



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
ALERTA MEDIANTE TECNOLOGÍA RFID PARA EL  
EQUIPAMIENTO DE UN LABORATORIO EN LA UNIVERSIDAD  
DE LAS AMÉRICAS.

AUTOR

David Fabián Arroyo Chilla

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA DE  
ALERTA MEDIANTE TECNOLOGÍA RFID PARA EL  
EQUIPAMIENTO DE UN LABORATORIO EN LA UNIVERSIDAD  
DE LAS AMÉRICAS.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Electrónica y  
Redes de Información

Profesor Guía  
MSc. Jean-Michel Clairand Gomez

Autor  
David Fabián Arroyo Chilla

Año  
2017

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Jean-Michel Clairand Gomez

Diplome d Ingenieur

C.I.1714736681

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación”.

---

Héctor Fernando Chinchero Villacís  
Máster en Domótica  
CI: 1715451330

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que el trabajo es totalmente de mi autoría, que se han citado todas las fuentes correspondientes, además todos los derechos de autor se respetaron de manera correspondiente”

---

David Fabián Arroyo Chilla

C.I 1718009440

## **AGRADECIMIENTOS**

A toda mi familia, que me apoyaron en todo momento con muchas paciencias, sacrificio y perseverancia para poder lograr este objetivo tan importante para mí.

A mis amigos más cercanos, con los cuales pasamos muchas aventuras universitarias y grandes anécdotas compartidas

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a todas las personas que tienen en mente grandes proyectos.

No sólo en electrónica y redes sino también para el beneficio y la ayuda a personas que necesitan.

Espero que el trabajo sea de inspiración y crear más prototipos de seguridad en beneficio para las universidades del Ecuador.

A mis padres por todo el esfuerzo y sacrificio que han hecho en todo momento por mí y para mis familiares.

## RESUMEN

Tecnologías como la de RFID son sistemas para un auto identificación de forma inalámbrica, este sistema tiene etiquetas que guardan información importante y lectores que leen dichas etiquetas a diferentes distancias. La tecnología RFID cada vez está siendo más usada por sus costos bajos y grandes capacidades. Esto genera varios beneficios y seguridad para quienes usen esta tecnología. En el Ecuador existen pocas universidades o centros educativos que posean un sistema de seguridad para el equipamiento de los laboratorios. El proyecto a realizarse se levantará los requerimientos tales como: Diseño e implementación de un sistema de alerta para los equipos de redes del laboratorio de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Redes de la información de la Universidad de las Américas, utilizando tecnologías RFID, en donde no existe una administración adecuada y tampoco un acceso apropiado para el equipamiento de los laboratorios. Por esta razón, se hizo los requerimientos necesarios y se desarrolló el acceso correspondiente a cada usuario que al final permitieron el desarrollo de la solución. Para realizar el resultado final del producto se utilizó 2 interfaces, las cuales una sirve de control de acceso en un armario de los laboratorios y registrar que usuario ingreso, la otra interfaz sirve para registro del equipo que va hacer retirado del laboratorio sin autorización. Se utilizó varias herramientas como: Placa Arduino, Lector MR, SQL Server 2016 Express C# de Visual Studio Community 2015, etc., Esta solución utiliza tecnología RFID que es de bajo costo y se puede utilizar una gran cantidad de herramientas para el desarrollo e implementación.

## **ABSTRACT**

RFID Technology is a system for inalambric auto identification, in this system there are tags that they are going to save important information and readers that read those tags in different distances. The RFID Technology has been used because of low costs and big skills. This produce a lot benefits and security for those who are using this technology. In Ecuador there are few universities or other schools, they don't have a security system for laboratory equipments. The project to create, it is going to have requirements as: Design and implementation of security system for laboratory equipment's with RFID Technology for faculty of electronic engineering and networking of Universidad de las Americas, There is not a good administration and good access to laboratory equipment's. For this reason, make necessary requirements and create de good access for each user that finally allow the development of this solution. For make the final product, use 2 interfaces, one of them works for access control in closet of laboratories and register the user access, the other interface works for equipment register that going to take out the laboratory without authorization. Use different tools as Arduino, SQL Server 2016 Express, C# de Visual Studio Community 2015, etc. This solution use RFID Technology that is low cost and use in a lot tools for development and implementation

## ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	1
Alcance.....	2
Justificación.....	5
Objetivo General .....	6
Objetivos Específicos.....	6
1. Capítulo I. Situación Actual del Laboratorio .....	6
1.1 Historia RFID.....	6
1.2 Definición y Conceptos Básicos Sobre RFID .....	7
1.3 Consideración de Frecuencias.....	9
1.4Tecnologías RFID .....	10
1.5 Infraestructura.....	11
1.6 Ventajas de RFID .....	12
1.7 Comparativa de Tecnologías de Auto identificación.....	14
1.8 Lenguaje de Programación C-Sharp(C#).....	15
1.9 Cerradura Electromagnética .....	16
2. Capítulo II. Análisis de Requerimientos. ....	16
2.1. Requerimientos .....	17
2.1.1 Detectar robo de Equipos del laboratorio.....	17
2.1.2 Instalar el sistema de alerta en la Entrada del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes.....	20
2.1.3 Adaptar un dispositivo en los equipos del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes que detecten la salida sin autorización.....	21
2.1.4 El sistema de alerta detectara los equipos así estén ocultos en lugares no visibles.....	22
2.2 Control de los Equipos del Laboratorio.....	22

2.3 Tener interfaces en el sistema de alerta .....	23
2.4 Identificar equipos de laboratorio con sus respectivas características.....	23
2.5 Registrar permanente de Equipos usados y nuevos.....	23
2.6. Solución al Problema .....	24
2.7. Requerimientos con Tecnologías .....	25
<b>3. CAPÍTULO III. Diseño de Hardware y Software .....</b>	<b>26</b>
3.1. Dispositivos RFID .....	26
3.1.1 Tarjetas RFID .....	27
3.1.1 Etiquetas RFID .....	27
3.1.2 Lector Corto Alcance RFID .....	28
3.1.3 Cerradura Electromagnética VIPERTEK (VIP-600L).....	29
3.1.7 Cable de conexión lector corto alcance – Cerradura electromagnética.....	30
3.1.4 Lector Mediano Alcance RFID .....	31
3.1.7 Cable de conexión lector mediano alcance – Computadora Servidor.....	32
3.1.4 SQL Server 2016 Express .....	32
3.1.5 Visual Studio Community.....	34
3.1.8 Cable de conexión Computador Servidor – Switch laboratorio .....	34
3.2. Diagrama Base de Datos .....	35
3.2.1 Bloque 1 Rol Base de Datos.....	35
3.2.2 Bloque 2 Usuario Base de Datos: .....	36
3.2.3 Bloque 3 Persona Base de Datos: .....	36
3.2.4 Bloque 4 Estudiante Base de Datos: .....	36
3.2.5 Bloque 5 Profesor Base de Datos.....	37
3.2.6 Bloque 6 Equipo Base de Datos .....	37
3.2.7 Bloque 7 Laboratorio Base de Datos .....	38
3.2.8 Bloque 8 Salida Base de Datos .....	38
3.3. Diagrama Lector Corto Alcance.....	38

3.4. Descripción del Diagrama Lector Corto Alcance.....	39
3.4.1 Leer Tarjeta.....	39
3.4.2 Verificar Tarjeta.....	40
3.4.3 Base de Datos.....	40
3.4.4 Refleja Información.....	40
3.4.5 Circuito Esquema.....	41
3.5. Diagrama Lector Mediano Alcance.....	41
3.6. Descripción del Diagrama Lector Mediano Alcance.....	42
3.6.1 Leer Etiqueta.....	42
3.6.2 Verificar Etiqueta.....	43
3.6.4 Envía Correo Electrónico.....	43
3.6.5 Base de Datos.....	43
3.6.6 Refleja Información.....	43
3.7. Interfaz de log In.....	44
3.8. Interfaz Principal.....	44
3.9. Interfaz Principal – Archivo.....	45
3.9.1 Nuevo Equipo.....	46
3.10 Interfaz Principal – Reportes.....	47
3.10.1 Reporte Estudiante.....	47
3.10.2 Reporte Equipo.....	48
4. Capítulo IV. Pruebas de funcionamiento.....	49
4.1 Pruebas de los Equipos.....	49
4.1.1 Identificación de ID Personas.....	49
4.1.2 Resultados de Tarjetas detectadas por Modulo RFID RC522.....	50
4.1.3 Tarjeta no autorizada.....	50
4.1.4 Tarjeta autorizada.....	51
4.1.5 Prueba 1: Leer diferentes tarjetas.....	52
4.1.6 Registro Información General en Interfaz Nuevo Estudiantes....	52
4.1.7 Registro Información General en Interfaz Nuevo Equipo.....	53
4.1.8 Información Reflejada en Interfaz Reporte Estudiantes.....	53

4.1.9 Información Reflejada en Interfaz Reporte Equipos .....	54
4.1.10 Acceso Autorizado Cerradura Electromagnética.....	55
4.1.11 Envío Correo Electrónico de los Equipos Sustraídos .....	55
4.1.12 Análisis de Costo Soluciones en el Mercado Tecnológico RFID y Prototipo .....	56
<b>5. Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones .....	60
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema RFID.....	4
Figura 2. Sistema RFID.....	5
Figura 3. Componentes del Sistema RFID .....	8
Figura 4. Ubicación de cámaras de seguridad .....	18
Figura 5. Ubicación de Acceso Principal .....	20
Figura 6. Características del lector RFID en su antena .....	21
Figura 7. Configuración del sistema. ....	26
Figura 8. Tarjetas RFID.....	27
Figura 9. Tarjetas RFID.....	27
Figura 10. Modulo MF RC522. ....	28
Figura 11. Cerradura Electromagnética.....	29
Figura 12. Relé para conexión Lector y Cerradura .....	30
Figura 13. Lector Mediano Alcance Modulo .....	31
Figura 14. Conversor de DB9 A USB .....	32
Figura 15. SQL Server 2016 .....	33
Figura 16. Visual Studio 2015 Community .....	34
Figura 17. Conexión Computador Servidor y Switch .....	34
Figura 18. Diagrama Base de Datos .....	35
Figura 19. Diagrama de Lector Corto Alcance.....	39
Figura 20. Esquema Funcionamiento lector corto alcance RFID-522.....	41
Figura 21. Diagrama de Lector Mediano Alcance.....	42
Figura 22. Log In Administración del Laboratorio .....	44
Figura 23. Página Principal .....	44
Figura 24. Ventana Archivo.....	46
Figura 25. Ventana Archivo.....	46
Figura 26. Ventana Reporte .....	48
Figura 27. Ventana Reporte .....	48
Figura 28. Identificación Personas .....	50
Figura 29. Tarjeta No Autorizada .....	51
Figura 30. Tarjeta Autorizada.....	51

Figura 31. Prueba .....	52
Figura 32. Registro de Estudiante .....	52
Figura 33. Registro Equipo.....	53
Figura 34. Reporte Estudiante .....	54
Figura 35. Reporte Equipo .....	54
Figura 36. Acceso Autorizado Cerradura Electromagnética .....	55
Figura 37. Envío Correo Electrónico.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Frecuencias para sistemas RFID .....	10
Tabla 2. Tecnologías de Acceso .....	15
Tabla 3.Requerimientos de Sistema de Alertas.....	17
Tabla 4: Comparación de RFID y Código de Barras .....	19
Tabla 5: Requerimientos con Tecnologías.....	33
Tabla 6: Comparación de SQL Server y Oracle .....	33
Tabla 7: Bloque 1 Rol.....	35
Tabla 8: Bloque 2 Usuario.....	36
Tabla 9: Bloque 3 Usuario.....	36
Tabla 10: Bloque 4 Usuario.....	37
Tabla 11: Bloque 5 Profesor.....	37
Tabla 12 : Bloque 6 Equipo .....	37
Tabla 13: Bloque 7 Equipo .....	38
Tabla 14 : Bloque 8 Salida .....	38
Tabla 15: Análisis Costo Prototipo .....	77
Tabla 16: Análisis Costo en el Mercado Tecnológico RFID .....	78
Tabla 17: Análisis Costo de Equipos de Laboratorio .....	80

## INTRODUCCIÓN

### **Antecedentes**

El acceso de seguridad en las empresas privadas o públicas, han provocado problemas por no tener un registro permanente de los usuarios al momento de su ingreso a las instalaciones y horarios de trabajo permitido por sus respectivas entidades administrativas, Por tal motivo han tenido robos de equipos informáticos en las diferentes empresas que no tienen un buen control con nuevas tecnologías tales como RFID.

Un sistema de identificación por radiofrecuencia (RFID: Radio-Frequency Identification) es un método de identificación automático que permite identificar objetos que previamente se les ha adjuntado una etiqueta especial, llamada etiqueta RFID.

La utilización de los sistemas RFID se ha implantado en la última década gracias a la evolución de las tecnologías implicadas y a la miniaturización de los componentes electrónicos.

Hoy en día se puede evidenciar varios inconvenientes con un buen control y manejo de los recursos de hardware en distintos lugares. Por eso, algunas organizaciones están apostando por un ahorro de tiempo mientras buscan una mayor eficiencia que en sistemas de seguridad tradicional, el cual está basado en un control manual o un registro de forma escrita, que en varios casos estos pueden ser perjudiciales para las organizaciones, ya que en muchos establecimientos son susceptibles a la alteración de información o la falsificación de parte de los mismos encargados.

El control de los equipos de los laboratorios en la Universidad de Las Américas se realiza de manera manual y rudimentaria. El mismo se apoya en el monitoreo de parte del personal de seguridad de la universidad y grabaciones de cámaras. De manera adicional el personal de coordinación de laboratorios realiza

revisiones periódicas para constatar que todos los equipos se encuentren presentes.

De acuerdo a estos antecedentes, en la Universidad de las Américas es necesario implementar algunos mecanismos de alerta para un mayor control de los activos en los laboratorios de Electrónica. Se ha registrado varios antecedentes, como robos de activos tecnológicos tales como computadoras, teclados, ratones, entre otros. Con el presente proyecto se pretende disminuir el riesgo de robo de elementos más críticos que forman parte del laboratorio y mejorar el mecanismo de monitoreo de salida de equipos.

### **Alcance**

La principal finalidad de este proyecto es realizar el desarrollo de un sistema de alerta mediante tecnología RFID para el equipamiento de un laboratorio en la Universidad de Las Américas lo cual es mejoramiento y adaptación de diferentes lectores de lo que se realizó en la tesis de la politécnica nacional tomado de: (Puma Maldonado & Torres Castro, s.f.)

El esquema de monitoreo deberá contener un lector RFID instalado en las puertas del armario del laboratorio y etiquetas RFID en cada uno de los equipos que se encuentran dentro del mismo.

En esta parte irán instalados los lectores de RFID en la puerta del armario de los equipamientos de un laboratorio en la Universidad de Las Américas, que funcionará con las tarjetas RFID para abrir la puerta automáticamente. Cuando el usuario acerque la tarjeta inmediatamente se enviara una solicitud de apertura automática del candado de seguridad electrónico el cual será configurado por huella digital o tarjeta magnética, permitiendo el acceso de personal autorizado tales como Coordinadores, Decanos y Alumnos de la carrea de Ingeniería Electrónica y Sistemas.

El lector RFID será el encargado de registrar información, cuando un equipo sea retirado del laboratorio, y enviará un mensaje a la aplicación que se encontrará en un servidor. El servidor a su vez generará una alerta hacia los contactos que se han configurado como administradores en el sistema a través de correo electrónico, también se enviara un mensaje de seguridad a cada usuario para verificar si esa persona ingreso al armario y así obtener mayor seguridad en caso de pérdida de carnet.

La aplicación permitirá registrar toda la información relacionada con el equipo y permitirá mantener un inventario actualizado del mismo.

Los elementos del prototipo a implementarse se describen a continuación:

- Base de datos: la cual almacenará toda la información de los equipos de laboratorio e información estudiantil (Switches, Routers, Osciloscopios, etc.)
- Aplicación: módulo de administración que se conecta a la base de datos. También realiza la lectura de las etiquetas RFID adheridas en los equipos de un laboratorio de electrónica de la UDLA.
- Lector RFID: el lector RFID es un dispositivo que envía la información leída de las tarjetas o etiquetas al sistema.

El prototipo que se presenta tiene como hardware: un computador para administrar la aplicación, un lector de etiquetas RFID. Como software se tiene una base de datos creada y gestionada en SQL Server 2016 Express.

Sistema Electrónico:

Se explica el diseño de hardware basado en el Arduino Uno, el hardware se divide en dos partes: La primera es la explicación de cómo está diseñado los puntos de conexión en el Arduino Uno y la segunda es la parte programación del el módulo RFID RC522 con lector RFID (UHPOTE) de mediano alcance.

Funcionamiento del hardware:

- El módulo RFID RC522 siempre estará activo y pendiente de ingresar los códigos de usuario para el registro por el lector RFID.
- El lector RFID mediano alcance siempre debe estar pendiente de recibir los códigos de registro de los equipos.
- El módulo RFID RC522 consulta a la base de datos la información registrada del usuario que va acceder hacia el armario del laboratorio.
- El lector RFID mediano alcance consulta a la base de datos el código del tag del equipo que está siendo retirado del laboratorio.

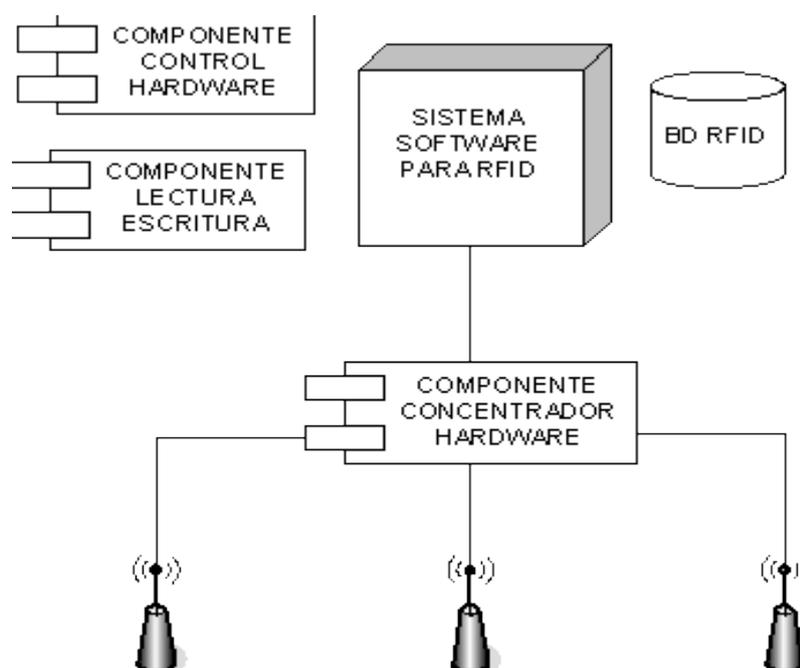
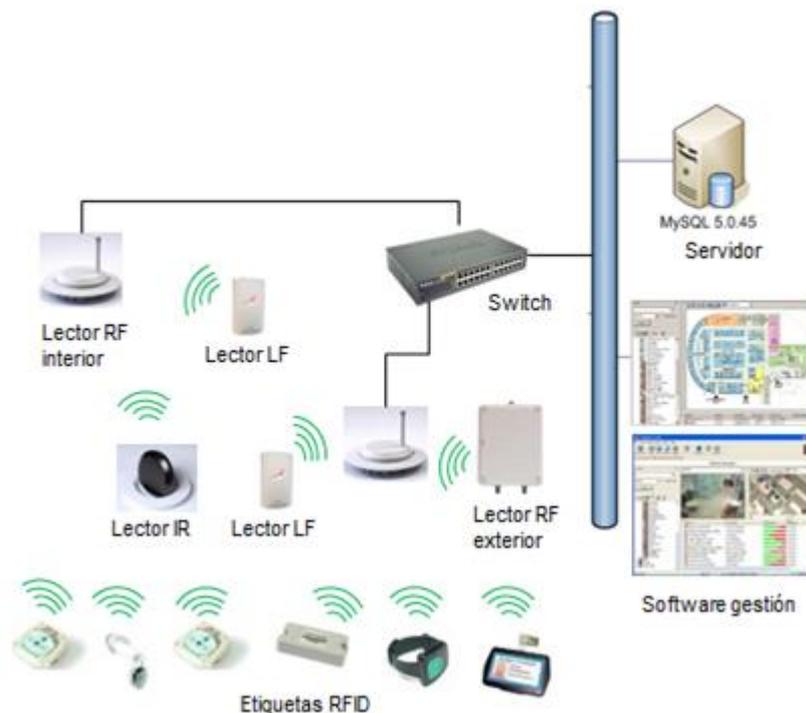


Figura 1. Esquema RFID

Tomado de (GrupoCondor, s.f.)



*Figura 2.* Sistema RFID

Tomado de (Ferranruiz, s.f.)

### **Justificación**

Actualmente existe un sistema de cámaras de seguridad en funcionamiento en los laboratorios de electrónica, es muy importante complementar la seguridad con otro sistema ya que existen zonas donde las cámaras no logran captar las imágenes, lo cual no garantiza la seguridad ni el bienestar de los equipos.

- Evitar robo de los Equipos del Laboratorio
- Tener mayor control de los equipos de laboratorio
- Registrar la información de los equipos de laboratorio en una base.
- Conocer la información general de los equipos que sea robados de laboratorio
- Conocer la información general de los estudiantes que utilicen los equipos de laboratorio

Dada la importancia de los equipos de los Laboratorios y la constante renovación de los mismos, se tiene la necesidad de tener un inventario claro, real y conciso

sobre todos los equipos de dichos laboratorios, razón por la cual presentamos e incluimos la solución de alerta sobre ellos. (Cadena & Romero, 2011)

En el desarrollo del proyecto se pondrán en práctica conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en materias como programación, microcontroladores, tecnologías inalámbricas.

### **Objetivo General**

Implementar un prototipo de sistema de alerta mediante tecnología RFID para el equipamiento de un laboratorio en la Universidad de Las Américas.

### **Objetivos Específicos**

- Analizar los requerimientos necesarios para realizar un sistema eficiente.
- Diseñar el sistema electrónico de lectura RFID.
- Desarrollar la aplicación de administración del sistema.
- Implementar el prototipo en un laboratorio de electrónica y la coordinación de laboratorios.

## **1. Capítulo I. Situación Actual del Laboratorio**

### **1.1 Historia RFID**

Durante varios años se han desarrollado varias tecnologías, que son usadas en la actualidad, cabe recalcar que los mayores inventos fueron desarrollados de una manera muy especial a continuación los eventos que se destacaron en las guerras mundiales.

La tecnología RFID fue uno de los mayores inventos que utilizaban los militares de USA en la Segunda Guerra Mundial, en los años 40 para la identificación de los aviones a larga distancia. Lo que se conocio como IFF "Identification Friend or Foe" (Identificación Amigo o Enemigo).

Los primero equipos que se construyeron fueron los Mark que son los “Transpoders” (Transmite y Recibe frecuencias), su alcance era muy reducido. Lo cual dio aparición de los transistores y RFID se dio a conocer para diferentes aplicaciones, especialmente en negocios. En los años 60 abrieron el mercado para diferentes compañías.

En los años 90 la tecnología RFID es utilizada a nivel mundial debido a sus bajos costos y por su gran cantidad de aplicaciones que son implementadas. En 2004 la tecnología llega al Ecuador, para implementar en almacenes de ropa, electrodomésticos, supermercados y así poner un alto a los robos masivos de la mercadería, La demanda de esta tecnología ha ido en incremento ya que existe la facilidad de conseguir los equipos a bajos costos y es muy accesible para todas las personas en diferentes lugares. (Acosta, 2015)

## **1.2 Definición y Conceptos Básicos Sobre RFID**

La tecnología RFID, “Radio Frequency Identification” (Identificación por radio frecuencia), es aquella que almacena información, su sistema es similar al de código de barras, pero su gran diferencia es que contiene un microchip, un circuito y una antena donde se almacena los códigos.

Su capacidad de almacenamiento del microchip depende mucho del código que será leído. Funciona de la siguiente manera; las etiquetas son colocadas en cada equipo que será identificado, se los utiliza también para buscarlos a diferentes distancias, Mejorando el control y el rastreo de los equipos.

Se debe conocer el área donde va hacer instalado el sistema RFID, conocer cualquier tipo de interferencia (ondas de radio).Podría afectar la instalación de los lectores, etiquetas y antenas, Utilizando el programa adecuado.

El sistema RFID está conformado de las siguientes partes que se muestran en la figura.

- Transponder, colocadas en cada equipo para ser identificados.
- Reader, Puede leer o, leer y escribir dependiendo de su tecnología.



*Figura 3.* Componentes del Sistema RFID

El Transponder se utiliza para controlar y comunicar de forma inalámbrica donde recibe y de forma rápida contesta a su petición. También es donde se almacena toda la información para identificar un equipo en los diferentes sistemas RFID; está conformado con acoples de radio frecuencia y un microchip. El Transponder se comporta de forma pasiva cuando no tiene su propio voltaje o cuando no se encuentra en el rango de distancia de contestación Reader. El Transponder es activado solamente en los rangos de distancia que puede responder el Reader. Las unidades de acople por radiofrecuencia brindan la potencia necesaria para la activación del transponder y también brindan la sincronización de la información y las señales de control. (Bustamante, 2011)

El Reader, está conformado por módulos que trabajan en diferentes frecuencias, además de controladores y acoplamientos para el transponder. Existen diferentes tipos de readers que tienen interfaces adicionales lo que nos facilita enviar los datos a diferentes sistemas.

Los sistemas RFID están compuestos de readers que son sistemas que leen y escriben la información en los Transpoders y los transpoders contestan la petición al Reader. (Cercatechnology, s.f.)

RFID es una tecnología donde se encuentra 2 categorías:

- **Sistemas Activos**, Son sistemas que tienen etiquetas con una batería integrada, estas etiquetas manejan tecnología más eficiente, permite que su almacenamiento de información sea mayor, además tiene un rango de lectura hasta 100 m.
- **Sistemas Pasivos**, Son sistemas con etiquetas que no poseen alimentación eléctrica, estas etiquetas son muy económicas pero tiene un rango de lectura de 10 cm hasta un poco más.

Las etiquetas se clasifican de la siguiente forma:

- **Lectura**  
Toda su información fue grabada durante su elaboración, en su microchip tiene fusibles que son quemados con láser. La información grabada no es reescrita, esta tecnología se utiliza en proyectos pequeños.
- **Lectura y Escritura**  
Estas etiquetas se escriben varias veces y a su vez se utiliza como lectura. Tiene capacidad de almacenamiento propio y se pueden programar las veces que se necesite. (Rfidpoint, s.f.)

### **1.3 Consideración de Frecuencias**

La tecnología de RFID ha trabajado con ondas electromagnéticas, que se los llama como sistemas de radio. Por lo tanto diferentes servicios que utilizan el sistema de radio no van hacer afectados por la tecnología de RFID. Es muy importante que RFID no afecte a servicios de radio, móviles, televisión, servicios aeronáuticos, marítimos, etc. (Villegas, 2015)

Por tal motivo la gama de frecuencias que se utiliza en la tecnología de RFID es restringida y utiliza frecuencias reservadas para equipos de corto alcance o en diferentes aplicaciones como: medicina, industrial y científicas. Las frecuencias se clasifican en ISM (Medicina, Industrial y Científicas) o SDR (equipos de corto alcance) como se muestra en la tabla 1 (Echeverry, s.f.)

Tabla 1.

*Frecuencias para sistemas RFID*

<b>Frecuencias para sistemas RFID</b>		
<b>Frecuencia</b>	<b>Comentario</b>	<b>Potencia de transmisión/Intensidad de campo permitida</b>
<b>&lt; 135 kHz</b>	Baja Frecuencia, Acople inductivo	72 dB $\mu$ A/m <sup>4</sup>
<b>6,765.. 6795 MHz</b>	Frecuencia media (ISM),Acople Inductivo	42 dB $\mu$ A/m
<b>7,400.. 8,800 MHz</b>	Frecuencia media, usada solo para EAS(electronic article surveillance) que se refiere a la vigilancia de artículos	9 dB $\mu$ A/m
<b>13,553 .. 13,567MHz</b>	Frecuencia media(13.56 MHz, ISM), acople inductivo, espectro ampliado	42 dB $\mu$ A/m
<b>26,957.. 27,283 MHz</b>	Frecuencia media (ISM), acople inductivo, solo para aplicaciones especiales.	42 dB $\mu$ A/m
<b>433 MHz</b>	UHF (ISM) Raramente usada para RFID	10 .. 100 mW
<b>868.. 870 MHz</b>	UHF(SRD), Nueva frecuencia, sistemas en desarrollo	500 Mw, Europa
<b>902.. 928 MHz</b>	UHF(SDR)Diversos sistemas	4W – Espectro ensanchado, USA/Canadá
<b>2,400.. 2.483 GHz</b>	SHF(ISM), Identificación de vehículos.	4W - Espectro ensanchado, USA/Canadá 500 mW, Europa
<b>5,725. 5,875 GHz</b>	SHF(ISM),Raramente usada para RFID	4W - USA/Canadá 500 mW, Europa (Ríos)

**1.4Tecnologías RFID**

Se presenta en este capítulo las tecnologías de identificación que existen, se explica de forma detallada las características principales con sus respectivas ventajas. Existe estudios más profundos de la tecnología de RFID y sus principales componentes para el desarrollo de un proyecto con esta tecnología.

En un sistema RFID existe 3 importantes componentes:

**Tag:** Las etiquetas pasivas son los dispositivos que son instalados en los equipos de alto costo económico, Su estructura interna está conformada por un microchip, El microchip consta de las siguientes partes:

- Memoria ROM es aquella en donde almacena todas las instrucciones que se utiliza para el funcionamiento como controles de flujo de información, temporizadores, etc.
- Memoria no volátil, almacena toda la información.
- Memoria RAM, almacena la información durante la comunicación con el lector.
- Componentes electrónicos participan en el procesamiento de la señal de la antena y en el proceso de envío de la información (Modulador, señal de reloj, unidad lógica y rectificador).

**Lector:** Es un módulo electrónico que se conforma en parte de radiofrecuencia o de control además tiene una antena, es lectura o lectura-escritura.

**Controlador:** Equipo principal como PC o Workstation, donde funciona una base de datos y un software de control.

Estos componentes respetan la arquitectura para las tecnologías RFID, la cual permite que todos los elementos de una solución, trabajen de forma independiente para un fin determinado y eficiente. (Portillo, 2008)

## 1.5 Infraestructura

- **Lector de RFID (Modulo RFID-RC522)**
  - Es un elemento que permite realizar la lectura de las etiquetas (tags) y envía la información a una base de datos.
- **Tarjetas RFID**
  - Guardan números de identificación de los usuarios internamente, el lector intercambia los números de identificación cuando está en funcionamiento.

- **Base de Datos**
  - Es el elemento más importante porque guarda toda la información y refleja en el sistema toda la información proporcionada por el lector y las tarjetas.
- **Pc**
  - También es un elemento muy importante porque ejecuta los softwares necesarios para complementar el sistema y reflejar la información que guarda en la base de datos.
- **Cerraduras**
  - Es procesada toda la información mientras los lectores verifican las tarjetas y envían al sistema la activación de las cerraduras, es decir que la cerradura se encuentra en estado abierto o cerrado dependiendo del código enviado al lector.
- **Antena RFID**
  - Este elemento se conecta a un transmisor y receptor de forma directa. Hay gran cantidad de lectores como los multipuertos, Estos permite conectar varias antenas y mejorar cobertura.
- **Otros**
  - Adicional se utilizó otros elementos también importantes tales como: cable UTP, materiales electrónicos.

## 1.6 Ventajas de RFID

Las principales ventajas de la tecnología RFID:

**Seguridad:** Utiliza una tarjeta que tiene grandes componentes tecnológicos que no permite la duplicación de las mismas. Los códigos son diferentes para cada tarjeta lo cual nos ayuda a tener diferentes tarjetas en cada usuario y no se produzca una duplicación de tarjeta. En varias tecnologías como: banda magnética y código de barras tiene la duplicación de tarjetas frecuentemente. Lo que permite que la tecnología RFID es la ideal para obtener una seguridad de alta calidad y alta tecnología.

**No línea de vista o alineación:** Es un sistema sencillo y fácil de utilizar, por muchas opciones. La primera por que la tarjeta no necesita ser deslizada por una ranura, esto da mayor facilidad, eficiencia y aceptación por parte del usuario. En su uso. Por lo cual garantiza mayor eficiencia en la implementación del sistema nuevo, brinda mayor calidad en:

**Inventarios de alta velocidad:** Simultáneamente son leídos por varios dispositivos, lo cual existe un ahorro de tiempo en comparación con las otras tecnologías, en donde se necesita la alineación de los dispositivos para leer uno por uno.

**Lectores sin mantenimiento:** Son unidades que no tienen partes móviles, esto garantiza un funcionamiento eficiente sin límite alguno de uso y sin realizar mantenimiento. Se puede instalar al descubierto sin la importancia de cambios climáticos, como altas o bajas temperaturas ambientales.

**Tarjetas sin desgaste:** Son tarjetas sin fricción con el lector, por esta razón no se desgastan y su uso es muy prolongado. Son reutilizables al ser ya asignadas, para usuarios nuevos. Genera una optimización de recursos.

**Rescribible:** Existen diferentes tipos de etiquetas RFID, son leídas y escritas en varias ocasiones. En algunos casos se aplica para la reutilización lo cual es una gran ventaja.

**Factibilidad:** Existen muchas aplicaciones de tecnologías RFID lo cual es un área muy amplia.

**Tareas diferentes:** Las etiquetas RFID almacenan, transmiten datos; son diseñadas para realizar diferentes funciones tales como: Medir temperatura en el ambiente o medir humedad en el ambiente. (Fqingeniería, s.f.)

## 1.7 Comparativa de Tecnologías de Auto identificación

En la actualidad en el mercado existen varias tecnologías de auto identificación.

**Acceso con Tarjetas Magnéticas:** Son sistemas que utiliza una banda magnética para leer. Por lo cual las señales electromagnéticas sirven para registrar y codificar la información en una banda magnética, para su lectura se utiliza una máquina electrónica que identifica de forma instantánea. En tarjetas de crédito se utiliza de manera frecuente esta aplicación.

Las principales ventajas de esta tecnología es la agilidad en su acceso, identificación única al usuario, bajo costo, difícil de falsificar. El uso continuo produce deterioro físico por la fricción en el momento de su lectura. (SUAN, s.f.)

**Acceso con Tarjetas de Código de Barra:** Es la tecnología que es usada por más de 25 años, para identificar productos. La identificación que utiliza en esta tecnología es aquella que se codifica datos en una imagen formada por combinación de barras y espacios. Son leídas estas imágenes por equipamiento especial de lectura óptica en donde se comunica los datos a la computadora.

Tiene ventajas iguales como la tarjeta magnética, en esta tecnología no se utiliza el contacto físico entre la tarjeta y el lector, pero si debe tener una línea de vista entre ello. Este sistema es muy económico, pero sus tarjetas son la gran debilidad porque falsifican de manera rápida lo cual es una desventaja para un control de acceso seguro y también el uso de estas tarjetas por código de barras para esta aplicación. (Anderegg, s.f.)

**Acceso con Tarjetas de RFID:** Es una tecnología con métodos electrónicos, utiliza códigos de información de personas, procesos o productos, la información se utiliza para acceder o para identificar. Hoy en día esta tecnología se utiliza para la seguridad, como en varios casos tales como: préstamo (libros) en bibliotecas o credencial de identificación.

Para el proyecto se utiliza acceso con tarjetas RFID, para una facilidad en su desarrollo e integración con varias aplicaciones. En la universidad de las américas, los estudiantes utilizan esta tecnología en sus carnets estudiantiles lo que permite una facilidad de uso en esta aplicación, porque es conocida por los estudiantes. (Falconi & Solís, 2013)

Tabla 2.  
*Tecnologías de Acceso*

	Tarjetas de Código de Barra	Tarjetas Magnéticas	Tarjetas de RFID
<b>Datos Modificables</b>	No se puede modificar	Se puede modificar	Se puede modificar
<b>Seguridad de información</b>	Baja	Media	Alta
<b>Precio</b>	Bajo	Medio	Medio-Bajo
<b>Almacenamiento</b>	8-30 caracteres	128 bytes	64 kb

## 1.8 Lenguaje de Programación C-Sharp(C#)

Es un lenguaje desarrollado por Microsoft, se añadió en la plataforma de .NET, es un lenguaje de programación que se orienta a objetos, este lenguaje es diseñado para una plataforma de lenguaje común.

Sus derivaciones fueron de C++ junto con la plataforma .NET que utiliza los objetos de la plataforma, similar a los que utiliza java pero en este lenguajes también se realizaron mejoras de diferentes lenguajes. Se llamo C-Sharp por una nota musical en donde el tono el muy alto y superior.

C-Sharp es parte de la infraestructura de .NET, pero sigue siendo una interfaz de programación. C-Sharp es un lenguaje independiente que diseña programas en su plataforma además se puede crear programas para diferentes plataformas como Windows, Linux, Unix.

Ventajas:

- Se puede definir varias clases en un mismo espacio.

- Los datos son más amplios, las clases son acceso público, privado, interno y protegido.
- Permite declaración de propiedades en cualquier clase, mantiene varias versiones de clases lo que permite ejecutar software antiguo y nuevo simultáneamente. (Ecured, s.f.)

## 1.9 Cerradura Electromagnética

Las cerraduras electromagnéticas son objetos necesarios para la seguridad, existe varias cerraduras, cada uno utiliza diferentes tecnologías.

La cerradura electromagnética funciona para abrir y cerrar lugares donde su entrada no es permitida. Está conformado por 2 partes principales, el electroimán se lo instala en el marco de la puerta, cumple la función de un imán cuando la corriente de la bobina circula y cierra la puerta pero en el momento que la corriente eléctrica no circula este permite el acceso de la puerta. Todas las cerraduras se encuentran cerradas cuanto existe corriente eléctrica lo que quiere decir que todas las cerraduras electromagnéticas son de tipo Fail Safe.

Mientras mayor es la presión mayor es la seguridad, hay varios modelos de cerraduras que van desde 300 a 1200 lbs.

Ventajas:

- Se adaptan a cualquier tipo de puerta ya sea de madera, vidrio u otro material.
- No utiliza llaves
- Trabaja con cualquier control de acceso
- No produce chispa eléctrica (Gallery Security, 2016)

## 2. Capítulo II. Análisis de Requerimientos.

Para el presente proyecto se realiza un análisis de requerimiento que a continuación se presenta los procesos que propone.

## 2.1. Requerimientos

Las cámaras de seguridad en el laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes son implementadas hace varios años atrás, obtienen en tiempo real los videos en algunas áreas del laboratorio, pero no en toda el área. Existen equipos importantes de costos muy altos, por lo tanto se perfecciona el sistema de seguridad de cámaras, con la implementación adicional de un sistema de alerta con tecnología RFID que informe si los equipos son sustraídos del laboratorio.

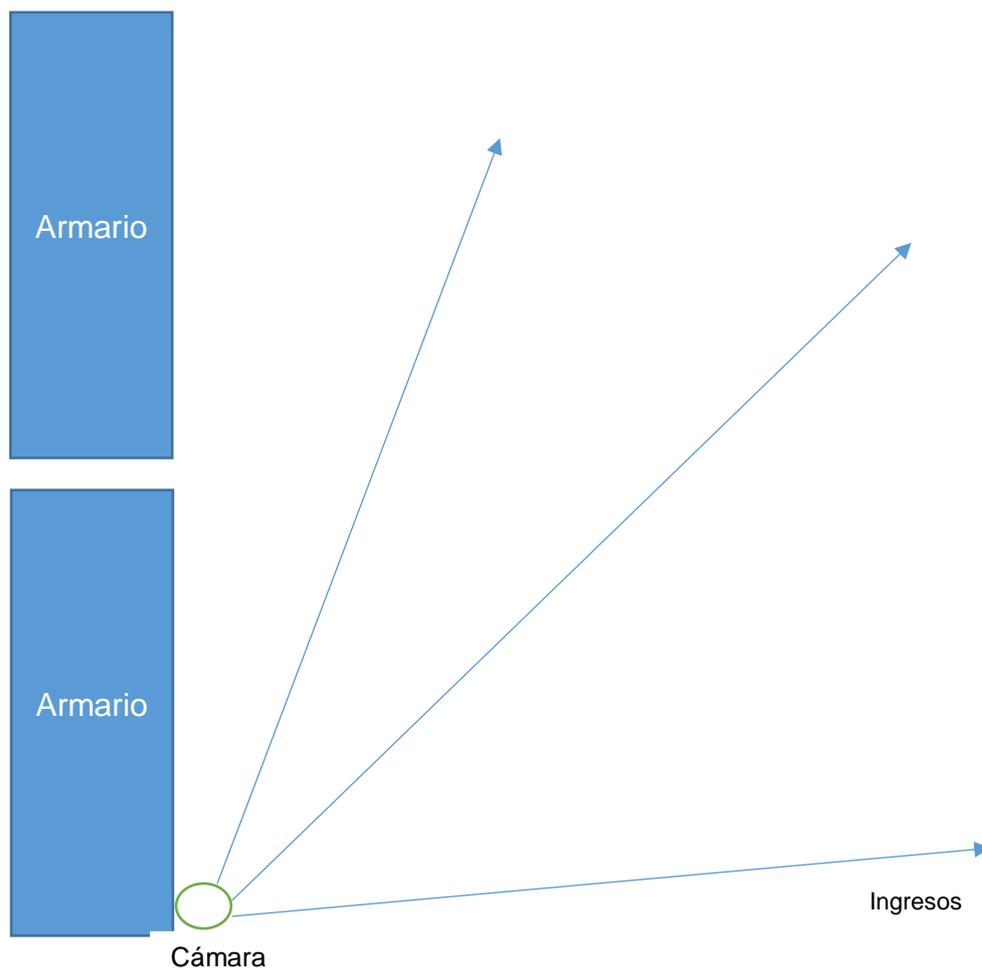
Tabla 3.

*Requerimientos de Sistema de Alertas*

Requerimiento	
1	Detectar robo de equipos del laboratorio
2	Control de los Equipos del laboratorio
3	Tener interfaces en el sistema de alerta
4	Identificar equipos de laboratorio con sus respectivas características
5	Registro permanente de Equipos usados y nuevos

### 2.1.1 Detectar robo de Equipos del laboratorio

El sistema de cámaras está funcionando en la actualidad en el laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes, es necesario perfeccionar el sistema de seguridad porque existe zonas donde no capta las imágenes, principalmente en los armarios donde se encuentran los equipos de alto costo económico, su forma de ingreso es manual por lo tanto no certifica la seguridad de dichos equipos. La ubicación de las cámaras de seguridad en el laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes se indica en la Figura 4:



*Figura 4.* Ubicación de cámaras de seguridad

La instalación de más cámaras no es una solución porque los equipos se encuentran ubicados en un área de no cobertura de las cámaras, por lo tanto es un lugar ideal para la sustracción de los equipos, sin ningún registro y prueba para la culpabilidad de la persona responsable del hurto.

El sistema es instalado en la puerta del armario y en la entrada del laboratorio porque varios estudiantes ingresan y salen durante toda la jornada de clases, además los equipos son utilizados en varios laboratorios, lo que implica que están en continuo movimiento y para su seguridad se implementa un dispositivo que no genere problemas en su operatividad y movilidad.

Por lo cual se utiliza tecnología inalámbrica tomando en cuenta lo siguiente:

- Instalar el sistema de alerta en la entrada del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes
- Instalar el sistema de alerta en la puerta del armario del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes
- Implementar un dispositivo en los equipos del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes que detecten la salida sin autorización
- El sistema de alerta detectará los equipos así estén ocultos en mochilas piezas de vestir.

La tecnología de identificación por Radio Frecuencia tiene varios beneficios y ventajas en comparación con la tecnología de código de barras, RFID por sus costos ha evitado su uso en varios campos. A continuación en la tabla 5 se presenta una tabla comparativa de las dos tecnologías.

*Tabla 4.*

Comparación de RFID y Código de Barras

	<b>RFID</b>	<b>CÓDIGO DE BARRAS</b>
<b>Línea de vista</b>	No	Si, vista directa y cerca
<b>Distancia de lectura</b>	Km	Cm
<b>Lectura simultanea</b>	SI	NO
<b>Lectura y Escritura</b>	SI	Solo lectura
<b>Seguridad</b>	Alta	Muy Baja
<b>Identificación</b>	Individual de cada equipo	Solo seriales

Las ventajas de RFID son:

- No necesita de línea de vista
- Alcanza mayores distancias
- Lectura de varios artículos de forma simultanea
- Mayor seguridad
- Sus etiquetas pueden ser reutilizables

Con las ventajas mencionadas anteriormente, se decide implementar un sistema de alerta con tecnología RFID que cumple todas las necesidades.

### 2.1.2 Instalar el sistema de alerta en la Entrada del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes

El Laboratorio está ubicado en el bloque 4 primer piso, tiene un acceso principal por donde ingresan los estudiantes y los profesores.

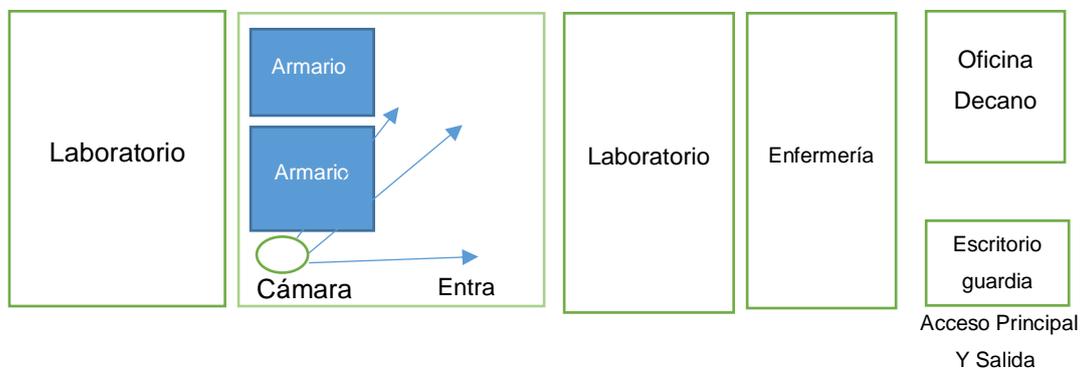


Figura 5. Ubicación de Acceso Principal

Una vez ubicado la entrada del laboratorio por donde se ingresa y además se puede salir, el lector RFID que se utiliza tiene:

- El rango mínimo de lectura es de 5 metros

La distancia que tiene el lector y el piso es 5 metros, el lector que se utiliza tiene un alcance de 7 metros lo cual tiene 2 metros más para no tener problemas al detectar la etiqueta.

- Antena integrada

El lector tiene la antena integrada, esto ayuda a no ocupar mayor espacio y se instala solamente un equipo, de esa manera es mucho más fácil.

- Banda UHF

Para alcanzar grandes rangos de lectura, sus medidas son en metros y tener gran variedad de productos a elegir en el mercado.

Para este Proyecto de Titulación es instalado únicamente en la entrada del laboratorio porque es el laboratorio más usado para los proyectos de ingeniería

Electrónica y Redes, donde se encuentran todos los equipos de alto costo económico. Las autoridades con el tiempo pueden implementar en otros laboratorios.

Se tiene en cuenta el patrón de radiación porque depende el área que va ser cubierto por la antena, el patrón adecuado es el directivo. Directivo por que el sistema de alerta va a estar localizado en la parte superior de la entrada del laboratorio, cubre toda la parte de la entrada y detecta la etiqueta implementada en el equipo por medio de los lóbulos de cobertura. Lóbulo principal y secundario se indican en la Figura 6.

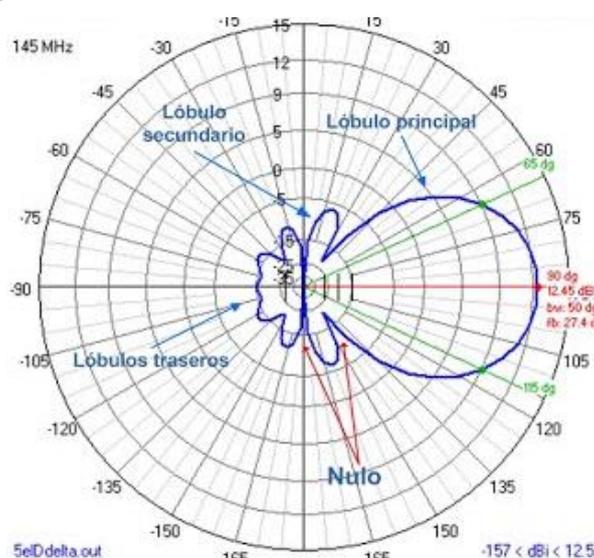


Figura 6. Características del lector RFID en su antena  
Tomado de (Siste, s.f.)

### 2.1.3 Adaptar un dispositivo en los equipos del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes que detecten la salida sin autorización

Una vez ubicado el lector en el lugar exacto (en la entrada del laboratorio porque es el laboratorio más usado para los proyectos de ingeniería Electrónica y Redes y además se encuentran todos los equipos de alto costo económico), El sistema de alerta con tecnología RFID funciona mediante un acceso de un lector de corto alcance que no necesita un contacto físico, por insertar una tarjeta en una cerradura o por un reconocimiento óptico; solo con un acercamiento en el rango

de lectura con la tarjeta autorizada, es correcto. Cada tarjeta tiene un identificador que el sistema reconoce y valida el acceso, Hay 2 tipos de acceso: acceso autorizado y acceso denegado, dependiendo del tipo de usuario. También tiene un registro de etiquetas mediante un lector de mediano alcance que guarda la información de las etiquetas en la base de datos al momento de la salida de equipos del laboratorio y de manera inmediata envía una alerta por correo electrónica hacia la coordinación del área con el número de identificador del equipo. Es muy importante el uso de un dispositivo que es implementado en los equipos de alto costo económico que son: Switches, Routers, Osciloscopios con el objetivo de ser detectados al momento de atravesar la entrada o puerta del laboratorio.

#### **2.1.4 El sistema de alerta detectara los equipos así estén ocultos en lugares no visibles**

Las etiquetas que son implementadas en los equipos de alto costo económico no necesitan de línea de vista con el lector de tal manera, si pretenden sustraer los equipos en mochilas, carteras u ocultando en la vestimenta es muy difícil, son captados por las cámaras de seguridad y por el lector RFID que se encuentra en la entrada del laboratorio.

## **2.2 Control de los Equipos del Laboratorio**

Se realiza un control de salida de equipos del laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes mediante un sistema informático, el sistema almacena toda la información de los equipos y de los usuarios permitidos en una base de datos, este sistema es controlado por las autoridades del laboratorio. El sistema tiene un registro de salida de los equipos sin autorización y de las características del equipo, registro de la información de los usuarios.

### **2.3 Tener interfaces en el sistema de alerta**

El sistema tiene dos interfaces que permite la interacción con el usuario para un mejor funcionamiento, el sistema tiene:

- Interfaces graficas muy sencillas, el administrador del sistema debe interactuar de forma rápida
- Compatibilidad con Windows, este sistema es el más popular y utilizado en las computadoras para la administración del sistema.
- Conexión con la base de datos para almacenar todos los registros tanto de los equipos o de usuarios
- Conexión entre lector y computador.

### **2.4 Identificar equipos de laboratorio con sus respectivas características**

Para la identificación de los equipos que son detectados por el lector, se necesita una base de datos donde almacena todos los códigos que identifican de manera individual los equipos con sus respectivas características.

Hay diferentes bases de datos que se utiliza, las más usadas son Oracle y SQL Server. Oracle y SQL Server siempre son compatibles con Windows. SQL Server se selecciona porque se realiza varios proyectos con la plataforma, además es una base de datos sencilla y muy amigable para su manejo y funcionamiento.

### **2.5 Registrar permanente de Equipos usados y nuevos**

El sistema permite el registro de equipos que son parte del laboratorio de forma permanente y también de nuevos equipos que son adquiridos a futuro. El registro es mediante el sistema implementado para almacenar la información necesaria de cada equipo en una base de datos y así tener un registro ordenado, fácil de acceder y eficiente.

## 2.6. Solución al Problema

Se maneja funciones específicas en tiempo real como: ejecutar el módulo RFID a través de Arduino, punto de red habilitado con comunicación con el servidor y base de datos para presentar los resultados en el sistema.

Para almacenar la información de los equipos de alto costo económico, se utiliza un computador que funciona como servidor, cumple algunos requerimientos mínimos del hardware:

- Procesador CORE i3
- Memoria RAM de 2 GB
- Disco de 100 GB

Estas características son necesarias para mejorar el funcionamiento sistema de alerta. El software requerido para sistema operativo es Windows 7, Visual studio 2015 community, SQL Server 2016. Se va utilizar el computador que se encuentra en el laboratorio por lo tanto se puede aprovechar los recursos del computador. El computador del laboratorio tiene las siguientes características:

- Procesador CORE i3
- Memoria RAM de 2 GB
- Disco de 100 GB

La seguridad está compuesta de un lector RFID de corto alcance que es instalado en el armario en la parte central y está conectado hacia una cerradura electromagnética que funciona a 12 V, para integrar con el lector RFID de corto alcance se necesita un Relé que convierta a 3 V e integrar todo el sistema. El equipo tiene Windows 7, Visual studio 2015 community y el SQL Server 2016 con una conexión a la red de la universidad de forma permanente para él envío de alertas de equipos extraídos del laboratorio por medio de correo electrónico. El correo electrónico se envía por medio de gmail hacia la coordinación, el correo se guarda y de forma automática se realiza el envío, trabaja con el modelo cliente-servidor y el tiempo que envía es muy rápido así como enviar mensajería

instantánea que se utiliza hoy en día como Whatsapp, Facebook Messenger, etc. Toda la información es ejecutada en el sistema y de igual manera se integran todos los equipos a utilizarse.

## 2.7. Requerimientos con Tecnologías

Cada requerimiento utiliza sus respectivas soluciones y resultados a continuación se observa en la tabla 5.

Tabla 5.

### *Requerimientos con Tecnologías*

Requerimientos	Tecnologías	Resultado
Detectar robo de equipos del laboratorio	Tecnología RFID de Mediano Alcance (0-7 metros), Modulo RFID MF RC522 Corto Alcance (0-60 mm).	Controlar el Acceso de Personas que utilizan los equipos de laboratorio y Evitar Robos.
Tener interfaces en el sistema de alerta	Interfaces Creadas en Visual Studio Community 2015, Software:Eficiente, Escalable,Transparente,Facil de programar.	Ingresar, Guardar y Verificar toda la información proporcionada por los lectores.
Identificar equipos de laboratorio con sus respectivas características	Registro de Información de los equipos en la interfaz creada por Visual Studio Community 2015, Etiqueta ISO 18000-6B es adherida en el equipo para su identificación.	Ingresar información del equipo, Guardar información del equipo, Adherir etiqueta en el equipo y Verificar salida de equipo en Correo Electrónico.
Registro permanente de Equipos usados y nuevos	Lector RFID de Mediano Alcance (0-7 metros), constantemente lee y registra los equipos. Para un nuevo registro de equipo se ingresa a la interfaz creada por Visual Studio Community 2015. Se registran los nuevos equipos.	Registrar constantemente equipos nuevos y verificar los equipos usados constantemente.

### 3. CAPÍTULO III. Diseño de Hardware y Software

En este capítulo se explica de forma detallada todos los equipos necesarios para el desarrollo del proyecto como: capacidades de módulos de lectores, tags utilizados, Arduino y su funcionamiento.

Los lectores RFID y las cerraduras están conectados a un sistema, base de datos de una red, todos los dispositivos están interconectados.

Las cerraduras interactúan con el lector. Para tener un control más apropiado y un trabajo eficiente de las cerraduras al momento de su activación.

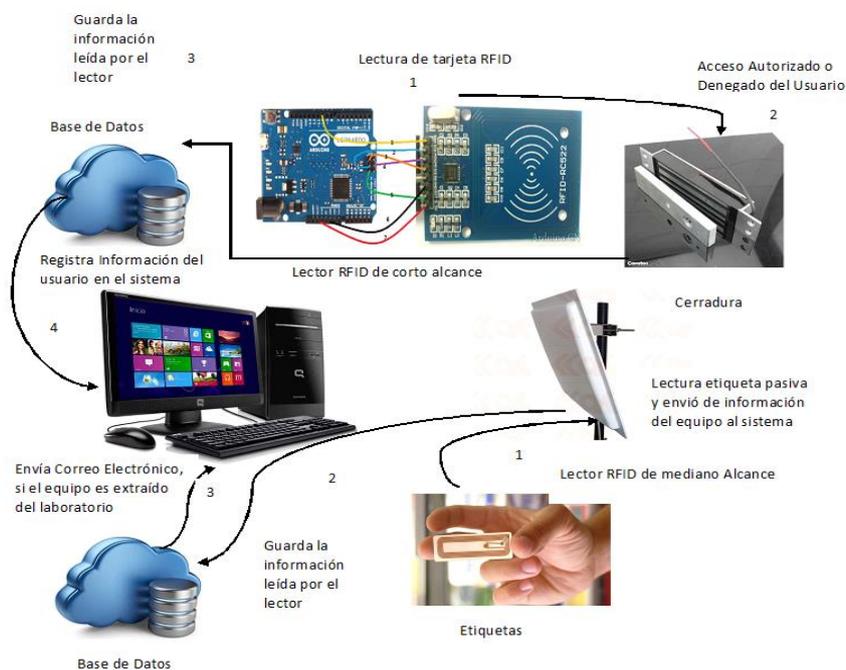


Figura 7. Configuración del sistema.

Adaptado de (HetproStore, s.f.); (Corotos, s.f.); (Pandaid, s.f.); (Dhgate, s.f.); (Periodismodirecto, s.f.); (Chessbase, s.f.)

#### 3.1. Dispositivos RFID

En este punto se explica los elementos del sistema RFID, tarjetas RFID, lector RFID, etc.

### 3.1.1 Tarjetas RFID

Tarjetas pasivas RFID se utiliza por sus características de bajo costo, son desechables y depende de una fuente externa de energía. Su activación se realiza cuando se refleja a un lector o scanner. Las tarjetas utilizan el estándar ISO 14443, una distancia entre 10 cm y menos de un metro.



*Figura 8. Tarjetas RFID.*

*Tomado de (Aliexpress, s.f)*

### 3.1.1 Etiquetas RFID

Etiquetas pasivas RFID se utiliza por sus características de bajo costo, son desechables y no depende de una fuente externa de energía, su tiempo de vida es largo, su tamaño puede ser muy pequeño porque no depende de fuente de energía. Su activación se realiza cuando se refleja a un lector o scanner. Las etiquetas utilizan el estándar ISO 18000-6B, ISO 18000-6C una distancia entre 10 cm hasta algunos metros.



*Figura 9. Tarjetas RFID.*

*Tomado de (Rfidpoint, s.f.)*

### 3.1.2 Lector Corto Alcance RFID

El módulo MF RC522 se utiliza para comunicaciones inalámbricas a 13Mhz, escribe o lee datos. Tiene bajo costo, bajo consumo de energía y tamaño pequeño. Utiliza el estándar ISO 14443, soporta algoritmos de encriptación tales como: quick CRYPTO1 y MIFARE. El módulo MF RC522 utiliza 3.3 v para voltaje de alimentación y tiene protocolo SPI compatible con varios micro controladores como Arduino u otros. Se utiliza el módulo por ser muy económico en el mercado, además fácil de programar y se integra con varios sistemas. (Naylampmechatronics, 2015)

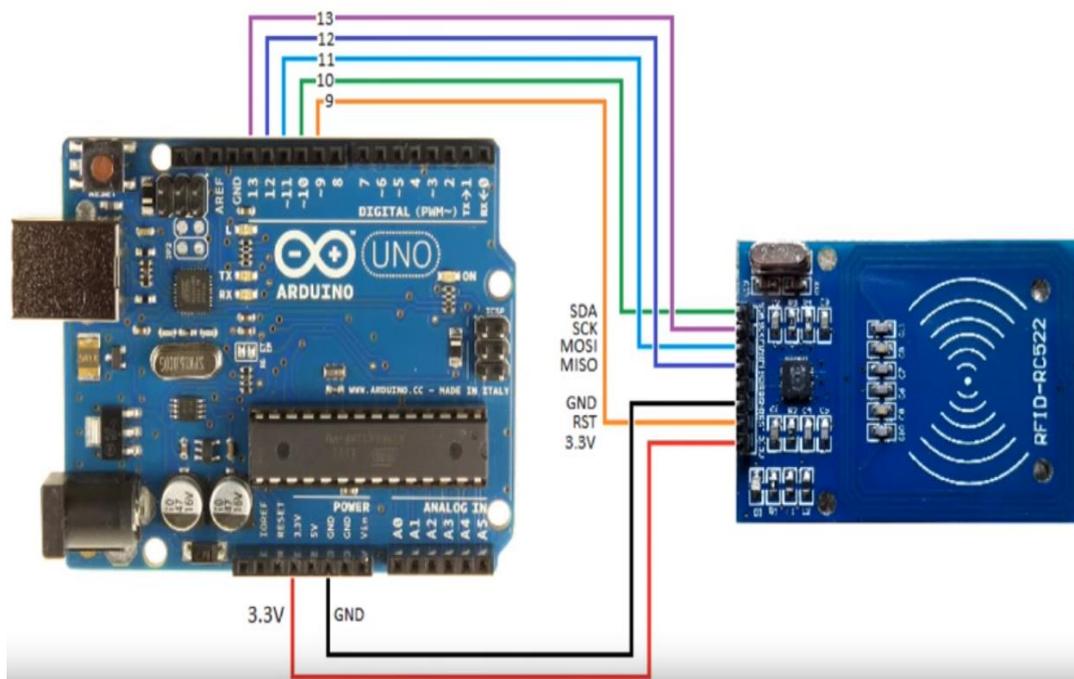


Figura 10. Módulo MF RC522.

Tomado de (Prometec, s.f.)

Características Principales del Módulo MF RC522:

- Modelo: MF522-ED
- Corriente de operación: 13-26mA a 3.3V
- Corriente de standby: 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

### 3.1.3 Cerradura Electromagnética VIPERTEK (VIP-600L)

Es una cerradura eléctrica de tipo electromagnética que son utilizadas en puertas para la seguridad de cualquier tipo: madera, vidrio, etc. La cerradura electromagnética es seleccionada porque su peso es el adecuado para los armarios, existen cerraduras más pesadas y rompen la estructura del armario, también su bajo costo, por sus dimensiones que encajan de forma correcta en las puertas de los armarios, por su fácil instalación y compatibilidad con el sistema. (Naylamp, 2015)



*Figura 11. Cerradura Electromagnética  
Tomado de (Macroquil, s.f.)*

- Fuerza de la sujeción de 600lbs
- Tensión doble 12 y 24 Vcc

- Corriente extraída 500mA / 250mA
- Protección contra sobretensiones MOV
- Tipo de Fail-Safe
- Botón pulsador en la armadura para liberación instantánea
- Imán: 250 (L) X 41 (W) X 26 (D) mm
- Armadura Placa: 170 (L) X 38 (W) X 11 (D) mm

### 3.1.7 Cable de conexión lector corto alcance – Cerradura electromagnética

El lector trabaja con un voltaje de 3V, la cerradura con una fuente de 12 V, necesitamos un Relé (sirve para activar y desactivar equipos que tengan gran consumo de corriente eléctrica), para conectar los dos equipos y tener una conexión entre el lector y la cerradura.

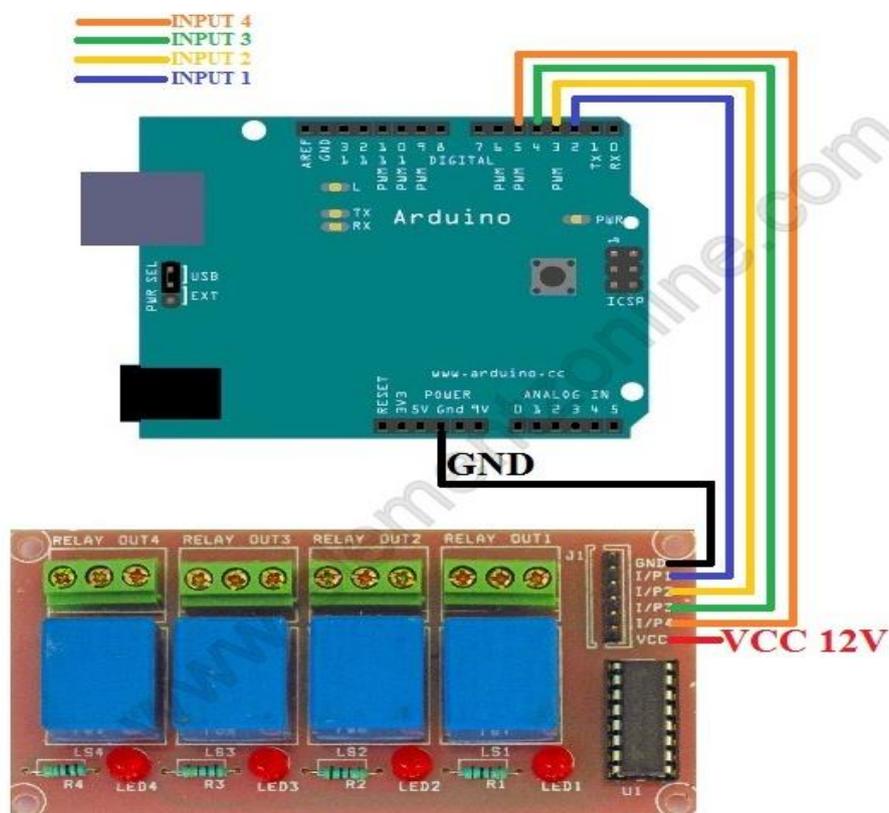


Figura 12. Relé para conexión Lector y Cerradura  
Tomado de (Elementztechblog, s.f.)

### 3.1.4 Lector Mediano Alcance RFID

Es un lector de mediano alcance, viene integrado UHF de alto rendimiento. Utiliza lecturas/escrituras rápidas de las etiqueta para la identificación. Es aplicado en muchos sistemas RFID como logística, control de acceso, proceso de producción industrial y sistema de alertas, se conecta directamente al dispositivo. Este modelo es escogido porque su precio es accesible, su alcance es el adecuado para el proyecto, porque no hay equipos que tienen un rango de lectura mediano, en el mercado existen lectores de rangos superiores y son de altos costos. (AliExpress, s.f.)



*Figura 13. Lector Mediano Alcance Modulo  
Tomado de (Ementztechblog, s.f.)*

#### Características Principales del Lector de mediano RFID

- Dimensiones: 280x280x40mm
- Temperatura de funcionamiento: -25 ~ +60 grados
- Interfaz: RS232, RS485, Wiegand26
- Indicador: Buzzer
- Energía del RF: 0 ~ 30dBm, sistema ajustable por el software
- Antena: Antena 8dbi circularmente polarizada incorporada
- Rango de lectura: 5-7M, etiqueta y entorno dependiente
- Soporte ISO18000-6C (EPC C1G2) etiqueta / tarjeta de protocolo

- Frecuencia de funcionamiento: banda de frecuencia 902 ~ 928MHz
- Transmisión FHSS o frecuencia fija
- Poder de salida del RF hasta 30dbm (ajustable)
- antena 8dbi con distancia de efecto de hasta 5m-7Meters

### 3.1.7 Cable de conexión lector mediano alcance – Computadora Servidor

El lector tiene un cable serial, se necesita de un convertidor DB9 a USB para tener conexión física entre el lector y el computador Servidor.

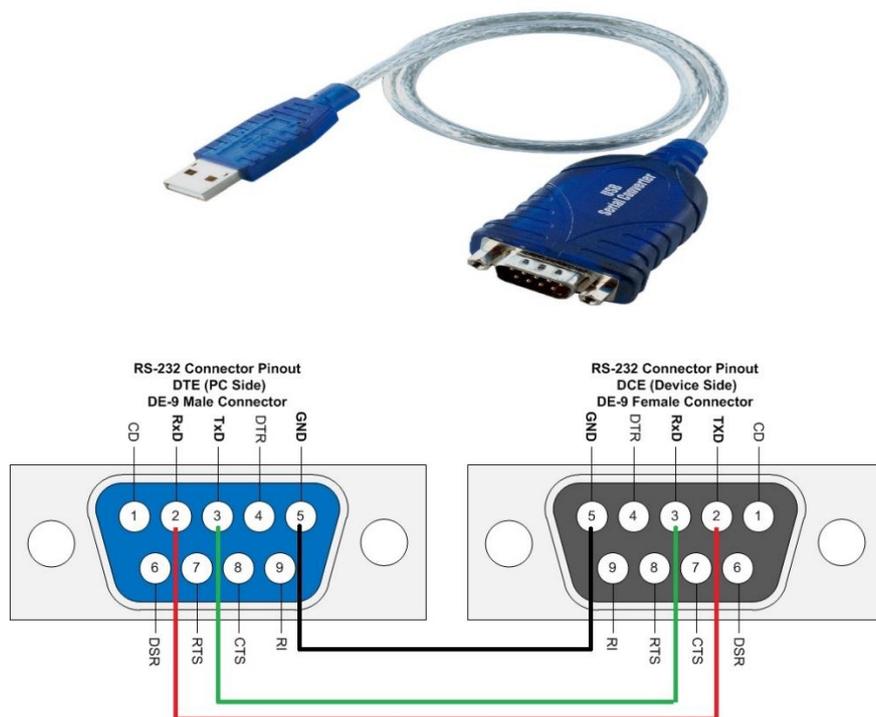


Figura 14. Conversor de DB9 A USB

Tomado de (Videk, s.f.); (Electronika, s.f)

### 3.1.4 SQL Server 2016 Express

SQL Server 2016 Express administra las bases de datos y OLTP (Procesamiento de transacciones en línea), memoriza los datos en tiempo real, además tiene solución de análisis de datos, seguridad de datos, protege los datos almacenados, reduce los ataques externos y una base de alto rendimiento. El

software es seleccionado porque trabaja de forma eficiente, es licencia gratuita, su programación es muy fácil y se mejora la base de datos a futuro, la información se guarda física y en la nube En la Tabla 6 se presentara una comparación de Oracle y SQL Server.

Tabla 6.

*Comparación de SQL Server y Oracle*

Descripción	SQL Server	Oracle
<b>Rendimiento</b>	Alto	Muy alto
<b>Capacidad</b>	Alto	Muy Alto
<b>Eficiencia en concurrencia</b>	SI	SI
<b>Licencia Gratuita</b>	SI	SI
<b>Seguridad</b>	Muy alto	Alto
<b>Soporta gran cantidad de procesos de almacenamiento</b>	SI	SI
<b>Multiplataforma</b>	SI	SI

Adaptado de (Stansfield, s.f.)

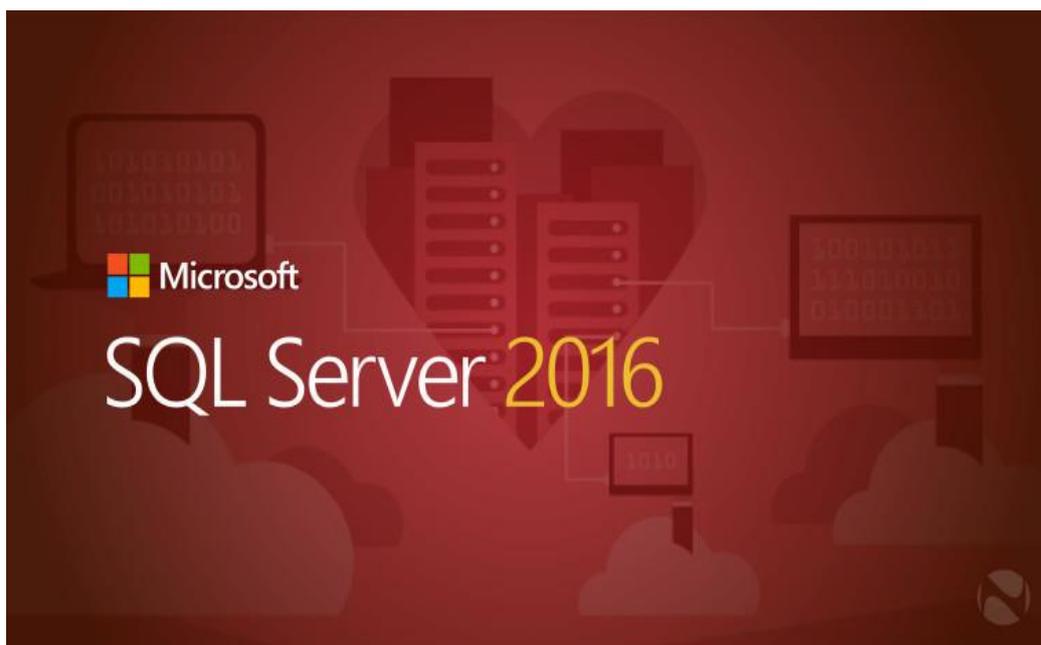


Figura 15. SQL Server 2016

Tomado de (Portalti, s.f.)

### 3.1.5 Visual Studio Community

Es una herramienta gratuita, muy completa que ayuda a la creación de proyectos como: investigativos, académicos, etc. Es código abierto y crea gran cantidad de aplicaciones para cualquier tipo de sistema además trabaja en multiplataforma como: Windows, IOS y Android. Por tal motivo se escogió el software porque trabaja por medio de web lo que permite crear la interfaz para el envío de correo electrónico para nuestro sistema también por ser gratuito y funcionar en varios sistemas operativos.

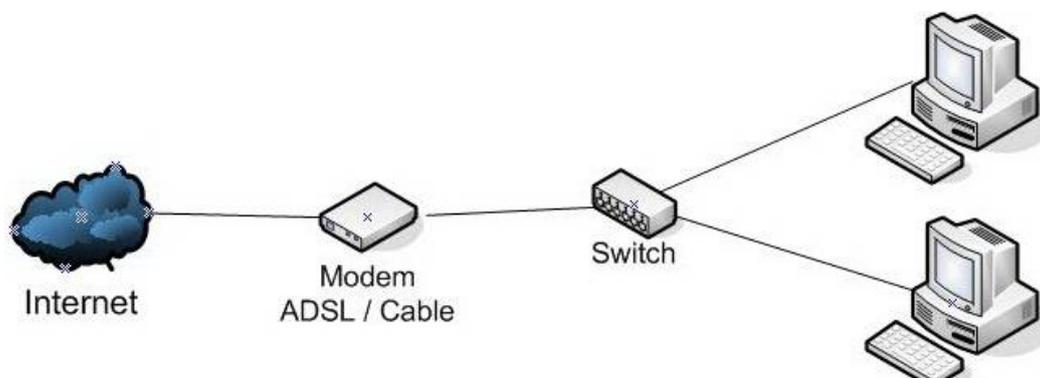


*Figura 16.* Visual Studio 2015 Community

Fuente: (López, s.f.)

### 3.1.8 Cable de conexión Computador Servidor – Switch laboratorio

El computador está conectado de forma continua a la red de la universidad por un cable Ethernet que proviene de un switch hacia el computador.



*Figura 17.* Conexión Computador Servidor y Switch

Tomado de (Elchapuzasinformatico, s.f.)

## 3.2 Diagrama Base de Datos

Como se muestra en la figura 18 el diagrama está conformado por un usuario que tiene acceso al sistema de alerta por medio de una clave, el administrador del sistema o la persona encargada de controlar el sistema de alertas.

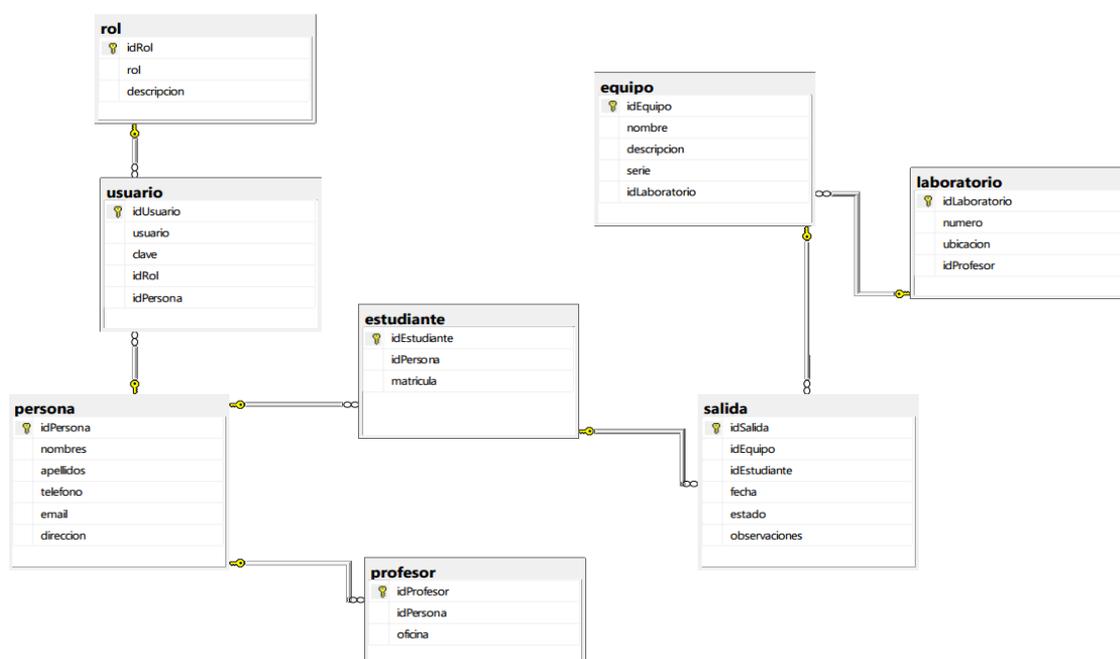


Figura 18. Diagrama Base de Datos

### 3.2.1 Bloque 1 Rol Base de Datos

En el bloque 1 se identifica el rol del usuario, crea el bloque 1 en la tabla 7

Tabla 7.

Bloque 1 Rol

Identificador	Descripción
<b>Id_Rol</b>	Identifica el rol que cumple el usuario
<b>Rol</b>	Registra rol de usuario
<b>Descripción</b>	Descripción del rol

### 3.2.2 Bloque 2 Usuario Base de Datos:

En el bloque2 registra el usuario y contraseña, crea el bloque 2 en la tabla 8

Tabla 8.

#### *Bloque 2 Usuario*

Identificador	Descripción
<b>Id Usuario</b>	Identifica el registro del usuario
<b>Usuario</b>	Registro del usuario
<b>Clave</b>	Registro de clave
<b>Id Rol</b>	Identifica el rol del usuario
<b>Id Persona</b>	Unión tabla persona

### 3.2.3 Bloque 3 Persona Base de Datos:

En el bloque 3 registra la información general de la persona que ingresa al uso de los equipos y se crea el bloque 3 en la tabla 9

Tabla 9.

#### *Bloque 3 Usuario*

Identificador	Descripción
<b>Id Persona</b>	Identifica registro de la persona
<b>Nombre</b>	Registro del nombre
<b>Apellido</b>	Registro de apellido
<b>Teléfono</b>	Registro del teléfono
<b>Email</b>	Registro del email
<b>Dirección</b>	Registro de la dirección

### 3.2.4 Bloque 4 Estudiante Base de Datos:

En el bloque 4 registra la información del estudiante, crea el bloque 4 en la tabla 10

Tabla 10.

*Bloque 4 Usuario*

Identificador	Descripción
<b>Id Estudiante</b>	Identifica registro del estudiante
<b>Id Persona</b>	Unión con tabla persona
<b>matricula</b>	Registro de matricula

**3.2.5 Bloque 5 Profesor Base de Datos**

En el bloque 5 registra la información del profesor, crea el bloque 6 en la tabla 11

Tabla 5.

*Bloque 5 Profesor*

Identificador	Descripción
<b>Id Profesor</b>	Identifica registro del profesor
<b>Id Persona</b>	Unión con tabla persona
<b>Oficina</b>	Registro de oficina

**3.2.6 Bloque 6 Equipo Base de Datos**

En el bloque 6 registra la información general del equipo, crea el bloque 6 en la tabla 12

Tabla 62.

*Bloque 6 Equipo*

Identificador	Descripción
<b>Id Equipo</b>	Identifica registro del Equipo
<b>Nombre</b>	Registro nombre del equipo
<b>Descripción</b>	Registro de descripción del equipo
<b>Serie</b>	Registro número de serie del equipo
<b>Id Laboratorio</b>	Unión con tabla laboratorio

### 3.2.7 Bloque 7 Laboratorio Base de Datos

En el bloque 7 registra la información general del laboratorio, crea el bloque 7 en la tabla 13

Tabla 73.

*Bloque 7 Equipo*

Identificador	Descripción
<b>Id Laboratorio</b>	Identifica registro del laboratorio
<b>Numero</b>	Registro número del laboratorio
<b>Ubicación</b>	Registro de ubicación del laboratorio
<b>Id Profesor</b>	Unión tabla profesor

### 3.2.8 Bloque 8 Salida Base de Datos

En el bloque 8 registra la salida del equipo del laboratorio, crea el bloque 8 en la tabla 14

Tabla 84.

*Bloque 8 Salida*

Identificador	Descripción
<b>Id Salida</b>	Identifica registro salida del equipo
<b>Id Equipo</b>	Unión con tabla Equipo
<b>Id Estudiante</b>	Unión con tabla estudiante
<b>Fecha</b>	Registra fecha salida de equipo
<b>Estado</b>	Registra estado del equipo
<b>Observaciones</b>	Registra Observaciones del Equipo

### 3.3 Diagrama Lector Corto Alcance

En el diagrama lector de corto alcance se representa en la figura 19, el lector procede a leer las tarjetas individuales de los estudiantes de Ingeniería Electrónica en Redes, si el lector verifica que el estudiante es autorizado se procede al acceso de la puerta del armario donde se encuentra los equipos de laboratorio.

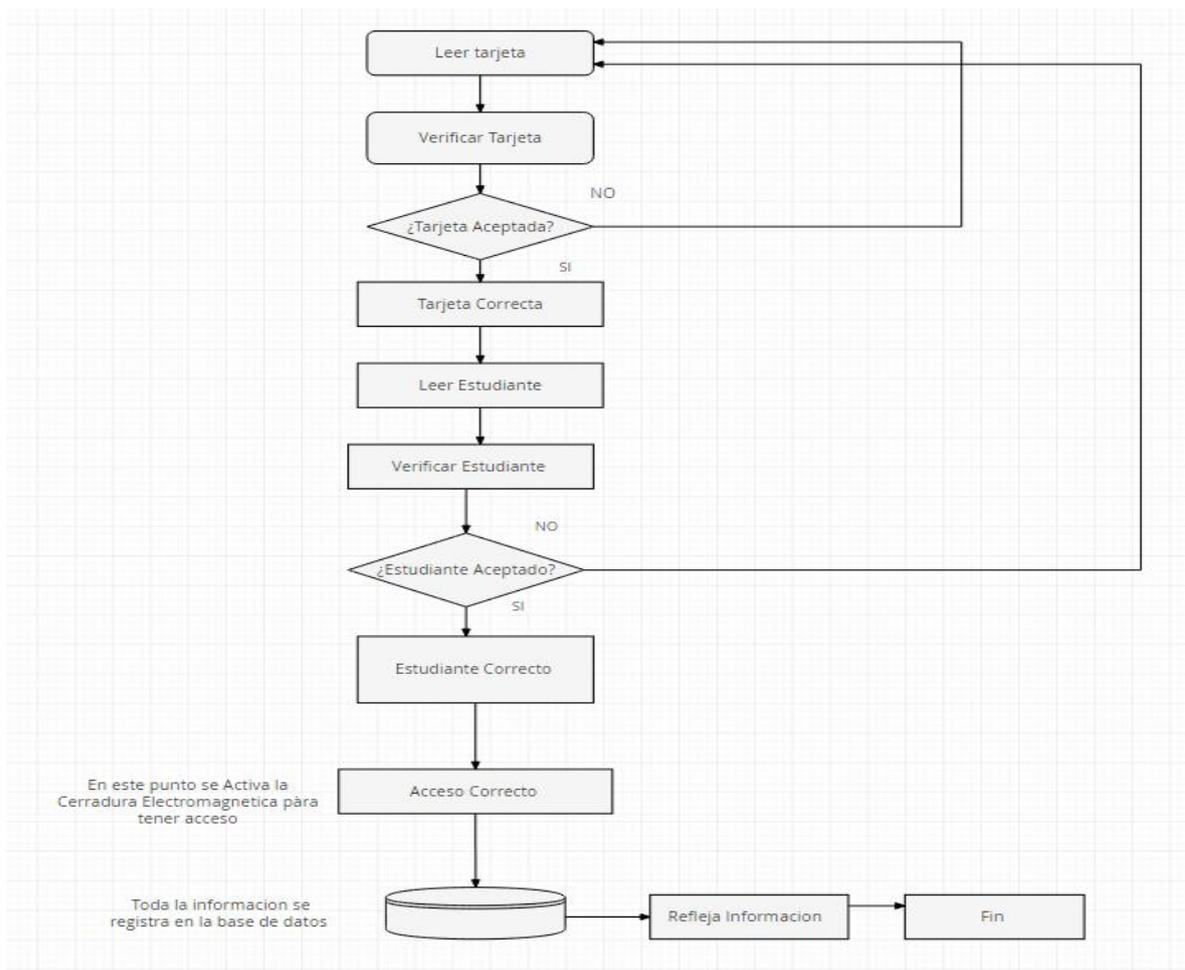


Figura 19. Diagrama de Lector Corto Alcance

### 3.4. Descripción del Diagrama Lector Corto Alcance

En esta sección se describe de forma detallada los diagramas del lector de corto alcance.

#### 3.4.1 Leer Tarjeta

El lector de corto alcance (MF RC522) es el encargado de la lectura de las tarjetas, el lector tiene un alcance de lectura de 0-60mm. Su funcionamiento empieza con la conexión que se puede observar en la figura 9 entre la placa arduino y el módulo MF RC522, una vez conectado se realiza la conexión mediante cable entre la computadora y la placa arduino hacia el puerto USB, es

energizado con 3.3 V DC para establecer la comunicación serial. Además tiene una conexión que se establece con relé que se puede observar en la figura 11 para la cerradura electromagnética la cual permite la apertura del armario de los equipos de laboratorio.

### **3.4.2 Verificar Tarjeta**

La verificación de las tarjetas es en el lector de corto alcance (MF RC522). El lector trabaja con tarjetas RFID estándar ISO 14443. No permite cualquier tipo de tarjeta RFID además los códigos hexadecimales de las tarjetas se guardan en la base de datos y en el sistema de alerta para su respectiva verificación.

### **3.4.3 Base de Datos**

La base de datos tiene un número máximo de núcleos que son 4 núcleos, memoria máxima por instancia es 1 GB, Tamaño máximo de almacenamiento es 10 GB. Es una base de datos eficiente, escalable y perfecta para el sistema de alerta.

### **3.4.4 Refleja Información**

En este punto toda la información será reflejada en el sistema de Visual Studio community 2015. Es un sistema eficiente, gratuito, multiplataforma que trabaja con: Windows, Android y IOS. Permite interactuar con varios sistemas operativos. Se realiza interfaz multiplataforma para tener un sistema escalable, transparente y seguro.

### 3.4.5 Circuito Esquema

Se observa la simulación del lector de corto alcance conectado con la cerradura electromagnética.

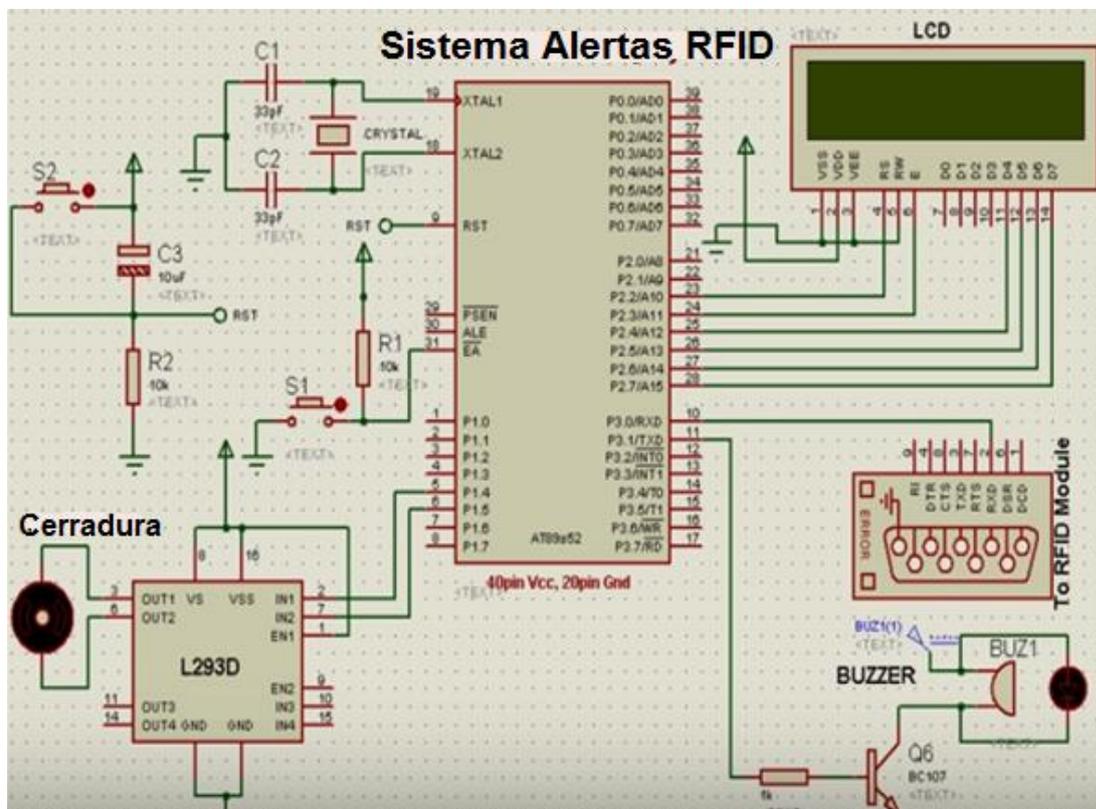


Figura 20. Esquema Funcionamiento lector corto alcance RFID-522

### 3.5 Diagrama Lector Mediano Alcance

En el diagrama lector de mediano alcance se representa en la figura 21, el lector procede a leer las etiquetas individuales de los equipos de Ingeniería Electrónica en Redes, si el lector verifica que el equipo es retirado del laboratorio la información guarda en la base de datos y automáticamente se envía un correo electrónico al coordinador de la carrera.

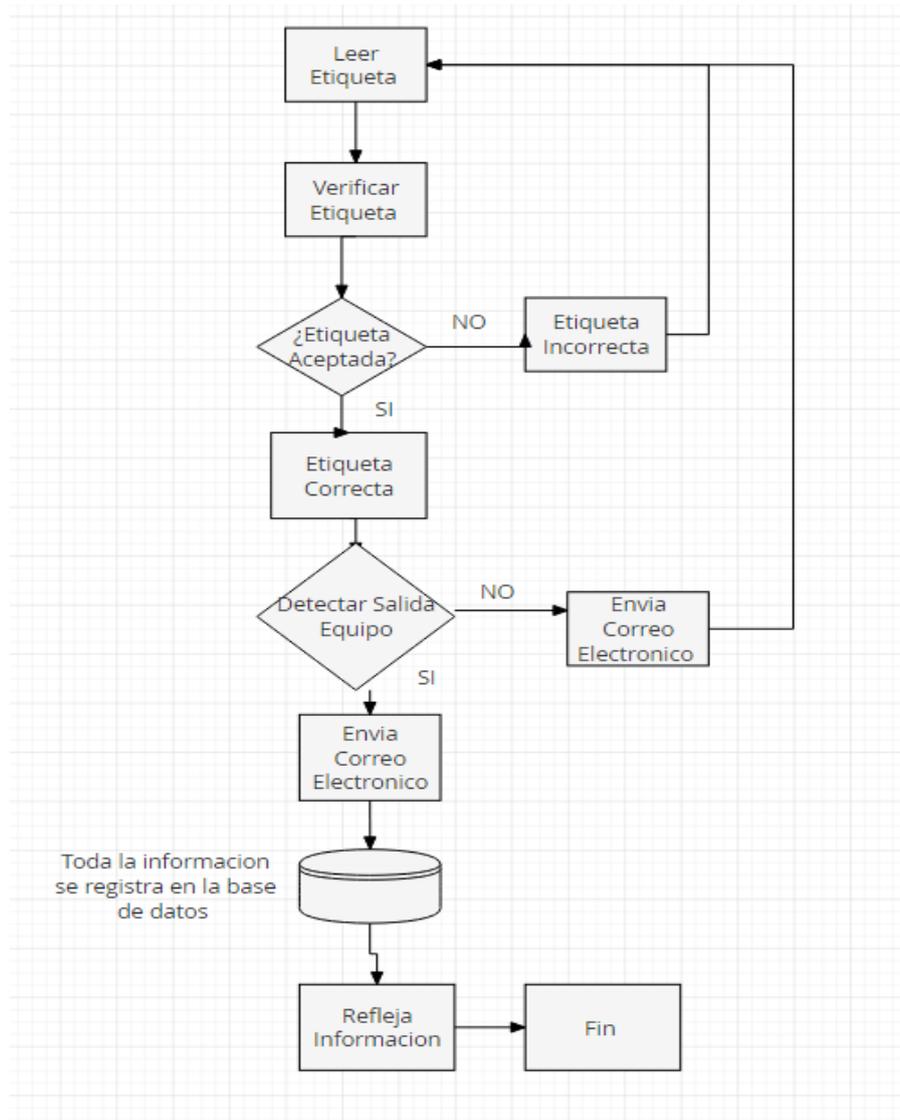


Figura 21. Diagrama de Lector Mediano Alcance

### 3.6. Descripción del Diagrama Lector Mediano Alcance

En esta sección se describe de forma detallada los diagramas del lector de mediano alcance.

#### 3.6.1 Leer Etiqueta

El lector de mediano alcance es el encargado de la lectura de las tarjetas, el lector tiene un alcance de lectura de 0-7 metros. Su funcionamiento empieza con la conexión con un adaptador DB9 que se puede observar en la figura 13 entre

el lector y el puerto USB de la computadora, es energizado con 9V DC para establecer la comunicación serial.

### **3.6.2 Verificar Etiqueta**

La verificación de las tarjetas es en el lector de mediano alcance, este lector trabaja con etiquetas RFID estándar ISO 18000-6B y 18000-6C lo cual no permite cualquier tipo de etiqueta RFID además los códigos hexadecimales de las etiqueta son diferentes para cada equipo, se guarda en la base de datos y el sistema para su respectiva verificación.

### **3.6.4 Envía Correo Electrónico**

El envío del correo electrónico se lo realiza mediante una librería Smtplib(String) que inicia la instancia para el envío de correo electrónico por medio del servidor SMTP específico.

### **3.6.5 Base de Datos**

La base de datos tiene un número máximo de núcleos que son 4 núcleos, memoria máxima por instancia es 1 GB, Tamaño máximo de almacenamiento es 10 GB. Es una base de datos eficiente, escalable y perfecta para el sistema de alerta.

### **3.6.6 Refleja Información**

En este punto toda la información será reflejada en el sistema de Visual Studio community 2015. Es un sistema eficiente, gratuito, multiplataforma que trabaja con: Windows, Android y IOS. Permite interactuar con varios sistemas operativos. Se realiza interfaz multiplataforma para tener un sistema escalable, transparente y seguro.

### 3.7. Interfaz de log In

Es la parte principal donde se muestra un usuario y una contraseña para ingresar a la interfaz inicial. El Usuario es: darroyo y la Contraseña es: 123 de esta manera el administrador ingresa y verifica toda la información que ingresa por los demás componentes de nuestro sistema.

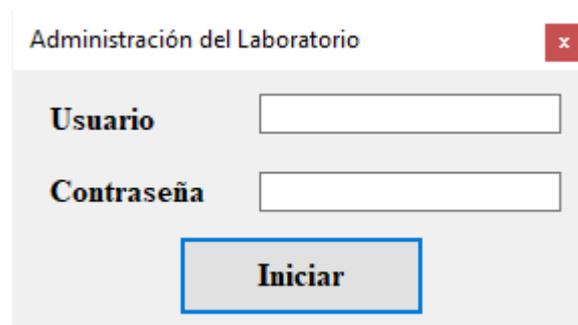
The image shows a login window titled "Administración del Laboratorio". It contains two input fields: "Usuario" and "Contraseña". Below these fields is a button labeled "Iniciar". The window has a standard title bar with a close button (X) in the top right corner.

Figura 22. Log In Administración del Laboratorio

### 3.8. Interfaz Principal

En esta interfaz el administrador de sistema tiene ventanas de acceso donde cada venta tiene su respetiva función como: Archivo, Reportes, Herramientas, Ventanas.



Figura 23. Página Principal

### 3.9. Interfaz Principal – Archivo

La ventana Archivo consta de 2 subventanas como:

Nuevo Estudiante:

Cada estudiante es registrado. Tiene una tarjeta RFID individual, permite una lectura eficiente e individual por el sistema. En esta subventana se ingresa la información general como:

Persona Estudiante:

- Nombre: Ingresa nombre del estudiante
- Apellido: Ingresa apellido del estudiante
- Teléfono: Ingresa teléfono del estudiante
- Email: Ingresa email del estudiante
- Dirección: Ingresa nombre del estudiante
- Matricula : Ingresa matricula del estudiante
- Código de Tarjeta RFID: Detecta de forma Automática por el Lector

Persona Profesor o Coordinador:

- Nombre: Ingresa nombre del Profesor o Coordinador
- Apellido: Ingresa apellido del Profesor o Coordinador
- Teléfono: Ingresa teléfono del Profesor o Coordinador
- Email: Ingresa email del Profesor o Coordinador
- Dirección: Ingresa dirección del Profesor o Coordinador
- Oficina: Ingresa oficina del Profesor o Coordinador
- Código de Tarjeta RFID: Detecta de forma Automática por el Lector

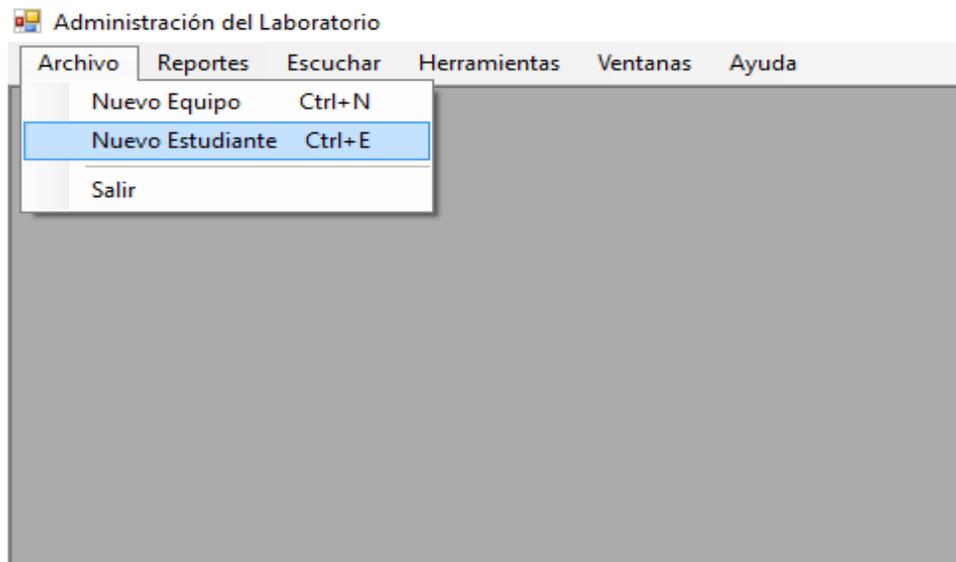


Figura 24. Ventana Archivo

### 3.9.1 Nuevo Equipo

Cada equipo es registrado, tiene una etiqueta pasiva RFID individual lo cual permite una lectura eficiente e individual por el sistema. En esta subventana se ingresa la información general como:

- Nombre : Ingresa nombre del equipo
- Descripción: Ingresa descripción del equipo
- Serie: Ingresa número de serie del equipo
- Laboratorio :Ingresa número de laboratorio

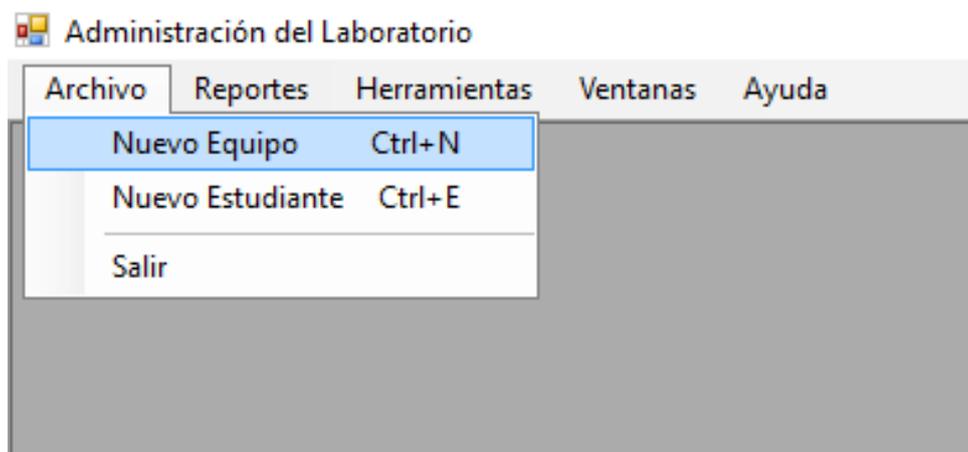


Figura 25. Ventana Archivo

### 3.10 Interfaz Principal – Reportes

La ventana Reporte consta de 2 subventanas como:

#### 3.10.1 Reporte Estudiante

Todos los estudiantes que ingresan al armario para obtener los equipos de laboratorio utilizan su tarjeta RFID, permite que toda la información se guarde en una base de datos y refleje en la subventana de reporte estudiante la información como:

Persona Estudiante:

- Nombre: Verifica nombre del estudiante
- Apellido: Verifica apellido del estudiante
- Teléfono: Verifica teléfono del estudiante
- Email: Verifica email del estudiante
- Dirección: Verifica nombre del estudiante
- Matricula : Verifica matricula del estudiante
- Código de Tarjeta RFID: Verifica de forma Automática por el Lector

Persona Profesor o Coordinador:

- Nombre: Verifica nombre del Profesor o Coordinador
- Apellido: Verifica apellido del Profesor o Coordinador
- Teléfono: Verifica teléfono del Profesor o Coordinador
- Email: Verifica email del Profesor o Coordinador
- Dirección: Verifica dirección del Profesor o Coordinador
- Oficina: Verifica oficina del Profesor o Coordinador
- Código de Tarjeta RFID: Verifica de forma Automática por el Lector

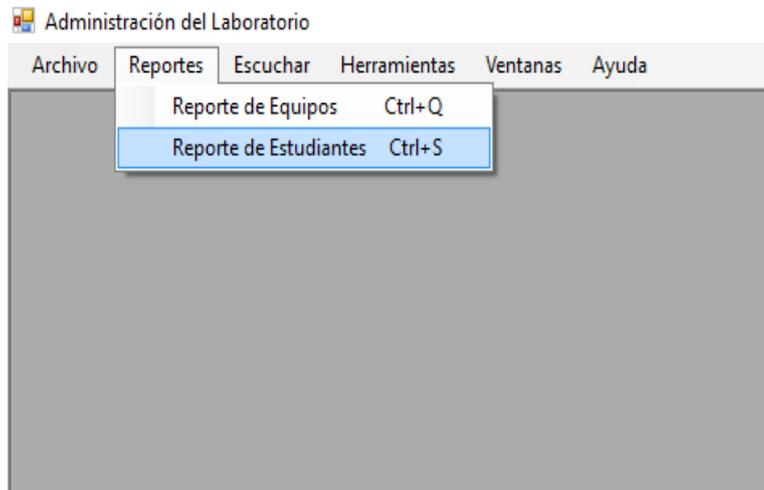


Figura 26. Ventana Reporte

### 3.10.2 Reporte Equipo

Todos los equipos tienen un tag RFID, leído por un lector RFID de mediano alcance, permite guardar en la subventada de reporte de equipo la información como:

- Nombre Verifica nombre del equipo
- Descripción: Verifica descripción del equipo
- Serie: Verifica número de serie del equipo
- Laboratorio : Verifica número de laboratorio

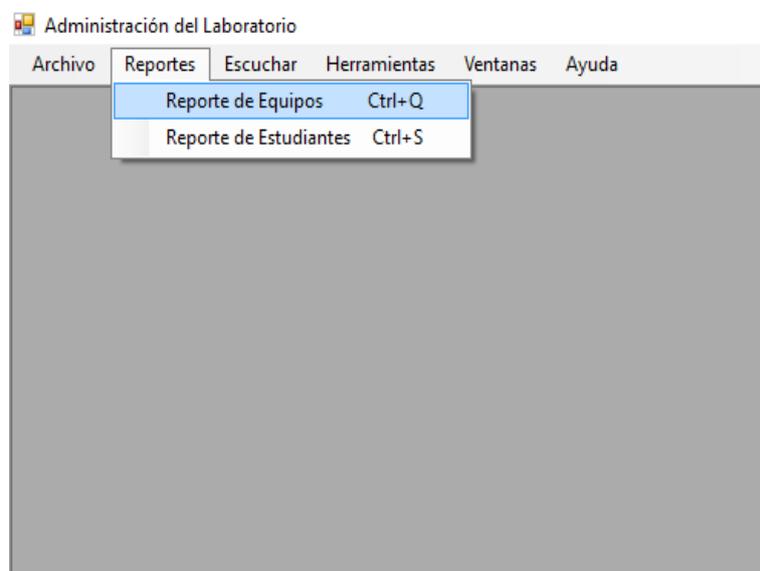


Figura 27. Ventana Reporte

## **4. Capítulo IV. Pruebas de funcionamiento**

En esta sección se indica las pruebas para verificar el funcionamiento correcto del sistema de alerta, el funcionamiento del módulo RFID con Arduino, lector de mediano alcance, sistema de interfaces y base de datos.

### **4.1 Pruebas de los Equipos**

Con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de los equipos se procede a realizar las siguientes pruebas:

#### **4.1.1 Identificación de ID Personas**

Se verifica la identidad de las personas mediante un acercamiento de tarjeta RFID hacia el Modulo RFID (MF RC522), El acercamiento debe estar en el rango de lectura 0 a 60 mm caso contrario no se puede leer, para verificar la tarjeta autorizada se enciende el led amarillo y envía paso de corriente hacia el relé, el relé transforma el voltaje y activa el imán de la cerradura, se accede al uso de los equipos de laboratorio que se encuentran en los armarios, se verifica el acceso autorizado y no autorizado con diferentes tarjetas para comprobar un correcto funcionamiento en el sistema.

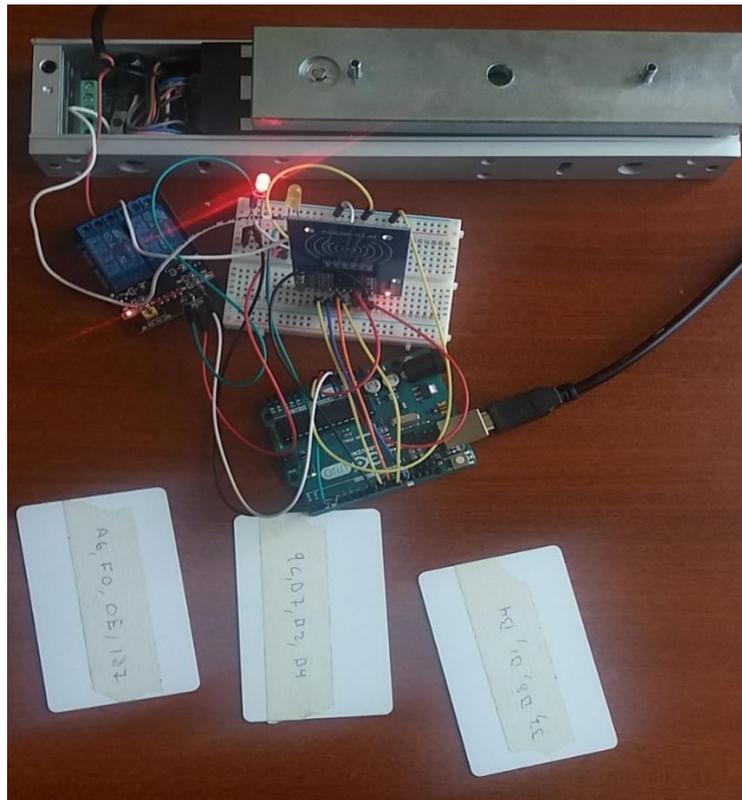


Figura 28. Identificación Personas

#### 4.1.2 Resultados de Tarjetas detectadas por Modulo RFID RC522.

#### 4.1.3 Tarjeta no autorizada

La tarjeta es reconocida de forma correcta por el módulo RFID (MF RC522) en su lectura, el sistema realiza a una consulta en la base de datos SQL Server 2016, verifica y envía un mensaje con el código hexadecimal de la tarjeta en una pequeña pantalla, el código hexadecimal no es autorizado porque no se encuentra registrado en el sistema.



Figura 29. Tarjeta No Autorizada

#### 4.1.4 Tarjeta autorizada

La tarjeta es reconocida de forma correcta por el módulo RFID (MF RC522) en su lectura, el sistema realiza a una consulta en la base de datos SQL Server 2016, verifica y envía un mensaje con el código hexadecimal de la tarjeta en una pequeña pantalla, el código hexadecimal es autorizado porque se encuentra registrado en el sistema.



Figura 30. Tarjeta Autorizada

#### 4.1.5 Prueba 1: Leer diferentes tarjetas

Las tarjetas son leídas de forma simultánea pero el sistema reconoce una sola tarjeta, contiene el código hexadecimal que permite el acceso hacia el armario de los equipos de laboratorio.

```
COM4 (Arduino/Genuino Uno)
Buscando RC522
Ha encontrado RC522Firmware version 0x92.
Serial:9C B7 B2 B4 2D NO autorizado
Serial:A6 F0 E BB E3 NO autorizado
Serial:16 F8 18 7E 88 NO autorizado
Autorizado
```

Figura 31. Prueba

#### 4.1.6 Registro Información General en Interfaz Nuevo Estudiantes

El registro se realiza en la interfaz principal. En la pestaña nuevo estudiante se ingresa con un clic, Se ingresa los datos del estudiante en los casilleros vacíos, excepto en el casillero tarjeta porque se llena de forma automática en el momento que realiza la lectura de las tarjetas en el módulo RFID (MF RC522). Toda esta información se guarda en la base de datos SQL Server 2016 y se registra la información general de los estudiantes que utilizan los equipos de laboratorio.



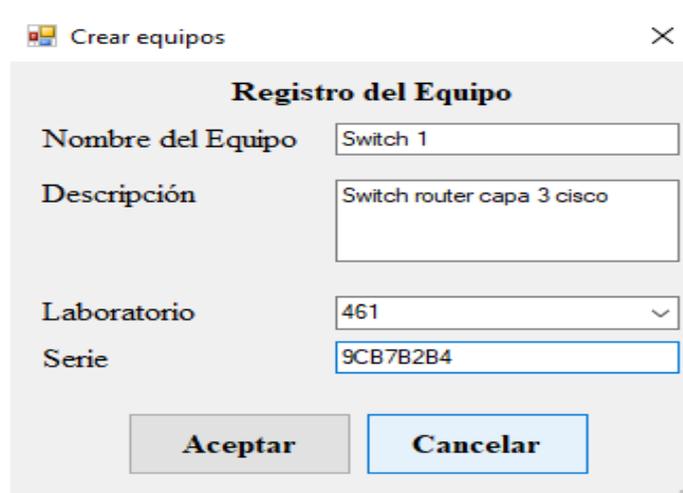
The screenshot shows a window titled "Crear estudiante" with a close button in the top right corner. The main content is titled "Registro del Estudiante" and contains several input fields with labels to their left. The fields are: "Nombres" with the value "David", "Apellidos" with "Arroyo", "Teléfono" with "13403284", "Email" with "darroyo@udlanet.ec", "Dirección" with "Valle de los Chillos", "Matricula" with "500407", and "Tarjeta" with "A6F00E187". At the bottom of the form are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Label	Value
Nombres	David
Apellidos	Arroyo
Teléfono	13403284
Email	darroyo@udlanet.ec
Dirección	Valle de los Chillos
Matricula	500407
Tarjeta	A6F00E187

Figura 32. Registro de Estudiante

#### 4.1.7 Registro Información General en Interfaz Nuevo Equipo

El registro se realiza en la interfaz principal. En la pestaña nuevo equipo se ingresa con un clic, Se ingresa los datos del equipo en los casilleros vacíos, excepto en el casillero serie porque se llena de forma automática en el momento que realiza la lectura de las etiquetas en el Lector RFID de mediano alcance, en el caso de laboratorio no se lo llena porque es un dato fijo para evitar el cambio de laboratorio en el momento que envía el correo electrónico con toda la información del equipo. Toda esta información se guarda en la base de datos SQL Server 2016 y se registra la información general del equipo que utilizan los equipos de laboratorio.



The image shows a software window titled "Crear equipos" with a close button (X) in the top right corner. Inside the window is a form titled "Registro del Equipo". The form contains four input fields:

- Nombre del Equipo:** A text box containing "Switch 1".
- Descripción:** A text box containing "Switch router capa 3 cisco".
- Laboratorio:** A dropdown menu showing "461".
- Serie:** A text box containing "9CB7B2B4".

At the bottom of the form are two buttons: "Aceptar" (Accept) and "Cancelar" (Cancel).

Figura 33. Registro Equipo

#### 4.1.8 Información Reflejada en Interfaz Reporte Estudiantes

Después de realizar el registro del estudiante, la base de datos SQL Server 2016 guarda la información del estudiante, esta información se refleja de forma automática en el sistema en el momento que el estudiante utilice su tarjeta personal RFID en el módulo (MF RC522) el código de la tarjeta está grabado con toda su información en la base de datos SQL Server 2016.

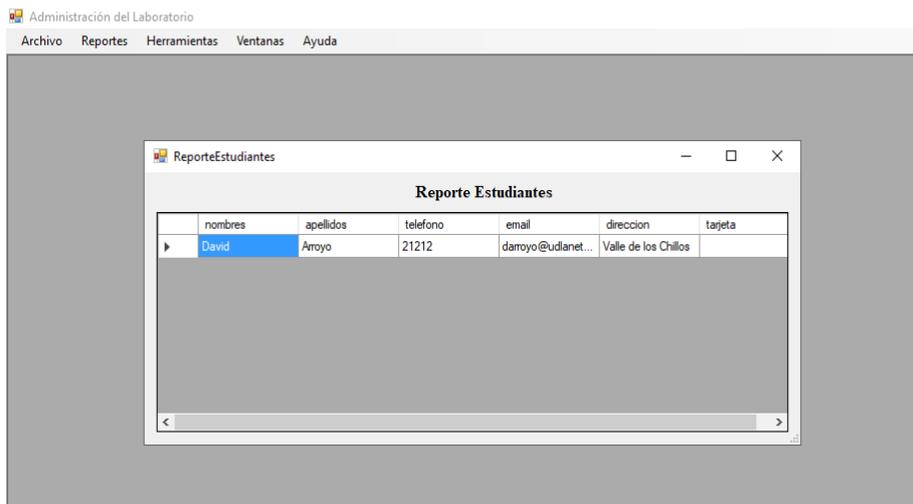


Figura 34. Reporte Estudiante

#### 4.1.9 Información Reflejada en Interfaz Reporte Equipos

Después de realizar el registro del equipo, la base de datos SQL Server 2016 guarda la información del equipo, esta información se refleja de forma automática en el sistema en el momento que el equipo es detectado por el Lector RFID de mediano alcance, el código de la etiqueta está grabado con toda su información en la base de datos SQL Server 2016

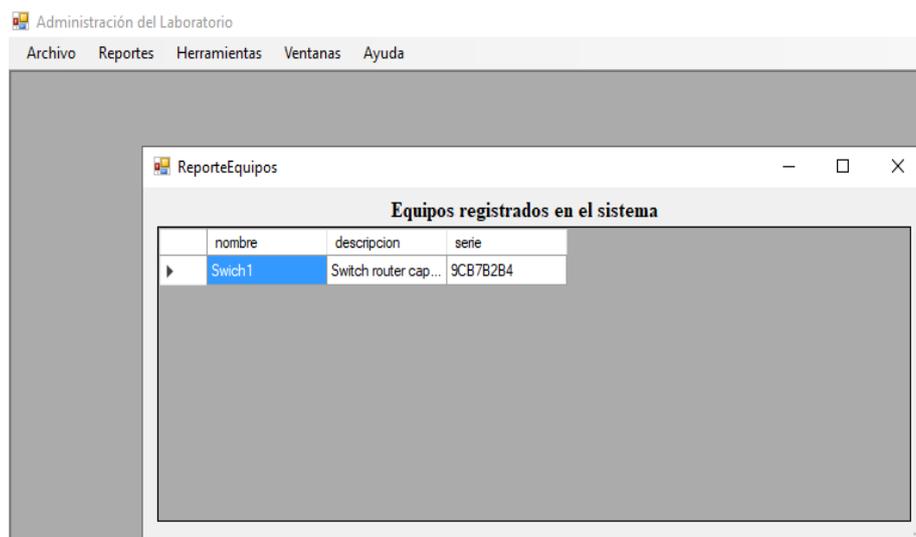


Figura 35. Reporte Equipo

#### 4.1.10 Acceso Autorizado Cerradura Electromagnética

Se comprueba que el acceso es correcto mediante un acercamiento de tarjeta RFID hacia el Modulo RFID (MF RC522), El acercamiento debe estar en el rango de lectura 0 a 60 mm caso contrario no se puede leer, para verificar la tarjeta autorizada se enciende el led amarillo y envía paso de corriente hacia el relé, el relé transforma el voltaje y activa el imán de la cerradura, se accede al uso de los equipos de laboratorio que se encuentran en los armarios, se verifica el acceso autorizado y no autorizado con diferentes tarjetas para comprobar un correcto funcionamiento en el sistema.

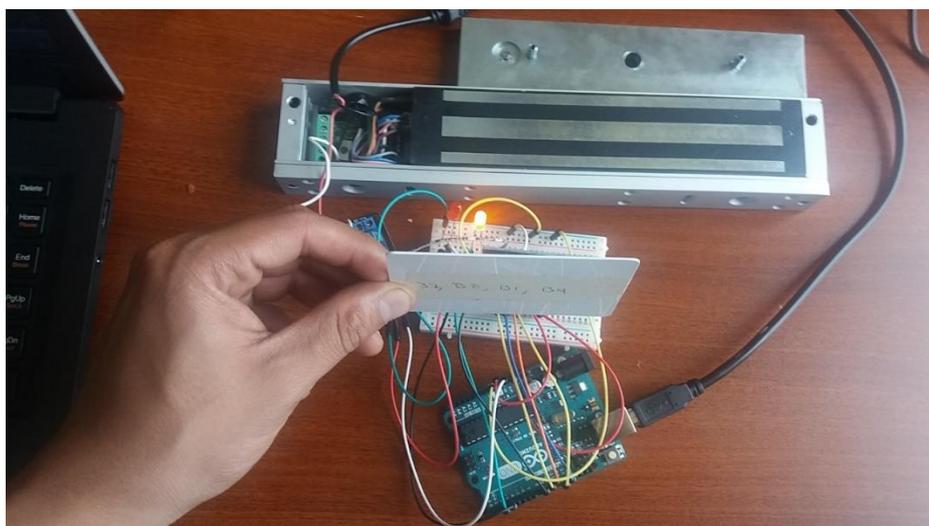
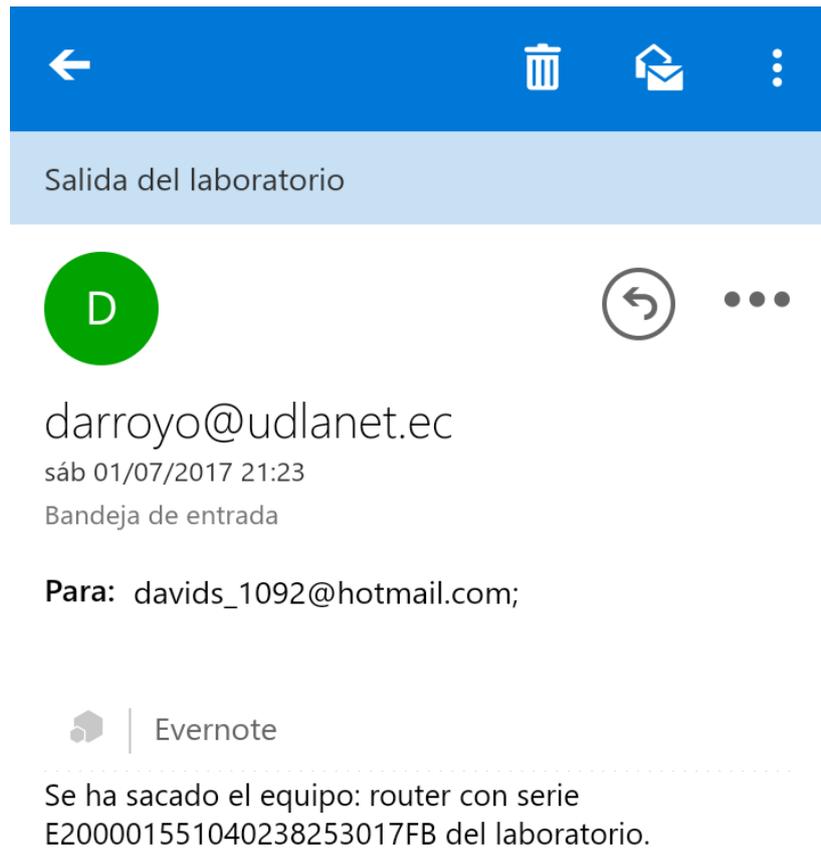


Figura 36. Acceso Autorizado Cerradura Electromagnética

#### 4.1.11 Envió Correo Electrónico de los Equipos Sustraídos

Se verifica él envío del correo electrónico, en el momento que la etiqueta es detectada en el área de cobertura que es de 0 a 7 metros. El Lector RFID de mediano alcance detecta la etiqueta y envía de forma automática el correo electrónico ya sea Hotmail o Gmail dependiendo cual se va a utilizar, se ingresa al correo electrónico y se verifica el correo electrónico con toda la información del equipo del laboratorio.



*Figura 37.* Envió Correo Electrónico.

#### 4.1.12 Análisis de Costo Soluciones en el Mercado Tecnológico RFID y Prototipo

Se presenta los costos tanto en el mercado y el prototipo. Los principales elementos del sistema de alerta son: Arduino UNO, RFID Mediano Alcance, Modulo RFID MF RC522, Cerradura Electromagnética, Relé, Cable DB9 a USB, Etiquetas.

Tabla 15.

## Análisis Costo Prototipo

Equipos y Materiales	Cantidad	Precio C/U	Precio
<b>Arduino UNO</b>	1	18\$	18\$
<b>RFID Mediano Alcance</b>	1	200\$	200\$
<b>Modulo RFID MF RC522</b>	1	8\$	8\$
<b>Cerradura Electromagnética</b>	1	20\$	20\$
<b>Relé</b>	1	2\$	2\$
<b>Cable DB9 a USB</b>	1	3\$	3\$
<b>Etiquetas</b>	2	5\$	10\$
		Total	261\$

A continuación los costos en el mercado Los principales elementos son: Lector Corto Alcance, RFID Mediano Alcance, Tarjetas RFID, Cerradura Electromagnética, Cable DB9 a USB, Etiquetas.

Tabla 16. Análisis Costo en el Mercado Tecnológico RFID

Equipos y Materiales	Cantidad	Precio C/U	Precio
<b>Lector RFID Corto Alcance(NFC)</b>	1	34\$	34\$
<b>RFID Mediano Alcance</b>	1	429\$	429\$
<b>Tarjetas RFID</b>	3	10\$	8\$
<b>Cerradura Electromagnética</b>	1	60\$	20\$
<b>Cable DB9 a USB</b>	1	3\$	3\$
		Total	494\$

En las tablas comparativas 15 y 16. Se observa que el costo en el mercado es el doble que el prototipo. El costo total del prototipo es económico y escalable por lo tanto es más factible realizarlo que comprarlo.

Tiene muchos beneficios a futuro porque se evita los robos de los equipos del laboratorio como: Switch, Router, etc. Al evitar el robo de los equipos es una ventaja muy grande para la universidad por que los equipos son muy costosos y

se evita de gastos innecesarios si fuera el caso de adquirir un nuevo equipo para reemplazar al equipo robado y por lo tanto se utilizan los equipos de manera responsable y segura

Tabla 17.

Análisis Costo de Equipos de Laboratorio

N.-	Equipos	Precio Unitario	Costo
6	Router	339\$	2034\$
4	Switch	400\$	1600\$
		Total	3634

Como se observa en la tabla 18 los equipos son de costo muy altos lo cual si se tiene un robo de algún equipo esto sería un valor alto para poder adquirir nuevamente el mismo equipo, por lo tanto el sistema brinda la seguridad necesaria para evitar los robos.

Se realiza inventario de los equipos así de tal manera es más fácil controlar y verificar los equipos que se encuentra en el laboratorio.

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

En el sistema de alerta, se puede concluir que no hace falta un monitoreo permanente ya que el sistema se encarga de alertar mediante correo electrónico si algún equipo es robado del laboratorio así las autoridades podrán actuar y tomar decisiones de manera rápida.

La tecnología RFID junto con un sistema orientado a la seguridad tiene gran variedad de aplicaciones lo cual nos permite seguir creando sistemas de seguridad para evitar robos de diferente tipo tales como: Electrodomésticos, Ropa, Alimentos, etc. En las empresa ha existido gran cantidad de robos lo cual han implementado dicho sistemas con la tecnología RFID y tuvo grandes resultados lo que me ha permitido crear un sistema eficiente, seguro, escalable, transparente. Para evitar robos en los laboratorios de Ingeniería Electrónica y Redes

El sistema de alerta tiene comunicación con dos lectores de corto alcance y mediano alcance. El lector de corto alcance trabaja con tarjetas RFID lo cual su uso es individual lo que permite que solo estudiantes autorizados ingresen al uso de los equipos además si hubiese la perdida de alguna tarjeta el lector de mediano alcance funciona constantemente lo cual permite que si existe un robo las autoridades van a saber de manera inmediata y así se aumentaría la seguridad en el laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes.

La tecnología RFID actualmente es muy amplia por lo tanto fue necesario investigar a fondo toda la información necesario de la tecnología tipos de frecuencia, normas que utiliza los tags, distancias de diferentes lectores, cuales son las ventajas y desventajas que tiene esta tecnología en todas sus aplicaciones.

Después de haber investigado a fondo se procedió a buscar los equipos necesarios para tener un sistema eficiente, económico, alta calidad, sin fallas etc. Los equipos escogidos cumplen todos los factores necesarios como características de los equipos, distancias necesarias, soporte de temperatura. En conclusión los equipos son los aptos para este Proyecto de Titulación.

Después de varias pruebas en el sistema de alerta con resultados favorables, se concluye que el sistema de alerta es el adecuado para el laboratorio de Ingeniería Electrónica y Redes.

## **5.2 Recomendaciones**

La información tanto de los estudiantes como de los equipos que van a ser registrados deben ser confidenciales para el público solo el personal autorizado debe conocer y manipular la información que está en el sistema.

El sistema utiliza software libre, lo que permite actualizaciones de librerías y dependencias de manera centralizada. Es recomendable utilizar versiones similares de las librerías que están siendo utilizadas.

Es recomendable utilizar tecnologías compatibles tanto para el lenguaje de programación como para Arduino y la Base de Datos.

Es recomendable tener un respaldo de la información ya que puede suceder apagones u otras circunstancias que puedan generar la pérdida total de la información en el sistema de alerta.

Es recomendable tener equipos necesarios durante un apagón para evitar algún daño de los equipo de alto costo.

## REFERENCIAS

- Acosta, G. (2015). *Sistema de control y monitoreo vehicular utilizado tecnología rfid y envo de alertas mediante mensajes de texto*. Recuperado el 14 de abril de 2017, de [http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11008/1/Tesis\\_t1019ec.pdf](http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/11008/1/Tesis_t1019ec.pdf)
- Aliexpress. (s.f.). *Tarjetas RFID*. Recuperado el 11 de junio de 2017, de <https://es.aliexpress.com/w/wholesale-em-rfid-card.html>
- AliExpress. (s.f.). *Lector RFID de largo alcance*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <https://es.aliexpress.com/item/long-range-vehicle-card-reader-rfid/1291178766.html?spm=2114.43010208.4.13.LVMeWM>
- Anderegg, M. L. (s.f.). *Acceso con Tarjetas de Código de Barra*. Recuperado el 16 de abril de 2017, de <http://conozcamoslatecnologia.blogspot.com/2009/06/el-codigo-de-barras.html>
- Bustamante, W. (2011). *Transponder de RFID*. Recuperado el 27 de abril de 2017, de <file:///D:/Descargas/Bustamante%20Granda%20Wayner%20Xavier.pdf>
- Cadena, D., & Romero, L. (2011). *Diseño e implementación de un sistema de control e inventario electrónico a través de la internet del deee-espE*. Recuperado el 22 de abril de 2017, de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4697/1/T-ESPE-032816.pdf>
- Cercatechnology. (s.f.). *Readers*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de <http://cercatechnology.com>
- Chessbase. (s.f.). *Base de datos*. Recuperado el 11 de junio de 2017, de <http://es.chessbase.com/post/gratis-base-de-datos-en-la-nube-i>
- Corotos. (s.f.). *Cerradura electrica* . Recuperado el 15 de junio de 2017, de [http://www.corotos.com.do/santo\\_domingo\\_este/jard%C3%ADn\\_exterior\\_y\\_herramientas/Cerradura\\_electrica\\_1526116.htm](http://www.corotos.com.do/santo_domingo_este/jard%C3%ADn_exterior_y_herramientas/Cerradura_electrica_1526116.htm)

- Dhgate. (s.f.). *LECTOR DE LARGO ALCANCE*. Recuperado el 11 de junio de 2017, de <http://es.dhgate.com/manufacturers/long-range-card-reader-suppliers.html>
- Echeverry, G. e. (s.f.). *Frecuencias para sistemas RFID*. Recuperado el 12 de abril de 2017, de ["https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4974827.pdf"](https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4974827.pdf)
- Ecured. (s.f.). *Ventajas de Lenguaje de Programación C-Sharp(C#)* . Recuperado el 17 de mayo de 2017, de [https://www.ecured.cu/Lenguaje\\_de\\_Programaci%C3%B3n\\_C\\_Sharp](https://www.ecured.cu/Lenguaje_de_Programaci%C3%B3n_C_Sharp)
- Elchapuzasinformatico. (s.f.). *Conexión Computador Servidor y Switch*. Recuperado el 07 de junio de 2017, de <https://foro.elchapuzasinformatico.com/redes/40785-conexion-2-pcs-internet-distancia.html>
- Electronika. (s.f.). *Conversor de DB9 A USB*. Recuperado el 06 de junio de 2017, de <http://electronika.ir/project/matlab/658-%D8%A7%D8%B1%D8%B3%D8%A7%D9%84-%D9%81%D8%A7%DB%8C%D9%84-%D8%A8%D8%A7-%D9%BE%D9%88%D8%B1%D8%AA-%D8%B3%D8%B1%DB%8C%D8%A7%D9%84-%D9%88-%D9%85%D8%AA%D9%84%D8%A8.html>
- Elementztechblog. (s.f.). *Relé para conexión Lector y Cerradura*. Recuperado el 15 de mayo de 2017, de <https://elementztechblog.wordpress.com/2014/07/21/interfacing-relay-boards-to-arduino/>
- Elementztechblog. (s.f.). *Lector Mediano Alcance Modulo* . Recuperado el 20 de junio de 2017, de <https://elementztechblog.wordpress.com/2014/07/21/interfacing-relay-boards-to-arduino/>
- Falconi, D., & Solís, A. (2013). *Acceso con Tarjetas de RFID*. Recuperado el 03 de junio de 2017, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5521/1/UPS-GT000510.pdf>

- Ferranruiz. (s.f.). *Sistema RFID*. Recuperado el 24 de abril de 2017, de <http://ferranruiz.net/seguridad-inteligente-para-hospitales-calidad-asistencial-y-reduccion-de-costes>
- Fqingenieria. (s.f.). *Ventajas de la tecnología RFID versus el Código de Barras*. Recuperado el 08 de junio de 2017, de <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/ventajas-de-la-tecnologia-rfid-versus-el-codigo-de-barras-82>
- Gallery Security. (2016). *Cerradura Electromagnética*. Recuperado el 16 de mayo de 2017, de <http://gallerysecurity.com/cerraduras-electromagneticas/>
- GrupoCondor. (s.f.). *Esquema RFID*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://www.grupo-condor.net/osecciones.php?idcontenido=0059-0000003&codsec=0059>
- HetproStore. (s.f.). *Modulo-lector-rfid-rc522*. Recuperado el 22 de junio de 2017, de <https://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>
- López, M. (s.f.). *Visual Studio 2015 Community*. Recuperado el 15 de junio de 2017, de <https://www.unocero.com/2014/11/15/visual-studio-es-ahora-de-codigo-libre-y-gratuito/>
- Macroquil. (s.f.). *Cerradura Electromagnética*. Recuperado el 24 de junio de 2017, de <http://macroquil.com/tienda/control-de-accesos/vip-600/>
- Naylamp. (2015). *Conexión arduino y cerradura eletromagnetica*. Recuperado el 05 de mayo de 2017, de [http://www.naylampmechatronics.com/blog/25\\_tutorial-trasmisor-de-celda-de-carga-hx711-ba.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/25_tutorial-trasmisor-de-celda-de-carga-hx711-ba.html)
- Naylampmechatronics. (2015). *Conexión arduino y modulo RFIDRC522*. Recuperado el 11 de mayo de 2017, de [http://www.naylampmechatronics.com/blog/22\\_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html](http://www.naylampmechatronics.com/blog/22_Tutorial-Lector-RFID-RC522.html)
- Pandaaid. (s.f.). *Etiqueta rfid*. Recuperado el 14 de junio de 2017, de <http://www.pandaaid.com/que-es-una-etiqueta-rfid/>

- Periodismodirecto. (s.f.). *Computadora*. Recuperado el 05 de junio de 2017, de [.https://www.periodismodirecto.com/single-post/2017/02/20/Eliminan-los-aranceles-para-las-computadoras-y-la-importaci%C3%B3n-de-partes](https://www.periodismodirecto.com/single-post/2017/02/20/Eliminan-los-aranceles-para-las-computadoras-y-la-importaci%C3%B3n-de-partes)
- Portalti. (s.f.). *QL Server 2016*. Recuperado el 16 de abril de 2017, de <http://www.portalti.com/datos-y-bi/microsoft-sql-server-2016-disponible/>
- Portillo, J. (2008). *Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): aplicaciones en el ámbito de la salud*. Madrid: CEIM Confederación Empresarial de Madrid.
- Prometec. (s.f.). *Lector RFID CORTO ALCANCE*. Recuperado el 16 de junio de 2017, de <http://www.prometec.net/arduino-rfid/>.
- Puma, G. & Torres, C. (s.f.). *Implementación de un sistema rfid para el control y seguridad de los equipos del laboratorio de informática de la facultad de ingeniería eléctrica electrónica de la escuela politécnica nacional*. Recuperado el 17 de Mayo de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7927/5/CD-5684.pdf>
- Rfidpoint. (s.f.). *Clasificación de etiquetas*. Recuperado el Mayo de 13 de 2017, de <http://www.rfidpoint.com/preguntas-frecuentes/tags-activos-pasivos-y-semi-pasivos/>
- Ríos, V. (s.f.). <http://docplayer.es>. Recuperado el 29 de junio de 2017, de <http://docplayer.es/2773682-Capitulo-3-principios-de-la-tecnologia-rfid.html>
- Rfidpoint. (s.f.). *Etiqueta rfid*. Recuperado el 16 de junio de 2017, de <http://www.rfidpoint.com/rfid-2015/wp-content/uploads/RFID-activas.jpg>
- Siste. (s.f.). *Características del lector RFID en su antena*. Recuperado el 14 de junio de 2017, de <https://sites.google.com/site/3cuelectronica/home/radio-enlaces-1/antenas>".
- Stansfield, J. (s.f.). <http://www.seguetech.com>. Recuperado el 23 de junio de 2017, de <http://www.seguetech.com/microsoft-sql-server-vs-oracle-same-different/>
- SUAN, J. (s.f.). *Comparativa de Tecnologías de Auto identificación*. Recuperado el 10 de junio de 2017, de [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0264\\_CS.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0264_CS.pdf)

Videk. (s.f.). *Conversor de DB9 A USB*. Recuperado el 19 de junio de 2017, de <http://www.videk.co.uk/section.php/24/1/USB%20Peripheral%20Convertors>

Villegas, J. (2015). *Rangod e frecuencias*. Recuperado el 15 de junio de 2017, de file:///D:/Descargas/UNACH-EC-ISC-2015-0013.pdf

**ANEXOS**

## ANEXO 1. CÓDIGOS

### CAPA VISTA

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;
using CapaNegocios;
using Capa_Negocios;

namespace adminlabo
{
    public partial class Login : Form
    {
        Negocios_Metodos cnm = new Negocios_Metodos();
        MDIPrincipal usuario = new MDIPrincipal();
        public Login()
        {
            //Inicializar Componente y vaciar cajas de texto
            InitializeComponent();
            textBox1.Text = "";
            textBox2.Text = "";
        }
        //Al hacer click en el boton Iniciar
        private void button1_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            //Validar que las 2 cajas de texto esten con datos
            if (textBox1.Text == "" || textBox2.Text == "")
            {
                MessageBox.Show("TODOS LOS CAMPOS SON OBLIGATORIOS", "ERROR",
                MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
            }
            else

```

```

    {
        try
        {
            //Busqueda de datos ingresados
            // Se envia usuario y clave al metodo en la capa de negocios
            string resultado = cnm.Login(textBox1.Text, textBox2.Text);
            if (resultado != "NotFound") // Si encuentra
            {
                //Mostrar formulario principal
                usuario.Show();
                this.Visible = false; //Ocultar login

            }
            else
            {
                MessageBox.Show("Usuario Incorrecto!", "ERROR",
                MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error);
            }

        } //fintry

        catch (Exception ex)
        {
            MessageBox.Show(ex.Message);
        }
    }

}

private void Login_Load(object sender, EventArgs e)
{
}
}
}

```

## Capa Negocios

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using CapaDatos; //Aumentar capa datos

namespace Capa_Negocios
{
    public class Negocios_Metodos
    {
        Metodos cdm = new Metodos();

        private string usuario;

        public string Usuario
        {
            get { return usuario; }
            set { usuario = value; }
        }

        private string Contraseña;

        public string Contraseña1
        {
            get { return Contraseña; }
            set { Contraseña = value; }
        }

        //Usuario
        public string Login(string nombre1, string pass)
        {
            try
            {
                //Obtener los datos de la vista
                usuario = nombre1;
                Contraseña = pass;
                //llamar Capa de datos
                return cdm.BuscarLogin(nombre1, pass);
            }
        }
    }
}
```

```

        catch (Exception ex)
        {
            throw ex;
        }
    }
}
}
}

```

## Capa Datos

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Data;
using System.Data.SqlClient;

namespace CapaDatos
{
    public class Metodos
    {
        //Acceso a base de datos
        private SqlConnection Con = new SqlConnection("Data
Source=BDDLABO\\SQLEXPRESS;Initial Catalog=laboratorioBDD;Integrated
Security=True");

        public void abrirConexion()
        {
            if (Con.State == ConnectionState.Closed)
                Con.Open();
        }
        public void cerrarConexion()
        {
            if (Con.State == ConnectionState.Open)
                Con.Close();
        }
        //Login Persona
        public String BuscarLogin(String nombrelogin, String passlogin)
        {
            SqlDataAdapter da;

```

```

        DataTable dt = new DataTable();
        try
        {
            this.abrirConexion();
            string sql = "select * from usuario where usuario = '" + nombrelogin
+ "' and clave = '" + passlogin + "'";
            //Se llena los datos en un adaptador
            da = new SqlDataAdapter(sql, Con);
            da.Fill(dt);
            if (dt.Rows.Count == 1)
            {
                //Si hay datos obtengo el idUsuario
                return dt.Rows[0]["idUsuario"].ToString();
            }
        }
        catch (Exception ex)
        {
            throw ex;
        }
        finally
        {
            this.cerrarConexion();
        }
        //En el caso que no haya datos o este incorrectos devuelve
        return "NotFound";
    }

    }// fin metodos
} //fin clase

```

## Arduino

```
#include <MFRC522.h> // librerias a utilizar
```

```
#include <SPI.h>//// librerias a utilizar
```

```

#define SAD 10 // Pin digital del modulo RFID
#define RST 5// Pin digital del modulo RFID
MFRC522 nfc(SAD, RST);

#define ledPinAbierto 2
#define ledPinCerrado 3

void setup() { // El modulo rfid es buscado para poder funcionar
  pinMode(ledPinAbierto, OUTPUT);
  pinMode(ledPinCerrado, OUTPUT);
  SPI.begin(); // funcion que inicializa SPI
  Serial.begin(115200); // Inicia la velocidad de serial
  Serial.println("Buscando RC522");
  nfc.begin();
  byte version = nfc.getFirmwareVersion(); // Libreria para poder manejarla
  // comunicacion inalambrica del modulo
  if (!version) { // Entra si no encuentra el módulo.
    Serial.print("No ha encontrado RC522");
    while(1); // detener
  }
  Serial.print("Ha encontrado RC522"); // imprime el resultado del modulo rfid
  // reconocido
  Serial.print("Firmware version 0x");
  Serial.print(version, HEX);
  Serial.println(".");
}
#define AUTHORIZED_COUNT 1 // Para autorizar más tarjetas ponemos el número aquí y
// la añadimos abajo
byte Authorized[AUTHORIZED_COUNT][6] = {
  {0x37, 0xB8, 0xB1, 0xB4, 0x00, 0x00} // Se digita el código HEX de
  // la tarjeta
};

void printSerial(byte *serial); // imprime el código HEX
boolean isSame(byte *key, byte *serial);
boolean isAuthorized(byte *serial); // verifica el código HEX
void loop() { // se define
  byte status;

```

```

byte data[MAX_LEN];
byte serial[5];
boolean Abierto = false;
digitalWrite(ledPinAbierto, Abierto);
digitalWrite(ledPinCerrado, !Abierto);
status = nfc.requestTag(MF1_REQIDL, data);

if (status == MI_OK) {
    status = nfc.antiCollision(data);//nfc.antiCollision(data) que hace
    memcpy(serial, data, 5);

    if(isAuthorized(serial)//
    {
        Serial.println("Autorizado");
        Abierto = true;
    }
    else
    {
        printSerial(serial);
        Serial.println("NO autorizado");
        Abierto = false;
    }
        nfc.haltTag();// nfc.haltTag();// libreria para detectar tarjetas iso
14443A
        digitalWrite(ledPinAbierto, Abierto);
        digitalWrite(ledPinCerrado, !Abierto);
        delay(2000);
    }//if (status == MI_OK)
    delay(500);

    Serial.print("Serial:");
    for (int i = 0; i < 5; i++) { // aumentar a 5 para leer el número de la tarjeta
completo
        Serial.print(serial[i], HEX);
        Serial.print(" ");
    }
}
}

```

## ANEXO 2. GLOSARIO

<b>RFID:</b>	Identificación por radio frecuencia.
<b>Transponder:</b>	Colocadas en cada equipo para ser identificados.
<b>Reader:</b>	Puede leer o, leer y escribir dependiendo de su tecnología.
<b>Ondas de Radio:</b>	Son un tipo de radiación electromagnética y se utiliza mucho en las comunicaciones.
<b>ISM:</b>	Frecuencias estándar de equipos médicos, industriales y científicos.
<b>SDR:</b>	Frecuencias estándar de equipos corto alcance.
<b>Workstation:</b>	Una computadora que ayuda al acceso de servidores y base de datos en la red.
<b>Cable UTP:</b>	Par trenzado no blindado.
<b>.NET:</b>	Componente de software que puede ser implementado al sistema operativo.
<b>C++:</b>	Es un lenguaje de programación.
<b>Fail Safe:</b>	Es un modo de seguridad de cerraduras electromagnéticas.
<b>Rele:</b>	Sirve para activar y desactivar equipos que tengan gran consumo de corriente eléctrica.
<b>CRYPTO1:</b>	Es un algoritmo de cifrado utilizado por el módulo RFID 522.
<b>MIFARE:</b>	Tecnología de tarjetas inteligentes sin contacto.
<b>SPI:</b>	Protocolo de comunicación serial.
<b>OLTP:</b>	Facilita la administración de aplicaciones transaccionales.
<b>ISO 14443:</b>	Protocolo que utilizan tarjetas RFID
<b>ISO 18000 6C-B:</b>	Protocolos que utiliza etiquetas RFID

