

Diseño de un prototipo para el Control de Acceso y Seguridad usando IoT

Design of a Prototype for Access Control and Security using IoT

Larry Jhoan Gallego Angulo¹
larry.gallego00@usc.edu.co

Carlos Andrés Tavera Romero PhD
carlos.tavera00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas

Resumen

Este artículo presenta el diseño del prototipo de un sistema para el control de acceso y seguridad usando IoT (*Internet de las Cosas*), teniendo en cuenta como caso de estudio el laboratorio de la Universidad Santiago de Cali de bloque 4 piso 3. Este diseño se compone de un portal web alojado en un servidor web para la administración, dos lectores, el central y un módulo de entrada y un servidor web. El objetivo fue diseñar un sistema que nos permita controlar el ingreso y salida de los laboratorios mediante el UUID (*identificador único universal*) de los Tag o Tarjeta RFID (*identificación por radio frecuencia*) estas consultada desde el lector o por la memoria EEPROM o en la base de datos MySQL. La memoria EEPROM nos garantiza el funcionamiento del sistema, si el lector se encuentra sin conexión a la red para hacer autenticación en la base de datos alojada en el servidor, los lectores de entrada están elaborados con una tarjeta Arduino y el lector central con una placa Nodemcu; el lector central cuenta de placa nodemcu y lector RFID, el lector de la puerta cuenta con una tarjeta Arduino, lector RFID, led RGB, Botón de reinicio. La comunicación de este sistema es vía wifi, logrando productividad en la ejecución de los procesos. En este artículo se mostrará funcionamiento de los módulos conectados al servidor mediante wifi y el módulo de entrada en la EEPROM, para diseñar el portal web se hizo necesario crear un servidor apache en una placa Raspberry PI y, el portal web fue programado con PHP y HTML5, CSS en un Framework Bootstrap 4 para tener un Dashboard.

Palabras Clave: Tecnología de Identificación, Radio Frecuencia, RFID, Internet de las Cosas, Señales, Acceso, Control

Abstract

This article presents the prototype design of a system for access control and security using IoT (Internet of Things), taking into account the case study of the Santiago de Cali University laboratory of block 4 floor 3. This design is It consists of a web portal hosted on a web server for administration, two readers, the central and an input module and a web server. The objective was to design a system that allows us to control the entrance and exit of the laboratories through the UUID (universal unique identifier) of the Tag or RFID Card (radio frequency identification), this is consulted from the reader or by the EEPROM memory or in MySQL database. EEPROM memory guarantees the operation of the system, if the reader is not connected to the network to authenticate in the database hosted on the server, the input readers are made with an Arduino card and the central reader with a board Nodemcu; The central reader has nodemcu board and RFID reader, the door reader has an Arduino card, RFID reader, RGB LED, Reset button. The communication of this system is via Wi-Fi, achieving productivity in the execution of the processes. This article will show the operation of the modules connected to the server via Wi-Fi and the input module in the EEPROM, to design the web portal it was necessary to create an Apache server on a Raspberry PI board and, the web portal was programmed with PHP and HTML5, CSS in a Bootstrap 4 Framework to have a Dashboard.

Keywords: Identification Technology, Radio Frequency, RFID, Internet of Things, Signals, Access, Control

1. INTRODUCCIÓN

Los controles de acceso² es un sistema automatizado que permite de forma eficaz de aprobar o negar el paso de persona o grupos de personas en una zona restringidas, representan un alto grado de confiabilidad ya que con ellos se mitiga el riesgo de intrusos o de pérdida de herramientas u objetos de alto valor para las entidades. En el caso específico de los laboratorios, que son el objeto de este caso estudio, la implementación de este tipo de sistema podría evitar la pérdida o extravió de las herramientas tecnológicas por medio de la autenticación, permitiendo al entorno restringir o bloquear la extracción de las herramientas.

Existe una extensa variedad de tecnología que permiten aumentar el nivel de seguridad de un entorno, las tarjetas de banda magnética, tarjetas de chip, tarjetas de proximidad RFID (*radio frequency identification*), NFC (*near field communication*) y lectores biométricos;

¹ Línea de profundización redes y telemática Grupo de Investigación COMBA, Universidad Santiago de Cali

² Un control de acceso es un sistema automatizado que permite de forma eficaz, aprobar o negar el paso de personas o grupo de personas a zonas restringidas en función de ciertos parámetros de seguridad establecidos por una empresa, comercio, institución o cualquier otro ente.

estas son algunas de las tecnologías que permiten validar información para realizar una autorización o restricción, algunas de estas tienen más alto nivel de confiabilidad en términos de la seguridad que brindan.

Entre estos se tienen RFID, la identificación por radiofrecuencia, según Morales, E. (2012), es un método de almacenamiento remoto de datos que se basa en etiquetas que guardan la información, puede ser leída a partir de señales de radiofrecuencia, lo que posibilita una transmisión más rápida de la información (125KHz, 13,56 MHz, 433-860-960MHz y 2,45 GHz).

La tecnología de radio frecuencia RFID ofrecen una mejor comunicación e identificación de datos; por ello, para este caso en especial se incluirá la tecnología de radiofrecuencia RFID para aportar al mejoramiento del entorno, que con su función de Tag permite realizar seguimiento a herramientas y/o personas, complementando con la IoT (*Internet de las Cosas*), hardware libres y programación web, proporciona un sistema confiable y de bajo costo para los laboratorios.

IoT (*Internet de las Cosas*), puede definirse a partir de los pilares: la internet y las cosas, es precisamente la interconectividad entre estas lo que posibilita la expansión de los procesos en diversos niveles. Todo objeto capaz de conectarse a partir del internet entra en la categoría de cosas, desde artefactos inteligentes, sensores, seres humanos o cualquier otro tipo de objeto, susceptible de comunicarse con otras entidades o artefactos sin importar el tiempo o el lugar. Lo anterior quiere decir que una de las principales características del internet de las cosas es la accesibilidad permanente entre los artefactos interconectados.

Por lo anterior la IoT es una parte fundamental para el sistema de control de acceso y seguridad porque nos permite una interconectividad óptima entre los sistemas, por lo tanto, la comunicación y transmisión de datos se hace con menos recurso, la IoT nos permite la capacidad de *direccionamiento e identificación*, es decir, que los objetos puedan ser localizados y dirigidos por los servidores, e identificables a partir del uso de tecnologías como: RFID, NFC³ (Near Field Communication), con la ayuda de un mediador, como por ejemplo un lector de RFID o un dispositivo móvil, como por ejemplo un teléfono

El presente Artículo considera el requerimiento de los laboratorios de la universidad Santiago de Cali, ubicados en el bloque 4 piso 3, debido a que actualmente los procesos de autenticación y verificación de estudiantes se ejecutan de forma manual y los laboratorios cuentan con equipos de alto valor que pueden ser extraído de los laboratorios.

Se parte de la idea de contar con el diseño de un prototipo de control de acceso y seguridad usando tecnología de punta como RFID, IoT, hardware libre y programación web, estas permiten aumentar la productividad de los laboratorios y maximizar los estándares de seguridad. Generando un sistema confiable, fácil de usar y de ubicar. el prototipo cuenta con dos lectores para gestión de datos y entrada al laboratorio; el módulo central de gestión se encarga de asignar Tag a los estudiante y docentes, a su vez también de hacer préstamos y devoluciones de herramientas, el lector de entrada se encarga de leer UUID (*Universally Unique Identifier*) de la tarjeta y verificar si se encuentra en la base de datos utilizando un módulo wifi.

Debido a que el diseño está orientado a la zona de los laboratorios del bloque 4 ubicados en el tercer piso de la Universidad Santiago de Cali, la instalación y prueba del sistema de acceso se realizará a pequeña escala para mostrar su funcionalidad. El sistema logrará aumentar la seguridad en el entorno, partiendo de la identificación de los usuarios y su habilitación para el uso de recursos previamente registrados; configurándolo desde un enfoque multi - agente, a partir de arquitecturas estándar. Por otro lado, el sistema permitirá controlar el acceso en los tiempos determinados por el sistema, brindando la posibilidad de modificar, crear o quitar un usuario.

la tecnología RFID continúa usándose en distintos sistemas y aplicaciones de identificación, incluyendo cadena de suministros, cuidado de la salud, localización de objetos, automatización de hogares, sistemas de seguridad y entrega de productos en restaurantes.

El diseño tiene como tarea mantener el equilibrio entre productividad y seguridad del entorno. Para ello, existen diferentes tecnologías de identificación, como se ha mencionado previamente, uno de los más conocidos ha sido el código de barras, el cual es utilizados por cadenas de distribución. La ventaja importante de la tecnología RFID es lo que ofrecen por un bajo costo a continuación las faces...

³ Near Field Comuications, es un estándar de comunicación inalámbrica que posee corto alcance. La misma se define como una combinación entre identificación y tecnología de redes. Este tipo de tecnología utilizada un rango de aproximación de más o menos 20 cm, y puede ser utilizado para complementar otro tipo de tecnologías inalámbricas como lo son bluetooth o WiFi. El mismo, opera en la banda de radio frecuencia. De acuerdo con las conceptualizaciones realizadas al respecto, un intercambio de información utilizando NFC requiere de un dispositivo *initiator* (quien e inicia el intercambio de datos) y un dispositivo *target* (objeto), este último encargado de responder la petición del dispositivo *initiator*. Es preciso mencionar que el tipo de datos obtenidos mediante este tipo de dispositivos, estándares o tecnologías deben ser preciso y estructurados.

- Fase de asignación de tag, se registra al usuario por el portal web con los datos personales, luego se escanea el tag y se hace un cruce entre la información del usuario y el UUID del tag.
- Fase de Lectura, al pasar el tag por el lector este consultara por medio del servidor a la base de datos enviando una respuesta TRUE/FALSE para proceder a una acción.
- Fase de toma de decisiones, utiliza el UUID de la tarjeta y recorre la base de dato buscando similitudes usando direccionamiento.

Algunos ejemplos de aplicación de este tipo de tecnologías se pueden encontrar en entidades como el SENA y Yabane.

El SENA diseñó un proceso dirigido a la generación de seguridad y control sobre los libros que maneja en su biblioteca. La empresa Kimbaya RFID solución, cuenta que el proceso de montaje de la tecnología fue basado en ciertos puntos claves, como la confiabilidad, en este aspecto hablan de la importancia de que siempre que un libro fuera a ser sacado sin ningún permiso este diera una alerta por medio de los sensores en la salida, los sensores de salida producen una alerta cuando un libro es retirado del espacio permitido sin contar con un permiso.

Por su parte, Yabane es una empresa española, que se dedica a la venta de telas, especialmente para tapicería y decoración, esta empresa integro la tecnología RFID en todas sus instalaciones, esto con el fin de dar trazabilidad a todas las telas que ingresan y salen de su compañía.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la implantación del sistema se tuvo en cuenta el uso del modelo clásico de Ciclo de Vida de Software llamado Cascada. Como metodología de desarrollo se utilizó Personal Software Process (Humphrey, 2000). Los pasos se presentan gráficamente por medio de la *Figura 1*.

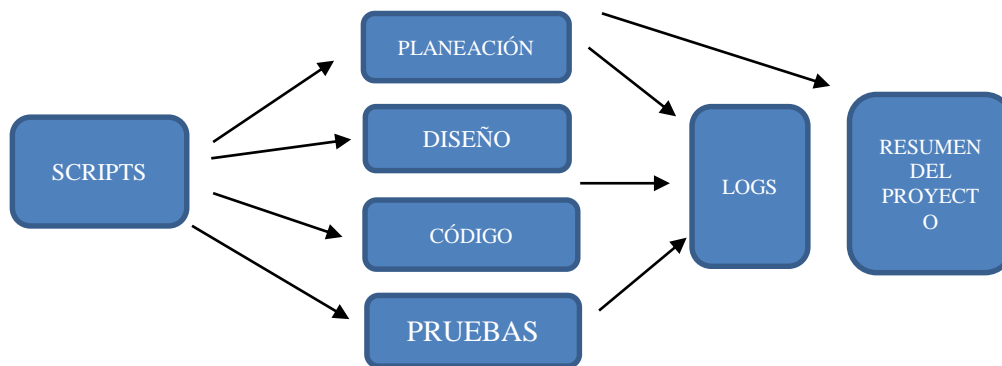


Figura 1. Etapas de la metodología PSP ("Process For Software Engineers")

Fuente: Elaboración propia

Para Tapia, (2008), "un prototipo es una representación limitada del diseño de su creación producto que permite a las partes responsables de su creación experimentar, probarlo en situaciones reales y explorar su uso. Un prototipo puede ser cualquier cosa, desde un trozo de papel con sencillos dibujo a un complejo software."

Teniendo en cuenta lo anterior a continuación se presenta el desarrollo de un prototipo de un sistema de control de acceso y seguridad para laboratorios o almacenes de herramientas.

2.1 SERVIDOR WEB

De acuerdo (Martinez, 2016), un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios. Este término es utilizado también para referirse a computadores físico que utilizan o funciona este software, el propósito de esta máquina es proveer datos que otras máquinas puedan utilizar, un server o servidor es una host que cuyos programas pueden ser usados en otros computadores. El servidor atiende y responde solicitudes que hace otros hosts. Es decir que los hosts que hacen las peticiones vienen siendo o será los "Clientes" del servidor.

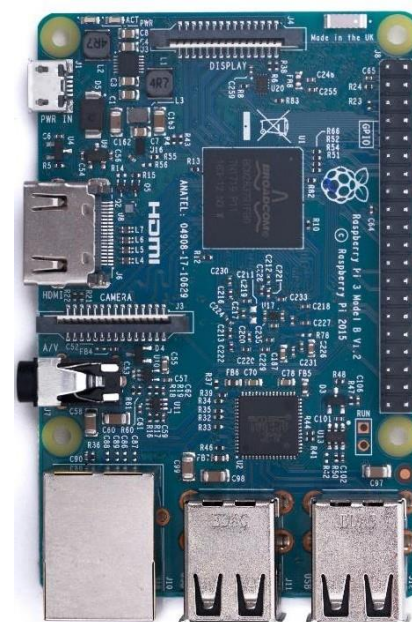
Se le llama servidores porque su función es servir cosas y están al servicio de los hosts. El modelo o arquitectura que siguen los servidores es el “Cliente-Servidor”, es decir, los clientes solicitan y el servidor proporciona servicios o recursos. Estos son utilizados para gestionar los recursos de una red, por ejemplo, un usuario puede configurar un servidor para controlar el acceso a una red, enviar / recibir correos electrónicos, gestionar los trabajos de impresora, o alojar un sitio web.

Los servidores deben estar siempre encendidos, ya que si se apaga dejara de dar servicio al demás host. Cuando un servidor falla (se apaga o tiene errores) hace que los demás usuarios de la red tengan problema porque no disponen de los servicios que proporciona ese servidor.

Para pasar a crear un servidor en la **Raspberry PI** se debe conocer la placa, es definido como una pequeña placa que simula un ordenador con arquitectura ARM, es una computadora independiente que se puede ejecutar fácilmente. La misma puede realizar varias tareas como: soportar dos puertos USB y conectarse de forma inalámbrica a Internet, en pocas palabras, es lo suficientemente potente como para funcionar como una computadora personal.

Tabla 1: Características de la raspberry PI
Fuente; Elaboración Propia

RASPBERRY PI	
PRECIO EN DÓLAR	\$ 36,57
PROCESADOR	32 bits.
TAMAÑO	85.60mm x 53.98mm x 17mm
PESO	45 g
MEMORIA	512 MB
SDRAM	256 MB
ENTRADA DE VIDEO	MIPI CSI ()
VELOCIDAD DE RELOJ	700 MHz
SALIDA DE VIDEO	HDMI
ON BOARD NETWORK	10/100 wired Ethernet RJ45
MULTIMEDIA	Sí
VOLTAJE DE ENTRADA	5 V (VIA USB)
MEMORIA FLASH	Tarjeta SD (2 a 16G)
PUERTOS USB 2.0	2 (MICRO USB)
SISTEMAS OPERATIVO	Distribuciones de Linux
ENTORNO DE DESARROLLO	Scratch, IDLE, cualquiera con



2.2 CREAR UN WEB SERVER EN RASPBERRYPI

Para lograr crear un servidor en la Raspberry PI, inicialmente se descarga el sistema operativo NOOBS, desde la página oficial de Raspberry PI, una vez se descargue se descomprime los archivos en la memoria MicroSD formateada, se conecta la Memoria a la Raspberry, mouse, teclado y una pantalla, para proceder a la configuración e instalación del sistema operativo y, se conecta la Raspberry PI.

Para poder utilizar como servidor web la Raspberry PI se debe configurar una IP estática. Para esto se necesita ejecutar un comando en el terminal, donde se modificar la interface eth0 o wlan0, una vez hecha la configuración se precede a reiniciar la Raspberry PI.

2.3 CONFIGURACIÓN DE SERVIDOR

Primero se procede a instalar APACHE al servidor, una vez terminado se hace una prueba en el navegador introduciendo la IP que se asigna al servidor (192.168.1.XX), posteriormente se instala php el lenguaje de programación necesario para alojar el sitio web, Para la base de datos se necesitó instalar MySQL que permite tener una base de datos, donde fuese posible

almacenar los datos del sitio web. Para ello, se instaló phpMyadmin que permite una mejor administración de los datos.

2.4 WEB SITE

Una página web según la revista (Milenium, 2016), es un documento electrónico adaptado particularmente para la web, este contiene información específica de un tema en particular que es almacenado en algún sistema de cómputo que se encuentra conectado a la red mundial de información denominada internet, de tal forma este documento puede ser consultado por cualquier persona que se conecte a esta red mundial de comunicación y que cuente con los permisos apropiados para hacerlo.

Las características de un sitio o portal web en la actualidad deben ser Dinámica, Diseño responsive, Herramienta de Atención, debe tener formularios, servicios o productos Logotipos FAQ y ABOUT, con el pasar de los tiempos y la generación tecnológica, que nos encontramos con smartphone, tablas, pc, etc. Es importante que los portales web tengan como característica un diseño responsive, para garantizar la disponibilidad de la información desde cualquier dispositivo.

2.5 PÁGINA WEB CONTROL DE ACCESO Y SEGURIDAD, CAS

Para realizar la página web del sistema de control de acceso y seguridad para este proyecto se utilizará como framework Bootstrap 4 que es uno de los framework más populares de CSS, HTML, PHP y JavaScript, este permite realizar una página web responsive que se ajuste a cualquier dispositivo en resolución y forma.

Este portal se basa en la estructura dashboard, que es una página que están orientadas a la administración y transformación de datos, esta es más usada en empresas de negocios. Dashboard permite tener mejor manejo y contextualización de la información y procesos en este proyecto, proporcionando mejor análisis, visualización y segmentación de datos positivos y negativos de nuestro entorno.

2.6 DISEÑO DE INTERFAZ

Para esta parte del proceso se tuvo en cuenta los colores de la universidad Santiago de Cali y, se añadieron otros colores haciendo un degradado de la misma, dándole a la página web un diseño moderno y cómodo para los usuarios. El área izquierda muestra el menú la parte superior mostrara estadísticas de las herramientas más usadas, de los visitantes y otros, las otras herramientas muestran fecha, hora y un reporte del clima como se muestra en la figura 2.

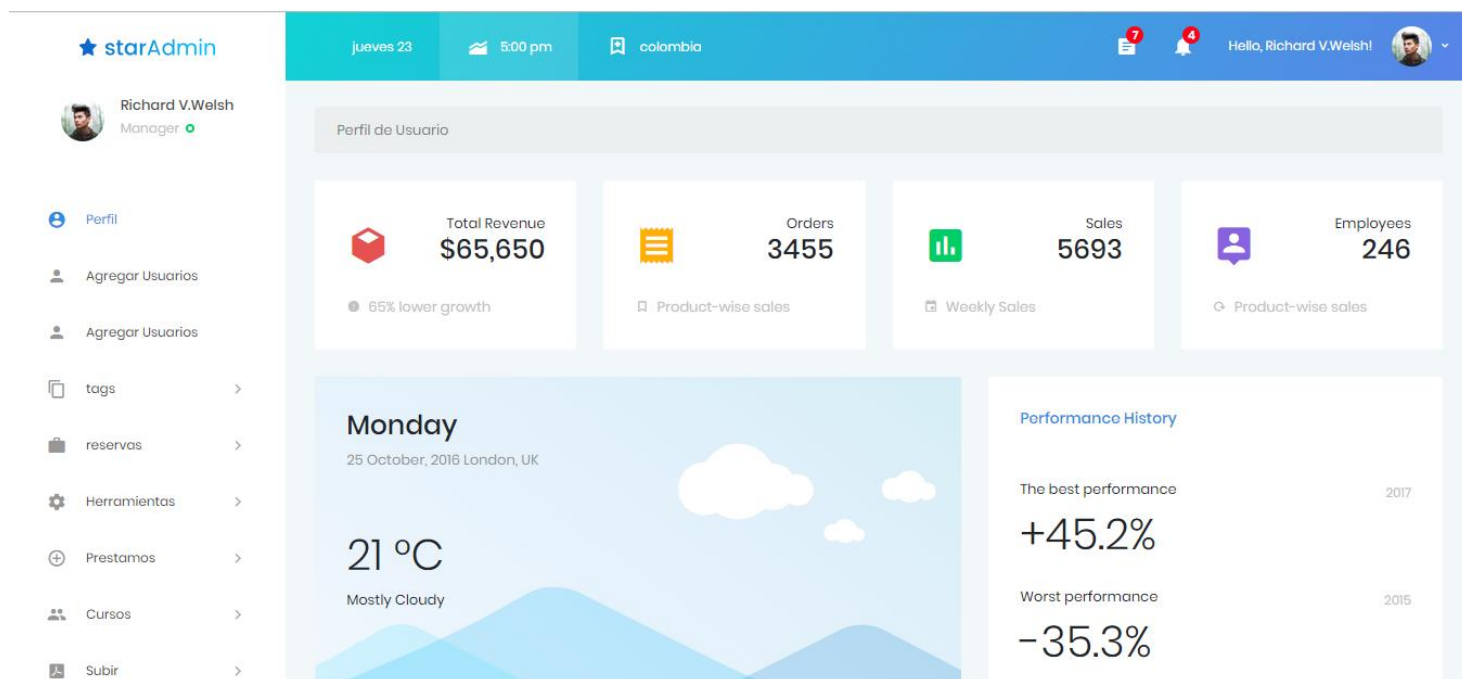


Figura 2: Interfaz de la página web CAS pantalla principal
Fuente: Plantilla de Bootstrap 4

2.7 MAPA DE NAVEGACIÓN

Para este portal se establecieron 4 Roles que interactuaran con la página web, administrado, encargado y docente, el estudiante será un cliente del portal porque hace uso de sus servicios mas no lo usas directamente. En la figura 7 se muestra un prototipo de la página web para cada usuario de la mismas

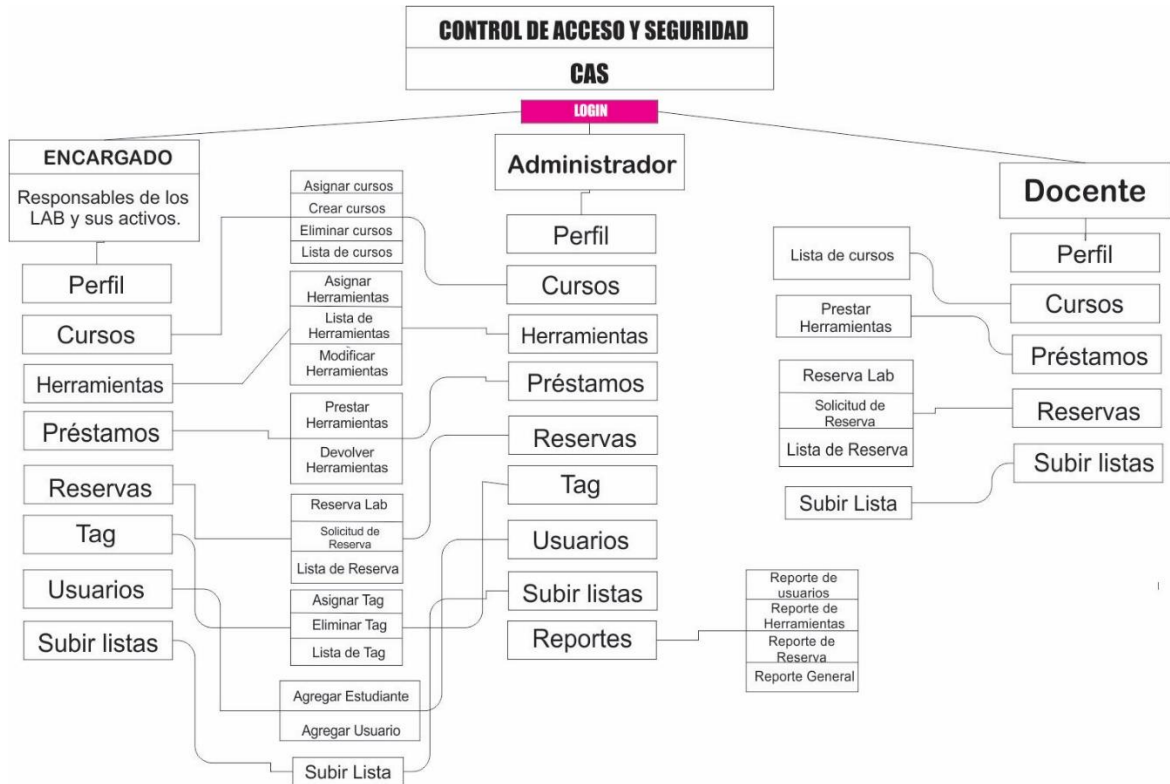


Figura 3: Mapa de navegación de CAS

Fuente: Elaboración Propia

2.8 CREAR Y CONFIGURAR BD PARA PÁGINA WEB CAS

Para crear y configurar la base de datos del portal web se utilizará una herramienta de administración para la base de datos llamado phpMyadmin. Esta herramienta nos permite manipular de una manera fácil y rápida los datos almacenados, gracias a su Interfaz grafica permite administración de una forma más ágil, puede manejar bases de datos de MYSQL, MAríaDB y Drizzle. Esta crea consulta a través de query hace búsquedas globales entre otras cosas. Es una herramienta completa para la administración de base de datos.

La base de datos Casinf (*control de acceso y seguridad*) es creada para gestionar y administra la información de la página web CAS esta contiene tablas que alojan datos de usuarios herramientas y lugares del entorno de trabajo de los laboratorios. Esta base de datos se estructura entre más de 14 tablas las cuales se interrelacionan para optimizar La distribución de los datos almacenados.

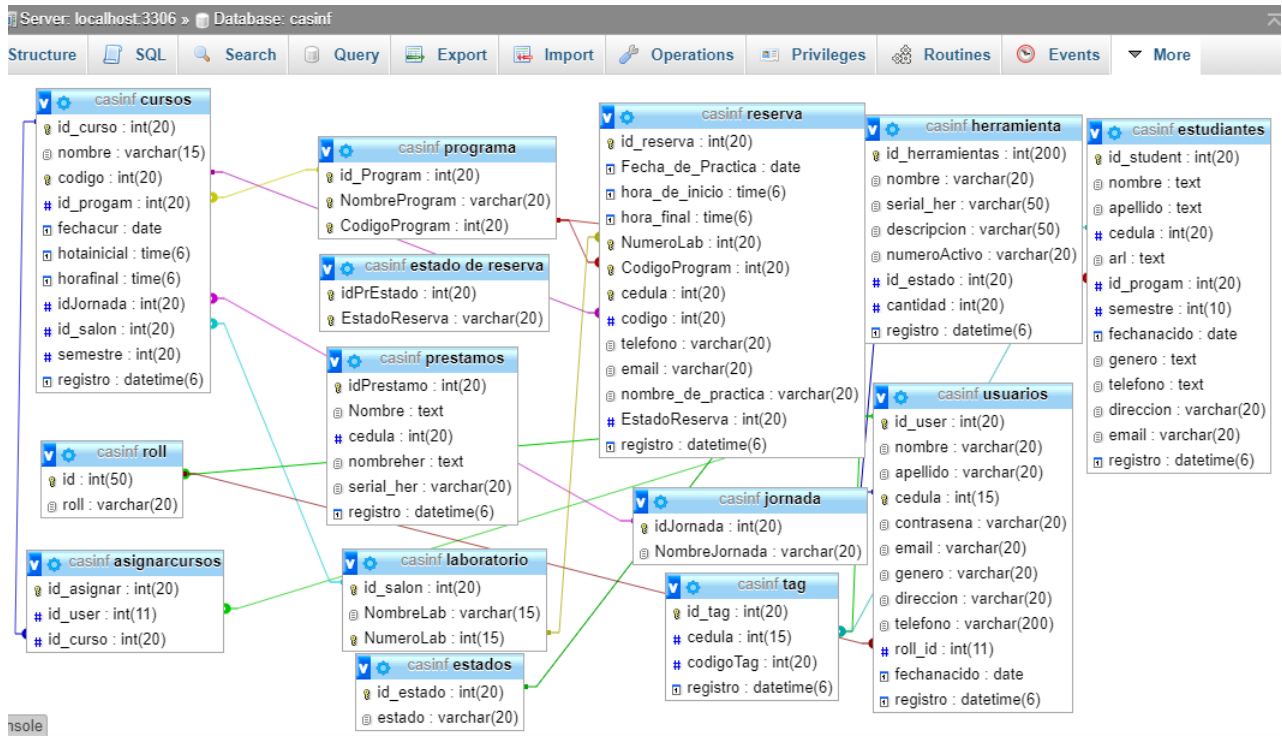


Figura 4: Relación de tablas en base de datos

Fuente; Elaboración propia

Para comprender la elaboración de los lectores se debe conocer de la placa **Arduino**, es una plataforma de libre uso que se puede definir como una familia de microcontroladores, es decir, el mismo está compuesto por una serie de microcontroladores que permiten su funcionamiento, los mismos contienen instrucciones específicas para la construcción de proyectos y aplicaciones. El software para la programación de Arduino es fácil de usar y también de libre acceso para los equipos con Windows, Mac y Linux sin costo.

Tabla 2: Características de la Arduino uno

Fuente; Arduino.com

ARDUINO	
MICROCONTROLADOR	ATMEGA328
PRECIO EN DÓLAR	\$27.84
TAMAÑO	7.6 X 1.9 X 6.4 CM
MEMORIA	0.002MB
VELOCIDAD DE RELOJ	16 MHZ
PIN ENTRADAS Y SALIDAS DIG.	DEN SER UTILIZADOS COMO PWM)
PIN ENTRADAS ANALOGAS	6
CORRIENTE CONTINUA POR	40 MA
VOLTAJE DE EJECUCION	5V
VOLATAJE RECOMENDADO	7 V O 12 V
MEMORIA FLASH	32KB
PUERTOS USB	UNO
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
ENTORNO DE DESARROLLO	ARDUINO IDE



2.9 LECTOR DE TAG RFID (CONTROL DE ACCESO Y SEGURIDAD)

Para llevar a cabo la programación y elaboración del lector de tag RFID, se dividió en dos los componentes del sistema, consiguiendo un módulo de entrada y un módulo de gestión, estos fueron elaborados teniendo en cuenta el costo de acuerdo con los lineamientos del prototipo, se demuestra el esquemático en la figura 13.

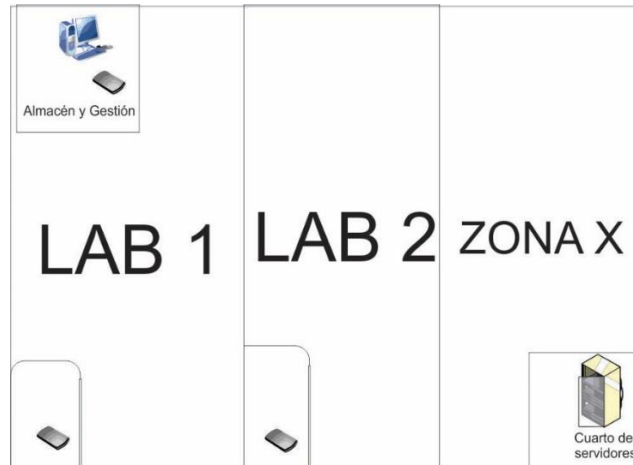


Figura 5: Diagrama de bloques funcional del Prototipo del sistema de acceso Fuente; Elaboración propia

2.10 LECTOR 1 (WEMOS D1_WIFI)

Se construyó un prototipo del lector para la entrada y un prototipo del lector para la gestión, cada uno de estos módulos están conectados a un servidor construido en una Raspberry PI, los lectores están construido con una placa de Arduino el lector de gestión en una placa de wifi WEMOS D1 la cual permite se programarla para enviar los datos de un Tag a un portal web alojado en un servidor como lo muestra en la figura 6.

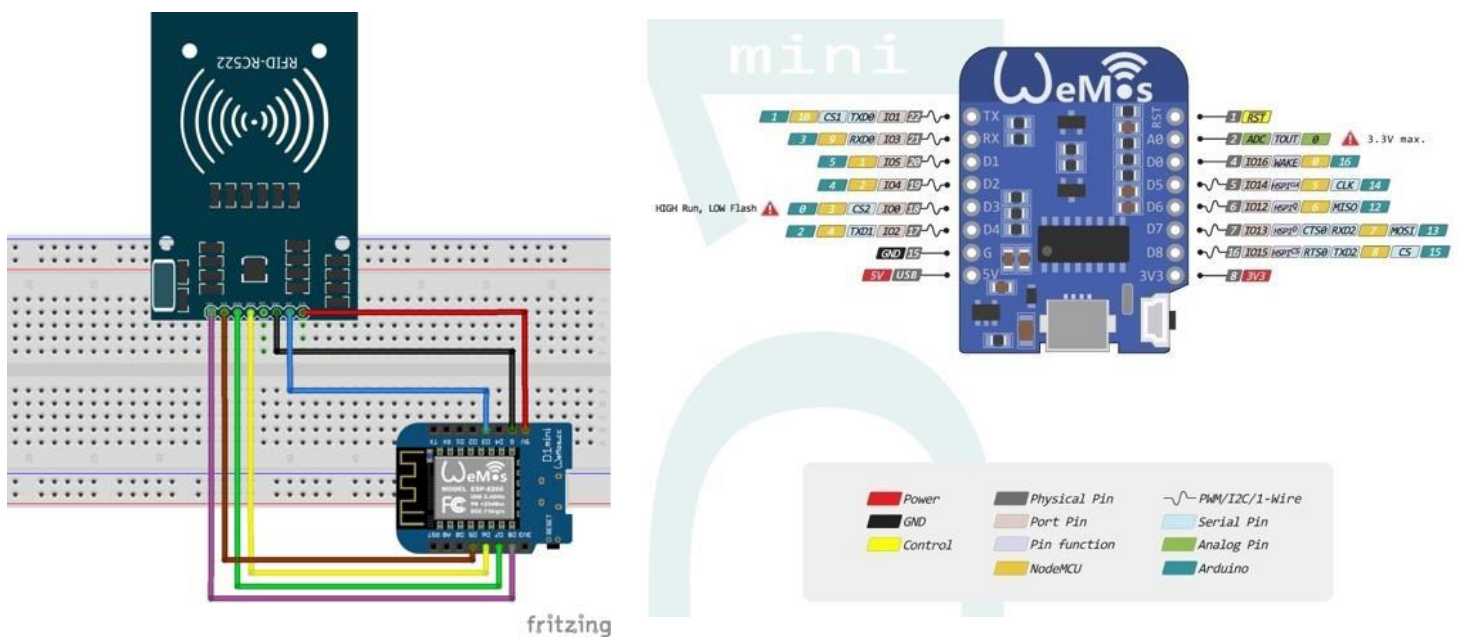


Figura 6: Esquemático de conexión de Lector 1 Fuente; Elaborado en Fritzing

La función principal del lector 1 es: si un Tag está bajo el alcance del lector RFID y este lee su ID lo envía a través del servidor al portal web de CAS para asignar Tag a usuarios o para hacer prestamos de herramientas. Este Lector 1 tiene como características un módulo RFID-RC522 y un módulo de wifi WEMOS D1 conectados por Jumpers como lo muestra la figura 6 de la izquierda.

Para poder usar este módulo se debe configurar el IDE de ARDUINO para que reconozca la placa y bibliotecas de WEMOSD1⁴.

2.11 LECTOR 2 (ARDUINO_EEPROM)

El prototipo del lector 2 para la entrada, este lector está construido bajo la placa ARDUINO UNO, la cual con su familia de controladores permite una funcionalidad óptima para el lector, este lector adicionalmente tiene un módulo WIFI_ESP8266, el cual le permite comunicarse con la base de datos, mediante de solicitudes al servidor para la autenticación de los usuarios. Las características del lector 2 son: ARDUINO UNO, MODULO RFID-RC522, LED RGB, ZUMBADOR Y JUMPERS, como muestra la figura 7.

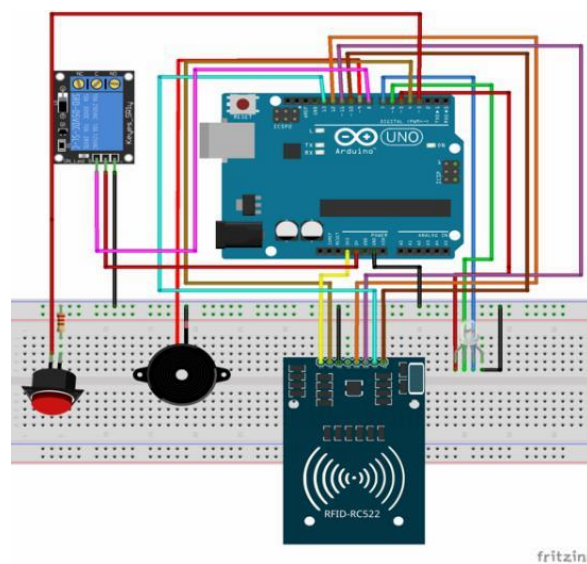


Figura 8: Esquemático de conexión de Lector 1 Fuente; Elaborado en Fritzing

La programación de la placa se hizo en la IDE de ARDUINO, se necesita la configuración de los pines para que se optimo el funcionamiento de los módulos, incorporado. Al iniciar el sistemas ejecuta una secuencia de los leds rojo, verde, azul y el zumbado da un sonido, para indicar que el lector está listo, y muestra el led Azul esperando que el usuario pase su tarjeta o Tag RFID, al pasar el Tag el sistema verifica la ID si está autorizada para ingresar o no al laboratorio, si está autorizado el zumbador da un sonido y el led pasa de color verde, si no está autorizado el zumbador da un sonido y el led pasa a rojo y espera que pasen otra tarjeta, Para explicar mejor el funcionamiento de los lectores mostraremos unos diagramas de flujo del funcionamiento del lector ver la Figura 9 a la izquierda.

⁴ URL http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json, para que el entorno de programación reconozca las Tarjetas de la familia WIFI ESP8266, Luego se instala la Librería ESP8266 Community y eso es todo para comenzar a programar en la placa.

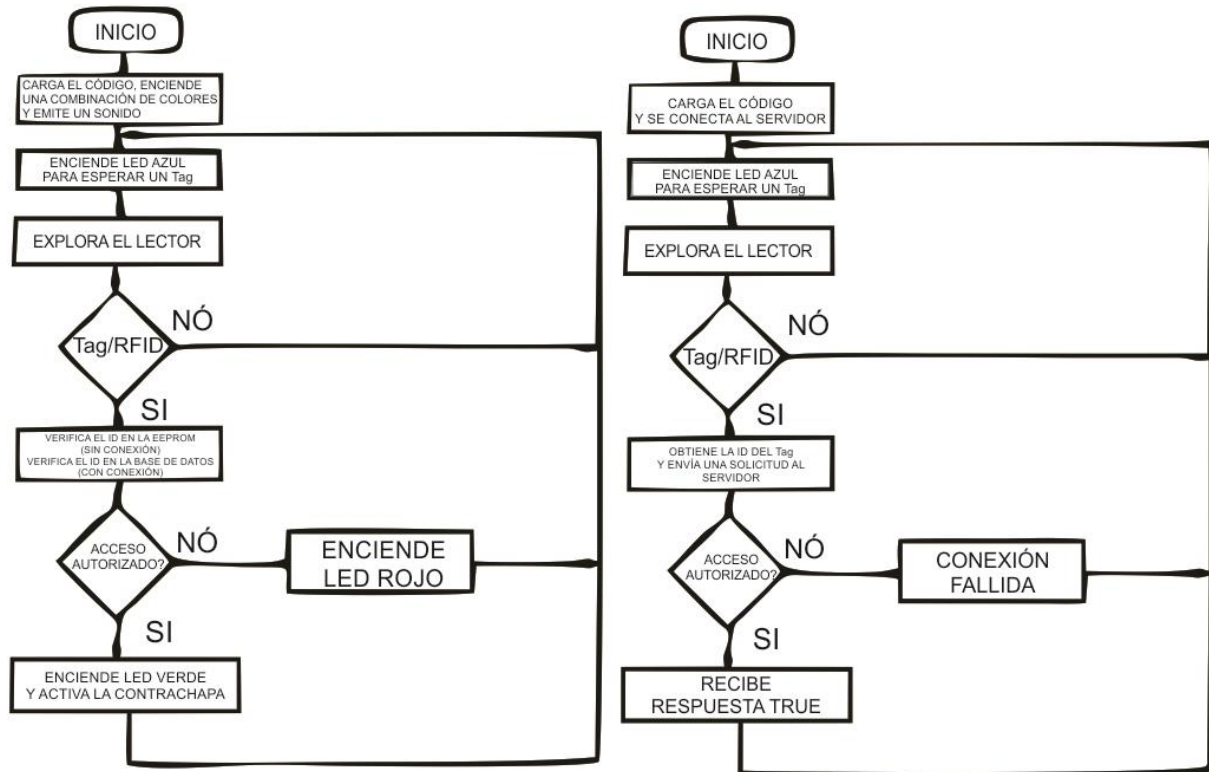


Figura 9: Diagrama de flujo programación de los lectores
Fuente; Elaboración propia

Para el lector 1, es similar el funcionamiento del lector, al conectar el lector a corriente 5V se inicializa la placa WEMOS D1, enciende el led azul con intermitencia buscando la conexión con el servidor, al conectarse el led azul queda encendido y el lector queda esperando lectura, al obtener la ID la envía mediante una solicitud al servidor al portal web CAS (control de acceso y seguridad) para la gestión de asignar o prestar herramientas, Para explicar mejor el funcionamiento de los lectores mostraremos unos diagramas de flujo del funcionamiento del lector ver figura 9 a la derecha.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para completar el objetivo general se realizaron diferentes tipos de pruebas:

1. La primera prueba tuvo como objetivo verificar el alcance del lector RFID de los módulos de entrada. Se colocaron varios tags en el lector de los módulos y se redujo a los más cerca del lector para asegurarnos que el usuario este lo más cerca posible del laboratorio, el lector RFID tiene como al alcance 14 centímetros, pero este se redujo de 1 a 2 centímetros del lector.

Tabla 3: Prueba de alcance del radio frecuencia
Fuente; Elaboración Propia

	BF (135 KHz)		AF (13,56 KHz)	UHF (433 – 860 – 928 MHz)	MF (433 – 860 – 928 MHz)
Capacidad de datos	64 bits	2 kilobits	512 bits – 8 kilobits	32 bits – dividiendo Pág. 128	128 bits – Sectores / Bloque
Velocidad y tiempo de lectura	0,5 sg		0,2 sg	0,001 sg	Bloque = 0,5 sg Sectores = 0,3 sg

Tabla 4: Prueba de intensidad de la señal
Fuente; Elaboración Propia

	BF (baja frecuencia)	AF (alta frecuencia)	UHF (frecuencia ultra alta)	MF (frecuencia modular)
Tamaño de etiqueta	Mayor	Mayor	Mayor	Mayor
Lectura en presencia de líquido o metal	Mejor	Mejor	Mejor	Peor
Lectura en presencia de interferencias	Peor	Peor	Peor	Mejor
EM				

- Se probó la conexión al servidor lo cual fue satisfactoria, aunque avece tiene intermitencia o interferencia y la conexión se hace imposible por la inestabilidad de la red.
- se hicieron las pruebas de comunicación entre los lectores, base de datos y la página web. El portal web fue programado en HTML5 y PHP además utilizamos las ventajas del framework de BOOTSTRAP 4, se conectaron los lectores y se les paso unos Tag, para enviar la información
- Prueba fue las relaciones de la base de dato, donde se relacionan las tablas para optimizar el flujo de datos o información solicitada por el lector RFID o el portal web CAS.
- En este parte del proyecto se hizo la prueba de la navegación de la página web, probando el funcionamiento en diferentes dispositivos para garantizar la responsabilidad de la interfaz del portal. Re direccionando los elementos de la página a lo largo y ancho del dispositivo dando una mejor visualización al usuario.
- por último, se hizo la prueba de funcionamiento sin internet, para esto se hizo necesario utilizar la memoria de la placa ARDUINO EEPROM, donde se guardan las ID de los Tag para que el sistema pueda seguir funcionando sin conexión a internet.
- Se probó la seguridad de transmisión de datos que nos brinda el sistema por medio de la IoT, ahorro de horas hombre, energía y mejora la comunicación en transferencia de datos.

De lo anterior se obtuvo el prototipo de un sistema de acceso y control con tecnología RFID y Programación Web orientado a internet de las cosas, con un funcionamiento del 90% de su alcance esperado.

4. CONCLUSIONES

La estructura de los modelos de control de acceso que requiere roles, da unos de los requerimientos más detallados para acceder a la información que se necesita al instante obteniendo resultados particulares para cada roll. Al realizar el servidor en un sistema Debían el cual es fácil de implementar ya que requiere de Linux para su despliegue mínimo.

Finalmente podemos concluir que un sistema de acceso y seguridad mediante RFID, INTERNET DE LAS COSA, HARDWARE LIBRE Y PROGRAMACIÓN WEB, es una opción muy adecuada cuando se quiere optimizar los procesos de los laboratorios y aumentar los estándares de seguridad, la radiofrecuencia nos permite que las herramientas no sean extraídas de los laboratorios, además, La IoT adquiere impulso para habilitar la tecnología para crear un ambiente de computación omnipresente.

Este sistema no solo tiene funcionalidad en los laboratorios también puede ser operable en diferente parte de la universidad Santiago de Cali, porque su estructura permite ser escalado a otras áreas. Uno de los beneficios de este proyecto es su bajo costo y los estándares de seguridad que permite el sistema.

Se recomienda hacer más pruebas para seguir mitigando las brechas de inseguridad para los laboratorios, se pueden agregar más funciones que optimicen los procesos de ejecución de la universidad Santiago de Cali en la parte de almacenamiento de herramientas. Además, los hardware que se implementa en este proyecto tienen una eficiencia en costo y funcionamiento al sistema, con estos podemos agregar y complementar el sistema con otros sensores, para tener control de las luces, el aire acondicionado y de todo el entorno.

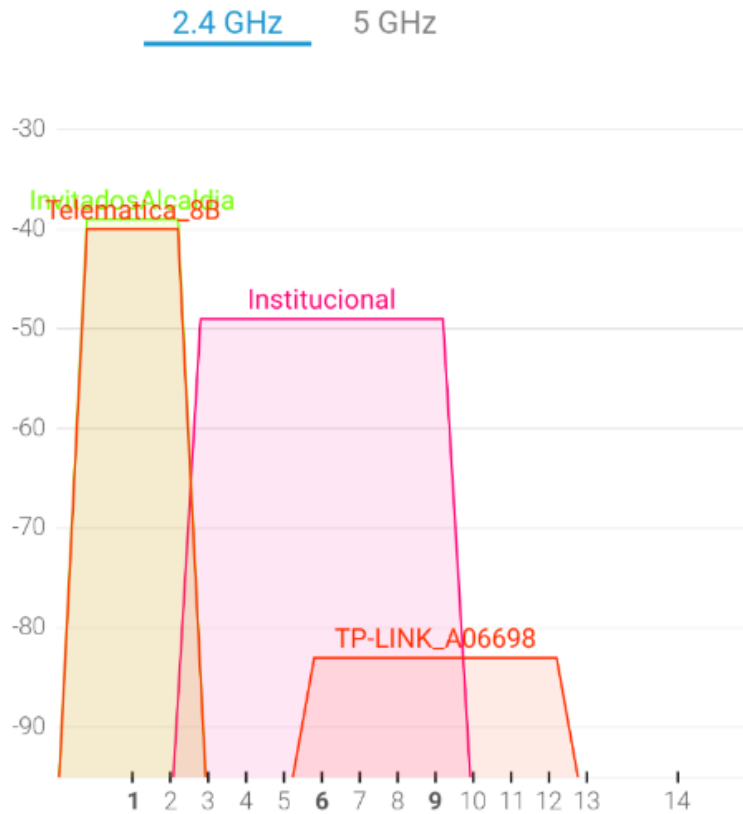


Figura 11: verificación de ruidos en la red
Fuente: Wifiman,

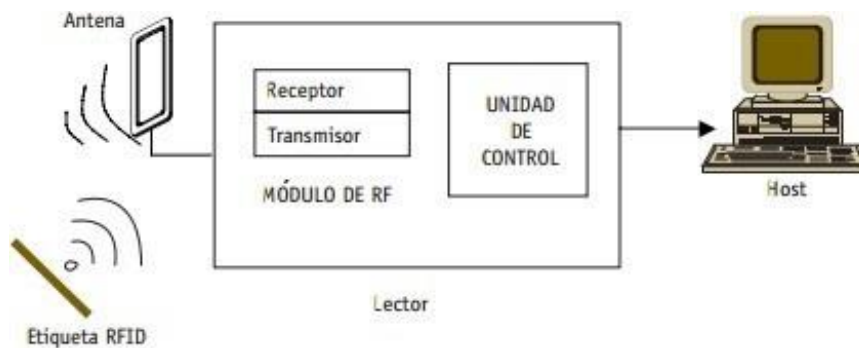


Figura 12: Funcionamiento y viaje de la información Fuente;
Portillo, Bermejo y Bernado (2008)

GRADECIMIENTO

Primeramente, estoy agradecido con Dios por el don y los recursos que me ha otorgado a lo largo del tiempo para poder culminar con este proyecto, gratitud al grupo de investigación COMBA I+D por observar mi investigación y darle tiempo y espacio para ejecución y pruebas, también quiero agradecerle a la Psicóloga Diana Moreno por su apoyo y su direccionamiento, a mi madre Pola Zoraida Angulo Mondragón, por la paciencia y el apoyo a lo largo de la carrera finalmente agradecerle al Ingeniero Carlos Andrés Tavera PhD. por su ayuda y dedicación para con el proyecto y al plantel universitario por tan hermosa y satisfactoria experiencia educativa.

5. REFERENCIAS

- Alarcón, V., Domínguez, M., & Ohms, C. (Agosto de 2008). Design and implementation of a security layer for RFID systems. *Journal of Applied Research and Technology*, 6(2), 69-83.
- Arduino. (2017). *Ilustración de una placa arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/>
- Dointech. (2008). *Sistemas de control peatonal*. Obtenido de <http://www.dointech.com.co/control-acceso-peatonal.html>
- El Tiempo. (2017). *Universidad Santiago de Cali realiza semana de la afrocolombianidad*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/colombia/cali/universidad-santiago-de-cali-celebra-semana-de-la-afrocolombianidad-91416>
- Electrónica, F. I. (2017). *Sociedad de capital privado. Estándares y regularizaciones para RFID*. Obtenido de <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/estandares-y-regularizaciones-para-rfid-36>
- Galeano, G. (2009). *Programación de Sistema embebidos en C. teoría y prácticas aplicadas a cualquier microcontrolador*. Bogotá: Alfaomega.
- Galván, S., Domínguez, M., & Pérez, J. (2009). Modelo genérico para el envío de alertas seguras en empresas del sector energético. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 9(2), 217-231.
- Global, G. T. (2017). *Language of Business desarrolla estándares para la tecnología de radio frecuencia*. Obtenido de <http://www.gs1.org/epcglobal>
- Herrera, E. (2004). *Comunicaciones digitales y ruido*. México: Limusa.
- Huidobro, J. (2006). *Redes y servicios de telecomunicaciones*. Madrid: Paraninfo.
- Inche, J., Chung, A., & Salas, J. (2011). Diseño de un módulo de control piloto basado en RFID para retails. *Industrial Data*, 14(1), 69-72.
- León, E. (Julio-Diciembre de 2011). Estacionamiento Automatizado con Tecnología RFID. *Conciencia Tecnológica*, 42, 71-73.
- Marz, N., & Warren, J. (s.f.). *Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems*. Manning.
- Medina, M. (2017). *La historia detrás de la internet de las cosas*. *El Espectador*. Obtenido de <https://www.elespectador.com/tecnologia/la-historia-detras-de-la-internet-de-las-cosas-articulo-716678>
- Monk, S. (2010). *Arduino™ Projects for the Evil Genius*. New York: McGraw Hill.
- Morales, E. (2012). *Prototipo de Control de Acceso Peatonal al Campus de la Corporación Universitaria Lasallista*. Trabajo de grado, Corporación Universitaria La Sallista, Facultad de Ingeniería, Caldas.
- Ortiz, E., Ibarra, M., Andrade, J., & Almaza, D. (Agosto-Septiembre de 2012). Control de acceso usando FPGA y RFID. *Acta Universitaria*, 22(6), 31-37.
- Pardo, J., & Pardo, R. (2011). *Arquitectura basada en servicios para la integración de bases de datos espaciales*. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/azimut/article/view/4058/5989>
- Pastrana, S., Vidal, P., & Lasso, M. (2009). *Sistema de control de acceso y permanencia - PASA, Universidad Nacional de la Patagonia Austral*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228610019_Sistema_de_Control_de_Acceso_y_Permanencia-PASA
- Portafolio. (2015). *El Internet de las cosas dará impulso al crecimiento*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/internet-cosas-dara-impulso-crecimiento-34196>
- Portafolio. (2015). *El internet de las cosas dará impulso al crecimiento, Colombia*. Obtenido de <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/internet-cosas-dara-impulso-crecimiento-34196>
- Portillo, J., Bermejo, A., & Bernardos, A. (2008). *Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): aplicaciones en el ámbito de la salud*. *VTmiod*. Madrid.
- Proquest, I. I. (2017). *Noticias financieras*. Obtenido de <https://search.proquest.com/docview/1614637720?accountid=48947>
- RFIDPOINT. (2008). *Evolución de RFID en América Latina*. Obtenido de <http://www.rfidpoint.com/evolucion-de-rfid-en-america-latina/>
- RFIDPOINT. (s.f.). *El SENA implementa un sistema de vigilancia RFID*. Obtenido de

<http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/el-SENAlimplementa-un-sistema-de-vigilancia-rfid/>

- Rodríguez, J., Montenegro, C., & Cueva, J. (Julio de 2015). Introducción al internet de las cosas. *Redes de Ingeniería, introducción al internet de las cosas*(6), 53-59.
- Romero, M. (2016). *La protección de datos ante el internet de las cosas*. Obtenido de http://oa.upm.es/47426/1/TFC_MARIA_TERESA_ROMERO_GARCIA.pdf
- Sanmartín, P., Ávila, K., Vilora, C., & Jabba, D. (2016). *Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar*. Obtenido de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/salud/article/viewArticle/7580/9870>
- Tecnológicas, S. (2018). *Control de acceso*. Obtenido de <http://www.solutec.com.mx>
- Vega, F. (s.f.). *Qué significa Backen y Fronted en el Diseño Web?* Obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/frontend-backend-duplicando-programacion/>
- Ventura, V. (2017). *Qué es la internet de las cosas. Conceptos*. Obtenido de <https://polaridad.es/que-es-internet-de-las-cosas-iot/>
- Yebane, C. (2013). *Empresa textil española*. Obtenido de <http://www.yebane.com/>
- Zayas, L., & Avilés, A. (Noviembre-Diciembre de 2002). Elementos conceptuales básicos útiles para comprender las redes de telecomunicación. *ACIMED*, 10(6), 1-11.