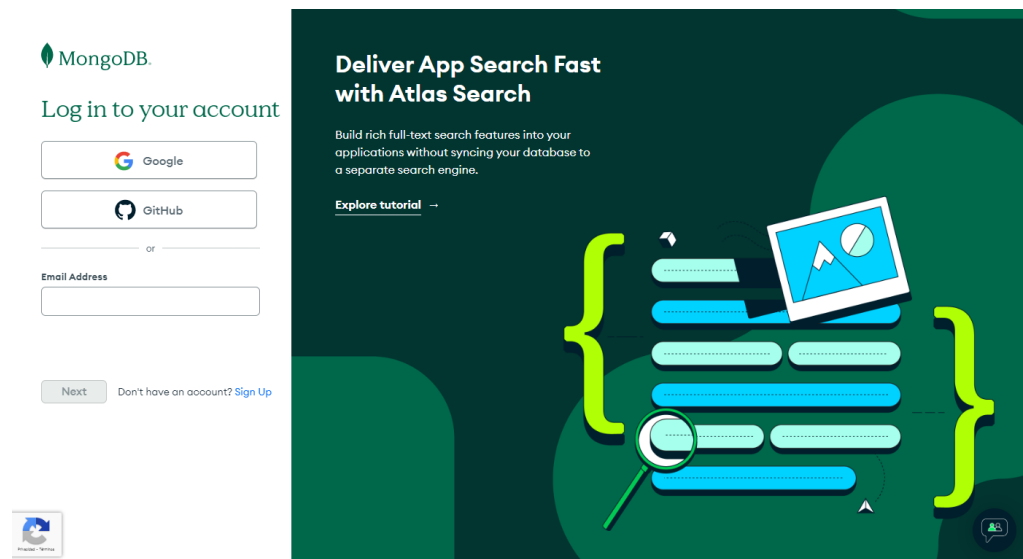


Figure 20 MongoDB (Gembeta, 2022)

Después de haber creado nuestra cuenta nos aparece la pantalla de inicio donde nos muestras las estadísticas y de cómo va nuestro almacenamiento en nuestro servidor y muchas otras opciones de la interfaz y en cómo puede ser usada tal y como se muestra en la figura 21.

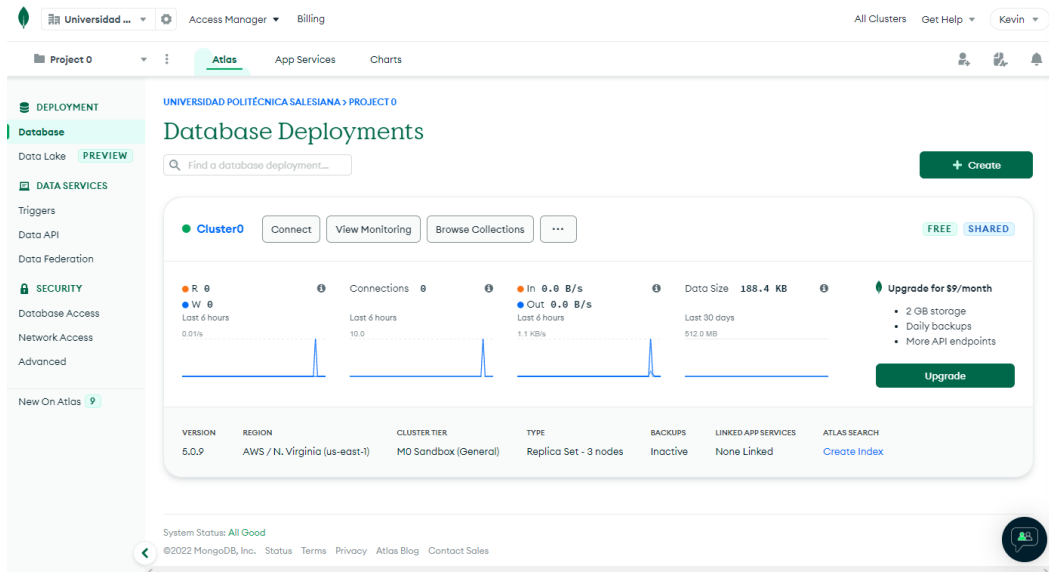


Figure 21 MongoDB

Para nuestro programa se crearon un total de tres variables que almacenan la información que se vaya a utilizar las cuales fueron:

- La clase de Administrador

En la que se designó las usuarios y contraseñas, en nuestro caso solo se crean 2 usuarios con sus respectivas contraseñas, al ser tema de universidad se emplean los correos institucionales tal y como se muestra en la figura 22.

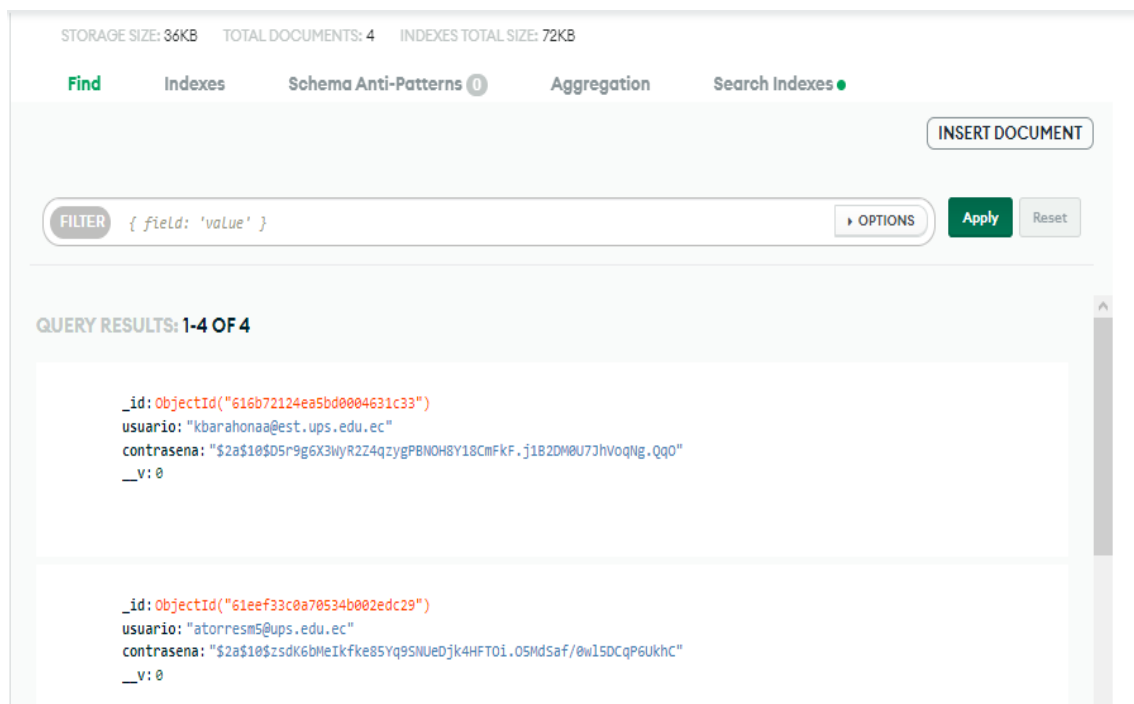


Figure 22 MongoDB clase administrador

- La clase Arduino

Permite almacenar los datos de inicio de sección cada vez que alguien entre a la página en donde se puede ver la hora, fecha y el usuario, mencionando que el sistema queda como un historial de accesos de control a la página tal y como se muestra en la figura 23.

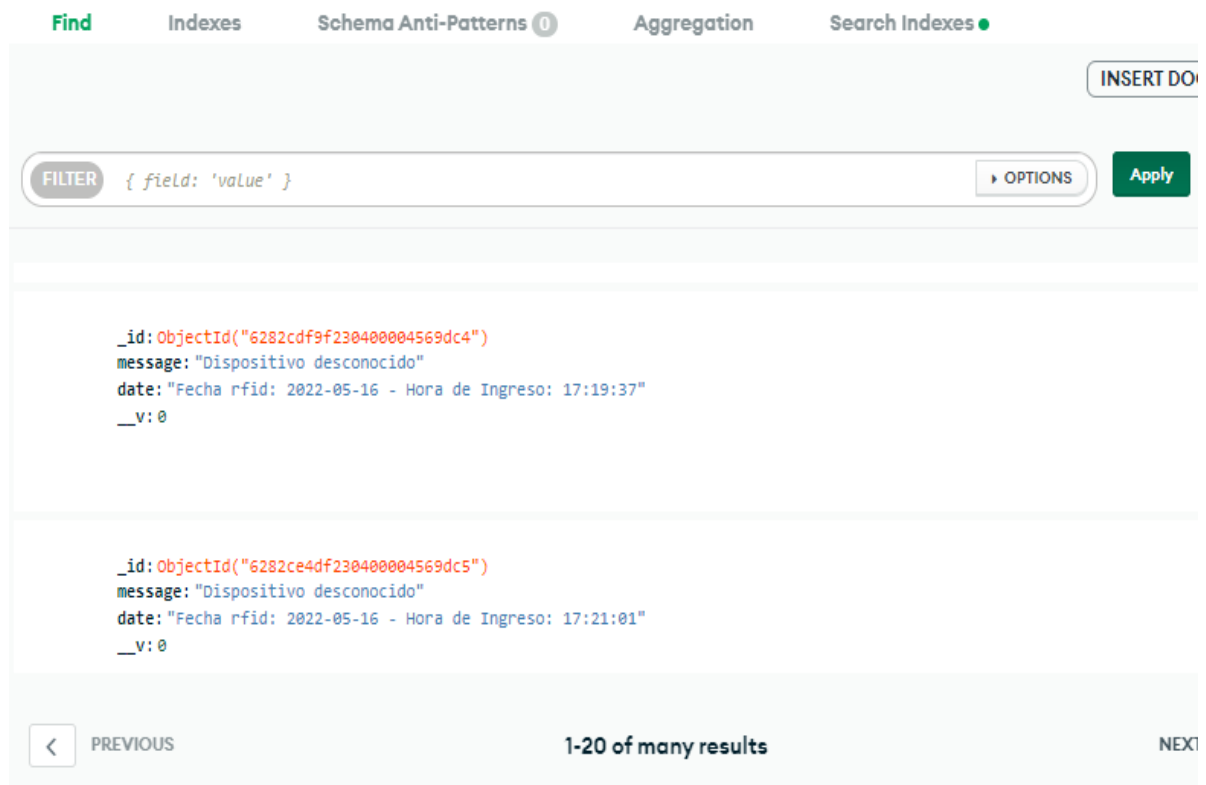


Figure 23 MongoDB clase arduino

- La venta de secciones

Adicional se puede ver las estadísticas de cómo va su procesamiento a la hora de ser utilizada y poder analizar cuáles fueron los picos más altos y bajos, con cuales le tomo mayor uso de internet, con cuales más memoria y lograr llevar un control del sistema de a almacenamiento como se muestra en la figura 24.

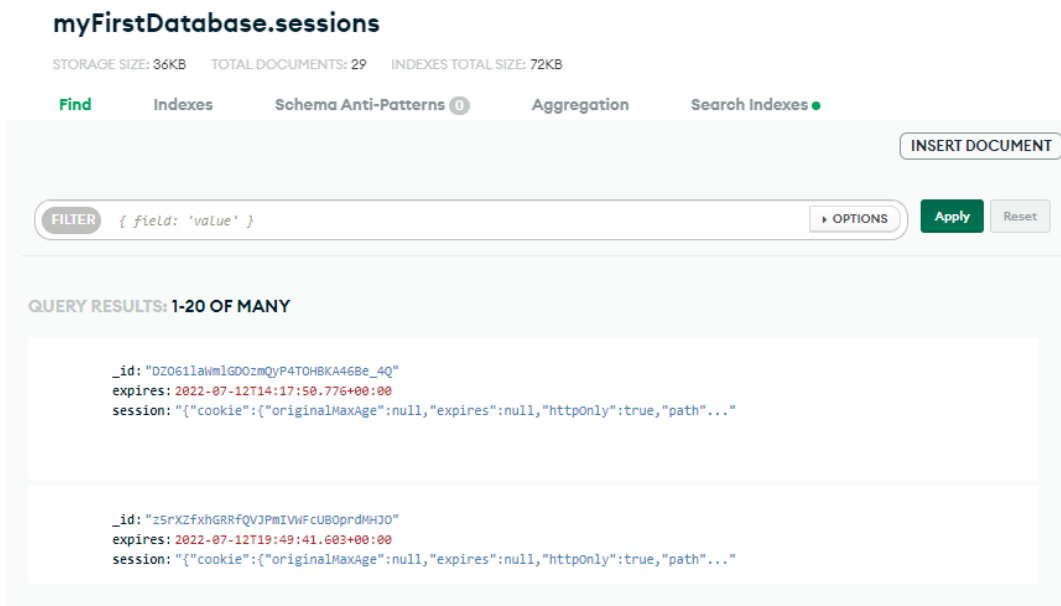


Figure 24 MongoDB venta de secciones

A continuación se visualiza en la figura 25 el portal de ingreso de nuestro aplicativo

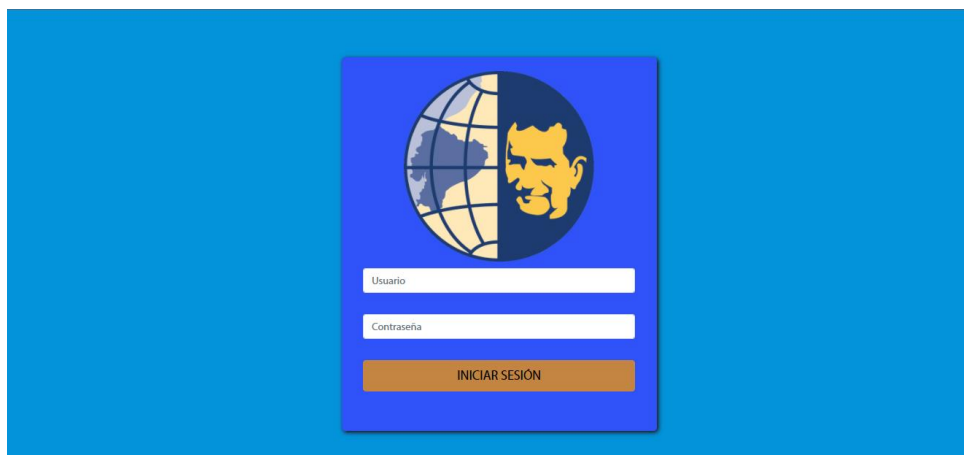


Figure 25 Portal de inicio de la plataforma.

Una vez que se logre ingresar el usuario- contraseña aparece dos pestañas tal y como se observa en la figura 26 y 27; en la cual la primera imagen detalla el sensado de los equipos, se recalca que esto es gracias al módulo ESP8266 que cumple la función de antena la cual envía la información que capte el módulo RFID.

Mientras que en la siguiente imagen (figura 27) se muestra los equipos que están en la estantería la cual mediante el uso del módulo ESP8266 y los sensores infrarrojos se garantiza la permanencia de los mismo ya que sobre la imagen se pinta de color verde si el dispositivo está disponible y de color rojo si el dispositivo no está disponible cabe

mencionar que no necesariamente el equipo debió salir del laboratorio ya que ese reporte de sensado nos brinda el módulo que se muestra en la figura 9.



Hora	Mensaje
Fecha rfid: 2022-01-30 - Hora de Ingreso: 20:26:06	Hola mundo5
Fecha rfid: 2022-01-30 - Hora de Ingreso: 16:20:35	Sensado Multimetro #2
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:51:44	Sensado Multimetro #1
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:25:53	Sensado Osciloscopio #2
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:25:19	Sensado Osciloscopio #1
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:21:05	Sensado Osciloscopio #3
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:17:42	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:17:36	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:17:30	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:17:19	Sensado Multimetro #2
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 18:17:10	Sensado Multimetro #2
Fecha rfid: 2022-01-24 - Hora de Ingreso: 13:42:13	Sensado Multimetro #2

Figure 26 Reporte del sensado de los equipos.

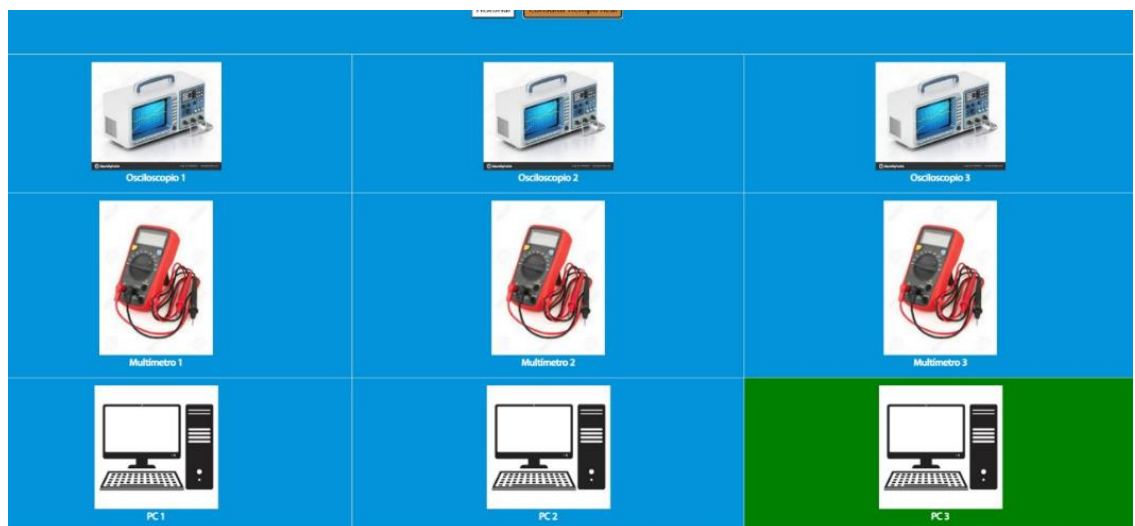


Figure 27 Disponibilidad de los equipos del laboratorio.

### 3.1.6. Fuente de alimentación

Para poder llevar a cabo todo este proyecto se optó por la elaboración de una placa PCB la cual tiene los componentes necesarios para establecer las conexiones con todos los módulos y sensores a utilizar para recrear una pequeña central donde se incorpora la fuente de 12v y la PCB. En la figura 28 se muestra la fuente a utilizar.



Figure 28 Fuente conmutada 12 v (Deltaeu, 2022)

### 3.1.6.1. PCB

La PCB que se utilizó tuvo como principal eje un Arduino nano para comunicación de los diferentes módulos, adicional se contabilizó algunas borneras la cuales permite brindar el flujo de corriente para que no existan algún desfase con los elementos a utilizar ya que hay que tener en cuenta que se tiene dos módulos RFID la cual se requiere de 3.3v para su adecuado funcionamiento, adicional se tiene 9 sensores infrarrojos que alrededor trabajan de 3-4 V y una cerradura senoidal de 12 v.

A continuación, en la figura 29 se detalla el diseño de la PCB.

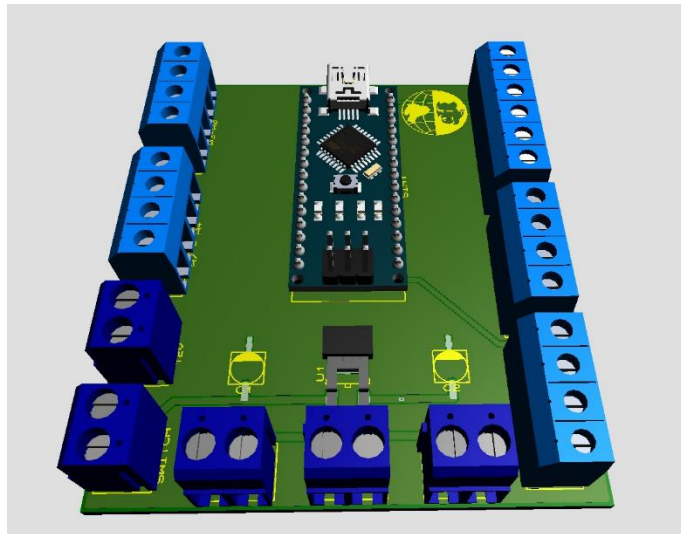


Figure 29 Diseño de la PCB

### 3.1.7. Arduino Nano

A continuación se detalla la utilización de un Arduino la cual garantiza el correcto funcionamiento de la puerta ya que con la utilización del software de arduino se logra establecer una conexión es decir se va a utilizar el arduino como un esclavo, se establece los pines para ello en la figura 30 se muestra datasheet del dispositivo en mención.

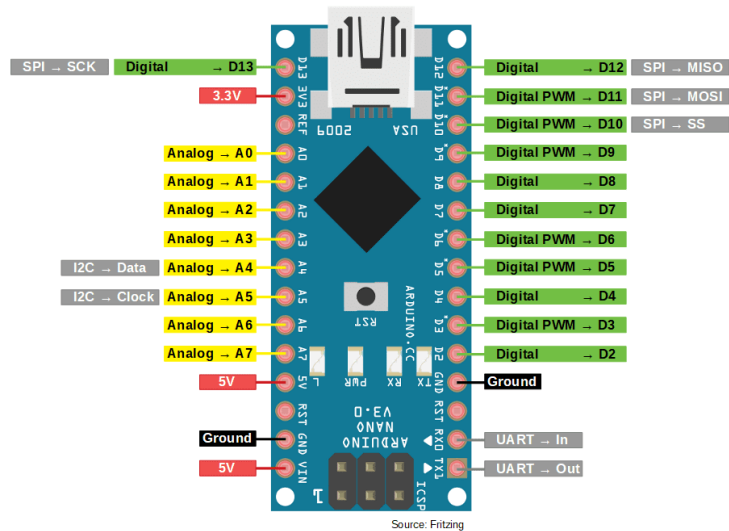


Figure 30 Datasheet Arduino uno (DescubrimientoArduino, 2022)

Se utilizó los pines digitales de la siguiente manera, cabe señalar que también se utilizó un relé para poder tener un divisor de voltaje y poder brindar conexión módulo RFID y cerradura senoidal:

Componentes	Puerto Digital o Analógico
Reset	D9
SDA(Serial Clock)	D10
MOSI	D11
MISO	D12
SCK	D13
Relay	A6
Source	12 v Fuente

Tabla 1 Puertos analógico y digital

## RESULTADOS

Para el desarrollo de este trabajo de titulación se obtuvo como resultado la construcción del prototipo RFID con la incorporación de dos módulos WIFI para la comunicación de los tags RFID con nuestra página web, cabe mencionar que nuestro proyecto es puesto a beneficio de los estudiantes y colaboradores de la Universidad Politécnica Salesiana, adicional se cumple con los objetivos establecidos. En la figura 31 se muestra el resultado final de nuestro prototipo.

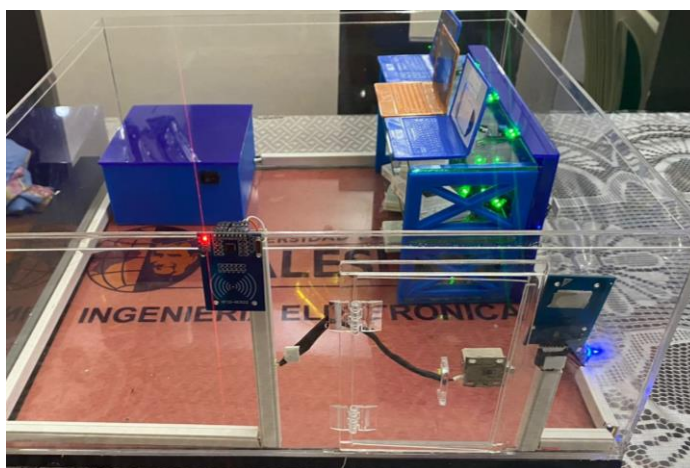


Figure 31 Prototipo RFID

### 4.1. Pruebas de funcionamiento

#### 4.1.1. Prueba puerta con llave RFID

Se diseñó una puerta la cual contiene una cerradura senoidal que trabaja con 12 v, para esto fue necesario crear un pequeño panel donde está la fuente de alimentación.

Se logró establecer mediante una PCB la comunicación del Arduino nano con un módulo RFID ya que con la utilización del Arduino y el código establecido anteriormente se permitió obtener una llave de acceso para simular la apertura de la puerta de un laboratorio de la UPS . A continuación en la figura 32 se muestra el paso de la tarjeta al módulo.



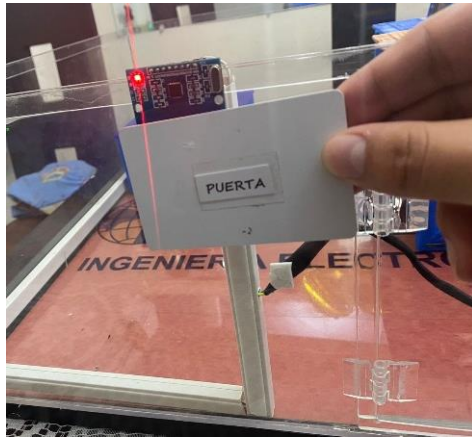


Figure 32 Llave de acceso al laboratorio

A continuación, en la figura 33 se muestra el paso de la tarjeta y la apertura del cerrojo senoidal.

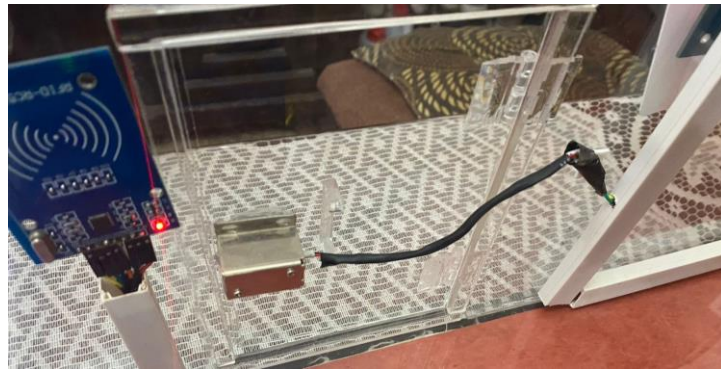


Figure 33 Cerrojo senoidal

Cabe mencionar que si se desea utilizar una llave diferente que no esté en la frecuencia establecida en el módulo RFID no se tiene ninguna respuesta por lo tanto la puerta se mantiene cerrada como se muestra en la figura 34 y 35.

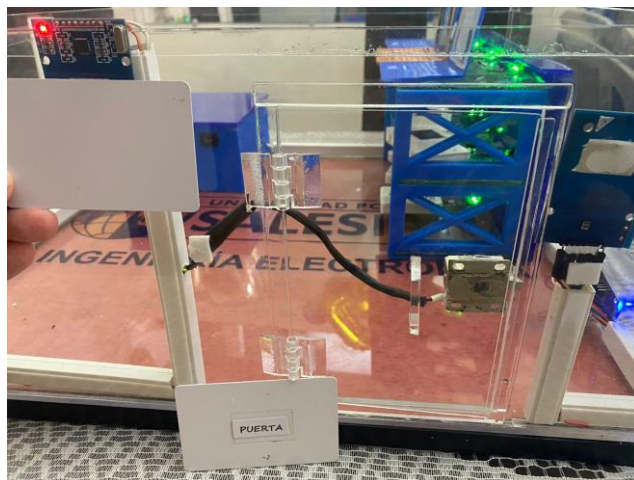


Figure 34 Tarjeta RFID diferente frecuencia



Figure 35 No hay comunicación módulo y cerrojo por lo tanto se mantiene cerrado

#### **4.1.2. Prueba Módulo RFID (Sensado)**

Se logró cumplir con unos de los objetivos de nuestro proyecto que es poder llevar un control de los equipos mediante un sensado al momento de salir del laboratorio,

Adicional también se pudo establecer una comunicación entre un módulo y un ESP86 para poder enviar la información a nuestro servidor web.

A continuación se estableció una pequeña practica del funcionamiento del mismo para la cual se sensó uno de los dispositivos; donde se menciona que cada uno de ellos mantiene un tag RFID

##### **4.1.2.1. Sensado de un Equipo**

En la figura 36 se muestra el paso del dispositivo a través del módulo RFID .



Figure 36 Paso de dispositivo

En la figura 37 y 38 se muestran los resultados en tiempo real.

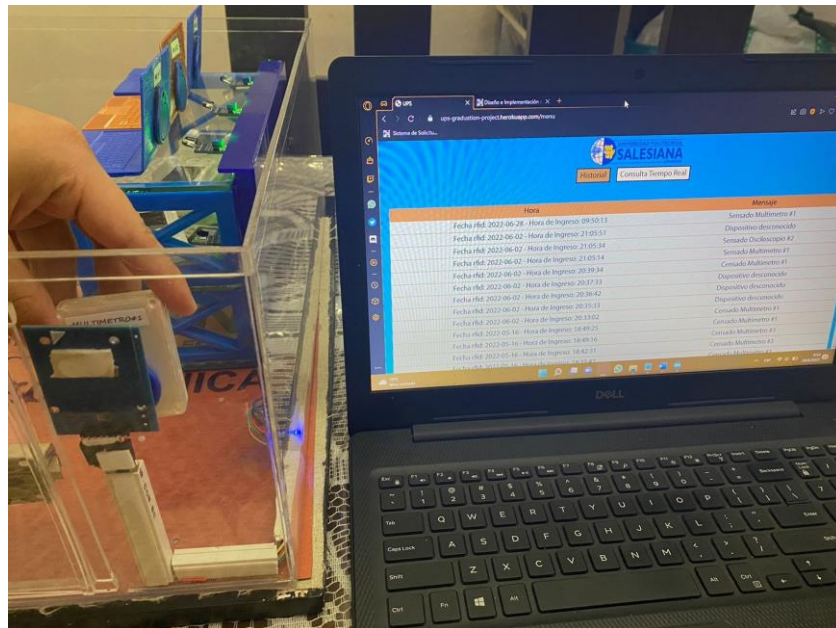


Figure 37 Registro de dispositivo

Hora	Mensaje
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:54:41	Sensado Multimetrao #1
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:50:13	Sensado Multimetrao #1
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:51	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:34	Sensado Osciloscopio #2
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:14	Sensado Multimetrao #1

Figure 38 Registros en nuestra página web

#### 4.1.2.2. Sensado de un Equipo desconocido

A continuación se realizó una prueba en la cual se utilizó un tag RFID que no está en la misma frecuencia establecida para la simulación de un laboratorio, por lo cual se obtuvo como resultado que el dispositivo no forma parte de los registros del laboratorio en la figura 39 y 40 se muestra el resultado de dicha práctica.

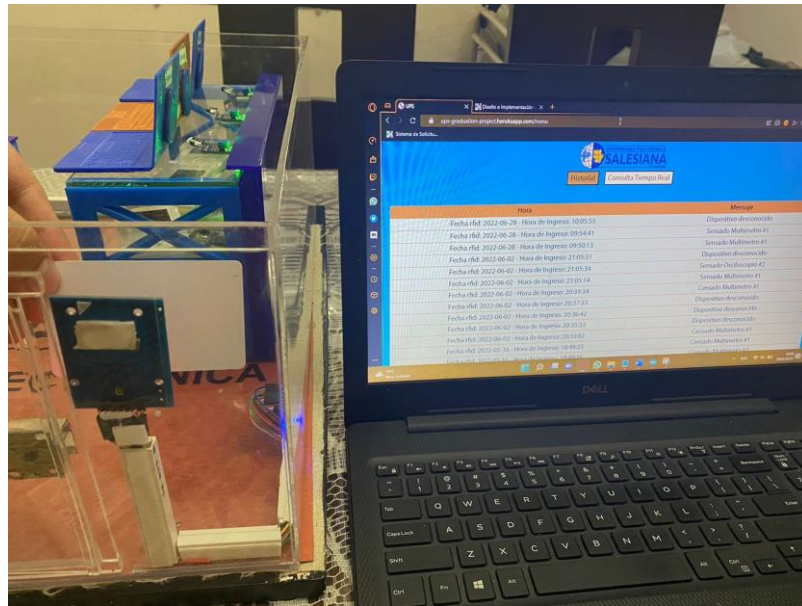


Figure 39 Sensado Equipo desconocido

Hora	Mensaje
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 10:05:55	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:54:41	Sensado Multímetro #1
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:50:13	Sensado Multímetro #1
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:51	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:34	Sensado Osciloscopio #2
Fecha rfid: 2022-06-02 - Hora de Ingreso: 21:05:14	Sensado Multímetro #1

Figure 40 Reporte página web Equipo desconocido

#### 4.1.2.3. Sensado de dos equipos del laboratorio

Se logró visualizar si nuestro módulo era capaz de poder percibir la salida del laboratorio de dos dispositivos de manera simultánea en la cual se menciona que si logra captar la salida pero tiene un desfase de 10 segundos en enviar la información a nuestra página web.

A continuación en la figura 41 y 42 se visualiza los resultados obtenidos.

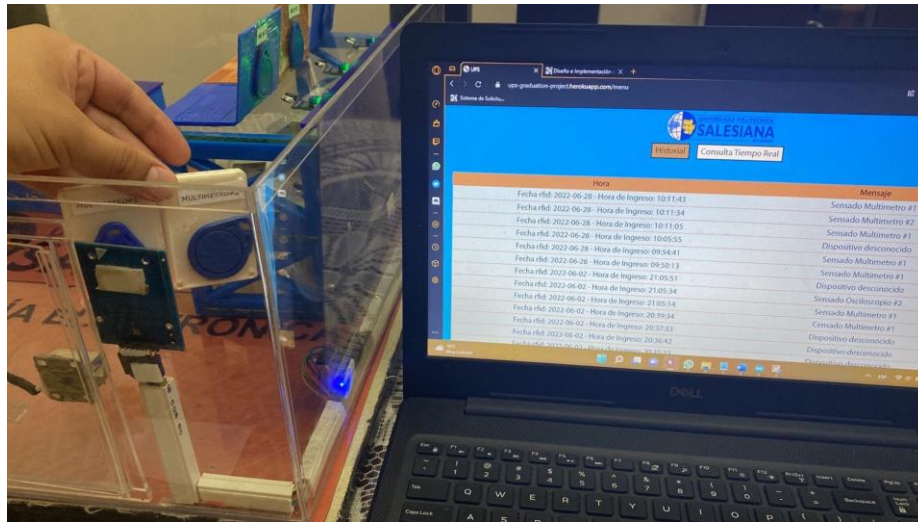


Figure 41 Práctica salida de dos equipos de manera simultánea.

Sistema de Solicitu...	
 <b>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR</b>	
<span>Historial</span> <span>Consulta Tiempo Real</span>	
Hora	Mensaje
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 10:11:43	Sensado Multmetro #1
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 10:11:34	Sensado Multmetro #2
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 10:11:05	Sensado Multmetro #1
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 10:05:55	Dispositivo desconocido
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:54:41	Sensado Multmetro #1
Fecha rfid: 2022-06-28 - Hora de Ingreso: 09:50:13	Sensado Multmetro #1

Figure 42 Reporte en nuestra página web

### 4.1.3. Prueba Sensores Infrarrojos

Para una mejor seguridad se optó por incorporar varios sensores infrarrojos las cuales mediante los tag y un módulo WIFI se logra obtener un reporte en tiempo real de los dispositivos, ya que en nuestra página web se tiene las imágenes representativas de los equipos electrónicos en la cual presenta diversos colores en este caso verde(disponible) y rojo(no disponible), que indica si el dispositivo está en uso o no, pero esto no nos brinda información si realmente el equipo salió del laboratorio para ello en función con el otro módulo se determina su salida.

#### 4.1.3.1. Prueba de un equipo electrónico

Se logró cumplir con el objetivo de mantener informado si el equipo se encuentra

disponible, para la cual se usa un equipo que se encuentra en la posición número de abajo en la figura 43 se visualiza la práctica y en figura 44 el reporte en nuestra página web.



Figure 43 Sensado del dispositivo

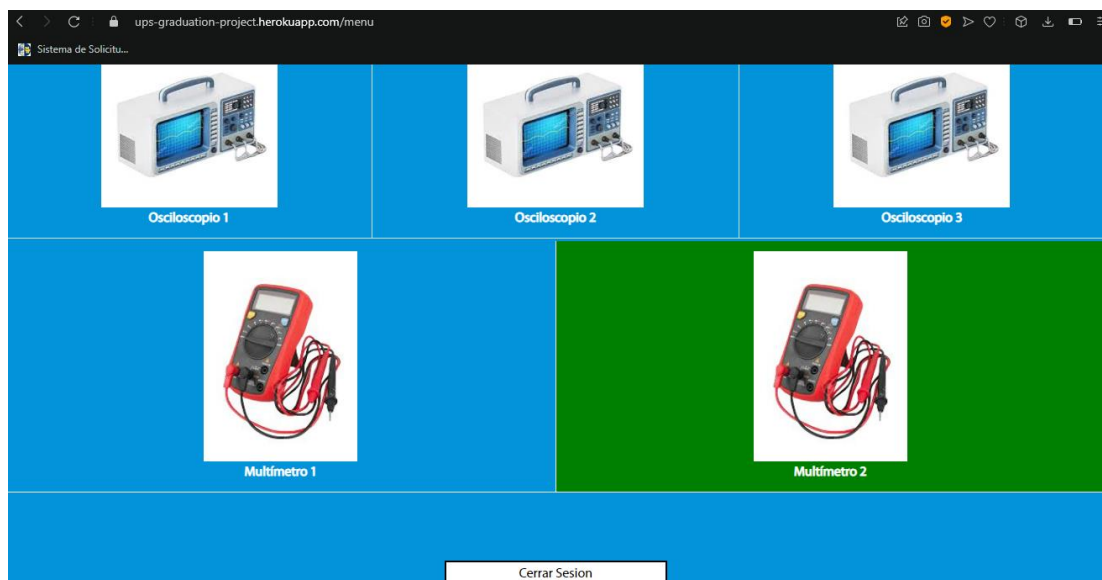


Figure 44 Reporte de la página web

#### 4.1.3.2. Desconectar un dispositivo

A continuación se muestra el funcionamiento al momento de sacar un dispositivo del estante, se visualiza como enseguida cambia de color la imagen en la página web con eso se entiende que el equipo electrónico está ocupado por algún estudiante de la Universidad, recordando que es en tiempo real. Se muestra los resultados en la figura 45 y figura 46.

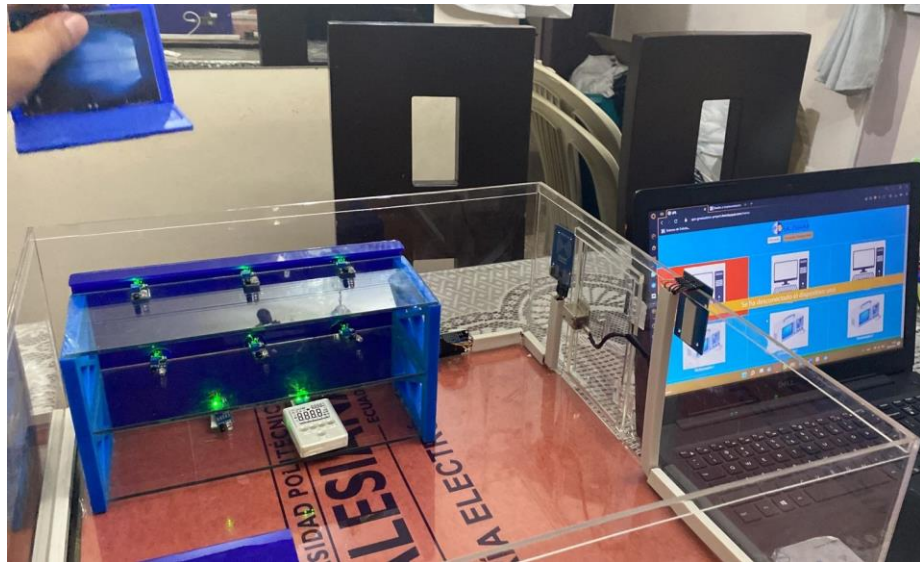


Figure 45 Equipo fuera de la estantería



Figure 46 Reporte en nuestra página web

#### 4.1.3.3. Prueba de todos los equipos en la estantería

A continuación en la figura 47 y 48 se muestra el resultado final de todos los equipos sensados en nuestra página web.



Figure 47 Sensado de todos los equipos electrónicos



Figure 48 Reporte en nuestra página web



## CONCLUSIONES

- Se logró implementar un prototipo a escala de un laboratorio de la UPS, donde se consideró para las pruebas los elementos más utilizados en dicho laboratorio como ejemplos: osciloscopios, multímetros y laptops.
- Cabe señalar que la tecnología RFID, tiene una amplia gama de aplicaciones que a futuro se pueda evitar gastos innecesarios en tiempo, dinero y otros recursos de las empresas, supermercados y sobre todo de universidades.
- Se decidió que para este prototipo utilizar un módulo RFID y a su vez un módulo ESP86 que cumplan la función de antenas con la finalidad de captar bajo frecuencia la entrada o salida de equipos electrónicos.
- Con la incorporación de módulo RFID se logró también darle apertura a los registros de ingreso de equipos al laboratorio que se ven reflejados en el aplicativo web que se elaboró con éxito, adicional para sacarle provecho a esta tecnología se la derivo también para el uso de llave para la apertura de la puerta.
- Para la elección de un aplicativo el cual lleva los registros se decidió utilizar la plataforma HTML con la comunicación del software Arduino con la cual se obtuvo resultados óptimos tanto en la comunicación; a su vez la entrega de resultados en tiempo real.
- Las pruebas realizadas sirvieron para ver las debilidades y puntos fuertes del prototipo para lograr proyectar sus mejoras en una implementación real. La base para el desarrollo se da en los resultados obtenidos de las pruebas en el prototipo.

## RECOMENDACIONES

- Incentivar a la adquisición de módulos y lectores RFID, que ayudan a tener un control preciso en su inventario de cada uno de los equipos electrónicos en tiempo real. Con esto se reduce costos por temas de perdidas o extravíos de los equipos.
- Se recomienda implementar este prototipo que sirva en el control y seguridad de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana donde se evitara la intervención de personas no autorizadas.
- Tomar en cuenta que al trabajar con equipos de radiofrecuencia se deben de revisar aspectos como: frecuencia, banda de trabajo, cantidad de voltaje y acoplamiento con los otros dispositivos electrónicos.
- Es recomendable colocar el sensor o módulo en una ubicación ideal donde pueda garantizar una mayor eficiencia al momento de receptar la señal de los tags RFID.
- Se debe considerar el delay en la entrega de los registros de control al momento que salgan varios dispositivos de manera simultánea o al mismo tiempo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- J. Águila “La tecnología de Identificación por radiofrecuencia (RFID) ha alcanzado impactos relevantes a nivel mundial debido a sus disímiles aplicaciones, principalmente en los sectores de cadenas de suministro, transporte, seguridad y control de inventarios, entre otros. Partiendo de las grandes ventajas de su empleo, resulta importante el diseño de dispositivos que permitan comunicar con las etiquetas RFID” Tesis de Pregrado - Ingeniería en Telecomunicaciones, Santa Clara, Cuba, 2017.
- Cadena, S., & Enríquez, R. (2016). Diseño e implementación de una universidad abierta caso Universidad Central del Ecuador. FIGEMPA: Investigación Y Desarrollo, 1(2), 27 - 32. <https://doi.org/10.29166/revfig.v1i2.865>.
- HOLGUÍN QUIMIS RICARDO JAVIER (2020). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO CON TECNOLOGÍA RFID PARA LA UNIDAD DE BIENESTAR ESTUDIANTIL DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ. Jipijapa. UNESUM. Facultad de Ciencias Técnicas. 123pg
- Vivanco Eguiguren, Fabián Eduardo. (2016). Optimización de recursos con tecnología RFID en las ordenes de trabajo. Facultad de Mecánica Automotriz. UIDE. Quito. 124p.
- Nacimba Coello, D. O. & Román Solórzano, L. D. (2020). Implementación de un módulo interactivo para Radiofrecuencia, IoT, Modulación, conexión a Ethernet y acceso por control RFID. 123 hojas. Quito: EPN.
- J. Pérez “La gran problemática que conlleva al desarrollo de este proyecto se basa en la gran afluencia de pasajeros con la que tienen que lidiar las terminales aeroportuarias, estableciendo altos niveles de seguridad y una gran operación logística para distribuir adecuadamente el equipaje de los pasajeros. La implementación de sistemas de identificación mediante radio frecuencia es cada vez más utilizado en distintos campos como logística, tráfico y posicionamiento, pasaportes entre otros”. Universidad De Guayaquil. Facultad De Ciencias Matemáticas Y Físicas. Carrera De Ingeniería En Sistemas Computacionales, Guayaquil, Guayas, 2017
- Altamirano, M., Garzozzi, R., Orozco I., W., Orozco I., J., & Bacilio, J. (2016). Diseño de una red con tecnología RFID para la localización de las unidades del metro vía y visualización por pantallas informativas. Revista Científica Y Tecnológica UPSE, 3(3), 149-164. <https://doi.org/10.26423/rctu.v3i3.207>
- Catota Molina, D. E. (2017). Implementación de un sistema de control de usuario para el ingreso a los laboratorios de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná utilizando tecnología RFID. Ecuador: Ecuador: La Mana: Universidad Técnica de Cotopaxi; Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.

- M. Camacho “La sistematización de una empresa garantiza su avance y desarrollo, le brinda una visión clara de sus insumos, además de ofrecer satisfacción en los usuarios al obtener la información que necesitan, en distintos países se observa la implementación de la tecnológica, más en nuestro país existe la carencia de este proceso en el control de inventario o de un sistema web. <http://hdl.handle.net/11537/22268>”, Lima, Perú, 2018.
- Piedra Arias, Y. O., & Santacruz Bernabé, J. C. (2019-10- 15). Tesis. Recuperado a partir de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44761>.
- Dr. A. Ríos, V. Vasco Integración de tecnología RFID y Cloud Computing para el desarrollo de un sistema de Control y Monitoreo de Equipamiento, En el presente artículo se describe el proceso de implementación de un sistema de monitoreo y control basado en tecnología RFID (Radio Frequency Identification) con la finalidad de controlar la información de las entradas y salidas de los equipos de los laboratorios en tiempo real. <http://redi.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/54727>, Ambato, Ecuador, 2018
- Tecnología de radiofrecuencia mejora precisión en inventarios y ventas Anonymous. NOTIMEX; México City [México City]05 May 2017.
- Bajaña Álvarez, Adrián Alejandro (2008). Análisis e impacto del uso de las tecnologías RFID y EPC en la automatización de las cadenas de abastecimiento. Trabajo final para la obtención del título: Ingeniero en Computación Especialización Sistemas de Información. Espol.Fiec, Guayaquil. 212p.
- Tendencias tecnológicas en la cadena de suministro del sector retail, Vargas, Guadalupe. CE NAFTA 2.0 Spanish, Mexico City: ContentEngine LLC, a Florida limited liability company. Sep 17, 2020.
- Karen Tiano “El nuevo sistema LANEXO™ de Merck mejora la productividad de los investigadores en el laboratorio” PR Newswire en español (South América); New York [New York]03 Mar 2020.
- Número GLN, el ID de las empresas alrededor del mundo Translated by ContentEngine LLC. CE Noticias Financieras, Spanish ed.; Miami [Miami]30 July 2019.
- CONSUMIDOR INTELIGENTE / El RFID en tu futuro Galindo, Moisés. Mural; Guadalajara, México [Guadalajara, México]21 Jan 2019: 10.
- Logistics practices in healthcare organizations in Bogota Alternate title: Prácticas logísticas en hospitales de Bogotá Velasco, Nubia; Juan-Pablo, Moreno; Rebolledo, Claudia. Academia; Bogotá Tomo 31, N.º 3, (2018): 519-533. DOI:10.1108/ARLA-08-2016-0219
- Inventario inteligente Romero, Axel. Reforma; México City [México City]23 Apr 2018: 56.
- Almacenes conectados Larrea, Jimena. Reforma; México City [México City]23 Apr 2018: 14.

## ANEXOS

### ANEXO 1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ARDUINO NANO

FUNCIÓN	ARDUINO NANO
<b>Dimensiones físicas (mm)</b>	<b>3.15 x 2.17 x 0.98 pulgadas</b>
<b>Memoria de usuario.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memoria Flash</li> <li>• Memoria Flash Bootloader</li> <li>• Memoria de SRAM</li> <li>• Memoria EEPROM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 32 KB</li> <li>• 0.5 KB</li> <li>• 2 KB</li> <li>• 1 KB</li> </ul>
<b>I/O Integradas locales</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitales</li> <li>• Analógicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14 pines I/O</li> <li>• 6 entrada</li> </ul>
<b>Velocidad de Reloj</b>	<b>16 MHz de procesamiento de señal de (I/O)</b>
<b>Voltaje de Funcionamiento</b>	<b>5 V</b>
<b>Voltaje de Entrada</b>	<b>7V - 12V</b>
<b>Voltaje de Entrada Limite</b>	<b>6V – 20V</b>
<b>Microcontrolador</b>	<b>ATMEGA328</b>
<b>Corriente DC x pin</b>	<b>40mA</b>
<b>Medio de Comunicación</b>	<b>Cable Tipo A – B, terminal USB</b>

Tabla 2 Especificaciones técnicas de Arduino nano

## ANEXO 2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL RANGO DE FUNCIONAMIENTO DEL ARDUINO NANO

<b>CICLO DE TRABAJO</b>	<b>ESCRITURA ANALOGA</b>	<b>SALIDA</b>
%	(0 – 255)	(VOLTIOS)
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>25</b>	<b>64</b>	<b>1.25</b>
<b>50</b>	<b>127</b>	<b>2.5</b>
<b>75</b>	<b>191</b>	<b>3.75</b>
<b>100</b>	<b>255</b>	<b>5</b>

Tabla 3 Datos técnicos del rango de funcionamiento del Arduino nano

## ANEXO 3 INDICADORES DE ESTADO DE ARDUINO

INDICADORES DE ESTADO	
RUN / STOP	La luz naranja dice que el proceso de inicialización del Arduino está en modo STOP, en verde permanente es porque está en modo RUN y si el LED parpadea entre verde y naranja es porque está inicializando.
ERROR	Cuando hay un error de configuración, error interno de la CPU, error de la Memory Card el LED parpadea en rojo. Si el LED es de color rojo permanente quiere decir que existe un fallo de hardware.
SRAM	Donde Arduino crea y manipula las variables cuando se ejecuta. Es un recurso limitado y supervisar su uso para evitar agotarlo
EEPROM	Memoria no volátil para mantener datos después de un reset o apagado. Las EEPROMs tienen un número limitado de lecturas/escrituras, tener en cuenta a la hora de usarla.
FLASH	Memoria de programa. Usualmente desde 1 Kb a 4 Mb (controladores de familias grandes). Donde se guarda el sketch.
RESET/BUTTON	Sirve para resetear el Arduino si se aplica la tensión máxima posible (IOREF). Reinicia el Arduino volviendo a ejecutar el Bootloader y el programa que se tendrá cargado.

Tabla 4 Indicadores de estado del Arduino

## ANEXO 4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MÓDULO WIFI

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
Modelo	Esp8266
Dimensiones	49*26*12 mm
<b>GENERAL</b>	
Voltaje de operación	3.3 V – 6 V DC
Consumo de corriente	80 mA
Antena	PCB
Pin analógico	ADC 1
Pin digital	GPIO: 17
Potencia de salida	19.5 dBm
Sensibilidad	-84 dBm a 0.1% VER
Alcance	10 metros
Interface comunicación	TCP/UDP/HTTP/FTP
Velocidad de Transmisión	1200bps – 1.3Mbps
Temperatura de Trabajo	-40 °C a +125°C
Seguridad	Autenticación y encriptación
Radio asíncrono	2.1 Mbps/160 Kbps
Radio síncrono	1 Mbps/ 1 Mbps

Tabla 5 Especificaciones técnicas de módulo Wifi

## ANEXO 5 DATASHEET SENSOR INFRARROJO

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	
Modelo	FC-51
Dimensiones	31*15*7 mm
<b>GENERAL</b>	
Voltaje de operación	3.3 V – 5 V DC
Consumo de corriente	80 mA
Chip de funcionamiento	LM 393
Distancia de detención	20mm – 100 mm
Angulo de detención	35°
Pines	VCC
Pines	OUT
Pines	GRD
Indicador de alimentación	Led rojo
Indicador de salida digital	Led verde
Modelo	E14
Función	Detención de objetos
Salida digital	0,1
Radio síncrono	1 Mbps/ 1 Mbps

Tabla 6 Especificaciones de sensor Infrarrojo



## ANEXO 6 PRESUPUESTO DE LOS AUTORES

A continuación, se detallan los diferentes rubros de los materiales que se utilizó para la construcción del proyecto de titulación de los autores.

<b>N o.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>
1	ARDUINO NANO	1	\$ 25,00	\$ 25,00
2	MODULO WIFI ESP86	2	\$ 5,00	\$ 10,00
3	CABLE PUNTA A PUNTA	25	\$ 5,50	\$ 5,50
4	TARJETA RADIO FRECUENCIA ID	2	\$ 10,00	\$ 10,00
5	TAP RFID	10	\$ 1,20	\$ 12,00
6	ACRILICO 2 MM DE ESPESOR	4	\$ 50,00	\$200,00
7	ACRILICO 4 MM DE ESPESOR	1	\$ 100,00	\$100,00
8	CANALETA	1	\$ 5,50	\$ 5,50
9	FUENTE DE 12 V	1	\$ 9,80	\$ 9,80
10	IMPRESIÓN 3D EQUIPOS	9	\$ 5,00	\$ 45,00
11	IMPRESIÓN 3D ESTANTERÍA	1	\$ 30,00	\$ 30,00
12	IMÁGENES PEGABLE LOGOTIPO UPS	1	\$ 10,00	\$ 10,00
13	VIDRIOS REPISA	3	\$ 3,00	\$ 9,00
14	PCB	1	\$ 20,00	\$ 20,00
15	CABLE UTP	2	\$ 1,00	\$ 2,00
16	SENSOR INFRARROJO	9	\$ 1,00	\$ 9,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 502,80</b>

Tabla 7 Presupuesto de los autores

