



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA

TELECOMUNICACIONES Y REDES

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE RED
INALÁMBRICA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE
PRÉSTAMOS DE EQUIPOS PARA EL LABORATORIO DE
ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y
ELECTRÓNICA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA EN ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES Y REDES

AUTORA: GUAMANQUISPE CHASI VIVIANA GIOVANNA

TUTOR: ING. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR

Riobamba – Ecuador

2019

@2019, Viviana Giovanna Guamanquispe Chasi.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Guamanquispe Chasi Viviana Giovanna, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 29 de julio 2019

Viviana Giovanna Guamanquispe Chasi
180424809-2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
EN TELECOMUNICACIONES Y REDES

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: “IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE RED INALÁMBRICA DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE PRÉSTAMOS DE EQUIPOS PARA EL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA”, de responsabilidad de la señorita VIVIANA GIOVANNA GUAMANQUISPE CHASI, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su autorización.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Patricio Romero DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y REDES	_____	_____
Ing. José Enrique Guerra S. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Wilson Armando Zúñiga V. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

DEDICATORIA

El Trabajo de titulación se lo dedico a DIOS padre protector creador de la vida y la Virgen Santísima, que es mi guía de luz en los momentos de angustia, al darme las fuerzas necesarias para continuar con mis objetivos.

A mis Padres; Eloisa Chasi y José Guamanquispe, que con su ejemplo y solides de una familia me ha enseñado que los grandes logros se lo realizan con esfuerzo y dedicación, por haber confiado en cada momento y alentarme a que siga día tras día persiguiendo mis sueños, objetivos y metas.

A mis hermanas y hermano que, mediante el apoyo, seguir demostrándoles que cada días seré una mejor persona, amiga, hermana y profesional. A mis tres angelitos que llenan de felicidad mi vida Stefano, Valentina y Michael, con sus sonrisas, llenan de vida nuestro hogar.

Viviana...

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitirme seguir junto a mi familia, compartir logros, y terminar una etapa más en mi vida. Mis padres el pilar fundamental en mi vida y de mi hogar, sin sus enseñanzas, anécdotas y esfuerzos, no alcanzaría el objetivo de ser un profesional. A mis hermanas Jessyca, Andrea, María José y mi hermano Oscar, sin su apoyo no hubiera culminado con cada objetivo trazado.

A personas que han llegado a mi vida y aún siguen junto a mí, conocerlas ha sido una Bendición, Santiago y Valeria gracias a su apoyo incondicional y la verdadera amistad desinteresada, siempre los llevare en mi corazón.

Un agradecimiento en especial al Ing. José Enrique Guerra por su tiempo, paciencia y sobre todo los consejos que me ha brindado en todo el transcurso de mi vida estudiantil, alentándome a que siga con mis objetivos y propósitos que tengo en la vida, mil Gracia, Ingeniero, Docente y Amigo.

Viviana.

TABLA DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN.....	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCION	2
CAPITULO I	
1. MARCO TEÓRICO	7
1.1 Identificación Automática.....	7
1.1.1 Banda Magnética.....	7
1.1.2 Reconocimiento de Voz.....	8
1.2 Sistema Biométrico	8
1.2.1 Sistema Fisiológico.....	9
1.2.1.1 Huellas Dactilares	9
1.2.1.2 Geometría de la mano	9
1.2.1.3 Rasgos Faciales	10
1.2.2 Sistema de Comportamiento.....	11
1.2.2.1 Características de la Retina	11
1.2.2.2 Escaneo del Iris	12
1.2.2.3 Reconocimiento de Escritura.....	12
1.2.2.4 Firma Dinámica	13
1.2.2.5 Código de Barras.....	13
1.2.2.6 Identificación por Radiofrecuencia (RFID)	14
1.3 Sistema de Código de Barras	16
1.3.1 Estructura del funcionamiento de un sistema de código de barras	16
1.3.2 Tipos de simbología	17

1.3.3	<i>Tipos de Lectores</i>	18
1.3.4	<i>Ventajas y desventajas del Código de Barras</i>	18
1.4	Identificación por Radiofrecuencia	19
1.4.1	<i>Estructura del funcionamiento de Identificación automática RFID</i>	19
1.4.2	<i>Tipos de Etiquetas</i>	21
1.4.3	<i>Frecuencia de operación</i>	22
1.4.4	<i>Ventajas y desventajas de la Identificación por Radiofrecuencia</i>	22
1.4.5	<i>Medidas de Seguridad</i>	23
1.5	Comunicación de Campo Cercano	24
1.5.1	<i>Tipo de etiquetas</i>	24
1.5.2	<i>Modos de Funcionamiento</i>	25
1.5.3	<i>Seguridad de la Comunicación de Campo Cercano</i>	26
1.6	Tecnología Inalámbrica	26
 CAPITULO II		
2	DISEÑO DEL PROTOTIPO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE PRÉSTAMOS DE EQUIPOS (FIE)	29
2.1	Requerimientos del Prototipo de Red Inalámbrica	29
2.2	Arquitectura General del Sistema	29
2.3	Diseño de la Arquitectura de los módulos del Prototipo	31
2.3.1	<i>Arquitectura de Transmisión NFC/RFID diagrama de bloques</i>	31
2.3.2	<i>Arquitectura de Recepción</i>	32
2.4	Selección de los dispositivos utilizados en el Prototipo	33
2.4.1	<i>Módulo PN532/CI</i>	34
2.4.2	<i>Dispositivo Arduino NANO</i>	34
2.4.3	<i>Comunicación Inalámbrica Módulo NRF24L01</i>	35
2.4.4	<i>Etiquetas y Tarjetas de Identificación NFC</i>	37
2.4.5	<i>Antena RFID</i>	38
2.4.6	<i>Etiqueta RFID</i>	40
2.5	Esquema de conexión de los dispositivos para el Prototipo	41

2.5.1	<i>Diagrama de conexión del Módulo Transmisión</i>	41
2.5.2	<i>Diagrama del Receptor</i>	44
2.6	Requerimientos para el desarrollo del <i>Software</i>	45
2.6.1	<i>Módulo Transmisor</i>	45
2.6.2	<i>Módulo Receptor</i>	45
2.6.3	<i>Requerimientos de la página web del prototipo</i>	46
2.7	Descripción de las herramientas <i>software</i> utilizados	46
2.7.1	<i>Entorno de programación de Arduino (IDE)</i>	46
2.7.2	<i>XAMPP</i>	47
2.7.3	<i>Editor Sublime Text 1.4</i>	47
2.7.4	<i>NODE JS</i>	47
2.8	Configuración realizada en cada módulo del prototipo <i>software</i> desarrollado...	48
2.8.1	<i>Diagrama de Flujo del Módulo Transmisor</i>	48
2.8.1.1	<i>Estructura de programación del Prototipo</i>	49
2.8.2	<i>Diagrama de Flujo del Módulo Receptor</i>	50
2.8.2.1	<i>Estructura de programación del Prototipo</i>	51
2.9	Diseño de la página web.	52
2.10	Creación de la Página Web	54
2.10.1	<i>Diagrama de Entidad-Relación</i>	54
2.10.2	<i>Desarrollo de la Página web</i>	55
2.10.2.1	<i>Administrador</i>	56
2.10.2.2	<i>Equipos</i>	57
2.10.2.3	<i>Estudiante</i>	58
2.10.2.4	<i>Prestar Equipos</i>	59
2.10.2.5	<i>Consultas</i>	61
2.10.3	<i>Diseño de la cubierta externa del Prototipo</i>	61
CAPITULO III		
3	PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS DEL PROTOTIPO	63
3.1	Pruebas del Prototipo de red	63

3.2	Pruebas del Rango de Lectura del módulo transmisor	64
3.3	Pruebas de Distancias del TX/RX con antenas SMA	64
3.4	Rango de operación de la antena Lectora RFID.....	65
3.5	Análisis de Protocolo del prototipo de red	66
3.6	Escalabilidad del prototipo de red	67
3.7	Comparativa del consumo de Corriente del prototipo.....	70
3.8	Comparativa de la eficiencia del Proceso de préstamos de equipos (en la FIE)..	70
3.8.1	<i>Eficiencia del prototipo de red vs registro manual</i>	73
3.8.2	<i>Eficiencia del prototipo de red vs registro Software de la ESPOCH</i>	76
3.9	Presupuesto de la implementación del prototipo.....	78
	CONCLUSIONES.....	79
	RECOMENDACIONES.....	80
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1:	Comparación de la mejor tecnología a utilizar	15
Tabla 2-1:	Tipo de Código de barras	17
Tabla 3-1:	Ventajas y desventajas del Código de Barras	19
Tabla 4-1:	Etiquetas según su frecuencia de trabajo.....	22
Tabla 5-1:	Ventajas y Desventajas de RFID	23
Tabla 6-1:	Medidas de Seguridad Etiquetas/Lector	23
Tabla 7-1:	Tipo de etiquetas NFC.....	25
Tabla 8-1:	Características de la tecnología Inalámbrica	27
Tabla 9-1:	Características de comunicación Inalámbrica	27
Tabla 1-2:	Especificaciones Técnicas del Módulo PN532	34
Tabla 2-2:	Características Técnicas del Microcontrolador Arduino NANO.....	35
Tabla 3-2:	Características Técnicas del Módulo NRF24L01	36
Tabla 4-2:	Características Técnicas de etiqueta NFC	38
Tabla 5-2:	Parámetros del Lector RFID UHF	39
Tabla 6-2:	Características técnicas de las Tarjetas RFID.....	40
Tabla 7-2:	Conexiones del Módulo NFR24L01.....	43
Tabla 8-2:	Conexión de la placa Arduino y módulo NFR24L01	44
Tabla 1-3:	Lectura del módulo Lector/transmisor y las etiquetas de identificación	64
Tabla 2-3:	Pruebas Rango transmisión y recepción con antena SMA	64
Tabla 3-3:	Rango de Lectura de la antena Lector RFID	65
Tabla 4-3:	Registro de tiempo Forma MANUAL.....	71
Tabla 5-3:	Tiempo de registro de un solo préstamo de Forma Manual	72
Tabla 6-3:	Registro del Tiempo mediante <i>Software</i> (ESPOCH)	71
Tabla 7-3:	Tiempo de registro de un solo préstamo de forma <i>Software</i>	72
Tabla 8-3:	Tiempos de registro para el préstamo de equipos (Prototipo)	72
Tabla 9-3:	Tiempo en segundos del registro del prototipo de red	72
Tabla 10-3:	Tiempo de registro de los sistemas manuales y prototipo de red	73
Tabla 11-3:	Tiempo de registro para los sistemas <i>Software</i> y prototipo de red	75
Tabla 12-3:	Presupuesto General del Prototipo.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1-1:	Configuración de la Banda Magnética.....	7
Figura 2-1:	Estructura de una huella dactilar.....	9
Figura 3-1:	Escaneo de la geometría de una mano.....	10
Figura 4-1:	Grafos elásticos colocados en puntos específicos del rostro.....	10
Figura 5-1:	Autenticación por medio de patrones de la retina.....	11
Figura 6-1:	Detalles del Iris.....	12
Figura 7-1:	Firma Digital.....	13
Figura 8-1:	Código de barras.....	13
Figura 9-1:	Tecnología RFID.....	14
Figura 10-1:	Componentes del sistema de Código de Barras.....	16
Figura 11-1:	Estructura de un sistema de Identificación Automática.....	20
Figura 12-1:	Tipos de etiquetas de Identificación.....	21
Figura 1-2:	Arquitectura General del Sistema.....	30
Figura 2-2:	Arquitectura de Bloque del sistema de transmisión.....	31
Figura 3-2:	Arquitectura del Bloque de Recepción.....	33
Figura 4-2:	Módulo PN532.....	34
Figura 5-2:	Microcontrolador Arduino Nano.....	35
Figura 6-2:	Transceptor 2.4 GHz NRF24L01.....	36
Figura 7-2:	Etiqueta de identificación de Corto alcance (NFC).....	37
Figura 8-2:	Tarjetas de Identificación.....	38
Figura 9-2:	Lector RFID.....	39
Figura 10-2:	Etiqueta RFID.....	40
Figura 11-2:	Configuración del protocolo I2C.....	41
Figura 12-2:	Diagrama de conexión del MÓDULO Trasmisión NFC.....	42
Figura 13-2:	Conexión del Módulo NRF24L01.....	43
Figura 14-2:	Conexión del Módulo Recepción.....	44
Figura 15-2:	Arquitectura de la creación del <i>Software</i>	53
Figura 16-2:	Diagrama Entidad-Relación Proyecto.....	54
Figura 17-2:	Página principal del Sistema de control y prestamos de equipos.....	55
Figura 18-2:	Página principal opción Administrador.....	56
Figura 19-2:	Registro de Usuario.....	57
Figura 20-2:	Activación del puerto serial.....	57
Figura 21-2:	Formulario de Registro (Equipos).....	58

Figura 22-2:	Formulario de Registro de Estudiantes.....	59
Figura 23-2:	Registro automático de la página web, Prestamos de Equipos	60
Figura 24-2:	Activación de la antena RFID.....	60
Figura 25-2:	Consulta del sistema de Laboratorio.....	61
Figura 26-2:	Diseño del armazón de dispositivo de Trasmisión.....	61
Figura 27-2:	Armazón de Módulo de Recepción.....	62
Figura 1-3:	Prototipo de red inalámbrica.....	63
Figura 2-3:	Identificación de protocolos UDP/TCP	66
Figura 3-3:	Configuración de Potencia y ancho de banda	67
Figura 4-3:	Configuración punto a punto en nodos TX y RX	67
Figura 5-3:	Configuración de dos nodos TX y RX.....	68
Figura 6-3:	Configuración de seis nodos TX y un nodo RX	68
Figura 7-3:	Configuración de dos nodos a la red.....	71
Figura 8-3:	Configuración de 37 nodos a la red	71
Figura 9-3:	Registro de Prestamos de equipos de forma manual.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2:	Flujograma Módulo Transmisor.....	49
Gráfico 2-2:	Flujograma Módulo Receptor.....	51
Gráfico 1-3:	Valores medios del tiempo cronometrado.....	75
Gráfico 2-3:	Eficiencia del prototipo de red	75
Gráfico 3-3:	Valores medios de registro mediante <i>software</i> vs prototipo.....	77
Gráfico 4-3:	Eficiencia del prototipo de red	77

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

NFC:	Near Field Communication (Comunicación de Campo Cercano)
RFID:	Radio Frequency Identification (Identificación por Radiofrecuencia)
ANN:	Artificial Neural Networks
HMM:	Hidden Markov Model
OCR:	Reconocimiento Óptico de Caracteres
XML:	EXtensible Markup Language
RAM:	Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio)
EEPROM:	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory
ROM:	Read Only Memory
DOS:	Denial of Service
FIE:	Facultad de Informática y Electrónica
WWAN:	Wireless Wide Area Network (Red Inalámbrica de Área Extensa)
WMAN:	Wireless Metropolitan Area Network (Red Metropolitana Inalámbrica)
WLAN:	Wireless Local Area Network (Red de Área Local Inalámbrica)
WPAN:	Wireless Personal Area Network (Red de Área Local Inalámbrica)
ESPOCH:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
WiMAX:	Worldwide Interoperability for Microwave Access
UHF:	Ultra High Frequency
DARPA:	Continuous Speech Recognition
ISO:	Organización Internacional de Normalización
IEC:	Comisión Electrónica Internacional
IDE:	Integrated Development Environment
ISM:	Industrial, Scientific and Medical
HTML:	HyperText Markup Language

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. CÓDIGO ARDUINO TRANSMISOR

ANEXO B. CÓDIGO ARDUINO RECEPTOR

ANEXO C. CÓDIGO PÁGINAS WEB

ANEXO D. CÓDIGO ADMINISTRADOR

ANEXO E. CÓDIGO EQUIPOS

ANEXO F. CÓDIGO ESTUDIANTES

ANEXO G. CÓDIGO PRESTAR EQUIPOS

ANEXO H. CÓDIGO CONSULTAS

ANEXO I. INFORMACIÓN TÉCNICA

INFORMACIÓN TÉCNICA PN532

INFORMACIÓN TÉCNICA NRF24L01

INFORMACIÓN TÉCNICA ARDUINO NANO

INFORMACIÓN TÉCNICA ETIQUETAS RFID

INFORMACIÓN TÉCNICA LECTOR RFID

RESUMEN

Se implementó un prototipo de red inalámbrica para el control y supervisión de préstamos de equipos de laboratorio de Electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica. Los dispositivos que integran el prototipo fueron seleccionados en base a un estudio de su información técnica, compatibilidad, costo, la facilidad de instalación y la facilidad de interacción con el usuario. El módulo transmisor incorpora una placa PN532/C1, que actúa como lector induciendo ondas electromagnéticas hacia las etiquetas de comunicación de campo cercano (NFC) para obtener su código y transmitirlo por radiofrecuencia. El módulo receptor se encarga de tomar las señales transmitidas y remite hacia un computador por medio de una conexión USB. La computadora dispone adicionalmente de una antena lectora de identificación de radiofrecuencia (RFID) que se encarga de supervisar la permanencia de los equipos en laboratorio. De las pruebas de funcionamiento realizadas con el prototipo de red se determinó una eficiencia mayor del 80% en relación con el registro de forma manual y un 70% con relación al registro por medio del *software* existente en el laboratorio. De las pruebas de detección de salida de equipos sin registro se determinó una efectividad del 100%, lo que determina confiabilidad en el prototipo. El dispositivo está constituido por los módulos de transmisión, recepción y una antena lectora RFID. Dispone de un *software*, vinculado con una base de datos y diseñado en páginas web que almacena la información de equipos y la identificación de estudiantes y facilita la interacción con los usuarios. Tiene la capacidad de emitir mensajes de alerta sonora cuando un equipo es sacado del laboratorio sin el registro respectivo. Es recomendable ampliar el periodo de pruebas del prototipo de red, con la finalidad de identificar posibles modificaciones al diseño propuesto.

Palabras Claves: <TELECOMUNICACIONES>, <DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS>, <CONTROL DE PRÉSTAMOS>, <COMUNICACIÓN DE CAMPO CERCANO (NFC)>, <ETIQUETAS DE IDENTIFICACIÓN>, <MÓDULO PN532/C1 (HARDWARE)>, <MÓDULO NRF24L01 (HARDWARE)>.

SUMMARY

A prototype wireless network was implemented for the control and supervision of electronic laboratory equipment loans from the Faculty of Information Technology and Electronics. The devices that make up the prototype were selected based on a study of their technical information, compatibility, cost, the ease of installation and the ease of interaction with the user. The transmitter module incorporates a PN532 / C1 board, which acts as a reader inducing electromagnetic waves towards the labels of near field communication (NFC) to obtain its code and transmit it by radiofrequency. The receiver module is responsible for taking the transmitted signals and forwards them to a computer through a USB connection. The computer also has a radio frequency identification (RFID) reader antenna that is responsible for monitoring the permanence of the equipment in the laboratory. From the performance tests carried out with the network prototype, an efficiency greater than 80% was determined in relation to the registry manually and 70% in relation to the registration through the existing software in the laboratory. From the equipment detection tests without registration, a 100% effectiveness was determined, which determines reliability in the prototype. The device consists of the transmission modules, reception and an RFID reader antenna. It has a software, linked to a database and designed in web pages that stores the information of equipment and the identification of students and facilitates interaction with users. It has the ability to emit sound warning messages when a device is taken out of the laboratory without the respective registration. It is advisable to extend the testing period of the network prototype, in order to identify possible modifications to the proposed design.

Keywords: <TELECOMMUNICATIONS>, <ELECTRONIC DEVICES>, <LOAN CONTROL>, <CLOSE COMMUNICATION (NFC)>, <IDENTIFICATION LABELS>, <MODULE PN532 / C1 (HARDWARE)> <MODULE RF24L01 (HARDWARE)>.

INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo se ha visto la evolución de la Tecnología consiguiendo como resultado la automatización de máquinas, analizando la eficiencia para la producción a mayor escala. La utilización de los dispositivos, máquinas y equipos electrónicos, hace que se ejecute con mayor facilidad las actividades. En el pasado las personas lo realizaban con dificultad y esfuerzo, el resultado es agilizar el proceso de producción y reducción del tiempo de trabajo, convirtiéndose esencial en la vida cotidiana.

Algunas empresas vieron la necesidad de automatizar la adquisición de información relacionada con los procesos de control de entrada y salida de mercaderías, empleando diferentes dispositivos y mecanismos, siendo un método o procedimiento para poseer el control y llevar un orden de registro y facturación (Espin & Medina, 2005).

Un estudio desarrollado en el 2014 indica que los países que conforma la Unión Europea utilizan la tecnología de Identificación, en un 3.9%, por la facilidad del proceso de entrega de producción y servicio. Destacándose como consumidor de esta tecnología, Bulgaria con un porcentaje del 9,2%, seguido de Portugal con un consumo del 8%, pero no todos adoptan esta tecnología en su totalidad, a causa de diferentes aspectos, por lo que se tiene a países como Republica Checa y Reino Unido utilizando esta tecnología en un 2% (ONTSI, 2014).

En el Ecuador no se encuentra un estudio sobre el porcentaje del uso de la tecnología inalámbrica, por su incertidumbre sobre el potencial de su uso. Pero solo con el análisis y resultados de la implementación a nivel mundial, el resultado es de eficiencia y potenciales beneficios. (Merchán, et al., 2011, pp. 1-5)

De lo expuesto, se deduce que en el país no se da importancia al uso de tecnología en el control de entrada y salida de producto por lo que se determina la necesidad de desarrollar la “Implementación de un prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos, como elemento de ayuda para disminuir los tiempos y agilizar procesos relacionados con el tema en el laboratorio de electrónica de la FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA”.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo implementar un prototipo de red inalámbrica de supervisión y control de préstamos de equipos para el laboratorio de electrónica de la FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA?

SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué procesos se realiza para los préstamos de equipos (en la ESPOCH)?

¿Cuáles son los requerimientos que debe cumplir el prototipo para la red a implementar?

¿Cuál es la topología de red y comunicación inalámbrica más adecuada?

¿Cuáles son los dispositivos tecnológicos que cumplan con los requisitos del diseño de la red a implementar?

¿La red implementada cumple con las características planteadas al inicio de la investigación?

JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los Problemas relacionados con los préstamos de dispositivos y maquinaria, se presentan en empresas pequeñas o multinacionales, por los ingresos y rastreos manuales, proporcionando malos resultados y pérdidas de recursos (Barboza, 2014). Frente a los inconvenientes y necesidades que presentan el trabajo de forma manual, surge la automatización reduciendo costos de operación y realizando el crecimiento de compañías.

En el 2007 China fue el primer consumidor de tecnología de identificación, debido a la implementación de tarjetas de identificación a personas, esto surgió debido a la seguridad que debía tener el país por los juegos olímpicos de verano del 2008 es por ello que imprimió un total de 300 millones de etiquetas, dando como resultado una deuda de 1.9 billones de dólares. Como fue un aporte beneficiario opto por que la tecnología siga su transcurso, en la actualidad no solo

tiene identificación las personas, sino opto por que animales domésticos y de consumo humano tengan su propia identificación (Astudillo, et al., 2006, pp. 1-6)

En el Ecuador, la falta de difusión sobre la tecnología de identificación con RFID, ocasiona que algunas empresas de producción a gran escala utilicen técnicas de ingresos o registro de forma manual. Es por ello, que la mayor parte de las empresas, vieron la necesidad de implementar la automatización tanto en máquinas, como en el control del procesamiento de registros de entrada y salida de productos. Existen estudios referentes sobre la tecnología de identificación por radiofrecuencia establecidos al, Análisis de un sistema basados en inventarios y la seguridad Físico que se implementó en la empresa Sertecpet S.A. de Quito y El Coca en el año 2015, (Álvarez Pérez & Navas Ayala, 2015, pp. 1-89) además se ubicó propuestas para el control y monitoreo del equipamiento de laboratorio en el año 2018. (Vasco Cabrera, 2018, pp. 1-100)

Al analizar investigaciones sobre el tema a nivel del país, se determina que existen propuestas o desarrollo de estudios, análisis y toma de decisiones para el entorno de trabajo. Se identifican ventajas y desventajas, para llevar a cabo una posible implementación, pero no hay propuestas en firme sobre el tema. Al realizar una indagación preliminar entre diferentes trabajos investigativos, dentro de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se localizó el análisis de la tecnología inalámbrica proponiendo la gestión de inventario para el departamento de Biblioteca de la ESPOCH. (Juan, 2013, pp. 23-103) El inconveniente sobre esta investigación, es el desarrollo del *software*, pero no llega a concretar un dispositivo diseñado por el proponente para la automatización del departamento.

Se investigó sobre la función que los técnicos realizan al momento del manejo del control y supervisión de préstamos de equipos informáticos en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, determinado que anteriormente sus procesos se lo realizaban de forma manual y la información se lo manejaba en hojas de cálculo, lo que presentaba problemas al momento de realizar los inventarios al final del semestre por el tiempo empleado en dicha actividad, en la actualidad el control y la supervisión de los préstamos se realizan mediante un *software* que incluye una base de datos, reduciendo un 16% en el tiempo.

Por tal motivo en el presente trabajo de titulación se procederá a la búsqueda y selección de información concerniente de un sistema de control y supervisión de préstamos de equipos

electrónicos, que permita definir el tipo de red sobre el cual deba implementarse dicho sistema, además dotando a los usuarios de mejoras significativas y un excelente intercambio de información de manera inalámbrica, donde finalmente se desarrolle un prototipo de red inalámbrica para el control y supervisión de prestación de equipos electrónicos en el laboratorio de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH.

JUSTIFICACIÓN APLICATIVA

A partir de los estudios y los problemas identificados, en especial la pérdida de tiempo que lleva al realizar un préstamo de equipos por su proceso manual, por el número de equipos o elementos que se encuentran en el laboratorio y la verificación física que conlleva mucho tiempo, son razones por lo cual se propone un prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de electrónica de la FACULTAD DE INFORMATICA Y ELECTRONICA.

Se fundamenta en una red inalámbrica con acceso a una base de datos, donde el personal técnico registrará la descripción de los equipos y una imagen que permita una constatación visual, poseerá el código único asociado a un dispositivo electrónico el cual permitirá la comunicación entre transmisores receptores inalámbricamente para su registro e identificación automático.

OBJETIVO GENERAL

“Implementar un prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de electrónica de la FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA”.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar el proceso de préstamos de equipos (en la ESPOCH).
- Definir los requerimientos que debe cumplir el prototipo de red a implementar.
- Deducir la topología de red adecuada.

- Identificar la comunicación inalámbrica más adecuada.
- Determinar los dispositivos tecnológicos que cumplan para la red a implantar.

Para lo cual se pretende seleccionar las tecnologías apropiadas al esquema propuesto. Se identifica los equipos tecnológicos, elementos electrónicos y dispositivos que puede ayudar para el desarrollo del prototipo, así como la comunicación y topología de red apropiada para que el sistema propuesto se convierta en una herramienta de ayuda en el manejo de recursos en los laboratorios de la FIE y sea el paso inicial para futuras implementaciones de sistemas electrónicos para manejo de identificación, control y supervisión en la institución.

El documento se establece mediante una introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. El primer capítulo se compone de Marco Teórico, encontrándose con aspectos relacionados a identificación automática, comunicación inalámbrica, tecnología de identificación por radio frecuencia y tecnología de campo cercano, temas relacionados para la selección en cuanto a comunicación para el prototipo. El segundo capítulo trata del desarrollo del *hardware* del prototipo para el control y supervisión de préstamo de equipos, detallando el diseño, arquitectura de los módulos de transmisión y recepción, la información técnica de los dispositivos, implementación de los módulos y la programación de la página web. El tercer capítulo, define el tipo de pruebas realizadas al prototipo, eficiencias, comparación de tiempo del control y prestamos de equipos de forma manual y la utilización del dispositivo. Por último, tenemos las conclusiones y recomendaciones, que son resultados de la investigación y los futuros trabajos que puedan implementarse en la ESPOCH para la ayuda de la comunidad

CAPITULO I

1. MARCO TEÓRICO

Es imprescindible el estudio, la identificación y las características de los diferentes aspectos que abarca la implementación de un dispositivo de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de Electrónica, permitiendo que la comunicación de los dispositivos sea inalámbrica el resultado de este análisis es para evitar errores en el momento de la elección de los equipos. El avance del tema debe estar acorde con los objetivos planteados, por lo que el presente capítulo introduce diferentes nociones teóricas que se deben tomar en cuenta.

1.1 Identificación Automática

Facilita el registro de información de personas animales o cosas mediante dispositivos electrónicos. La acción que ejecuta es; lectura, codificación de información y comparación de información mediante procesos lógicos (Pazmiño, 2013, pp. 23-24). El tiempo de vida de este proceso depende de los factores climáticos y la ubicación geográfica, que evita el correcto funcionamiento del dispositivo (Abarca , et al., 2005, p. 7).

1.1.1 *Banda Magnética*

Se desarrolló a finales de los años 60 para dar soluciones financieras identificando a un cliente dentro de una base de datos. Estas entidades adoptaron esta tecnología ya que son difíciles de clonar. La conexión se inicia mediante señales electromagnéticas de alta o baja energía, que codifica y registra información que se encuentra en una banda para inmediatamente verificar o rechazan una transacción mediante una máquina de identificación instantánea (Carro Paz & González Gómez , 2011, p. 6).

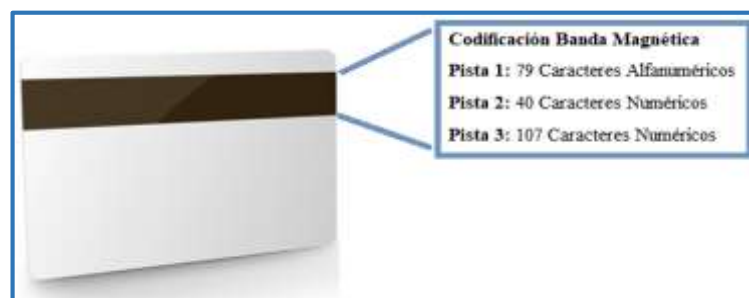


Figura 1-1: Configuración de la Banda Magnética.
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana 2019

Es formada mediante una tarjeta de plástico con forma rectangular como se observa en la figura 1-1 visualizando la banda magnética ubicada en la parte superior, es similar a una cinta de audio color café tipo cassette, conformado por tres pistas donde se guarda cierta información como: el nombre del titular, número de cuenta, y el PIN (*Personal Identification Number, por sus siglas en ingles*). Al realizar una transacción la información es guardada en una base de datos de la entidad que lo realice, considerado una tecnología confiable para transacciones bancarias de cajeros automáticos, que evitan el robo de información al usuario (RNDS, 2007, pp. 146-150).

1.1.2 Reconocimiento de Voz

Es un medio de interacción entre persona y el procesador, fue creada para la comodidad y el ahorro del tiempo en el ingreso de caracteres. Este sistema abarca dos tecnologías para su uso, el primero denominado reconocimiento de voz, se desarrolla mediante la transformación de una señal a texto, la siguiente tecnología toma el nombre de síntesis, modifica el texto a una secuencia de sonido. Mediante esas dos tecnologías se crea una base de datos donde se ingresará todos los caracteres usados por la persona y posterior serán comparados para la búsqueda respectiva. Aunque este sistema no fue creado en la actualidad, es una de las tecnologías de uso masivo en navegadores, por entregar excelentes resultados al momento de su aplicación (Ahuactzin Larios, 1999, pp. 1-9).

1.2 Sistema Biométrico

Es el conjunto de técnicas para la identificación en los seres humanos mediante los rasgos morfológicos o físicos que los distinguen. Actualmente, se utilizan técnicas de procesamiento de imágenes mediante: huellas dactilares, sensores ópticos, sensores capacitivos, y sensores térmicos, para el registro del usuario (Madrigal González , et al., 2007, pp. 22-25).

Las características para un sistema biométrico deben cumplir las premisas (Llopis Nebot, 2008, p. 6):

- Identificación única del usuario.
- Dificulta la falsificación de identidades.
- Fue creado y diseñado pensando en los rasgos que una persona adquiere con el transcurso de su vida.
- El método y las características dependerán del nuevo usuario.

- Sin cambios en su valor comercial tanto en el coste computacional (evaluación viable).

1.2.1 *Sistema Fisiológico*

Es el encargado del estudio de un organismo vivo y los fragmentos tanto químicos como físicos que se encuentran compuestos. La principal característica de un sistema fisiológico determina que al pasar el tiempo la fisonomía de un ser humano no debe cambiar (Humana, 2014, pp. 2-3).

1.2.1.1 *Huellas Dactilares*

Es una técnica que permite conocer el grado de precisión y confiabilidad, al verificar huellas dactilares siendo únicas para cada persona, llegando a ser un mecanismo irremplazable e indispensable en todos los centros de labor.

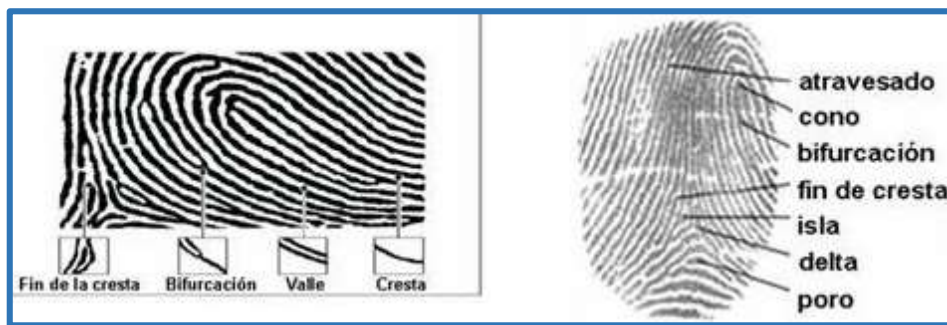


Figura 2-1 Estructura de una huella dactilar

Fuente: (Zen, 2013)

En la figura 2-1 se aprecia la estructura de una huella dactilar conformada por una serie de líneas oscuras que se denominan crestas y diversos espacios blancos llamados valles, la unión de los valles y crestas forman varias formas y figuras llamadas minucias, teniendo el resultado de la huella dactilar (Amaya Vargas, 2013, pp. 19-21).

1.2.1.2 *Geometría de la mano*

Esta tecnología data de los principios de 1970, pero a lo largo de la historia se localizaron más de 400 patentes específicamente con rasgos Biométricos de la mano. El sistema se creó específicamente para la identificación de personas, utilización de las características de la mano, ya que ofrece más de 10 rasgos, huella palmar, textura de los dedos, además de los rasgos del dorso de la mano. La evolución de esta tecnología conlleva a crear dispositivos de alta resolución,

imágenes desarrollada en 3D, tasas de reconocimientos, robustez del sistema, eficiencia y la facilidad de manejo de los usuarios (Morale Moreno, 2011, pp. 5-9).

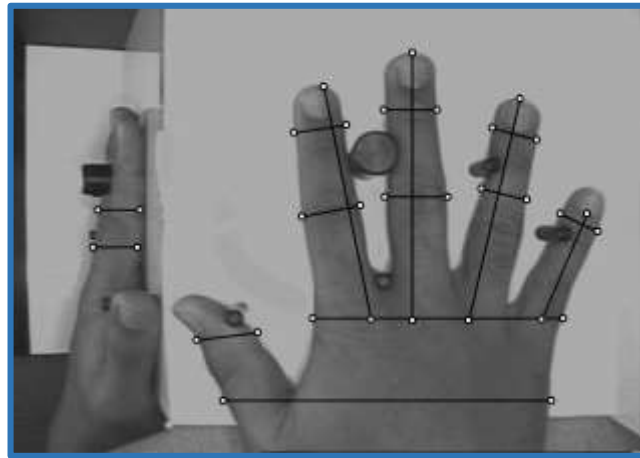


Figura 3-1: Escaneo de la geometría de una mano
Fuente: (Villalón Huertas, 2002, p. 127)

En la Figura 3-1 muestra el escaneo de la mano para la identificación de personas. Las características que incluye curvas de los dedos grosor longitud, largo y ancho del dorso de las manos (Morale Moreno, 2011, pp. 6-7).

1.2.1.3 Rasgos Faciales

Se creo para proteger las actividades comerciales o para la identificación de personas en el caso de extraviarse. El rostro no es un objeto que se defina con facilidad, puesto que es variable y tiene rasgos únicos, dando un resultado difícil de detectar, afrontando un difícil trabajo al momento de detectar distintos rostros tamaños, edades, géneros, colores, con tipos de cabellos diferentes, si usan o no lentes, barbas o bigotes (Sanhueza Riveros, 2008, pp. 7-8).

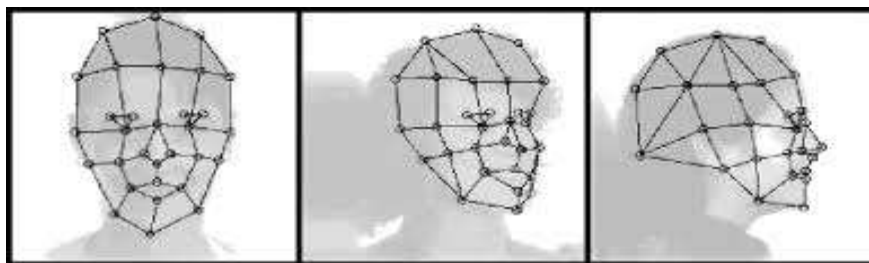


Figura 4-1 Grafos elásticos colocados en puntos específicos del rostro
Fuente: (Wiskott, et al., 1997, p. 9)

Como se muestra en la figura 4-1 son rejillas adaptadas en puntos específicos que se colocan en el rostro, estas rejillas son variables al adoptar las características del individuo es decir diferentes tamaños de ojos, boca, cejas y nariz cambiando completamente la fisonomía, los nodos

dependerán del tipo de rostro que se escanee. Mientras más nodos se encuentren en el rostro el resultado será óptimo y eficaz (Blázquez Pérez, 2013, pp. 6-8).

1.2.2 Sistema de Comportamiento

Se considera el proceso de identificación por una acción. Cada persona reacciona de forma diferente hacia algún estímulo provocado por un ser vivo u otra cosa, (al escribir, al caminar, etc.) al igual que la acción de responder de forma verbal que se denomina opinión, o contradicciones entre unos con otros (Cobo, 2003, pp. 116-117).

1.2.2.1 Características de la Retina

Los patrones oculares se consideran el más efectivo, las venas que se encuentran debajo de la retina proveen sangre teniendo su propia forma, considerados patrones únicos y estables para cada ser humano. Mediante la proyección de un haz de luz de un infrarrojo se puede obtener imágenes digitales de la retina, donde el individuo mire fijamente un dispositivo y mantiene un punto fijo hasta poder obtener los patrones (Villalobos Castaldi, 2011, p. 36).



Figura 5-1: Autenticación por medio de patrones de la retina

Fuente: (Cepeda, 2015)

En la figura 5-1 muestra la forma como se realiza el escaneo de la retina, mediante el envío de una luz de baja potencia es absorbida por los vasos sanguíneos del ojo y refractada hacia el escáner, el resultado de la refracción de la luz es convertido en códigos informáticos y guardados en una base de datos. El grado de seguridad de este dispositivo es alto, al igual que su costo, es por eso que algunas empresas, entidades o institución de máxima importancia lo requieran (Villalobos Castaldi, 2011, p. 36).

1.2.2.2 Escaneo del Iris

La tecnología esta basados en el iris es la membrana circula y pigmentada que se ubica entre la córnea y el cristalino, posee corrugaciones que se crea aleatoriamente, la modificación y el cambio de color se debe a los genes que hasta los gemelos que genéticamente son idénticos tiene el iris diferente (González Urbano, 2010, pp. 8-9).



Figura 6-1 Detalles del Iris
Fuente: (WIDELEK, 2010)

El escaneo del iris es la tecnología más avanzada en cuanto a la autenticación de usuarios. En la Figura 6-1 se observa las corrugaciones que presenta el iris donde se almacena un conjunto de datos que se transforma en una plantilla biométrica, posteriormente por medio de algoritmos matemáticos se consigue una representación normalizada de rasgos únicos, donde serán guardados en una base de datos (González Urbano, 2010, p. 7).

1.2.2.3 Reconocimiento de Escritura

El reconocimiento de escritura es una técnica biométrica donde el objetivo principal es identificar al autor o dueño de un determinado texto o manuscrito, utilizando un *software* OCR (Reconocimiento óptica de caracteres). Las diferentes escrituras que una persona posee, son de rasgos propios y las características que presentan en cada una de las palabras y letras es inconfundible diferenciando el grado de inclinación, y el nivel de presión al escribir (Ciberseguridad, 2016, pp. 10-12).

1.2.2.4 *Firma Dinámica*

La firma es otro tipo de identificación de los usuarios, mediante la firma se da confianza de la autoría del documento o archivos. Pero en ciertas ocasiones esta escritura ha sido víctima del plagio o falsificación es por ello que se desarrolló un dispositivo electrónico que registra señales y características de esta escritura manuscrita (Alfaro Neria, 2006, pp. 4-5).



Figura 7-1: Firma Digital
Fuente: (Landáez Otazo, 2007)

Como se muestra en el Figura 7-1 el usuario firme sobre una pantalla digital y mediante pulsaciones registra la evolución de varias señales generadas por el lápiz además de características sobre la presión ejercida sobre el plano de escritura y la curvatura de la escritura (Pascual Gaspar, 2007, pp. 8-9).

1.2.2.5 *Código de Barras*

El código de barras es una tecnología que constituye una entrada de datos; se encuentra conformado de un arreglo de barras paralelo, posee información codificada. Pueden ser leídos por diferentes dispositivos, la información es enviada hacia un ordenador, y guardada en una base de datos (Guzmán Martínez , 2008, p. 11).



Figura 8-1: Código de barras.
Fuente: (ECOP, 2010)

El código de barra es un sistema global se conforma por una serie de barras como se muestra en la Figura 8-1 es un procedimiento compuesto de líneas verticales de diferente grosor y espacios, que conforman un código único para cada producto (ECOP, 2010, pp. 1-5).

1.2.2.6 Identificación por Radiofrecuencia (RFID)

La identificación por radiofrecuencia es acogida por las grandes industrias, instituciones y empresas, para introducir sus productos al mercado o llevar el registro de sus productos, la comunicación puede ser unidireccional o bidireccional el resultado del envío de la información será por la interpretación que el lector lo realice (Idrovo Quezada, 2015, pp. 1-5).



Figura 9-1: Tecnología RFID
Fuente: (EROSKI, 2007)

En la Figura 9-1 se observa la acción de la tecnología de identificación realiza al momento de su lectura. Una vez realizado la comunicación, los datos son enviados hacia el sistema de información o base de datos donde se compara con el resto de información (Vidal & Reviriego, 2016, pp. 23-28).

Comparativa de la Identificación Automática

Se determinaron las distintas características de la identificación automática, con el objetivo de seccional las tecnologías acordes a las necesidades del prototipo. En la Tabla 1-1 se describe la tecnología de identificación automática y el campo a utilizar.

Tabla 1-1: Comparación de la mejor tecnología a utilizar

Tipos de identificación automática	Ámbito Utilizado
Banda Magnética	Financiero: tarjeta de débito o crédito, Identificación personal: control y accesos de identificación de trabajadores, permisos de conducir Transporte: billetes de avión, tarjetas recargables para tren, metro vía.
Reconocimiento de Voz	Búsqueda de información mediante páginas de Navegación.
Huellas Dactilares	Desbloques de teléfonos inteligentes. Identificación en pasaportes Entradas en habitaciones con tecnología de domótica
Geometría de la mano	Identificación de personas en empresas Acceso a lugares estratégicos, centros de actividades Asistencia de trabajadores
Rasgos faciales	Pagos mediante el reconocimiento facial Localización de personas desaparecidas Agilización en trámites en aeropuertos
Características de la Retina	Seguridad y control de acceso a lugares privados
Escaneo del Iris	Seguridad y control de acceso a lugares de seguridad estrictamente.
Ritmo de escritura	Identificación de características de la persona Vínculos de Identidad
Firma Dinámica	Sistemas de pago Transacciones electrónicas Identificación de personas
Código de barras	Venta de productos Ordenes de compras Proceso de inventario
Identificación de Radiofrecuencia	Identificación de animales Sistema antirrobo para automóviles Seguimiento de libros Seguimiento de productos Control de equipaje Registro de mercadería de empresas

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Al realizar las comparaciones de la mejor identificación automática, se concluyó que dos tecnologías cumplen con los requerimientos del prototipo, en las cuales se detallaran su función, característica, ventajas y desventajas, y el tiempo de utilización, verificándose cuál de las dos tecnologías es la más óptima.

1.3 Sistema de Código de Barras

Los códigos son etiquetas adheribles a los productos o contenedores enviando información de origen, destino y tipo de productos. Se considera un sistema de identificación más utilizados, en productos y envío de información de procesos logísticos. Su bajo costo y la fácil implementación hace que la tecnología sea flexible a cualquier tipo de Servicios (Correa Espinal, et al., 2010, pp. 118-119).

1.3.1 Estructura del funcionamiento de un sistema de código de barras



Figura 10-1: Componentes del sistema de Código de Barras.
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Se encuentra conformada por cuatro componentes principales como se observa en la figura 10-1 cada componente tiene su función principal (Ruales Aguilar, 2017, pp. 17-20) :

Impresora de código de barras. Para la impresión de las etiquetas se usa un equipo especial, en el mercado existe una de impresoras de diferentes marcas como las que son Zebra, Datamax, etc. debido a su rápida impresión y calidad.

Etiquetas. Se encuentra impreso barras de diferente tamaño y forma, además se encuentra espacios en blanco donde la unión de estas dos características forma los códigos, deben adherirse a una superficie plana y sin rugosidades para que el lector pueda descifra fácilmente la codificación.






Lector de código de barras. Es un dispositivo que envía un haz de luz infrarroja, y mediante un escáner permite acceder a la codificación de las etiquetas, enviando hacia una base de datos que se encontrara en un procesador.

Base de Datos. En esta etapa permite almacenar y actualizar la información que fue entregado por el lector, se debe adquirir un *software* que permita el manejo correcto de este sistema y que brinde los requerimientos que la empresa exija.

1.3.2 Tipos de simbología

Dependen del lugar donde se va a emplear el código, tipo de carácter, longitud de caracteres, seguridad, estas características intervienen en la creación de los códigos de barras. Se detalla varios tipos de código de barras (Pelegrí Santamaría, 2007, pp. 10-14). En la Tabla 2-1 se describe los tipos de simbología del código de barras.

Tabla 2-1: Tipo de Código de barras

Nombre	Especificaciones	Simbología
UPC (Código Universal de Productos)	Utilizados en Canadá y Estados Unidos Formado por 12 dígitos. Es utilizado para determinar el tamaño y peso en cada producto.	
Código 39	Utilizado para aplicaciones industriales y comerciales. Permite la codificación de caracteres simbología números y letras. Utiliza varias barras y espacios para la creación de un solo carácter.	
Código ISBN	Sistema de numeración mundial utilizados para libros publicados.	
Código 128	Utiliza cuatro grosores diferentes para barras y espacios. Baja probabilidad de error de sustitución.	
Intercalados 2 de 5	Utiliza dos tipos de grosores en las barras. Se debe configurar el lector para leer una cantidad fija. Se coloca dos barras gruesas a los extremos del código.	
CODABAR	Es uno de los primeros códigos creados. En la actualidad se utiliza en biblioteca, bancos de sangre y seguimiento de paquetes. Codifica solo números. Utiliza dos tipos de barras y espacio es similar al código 39	

Fuente: (Danysoft, 2006)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2018

1.3.3 Tipos de Lectores

Son dispositivos que trabajan mediante una reflexión de luz sobre las barras blancas y negras, existe algunos lectores que utilizan dispositivos de tipo de sensores denominados seguidor de línea, considerado sensores de robot, se detalla a continuación (Pelegri Santamaría, 2007, pp. 20-22):

- Tipo Pluma: No es muy óptimo, ya que en el momento de efectuar su lectura a veces deben realizar más de una vez el escaneo para conseguir el código correcto, es de bajo costo, usa los sensores de rastreo de línea negra y blanca.
- De Ranura: En este caso las etiquetas deben ser enfocadas al lector, tiene un porcentaje apto para realizar la lectura, sin interrupciones.
- Tipo rastrillo o CCD: Dispositivo de Carga Acoplada emplea un fotodetector formado por una fila de led, el escaneo es completamente electrónico, actúa como una cámara fotográfica, una desventaja de este sistema es que produce errores al monto de leer en superficies irregulares y curvas.
- Laser de Proximidad: mediante su potente luz láser, requiere una baja proximidad del lector hacia el objeto, posee mejor resultados en lecturas de superficies curvas o irregulares.
- Laser tipo pistola: Utilizan un mecanismo de luz a través de un espejo rotatorio u oscilatorio ubicado en el interior del equipo, que se activa cuando se encuentra en su distancia de trabajo evitando la lectura de otras etiquetas.

1.3.4 Ventajas y desventajas del Código de Barras

Los códigos de barras van evolucionados para el control sobre algún bien o producto de consumo masivo teniendo sus ventajas y desventajas, al momento de su uso. Para su lectura se requiere una verificación de visualización directa, para realizar lectura de 12 caracteres que tiene una demora de 0.3seg. a comparación de con el ingreso de caracteres por teclado que tiene una demora de 6seg.

En el Tabla 3-1, detalla las ventajas y desventajas que el sistema de Código de barras posee.

Tabla 3-1: Ventajas y desventajas del Código de Barras

Ventajas	Desventajas
Mejoramiento del servicio al cliente	Es muy costoso en la implementación del sistema.
Identificación única a nivel mundial	Pérdida de tiempo en capacitaciones del personal para el manejo de este sistema
Se aumenta el rendimiento del personal	Si la etiqueta existe alguna anomalía, el lector no podrá leer y el ingreso será manual.
Acceso al comercio electrónico	Los códigos son creados por internet, pero al momento de la impresión lo realiza de forma incorrecta.
Eficiencia en el control de inventarios, despacho, manejo en bodega y transporte.	El lector se debe configura al tipo de etiqueta que se esté usando.
Reconocimiento de productos y marca en cualquier escenario comercial	Al realizar el inventario provocara faltantes o sobrantes de productos por la cantidad del mismo producto que adquiriera un usuario.
Reduce el tiempo en el proceso de ventas y compra	

Fuente: (QR CODE BANK, 2016)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019.

1.4 Identificación por Radiofrecuencia

Es un sistema que mediante la comunicación inalámbrica envía información de una etiqueta hacia el lector, permitiendo almacenar datos específicos del objeto, persona o animal hacia un ordenador. La información que se encuentra en este dispositivo puede llevar de un bit hasta Kbytes esto depende del sistema de almacenamiento del transpondedor (Portillo García, et al., 2008, p. 30).

1.4.1 Estructura del funcionamiento de Identificación automática RFID

Existe una amplia variedad de aplicaciones para el sistema RFID, pero se basa en el mismo principio de controlar o seguir una etiqueta, mediante ondas electromagnéticas se activan y las etiquetas utilizan la frecuencia temporal para realizar la transmisión de datos (Portillo García, et al., 2008, pp. 35-36).

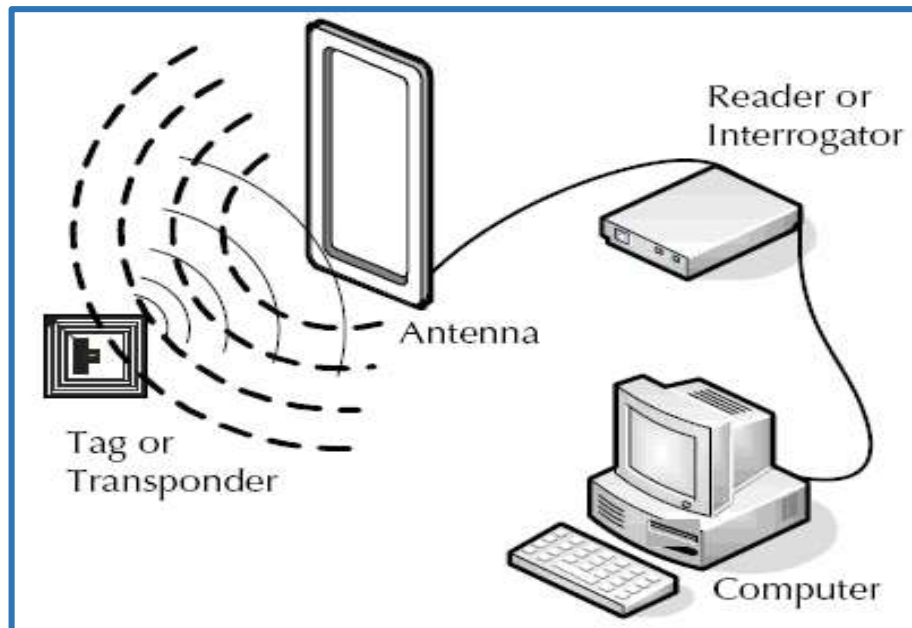


Figura 11-1: Estructura de un sistema de Identificación Automática
Fuente: (Alvarez Constantino, 2016)

En la figura 11-1 muestra la estructura de un sistema de identificación automática, se detalla cada elemento a continuación:

Lector. Se conoce como interrogadores o Reader, principales componentes del sistema RFID, se responsabiliza del envío de una señal de radiofrecuencia hacia las etiquetas o tarjetas identificadoras. Los lectores son capaces de adaptar la señal, detectar y corregir los errores, esto dependerá del tipo de tarjeta pasiva o activa y de la frecuencia con la que se esté trabajando (Vidal & Reviriego, 2016, p. 26).

Etiquetas. Contiene la información del objeto o persona, esta información es enviada hacia el lector cuando él lo solicite. Posee un microchip y una antena, dependiendo del tipo de etiqueta se adiciona una batería para lograr una transmisión mejorada conjuntamente con una circuitería se logra la impresión de datos o códigos en el tag, además mediante sensores sofisticados se logra la monitorización de estados físicos (Rodríguez Hernández, 2009, pp. 20-21).

Antena. Es la parte más sensible del sistema RFID se lo puede encontrar en el lector o como un dispositivo propio. La antena se encarga de transmitir la información entre el lector y las etiquetas transformando las señales de corriente a ondas electromagnéticas (Báez Llancafil, 2012, pp. 15-16).

Interfaz de Comunicación. Se localiza en el hardware de RFID y con el sistema informático. Su objetivo principal es procesar los datos que se extrajeron de la lectura del tag en el momento del escaneo, entregando al sistema información efectiva evitando copias, y errores de los datos. Mediante una infraestructura normal se comunica directamente con middleware mediante los sistemas centrales permitiendo monitorear, implementar y configurar comandos hacia los lectores (Báez Llancafil, 2012, p. 16).

1.4.2 Tipos de Etiquetas

Las etiquetas utilizan una pequeña cantidad de energía de micro a miliwatios, es necesario que las etiquetas dispongan algún tipo de alimentación para el envío de información. Esta cantidad de energía dependerá del tipo de etiqueta activa o pasiva:

Etiqueta pasiva. Actúa sin una batería interna se alimenta del campo magnético que genera el lector al momento de escanear la información lo que requiere mayor energía en la señal de lectura (Garde Paniagua, 2016, pp. 26-27).

Etiqueta activa. Se alimentan de una batería, que se encarga de dar corriente a sus circuitos integrados y propagar la señal hacia el lector enviando los códigos que se encuentra almacenado en la memoria (Torres Gómez, 2011, p. 22).

Etiqueta semi-pasivos. Se los llama etiquetas asistidos por batería. La batería es utilizada únicamente para alimentar el microchip del circuito integrado, para realizar la comunicación entre el lector y las etiquetas se necesita el envío de energía del lector para activar las etiquetas e iniciar el intercambio de información. El tiempo de respuesta es mejorada aumentando el rango de lectura y tienen una capacidad de procesamiento adicional (Garde Paniagua, 2016, p. 29).

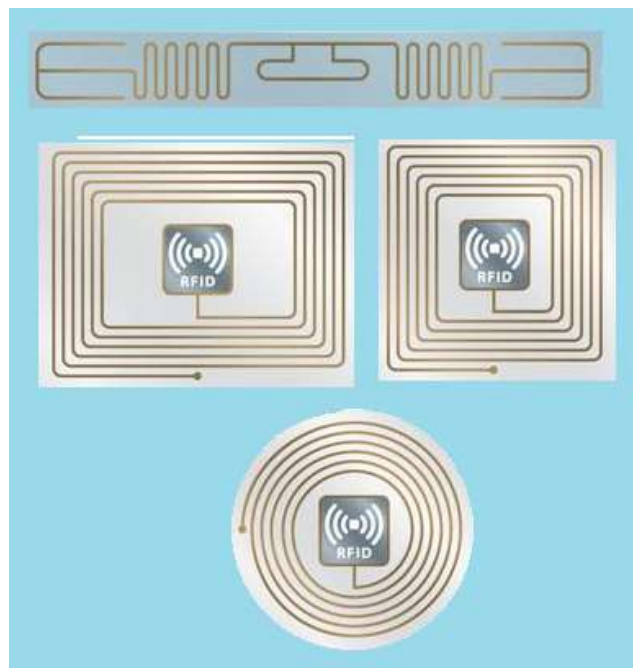


Figura 12-1: Tipos de etiquetas de Identificación
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Su fabricación es montada en una base de material de sustrato como se muestra en la figura 12-1 los diferentes tipos de etiquetas RFID, impresas en diferentes tipos de material (papel, PVC,

PET, etc.) también se encuentra una antena elaborado de material conductor tipo aluminio cobre etc. Y un microchip donde su circuitería es analógica o digital (Rodríguez Hernández, 2009, p. 27).

1.4.3 *Frecuencia de operación*

Al trabajar con las etiquetas RFID se obtiene varios tipos de frecuencias, pero esto depende de la distancia de alcance. Existe diferentes tipos de etiquetas, que cumple con su rango de lectura y hacia donde es guiado su aplicación como se presenta en la Tabla 4-1 Espectro de frecuencia.

Tabla 4-1: Etiquetas según su frecuencia de trabajo.

Espectro de Frecuencias			
	Rango de frecuencia	Rango de lectura	Aplicaciones
Low Frequency (LF)	9-135KHz	< 45cm	Control de acceso Identificación de animales. Inmovilización de vehículos. Aplicaciones POS
High Frequency (HF)	13.56MHZ	≥ 1.0m	Control de acceso, Smart cards. Estantería inteligente Seguimiento a nivel de artículos (equipaje en aeropuertos, prestamos de libros en bibliotecas, etc.)
Ultra High Frequency (UHF)	860Mhz-930Mhz	≥ 3.0	Enlace de radio Radar Navegación aérea Televisión
Microwave Frequency	2.45 Ghz-5.9Ghz	≥ 10m	Antenas repetidoras para larga comunicación. Los satélites se emplean como estaciones retransmisoras

Fuente: (Guzmán Guzmán, 2009, p. 10)

1.4.4 *Ventajas y desventajas de la Identificación por Radiofrecuencia*

La Flexibilidad de la Tecnología determina la utilización en diferentes campos y capacidades diferentes. Se detalla algunas consideraciones sobre las ventajas que lleva la tecnología y las desventajas que el sistema debe mejorar y tener un cuidado en la implementación de algún sistema, para obtener su óptimo funcionamiento como se muestra en la Tabla 5-1:

Tabla 5-1: Ventajas y Desventajas de RFID

Ventajas	Desventajas
Garantiza la autenticidad de los productos, vitando la falsificación fraude y robos	El costo mayor de las etiquetas, por el bajo conocimiento del sistema
Al trabajar en el campo de la medicina reduce los errores médicos, determinado resultados de mejora de cuidados, seguridad de pacientes y optimizando procesos lógicos y la productividad del hospital	Tarjetas de identificación, pasaportes o documentación electrónica almacena información privada. Si un sistema sin seguridad será el blanco perfecto para robo de información.
La información es exacta y aumenta la precisión en localización.	Vulnerabilidades en el <i>software</i> infección de virus produciéndose más contagias de las etiquetas,
Se elimina la intervención humana, que resulta la eficiencia del sistema.	Desde el punto de vista social, la automatización completa del sistema reduce la mano de obra y los puestos de trabajo
Acorta el tiempo de producción	
Entrega de productos más rápido, mejora el servicio al cliente y fiabilidad del envío	

Fuente: (De la Cruz Vélez de Villa, et al., 2010, pp. 79-81)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Vivian, 2019

1.4.5 Medidas de Seguridad

En la Tabla 6-1 muestra algunos tipos de medidas tanto para las diferentes etiquetas existentes, como para los lectores.

Tabla 6-1: Medidas de Seguridad Etiquetas/Lector

Medidas de Seguridad	
Seguridad en Etiquetas	Seguridad en el Lector
Utilizar etiquetas solo de lectura	Mediante el método de autenticación tanto para el lector y la etiqueta asegurando el envío de la información, y evitando la falsificación.
Los datos deben escribirse directamente en la base de datos.	A nivel de Middleware debe ser utilizado métodos de cifrado y protocolos correspondientes.
Mediante el método de autenticación de la información podemos evitar desactivación y pérdida de datos.	Para evitar ataques de (DoS) se necesita el uso obligatorio de buffers
Transformar la información en cifrado para proteger de los intrusos.	Extensiones para el sistema de nombres de dominios.

Fuente: (Casero, 2013, p. 35)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

De acuerdo al campo de estudio de las dos tecnologías y a las características detalladas se seleccionó la tecnología RFID, por su tiempo de vida útil, la lectura simultánea y el envío de información mediante radiofrecuencia. Se adiciona la utilización de etiquetas pasivas que en su interior contiene un código único y que mediante la incidencia de ondas electromagnéticas hacia las antenas puede ser posible la extracción de la información mediante un lector.

1.5 Comunicación de Campo Cercano

Es un sistema de comunicación inalámbrica que fue desarrollada para aprovechar los recursos y capacidades de computo de un dispositivo móvil, tiene una similitud con la tecnología Bluetooth al momento de la transmisión de datos que es de corto alcance hasta una distancia de 10cm, trabaja a una frecuencia de (13.56Mhz), siendo un estándar ISO, ETSI y ECMA (Arriagada Reyes, 2014, pp. 8-9). Es una tecnología de radiofrecuencia, de conexión muy rápida y comunicación semidúplex, permitiendo leer datos en pequeñas cantidades al momento de su acercamiento con etiquetas u otros dispositivos. Su funcionamiento es similar a la tecnología RFID (tag, antena, lector, interfaz de comunicación) (Huidobro, 2011, p. 2).

1.5.1 Tipo de etiquetas

Son dispositivos desarrollados por NFC Forum que en su interior guarda un código único está compuesto de una antena, un circuito integrado y un microchip, este tipo de etiquetas debe ser soportado por la tecnología NFC, en la Tabla 7-1 muestra los tipos de básicos de etiquetas

En el año 2008 la tecnología NFC, fue aprobado como un estándar ISO/IEC, comunicándose mediante inducción de campo magnético. Se detalla los estándares de NFC (Arriagada Reyes, 2014, pp. 13-14):

ISO/IEC 14443 A: Puede ser configura para escritura o lectura o solo para ejecutar una sola acción, emplea la codificación MILLER (Codificación de retardo).

ISO/ IEC 14443 B: tiene una similitud de tipo A escritura/lectura o codificada para una sola ejecución tiene codificación Manchester.

FeliCa JIS X6319-4: Basados en estándares japoneses (Japanese Industria Estandar) caracterizada por ser una comunicación muy robusta. Utilizadas para tarjetas para pagos inmediatos y de comunicación Half Duplex.

ISO-14443 A. y B: Permite la escritura /lectura o una sola ejecución los cambios más notables en este estándar la velocidad (424Kbps) y la capacidad de almacenamiento.

Tabla 7-1: Tipo de etiquetas NFC

TIPO DE ETIQUETAS			
Tipo	Capacidad de memoria	Estándar	Descripción
NFC Tipo 1	96 bytes hasta 2 Kbyte	Basado en ISO 14443 A.	Velocidad de transmisión 106Kbps Configurable para lectura y escritura.
NFC Tipo 2	48 bytes hasta 2 Kbyte	Basado en ISO 14443 B.	Velocidad de transmisión de 106 Kbps Configurable para solo lectura Proporcionado por NXP Semiconductors 11(MIFARE Ultra Light)
NFC Tipo 3	Hasta 1 MB	Basado en FeliCa13 (Derivado del ISO 18092)	Velocidad de 212 Kbps Configurable para solo lectura
NFC Tipo 4	32KBytes	Basada en ISO-14443 A. y B.	Velocidad 424Kbits/s.

Fuente: (Arriagada Reyes, 2014, p. 9)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Se confirma el mejor estándar para la elección en cuanto a la utilización de las etiquetas adheribles, la elección es NFC tipo 1 por su velocidad de transmisión y por ser compatibles con el lector NFC.

1.5.2 Modos de Funcionamiento

Los dispositivos NFC pueden funcionar en tres configuraciones distintas considerándose un dispositivo único.

Modo Lector/Grabador: Tiene la capacidad de leer y grabar etiquetas, la configuración del NFC hace que se pueda leer las diferentes etiquetas antes ya mencionadas. El usuario acerca su dispositivo incorporado con la tecnología NFC hacia una etiqueta, este transfiere una pequeña información al dispositivo, esta información puede ser códigos, texto en claro, páginas web, o un número de teléfono (Montero Lannegrand, 2017, p. 53).

Modo “Peer to Peer”: Sirve para el intercambio de datos o conexiones de dispositivos NFC, si el intercambio de información es relativamente pequeño (Kilobytes) se usa el mismo protocolo NFC, pero si el intercambio de información es relativamente mayor se transite mediante conexiones inalámbricas avanzadas como Wi-Fi, Bluetooth (Montero Lannegrand, 2017, p. 53).

Modo emulación de Tarjeta Inteligente: Pude emular el comportamiento de una etiqueta NFC o una tarjeta inteligente, este modo es utilizado para máquinas expendedoras, parkings y otros servicios para que realice una gestión de paga rápida. En esta configuración se aprovecha las características de seguridad avanzada para distintas gestiones de entrada y recibos de pagos. Es utilizado en los teléfonos móviles que tengan la tecnología NFC para realizar pagos como de cuentas bancarias y servicios básicos (Montero Lannegrand, 2017, p. 53).

1.5.3 Seguridad de la Comunicación de Campo Cercano

Provee una seguridad intrínseca dado por su comunicación entre el lector que se limita a pocos centímetros de la etiqueta. Las aplicaciones también son encargadas de realizar una vía de comunicación segura es decir mediante protocolos criptográficos. Pero esto no quiere decir que una comunicación, no pueda ser vulnerable. El análisis de seguridad presentado para NFC se basa solo en estudios, debido a que actualmente las etapas de pruebas, relacionadas a esta tecnología no se encuentran implementadas en forma masiva, lo que resulta problemas de seguridad aprovechando las debilidades de la tecnología (Cacuango Guachalá & Zapata Narváez, 2015, pp. 33-34) .

1.6 Tecnología Inalámbrica

Se denomina comunicación inalámbrica aquella comunicación entre dispositivos que mediante la utilización del espectro electromagnético envía y recibe la información sin tener la necesidad de la conexión de ningún tipo de cable. Las redes inalámbricas fueron creadas por varios propósitos, una de ellas la sustitución de redes mediante cableado, o la comunicación remota para la transmisión de datos corporativos. La infraestructura inalámbrica puede ser creada en un bajo costo en comparación a la estructura cableada, los beneficios que esta tecnología, es realizar mayor trabajo en menos tiempo y con menos esfuerzo, permitiendo a los dispositivos remotos conectarse sin dificultad, indistintamente de la distancia que se encuentre al momento de la conexión (Salazar, 2017, p. 10).

1.6.1 Tipos de redes inalámbricas

Las redes inalámbricas se caracterizan dependiendo por su medio de transmisión que es determinado por el rango de frecuencia. En la tabla 8-1 se explica las características principales de la tecnología de red inalámbrica.

Tabla 8-1: Características de la tecnología Inalámbrica

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
ESTANDAR	Bluetooth, UWB, ZIGBEE.	802 11a, 11b, 11g, HPERLAN 2	WiMAX, MBWA	GSM, GPRS, UNTS, EDGE
VELOCIDAAD	Reducido	Medio-Alto	Alto	Reducido
RANGO	Reducido	Medio	Medio-Alto	Alto
APLICACIONES	Sustitución de cables, interconexión de dispositivos.	Conexiones inalámbricas en una LAN (Empresas, aeropuertos)	Conexiones inalámbricas en una MAN (campus Universitario)	Conexiones inalámbricas entre zonas geográficas extensas (ciudades, países...)

Fuente: (Santos Macias, 2009, p. 5)

Realizando las comparaciones y el estudio correspondiente de poder adoptar una red de comunicación inalámbrica para el prototipo se concluyó que la mejor comunicación inalámbrica es la WLAN por sus características. Son sistemas de comunicación de datos flexibles, la información es enviada y recibida mediante ondas electromagnéticas, su cobertura va desde los 10 metros hacia 1 kilómetro.

En la actualidad es una solución tecnológica en el área de las comunicaciones inalámbricas de banda ancha. Las características que posee es permitir competir con otros tipos de tecnologías, debido a la frecuencia de operación, obligando crear un marco regulatorio permitiendo el uso adecuado de la tecnología en el espectro radioeléctrico (Anguís Horno, 2008, p. 15). Las características de la red de área local son (Anguís Horno, 2008, p. 15):

Movilidad: Los usuarios pueden estar conectados en cualquier parte de la empresa y realizar la transmisión de la información en tiempo real. Determinado un mejor progreso y producción en el área laboral.

Facilidad de Instalación: Reduce el tiempo de instalación, debido a que no se instalara la red con cables, mejorando el aspecto de trabajo, además permitiendo el acceso a usuarios a la red.

Flexibilidad: Supera el mayor número de obstáculos es decir donde los cables no son posibles de llegar, o en zonas dónde el cableado es muy costoso.

1.6.2 Comparación de la comunicación inalámbrica

El intercambio de comunicación entre dispositivos, mediante el uso del espectro electromagnético se denomina comunicación inalámbrica. Partiendo del concepto de comunicación inalámbrica se desarrolla la selección de la mejor comunicación inalámbrica para la implementación del prototipo para el control y prestamos de equipos.

Se determinó tres comunicaciones que en la actualidad son de uso frecuente, en la tabla 9-1 se detalla las características de cada comunicación.

Tabla 9-1: Características de comunicación Inalámbrica

	Bluetooth	WiFi	RF ISM
Frecuencia	2.4 Ghz	2.4/3.6/5 Ghz	2.4Gzh banda libre
Estándar	IEEE 802.15.1	IEEE 802.11	Normativas
Ancho de Banda	24	20Mhz	2Mhz
Seguridad	Baja	Moderada	Alto
Rango	30m.	300m.	100m.
	Reducido	Elevado	Reducido
Facilidad de Uso	Vinculación de dispositivos de uso posible	Complejo requiere infraestructura propia.	Vinculación de dispositivos fáciles.
Consumo de Energía	15mA	144mA	11.3mA

Realizado por: Guamanquispe, Viviana, 2019

De la tabla 9-1 se determina que, mediante la comparación de las tres comunicaciones inalámbricas, la comunicación RF presenta ventajas debido a su frecuencia de trabajo, consumo energético, facilidad de uso y su seguridad, características apropiadas para la implantación del prototipo.

La tecnología WiFi y Bluetooth, se limita el rango y ancho de banda, además que, al momento de establecer una red de dispositivos, wifi lo logra con infraestructura propia, lo que imposibilita a bluetooth que solo podrá emparejar dispositivos punto a punto.

CAPITULO II

2 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE CONTROL Y SUPERVISIÓN DE PRÉSTAMOS DE EQUIPOS (FIE)

En este capítulo se describe varios temas como, la concepción del prototipo, el diseño del servidor y base de datos del sistema de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos, además de los requerimientos técnicos donde se rige cada dispositivo utilizado para su fabricación, la creación de los bloques del sistema de recepción como de transmisión y el desarrollo del *software* y su funcionamiento.

2.1 Requerimientos del Prototipo de Red Inalámbrica

Considerando el estudio realizado en el anterior capítulo se podrá definir los requerimientos necesarios para el diseño del prototipo de red inalámbrica para el control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de Electrónica en la Facultad de Informática y Electrónica. Siendo los siguientes requerimientos:

- Ser de fácil instalación y operación a nivel del usuario.
- Permite el control y registro de equipos.
- Manejar el control de préstamos externos e internos.
- Emitir mensajes de alerta cuando los equipos abandonen las instalaciones sin autorización.
- Registro de nuevos equipos y guardarlo en una base de datos.
- Generar un reporte de los equipos que realizaron el préstamo al terminar la jornada de trabajo, este documento sirve para realizar auditorías al final del semestre

2.2 Arquitectura General del Sistema

En la figura 1-2 muestra la Arquitectura General del Prototipo donde los elementos principales del prototipo de red inalámbrica son: aplicación de registro, módulo receptor, módulo transmisor, etiquetas y antena receptora para la seguridad de los equipos. El prototipo tiene una comunicación tipo USB como inalámbrica.



Figura 1-2: Arquitectura General del Sistema
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

El Sistema se encuentra desarrollado mediante distintos bloques que se puntualizan:

Etiquetas RFID y NFC: Son utilizadas para proporcionar un código único a productos que son generados en mayor cantidad, estas etiquetas son difíciles de ser clonadas, por lo tanto, su seguridad es óptima al momento de manipularlo. En el interior se encuentra una antena embobinada y mediante inducción electromagnética se activa, además una memoria donde se puede almacenar cierta cantidad de información confidencial o única del producto

Módulo Transmisor: Su función primordial es leer y transmitir la información entregada por las etiquetas que trabaja a una cierta frecuencia. El módulo se encuentra compuesto de un circuito de procesamientos y su fuente de alimentación, permitiendo que la información sea enviada hacia el módulo de recepción mediante comunicación por radiofrecuencia.

Módulo Receptor: Es el encargado de recibir e ingresar la información obtenida por el transmisor mediante comunicación inalámbrica, la información proporcionada es enviada hacia el bloque de Aplicación de Registro. Mediante interfaz USB, la información es enviada hacia la aplicación de Registros. Además, realiza la función de activar o desactivar la antena RFID mediante el relé que actúa como interruptor para alerta.

Aplicación de Registro: Está desarrollada en una página web siendo de fácil acceso para los usuarios, la configuración fue ejecutada en diferente *software*. El Registro está constituido mediante varias opciones interactivas encontrando: Registro de Equipos, Registro de estudiantes, Lista de equipos a prestar y consultas. El ingreso, préstamo y el bloque de consultas, de cada equipo que se ingrese a la base de datos se registrará con una fotografía.

2.3 Diseño de la Arquitectura de los módulos del Prototipo.

Es necesario verificar los requerimientos y necesidades que el usuario posee, para diseñar la herramienta de ayuda en el manejo de préstamos y control de los equipos en los laboratorios de la FIE siendo un paso inicial para futuras implementaciones de sistemas electrónicos para manejar el control de toda la Institución.

2.3.1 *Arquitectura de Transmisión NFC/RFID diagrama de bloques*

En la figura 2-2 muestra la arquitectura de bloques del Sistema del módulo de transmisor detallándose la interconexión de los bloques de forma ordenada. La función es el envío de la información suministrada por el lector, mediante comunicación inalámbrica hacia una segunda antena.

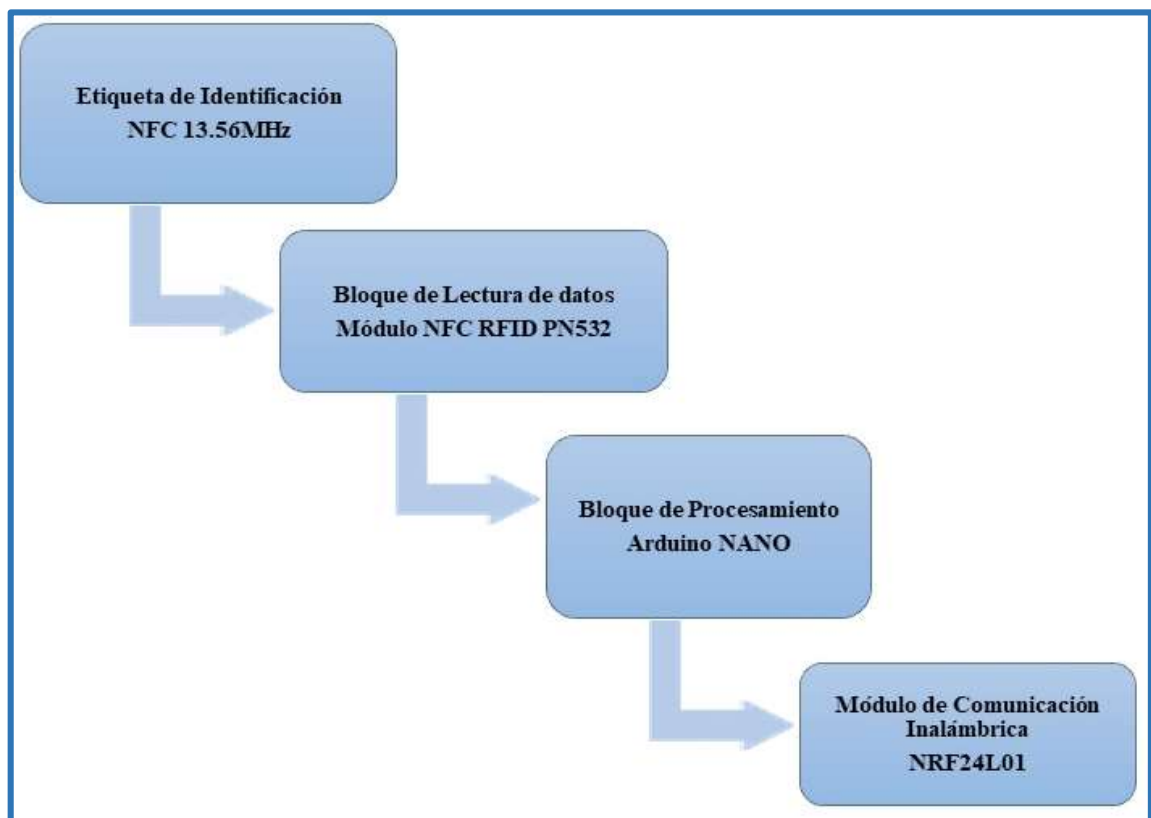


Figura 2-1: Arquitectura de Bloque del sistema de transmisión

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La etiqueta de Identificación NFC. Se utiliza dos etiquetas, una de tipo carnet que será utilizado para los estudiantes y las adherible para los equipos que se encuentra en el Laboratorio de la FIE. Tienes incorporado un microchip en su interior en el cual se puede adicionar información

significativa del equipo o del estudiante, no permite su clonación esa es la alta seguridad que las etiquetas brinda. Su distancia de alcance de 8cm entre la etiqueta y el Lector.

El Bloque de Lectura de Datos. Está compuesta mediante el Módulo PN532/C1 desarrollado para aplicaciones de RFID/NFC, mediante la configuración acorde actúa como lector de etiquetas, en su placa incorpora una antena que permite emitir señales de radiofrecuencia, y un circuito integrado microcontrolador, que en este caso será posible la comunicación con el dispositivo Arduino Nano mediante interfaz SPI, su alimentación es de 3.3 V asta 5V, su función es la generación del campo electromagnético hacia las etiquetas adheribles, esta señal que recibe genera una pequeña corriente necesaria para estimular a los electrones de la antena y el chip.

El Bloque de Procesamiento. Está compuesta por la placa de desarrollo Arduino Nano, microcontrolador de gran potencia y compatible con Módulo PN532/C1. La función que ejecuta es la programación del dispositivo para realizar conversión de la información que llega de forma Hexadecimal y mediante codificación enviar en código binario de forma inalámbrica hacia el receptor.

Módulo de Comunicación Inalámbrica. está compuesto por el Módulo NRF24L01. La función que cumple es enviar el código único por medio del dispositivo una vez que se encuentra transformado en código BIT. Es un transceptor RF en este caso se utiliza la frecuencia de 2.4 GHz evitando interferencias con la banda de WI-FI posee una velocidad de transmisión 250Kbps hasta 2Mbps, su comunicación es robusta sin interrupciones al momento del envío de información brindando seguridad en los datos.

2.3.2 *Arquitectura de Recepción*

La arquitectura de Receptor es el segundo bloque para el prototipo de recepción y prestamos de equipos, es conformado por varios bloques: Módulo de comunicación inalámbrica, Bloque de procesamiento Bit/Hexa, Antena SMA. y el envío de datos a través de un conector USB hacia un ordenador.

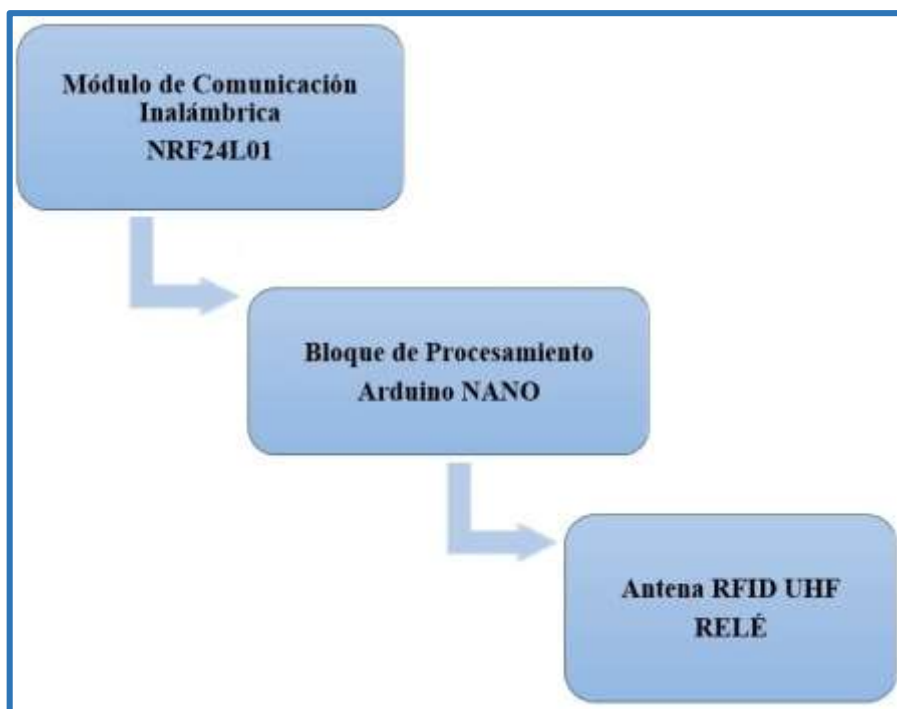


Figura 3-2: Arquitectura del Bloque de Recepción
 Realizado por: GUAMANQUIISP, Viviana, 2019

En la figura 3-2 se observa la arquitectura de bloques de Recepción encargada de recibir los datos transmitidos por el módulo Lector, mediante el proceso de decodificación será enviado hacia al bloque del *software* de Registro. Se destalla las diferentes funciones principales:

El Módulo de comunicación Inalámbrica: Su función es recibir los datos de forma char y transforma a String para luego enviar la información al procesador mediante comunicación USB.

Bloque de Procesamiento: Recibe información que es enviada por el módulo NRF24L01, para conversión de los datos se utiliza el Entorno de programación de Arduino IDE transformando la información estado original es decir los datos de forma de BIT se convertirá a Hexadecimal.

Bloque Antena RFID: Con la ayuda de un relé que realiza el trabajo de un interruptor on/off el sistema de préstamos de equipos, la antena funciona como un detector de seguridad en caso de que algún estudiante se lleve los equipos de la Facultad.

2.4 Selección de los dispositivos utilizados en el Prototipo

Para el diseño del sistema se requiere dispositivos y plataformas (*software*) que en conjunto trabajan para el almacenamiento de la información del usuario que realiza el préstamo de los equipos del laboratorio de electrónica, así como la identificación de nuevos equipos que ingresen a la FIE.

2.4.1 *Módulo PN532/CI*

Es un procesador que es compatible con Arduino, PIC, AVR, Raspberry, para realizar la lectura en etiquetas y tarjetas NFC, es una tecnología estandarizada en ECMA-340 constituye la versión mejorada del módulo V2. Se encuentra en la circuitería del smartphone, siendo un dispositivo que actúa como autenticación de ingreso o para pago (Llamas, 2018).



Figura 4-2: Módulo PN532
Fuente: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la figura 4-2 se muestra la parte de circuitería y puntos de conexión con sus respectivas etiquetas, que servirá para activar las tarjetas o etiquetas NFC y posterior a su lectura de información única. En la Tabla 1-2 se detalla las especificaciones técnicas del Módulo PN532 de las cuales se debe tener en cuenta al momento de la conexión.

Tabla 1-2: Especificaciones Técnicas del Módulo PN532

Nombre	Especificaciones
Voltaje de operación	3.3V-5V DC
Frecuencia de operación	13.56Mhz
Chip	PN532
Interfaz	SPI, I2C, UART
Transferencias de datos	Max 10Mbit/s
Tarjetas compatibles	Mifare1 S50, S70 Mirafe1, Ultraligth, Mifare Pro.
Corriente de Alimentación	150Ma
Corriente de Funcionamiento (Standby)	100Ma
Corriente de Funcionamiento (Escritura)	120mA
Corriente de Funcionamiento (Lectura)	120Ma

Fuente: (ENEKA, 2014)

Realizado por: GUAMANQUIPE, Viviana, 2019.

2.4.2 *Dispositivo Arduino NANO*

Como se observa en la figura 5-2 *Arduino Nano* es basado en un microcontrolador ATmega 328P es similar al modelo *Arduino Duemilanove*, utiliza un conector MINI USB, conector SPI y conectores laterales, donde se encuentra 6 terminales que se le puede utilizar como PWM, se localiza además 6 entradas analógicas terminales para conexión ICSP, led donde se verifica su funcionamiento, y un botón de reseteo. (MCI electronics, 2014)

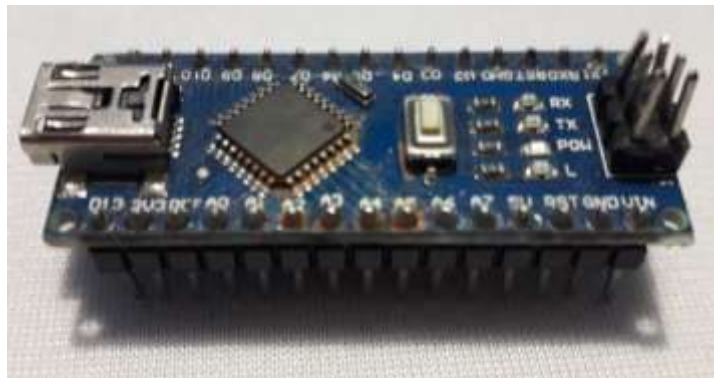


Figura 5-2: Microcontrolador *Arduino Nano*
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Posee las mismas capacidades que un microcontrolador *Arduino Uno*, la diferencia entre estos dos dispositivos es la conexión e Jack de alimentación y los terminales que tienen un formato Header. En la Tabla 2-2 muestra las características específicas de un microcontrolador *Arduino Nano* que son necesarias para la conexión (AGB, 2019, p. 1).

Tabla 2-2: Características Técnicas del Microcontrolador *Arduino NANO*.

Microcontrolador	Atmel ATmega328 (ATmega168 versiones anteriores)
Tensión de Operación (nivel lógico)	5V
Tensión de Entrada (recomendado)	7-12V
Tensión de Entrada (límites)	6-20V
Terminal E/S Digitales	14 (de los cuales 6 proveen de salida PWM)
Entradas Analógicas	8 corriente máx por cada terminal de E/S: 40 mA
Memoria Flash	32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader (16 KB – ATmega168)
SRAM	2 KB (ATmega328) (1 KB ATmega168)
EEPROM	1 KB (ATmega328) (512 bytes – ATmega168)
Frecuencia de reloj	16 MHz
Corriente de Consumo	19mA
Corriente por cada terminal I/O	40Ma

Fuente: (AGB, 2019)

2.4.3 *Comunicación Inalámbrica Módulo NRF24L01*

Es un dispositivo que permite enviar y recibir datos que se comunica punto a punto o es capaz de realizar una red de amplia transmisión. Los módulos transceptores actúan con un chip Nordic Semiconductor que trabaja a una frecuencia de 2,4 GHz y una interfaz SPI de alta velocidad, ofreciendo un interfaz de programación que es aplicada a Arduino. El módulo posee dos versiones (Microchip, 2010, pp. 1-3):

- Transceptor de baja potencia y corto alcance tiene incluida una antena que llega a los 200m de aproximación
- Transceptor de antena externa tiene un alcance de 1Km de aproximación

En la Figura 6-2 muestra al Transceptor de 2.4GHz tiene un alcance de 1Km, en el momento de la programación puede ser de registro, decimal, hexadecimal, binario, ASCII, además son usadas por su bajo costo, bajo consumo, y por su variedad al momento de su funcionalidad (Microchip, 2010, pp. 2-3).



Figura 6-2: Transceptor 2.4 GHz NRF24L01
Fuente: (ElectroCrea, 2019)

Las especificaciones técnicas del dispositivo inalámbrico NRF24L01 se pueden observar en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Características Técnicas del Módulo NRF24L01

Alcance	1200 metros en línea de vista
Voltaje de operación	1.9 a 3.6V
Control	SPI
Banda ISM	2.4GHz

Velocidad de Datos	2Mbps
Potencia de Salida	11.3mA TX a 0dBm
Potencia de recepción	12.3mA RX velocidad de datos de 2Mbps
Compatibilidad	NRF2401A,02, E1 yE2
Antena Externa	Con conector SMA
Canales	125 disponibles

Fuente: (NOMADA, 2016, p. 2)

2.4.4 *Etiquetas y Tarjetas de Identificación NFC*

Genera un rápido intercambio de información, utiliza protocolos de formato NFC basándose en la norma ISO/IEC14443. (NFC, 2015, p. 3)

Estas etiquetas de forma plana ayudan para distintas presentaciones a los usuarios teniendo de forma de tarjetas, llaveros, pulseras y adheribles, en la Figura 7-2 se observa la etiqueta que serán adherible a los equipos de Laboratorio, esta formadas en su interior de espirales de tamaño pequeños e impresas en un material de metal, se adiciona una tarjeta de memoria y de comunicación. Su activación es mediante el acercamiento del dispositivo lector realizando la activen las etiquetas y genere la transmisión de la información (INTECO, 2004, pp. 5-6).

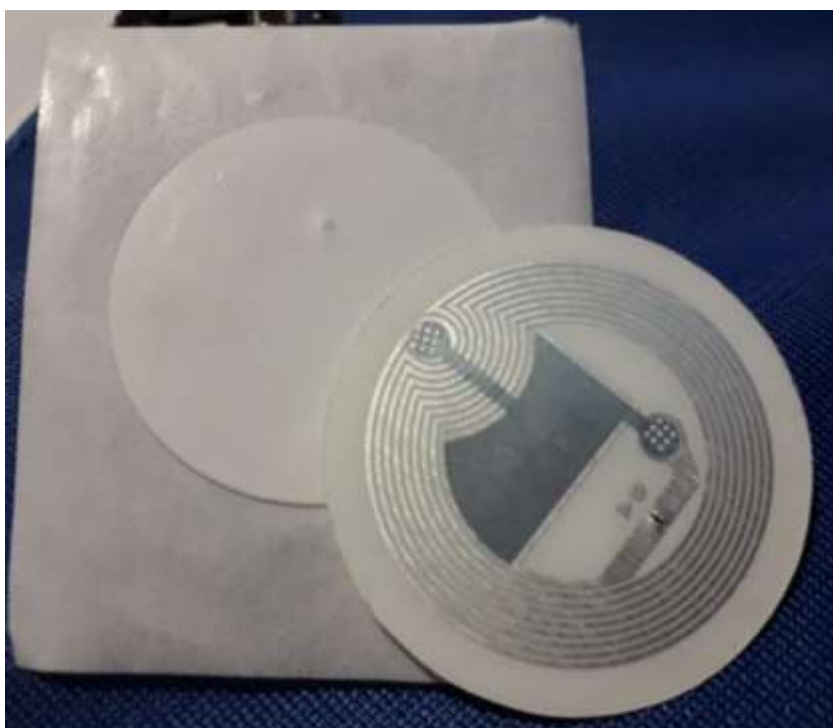


Figura 7-2: Etiqueta de identificación de Corto alcance (NFC)

Realizado por: GUAMANQUISPE, Vivian, 2019

Los estudiantes utilizaran, tarjetas NFC, para realizar el prestamos de los equipos en la Facultad de Informática y Electrónica. En la Figura 8-2 se observa el carnet que los estudiantes obtendrán para realizar la gestión de los préstamos de los equipos.



Figura 8-2: Tarjetas de Identificación
 Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Las características técnicas de la etiqueta se describen en la Tabla 4-2 información considerable para realizar la adquisición de los equipos en la FIE.

Tabla 4-2: Características Técnicas de etiqueta NFC

Frecuencia de Operación	13.56MHz
Comunicación	Dos Vías
Estándares	ISO 14443
Distancia de Escaneo	Hasta 10cm
Escaneo Simultáneos de Etiquetas	No
Velocidad	424 Kbps
Compatible con RFID	SI

Fuente: (Padilla Contreras, 2014, pp. 45-47)

2.4.5 Antena RFID

Es utilizado para dar seguimiento a los equipos que se encuentran en el laboratorio de la FIE, es un lector de alto alcance y la propagación de las ondas se realiza en forma directiva hacia el extremo receptor, es utilizado para logística, control de acceso de autos, proceso de productos industriales etc. Mostrándose en la figura 9-2



Figura 9-2: Lector RFID
Fuente: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la Tabla 5-2 se encuentra los parámetros Técnicos para la configuración del Lector para la conexión con el módulo receptor.

Tabla 5-2: Parámetros del Lector RFID UHF

Frecuencia de Trabajo	902-928MHz o 865-868MHz
Puerto de Comunicación	RS232, TCP/IP, Wiegand
Protocolo	ISO 18000-6C (EPC C1 GEN2)
Poder del RF	0-30dBm (ajustables)
Software y SDK	Versión parcial del programa y C#,VC,VB, JAVA, DELPH, etc
Encriptación	Puede ser Cifrado directamente
Gama de la lectura	Gama estable los 5M de la lectura (depende de la etiqueta y del ambiente)
Protección contra la luz Industrial	6000V
Puerto de entrada-salida	Salida bidireccional de la retransmisión (modificada para requisitos particulares), entrada de disparador unidireccional
Aumento de la Antena	Polarización Lineal 12dBi
Manera de trabajo	Zumbador
Poder	12 V/ 3A

Fuente: (MAX, 2019)

2.4.6 *Etiqueta RFID*

Trabajan a una frecuencia UHF 860-960Mhz, tienen similares características que las etiquetas NFC. El trabajo de estas etiquetas, es la comunicación con el Lector que verificar si los equipos se encuentran registrados correctamente y que no salgan de las instalaciones de la facultad. En la Figura 10-2 se muestra el tipo de etiqueta que corresponde al lector RFID.



Figura 10-2: Etiqueta RFID
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Se observa en la Tabla 6-2 las características específicas de las etiquetas RFID para la configuración acorde con el resto de equipos.

Tabla 6-2: Características técnicas de las Tarjetas RFID

Modelo	LYSB01G51C51C-CMPTRACCS
Protocolo	ISO 18000 6C
Formato	Wiegand 26 Bits
Distancia de Operación	0 a 6 metros
Color	Blanco
Material	Papel
Frecuencia de Operación	902-928 Mhz
Dimensión	110 x 45x 0.6mm
Alimentación	NO
Programable	NO

Fuente: (Quicaliquin Quicaliquin, 2018, p. 34)

2.5 Esquema de conexión de los dispositivos para el Prototipo.

Se realiza el esquema de conexión de cada uno de los módulos de transmisión y recepción, detallando mediante tablas los terminales de cada acoplamiento en los dispositivos, se verifica sus características técnicas de cada componente que se utiliza en el circuito.

2.5.1 Diagrama de conexión del Módulo Transmisión

Las conexiones entre los elementos electrónicos, para el módulo de transmisor se muestran en la Figura 2-11, la conexión entre el Arduino Nano y el módulo PN532 que es compatible con Arduino se describe de la siguiente manera.

- Se inicia alimentando los componentes. Los terminales para conectar a tierra se encuentran señalados tanto en el Arduino como en el Módulo PN532, uniendo cada terminal de GND. El terminal de alimentación 5V se une con VCC del módulo PN532.
- Para iniciar con el protocolo de comunicación del módulo PN532 NFC se debe ajustar el interfaz. Se utiliza el protocolo I2C ajustando el interruptor de canal (ON) a 1 y el canal (KE) a 0 como se muestra en la Figura 11-2

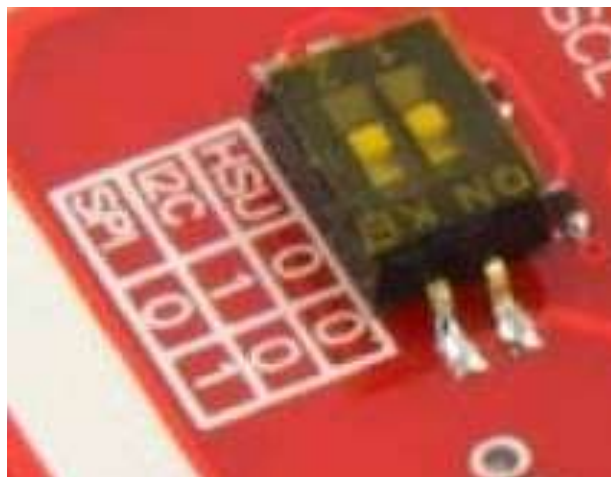


Figura 11-22: Configuración del protocolo I2C
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana ,2019

- Para iniciar el protocolo de la comunicación serial I2C se necesita la conexión de dos terminales, el terminal SDA/TX (Serial Data) y el SCL/CLK (Serial Clock) son líneas bidireccionales, conectado hacia el terminal A4 y A5 de la placa Arduino, que de igual manera soporta una comunicación I2C.

- Para verificar si la comunicación se encuentra ejecutándose con éxito, se colocó dos leds indicadores, el uno para la verificación del encendido y la comunicación entre los dos dispositivos y el segundo led servirá al momento de la lectura de datos, la conexión de estos dos elementos, es la parte negativa de los leds se unirán al terminal GND y la parte positiva a los terminales D3 y D5 de la placa Arduino ver figura 12-2.

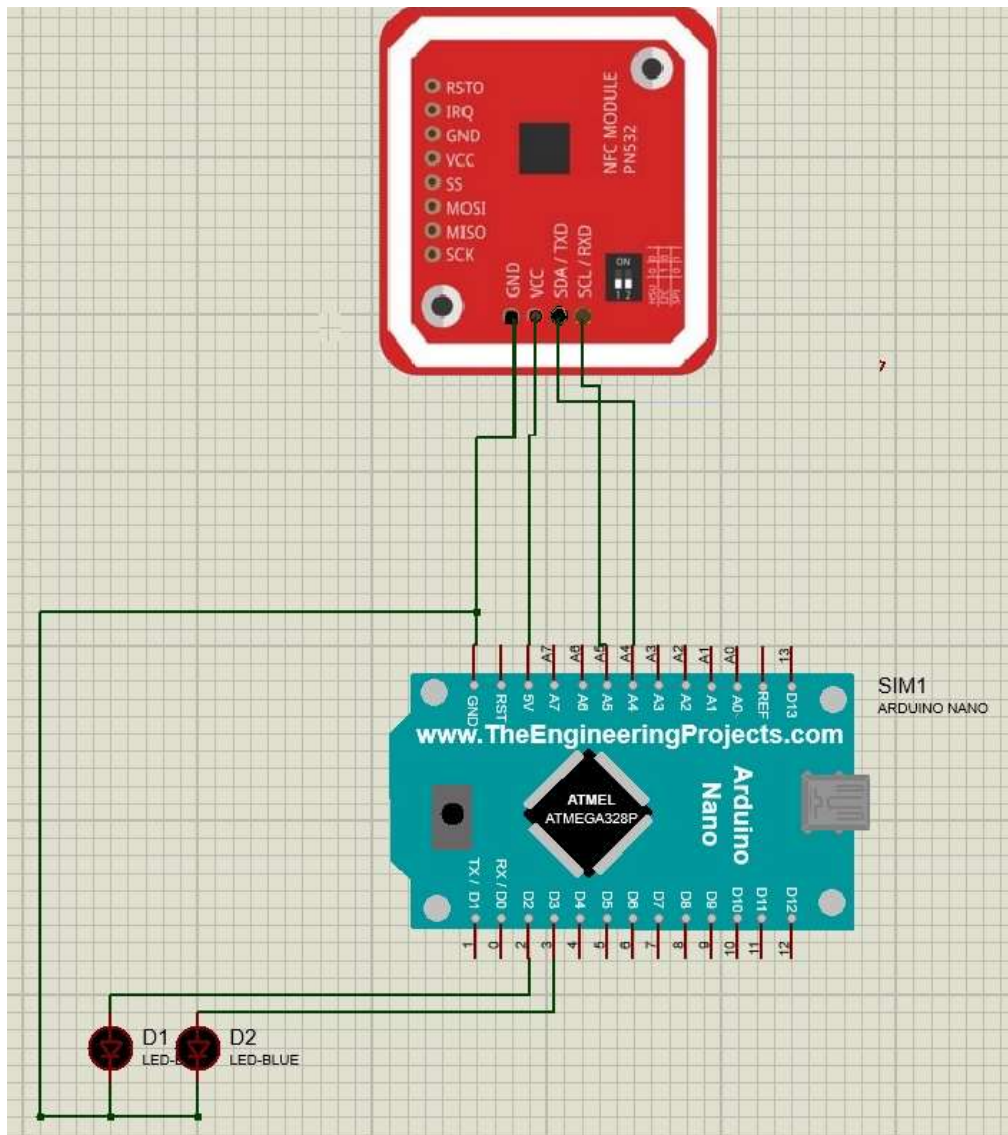


Figura 12-3: Diagrama de conexión del MÓDULO Trasmisión NFC
 Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La siguiente conexión corresponde al módulo Wireless basados en NFR24L01, dispositivo que ayuda a una comunicación de casi 100m con línea de vista, y disminuye un porcentaje si aparecen obstáculos, permite configurar la velocidad de transmisión y la potencia de salida de cada módulo. Se debe instalar las librerías en Arduino para iniciar la configuración dependiendo el tipo de topología, en cuanto a la alimentación debe ser de 3.3 Voltios para evitar el daño del dispositivo.

En la figura 13-2 se muestra la conexión del Módulo NFR24L01, con la placa Arduino componente que servirá para el envío de datos de las etiquetas y tarjetas de identificación hacia el módulo de receptor.

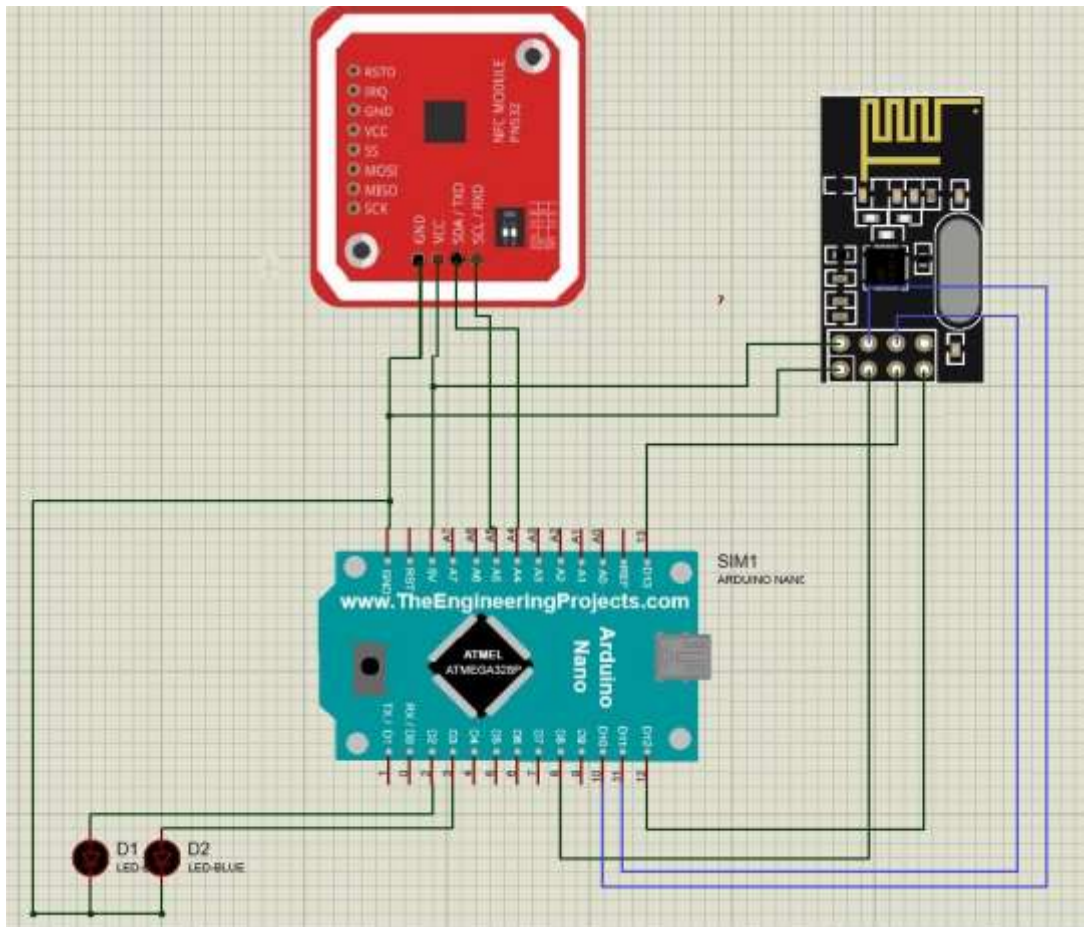


Figura 13-4: Conexión del Módulo NRF24L01.

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la siguiente Tabla 7-2 se detalla la conexión de los terminales del módulo NFR24L01, los que disponen de su respectiva identificación.

Tabla 7-2: Conexiones del Módulo NFR24L01

Terminal Arduino	Terminal NFR24L01
GND	GND
3.3V	VCC
D8	CE
D10	CSN
D13	SCK
D11	MOSI
D12	MISO

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

2.5.2 Diagrama del Receptor

El diseño del módulo de recepción no es complejo, en la siguiente figura 14-2 se muestra el diagrama de conexión del Módulo de Recepción, acorde con las características Técnicas detalladas.

- El dispositivo Arduino Nano se encuentra conectado con el módulo NRF24L01 y mediante la programación, los datos recibidos serán decodificados y enviados hacia su estado natural.
- El led indicador se encuentra conectado a la placa Arduino, el terminal positivo va hacia el terminal D2 y el negativo hacia GND. Su función es indicar que los datos están siendo enviados desde el módulo de transmisión hacia el módulo de receptor en tiempo real.

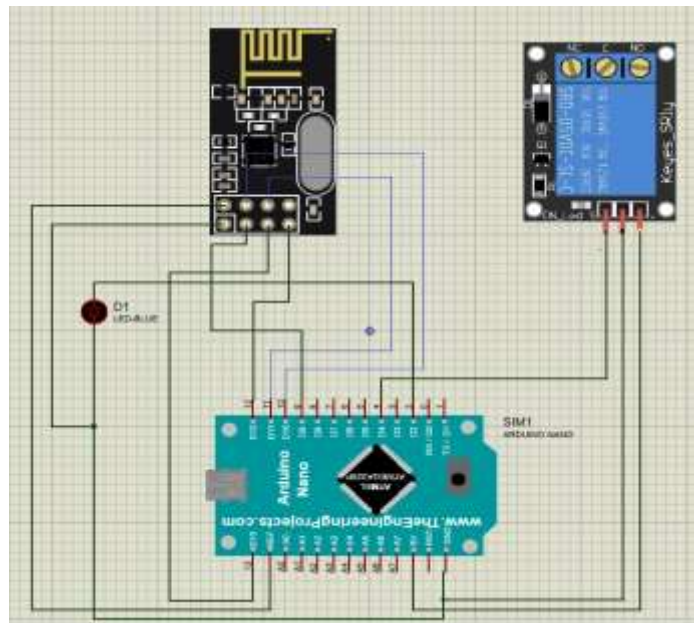


Figura 14-2: Conexión del Módulo Recepción.
Realizado por: GUAMANQUISPE, VIVIANA, 2019

En la Tabla 8-2, se muestra las conexiones de la placa Arduino y los módulos NRF24L01.

Tabla 8-2: Conexión de la placa Arduino y módulo NRF24L01

ARDUINO	NFR24L01
GND	GND
D9	CE
D13	SCK
D12	MISO
3V3	VCC
D10	CSN
D11	MOSI

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

El relé es utilizado para conectar a la antena RFID UHF, este elemento conmuta una red de alto voltaje, mediante un voltaje de control conectado a una placa Arduino, su conexión es la siguiente:

- El terminal VCC del relé va conectado hacia el terminal 5V del Arduino.
- El terminal GND del relé se conecta al terminal GND de Arduino
- El terminal IN del relé se conecta en el terminal D4 de Arduino.

Su función es activar o desactivar el Lector RFID al momento de realizar el registro de los equipos en el Laboratorio de Electrónica.

2.6 Requerimientos para el desarrollo del *Software*

Se describe los requerimientos que cada módulo debe considerar para el desarrollo del prototipo de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de la FIE detallándose a continuación.

2.6.1 Módulo Transmisor

- El módulo Lector debe emitir una señal de onda hacia las etiquetas, activando las antenas para el envío de los datos, este componente utiliza una alimentación de 5V.
- Obtener los datos únicos de las etiquetas pasivas que se encuentran en cada equipo para ser procesadas mediante la programación de cada elemento ensamblado.
- Para la configuración se debe instalar librerías que pueda ser compatible con Arduino.
- Enviar la información hacia el receptor en tiempo real y verificar mediante el monitor, Serie de Arduino.

2.6.2 Módulo Receptor

- Recibir la información que fue enviada por el módulo de transmisor mediante la vía de comunicación por radiofrecuencia.

- La programación de la placa Arduino los datos enviados en forma decodificada bit/hex/string/char deben llegar como datos char y transforma a String y envía por el puerto serial.
- La información recibida debe ser enviada mediante comunicación USB que se conecta al procesador y posterior guardada en una base de datos.

2.6.3 *Requerimientos de la página web del prototipo.*

- Crear una base de datos y un servidor en la web, donde pueda soportar y alojar la información ya procesada.
- La visualización será mediante una página web y cada registro usará un navegador web.
- La información será comparada para verificar si se encuentra la información ya almacenada.
- Crear opciones para que el Administrador y el Técnico pueda realizar el trabajo de ingreso de nuevos equipos o realizar el préstamo al estudiante.
- Establecer una tarjeta especial, que servirá como identificación para los estudiantes de la Facultad, requisito para el momento de realizar un préstamo en el laboratorio de Electrónica.

2.7 Descripción de las herramientas *software* utilizados

Para iniciar con la programación estructurada de los elementos ya seleccionados, se utilizó herramientas de *software* para el funcionamiento del prototipo así componentes, librerías específicas a utilizar.

2.7.1 *Entorno de programación de Arduino (IDE)*

Con la ayuda de esta herramienta se inicia la programación de los módulos tanto del transmisor y el receptor. Se utiliza el IDE, es *software* informático diseñado por componentes de herramientas de programación puede ser utilizado para varios o un solo lenguaje de programación, consiste en un editor de código, un compilador, depurador y una interfaz gráfica (Crespo, 2016).

Es una plataforma de *software* libre para el manejo de dispositivos electrónicos, considerado para programadores interesados en crear objetos o entornos interactivos, en placa de desarrollo se encuentra varios componentes como terminales tanto de entrada y salida, digital o analógico, un microcontrolador que se programa mediante “Arduino Programming Language” (Wiring) y el “Arduino Development Environment” (Processing) (Enríquez Herrador, 2009, p. 8).

2.7.2 XAMPP

Es una gran herramienta de *software* libre, diseñada para la creación de páginas web y servidores FTP, incluye la instalación de lenguaje de script, PHP y Perl en su interior encontramos módulos de Apache, MySQL, FileZilla, Mercury y Tomcat cada una con su función específica. La facilidad de esta herramienta es que se puede instalar fácilmente y las configuraciones son mínimas en cualquier sistema operativo (Friends, 2009) .

Esta herramienta brinda la facilidad de crear una base de datos acorde a las condiciones que el prototipo lo requiera. PhpMyAdmin, está diseñada para operar la administración de MySQL a través de la web, permitiendo la creación de la base de datos y permisos que se necesitara para el prototipo de control y prestamos de equipos en el laboratorio de electrónica (phpMyAdmin, 2003) .

2.7.3 Editor Sublime Text 1.4

Es un editor de código que soporta varios lenguajes de programación, es una herramienta que gracias a su interface de fondo oscuro y la sintaxis de colores hace que el programador centre su concentración completamente, además soporta varias pestañas abiertas, la ayuda que brinda es que al momento de haber realizado algún cambio en el editor y no se almacenó, correctamente, inmediatamente muestra como alerta un círculo gris en la página (Text, 2012) .

2.7.4 NODE JS

Es un entorno de ejecución de JavaScript, de alto rendimiento, se puede programar desde servidores web, aplicaciones móviles y aplicaciones de escritorio para cualquier sistema operativo. Node JS es una aplicación de rápida comunicación y orientada a eventos asíncronos y ejecución de entradas y salidas. Las características son permite a la aplicación seguir con la ejecución con normalidad, en caso de que exista peticiones que requiera un tiempo de feedback en su ejecución. Crear el servidor, en el cual se encarga de controlar el ingreso de la información de usuario y dispositivos, además la seguridad de control, debe ser primordial al momento de

realizar el rastreo de los dispositivos, y el procesamiento de los datos ingresados hacia la base de datos (NODEJS, 2011) .

2.8 Configuración realizada en cada módulo del prototipo *software* desarrollado

La configuración realizada en el entorno IDE de Arduino en cada módulo transmisor y receptor se detalla en los ANEXOS A Y B. Presentando además los diagramas de flujos, librerías, variables que fueron utilizadas.

2.8.1 *Diagrama de Flujo del Módulo Transmisor*

En el grafico 2-1 se detalla el diagrama de flujo del módulo transmisor, donde interviene la ejecución correspondiente.

Para iniciar con la programación de los componentes se debe descargar librerías acordes a cada dispositivo utilizado para facilitar la interacción con el módulo Arduino.

Se añade las librerías **PN532_I2C.h** y **nRF24L01.h**, además de las variables correspondientes, para que inicializara los procedimientos de cada dispositivo, con la ayuda de un diagrama de decisión se verifica si la placa PN532/C1 se encuentra conectado correctamente toma los caminos de control “If o Si” y “Else o No”.

“If” es la estructura de control donde se establecer cual módulo PN532/C1 será el receptor y el transmisor además de la configuración del nivel de potencia. En otro caso si la condición es falsa el control se dirige hacia “Else”, donde se realizará el procedimiento de lectura de forma repetitivo.

Se inserta nuevamente un diagrama de decisión donde indica, que el módulo PN532/C1 lee una etiqueta de identificación NFC, o si es una tarjeta NFC si la condición es verdadera “If”, realiza la ejecución de transformar el código bit/hex/string/char, y envía la información mediante radiofrecuencia hacia el campo de almacenamiento, en caso contrario “Else”, el código de la tarjeta identificadora, es transformada en bit/hex/string/char, y enviada mediante comunicación por radiofrecuencia al campo respectivo de almacenamiento.

Se cierra el ciclo del diagrama de flujo, y lo realiza el procedimiento de forma repetitiva en el caso de que el usuario requiera más lectura de etiquetas.

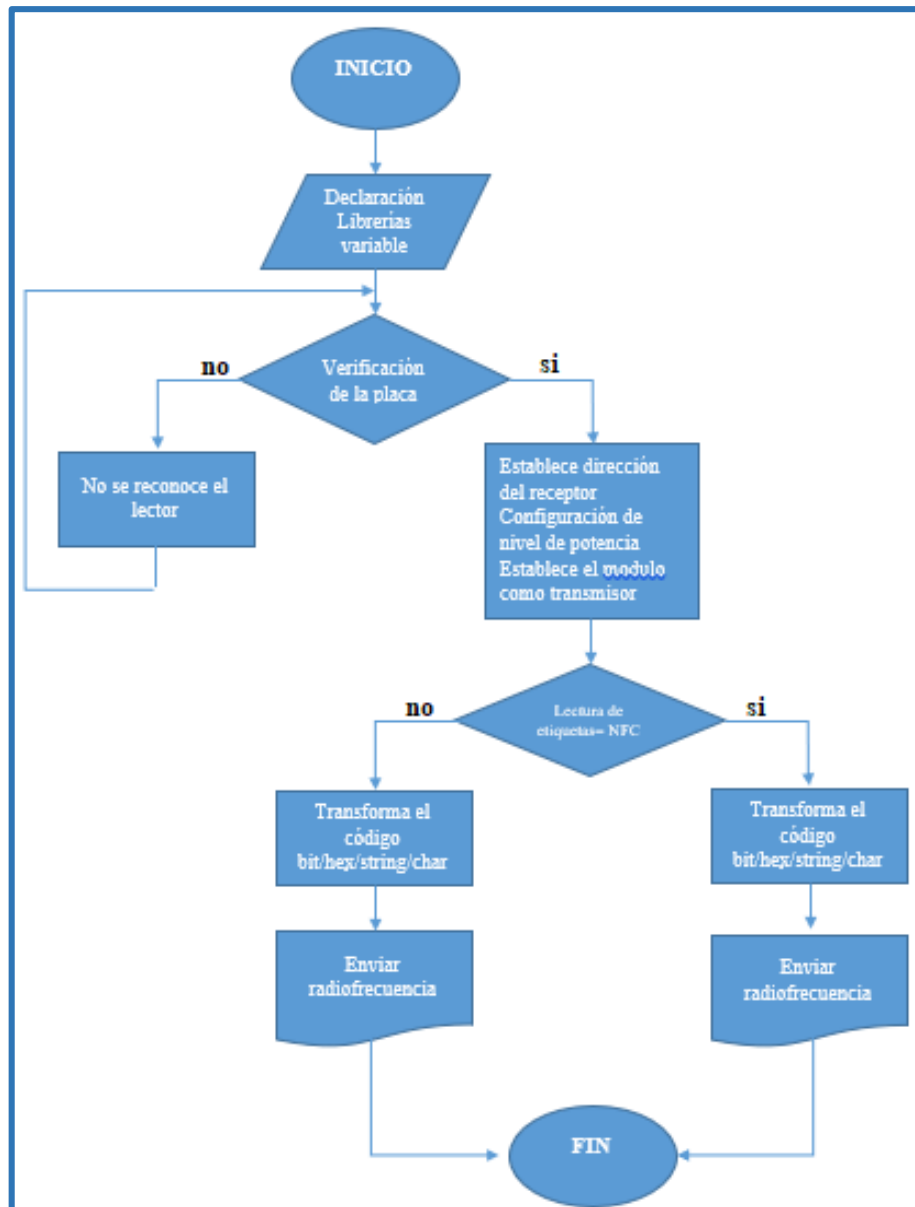


Gráfico 2-1: Flujograma Módulo Transmisor
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

2.8.1.1 Estructura de programación del Prototipo

Una vez realizado los pasos anteriores, se inicia con la programación para los diferentes elementos:

- En la cabecera se declara las librerías de los dos dispositivos utilizados *PN532_I2C.h*, *nRF24L01.h* y *SPI.h*.
- El módulo PN532 es la vía por donde los datos serán leídos pero antes de iniciar con la lectura se verifica si se encuentra conectado el módulo correctamente con el código `uint32_t versiondata = nfc.getFirmwareVersion();`

- El código `uint8_t uid[] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 };` es la variable donde se guardara la ID de las etiquetas.
- El siguiente código `Serial.print("Valor UID: ");` es la impresión del código hexadecimal a string.

Mediante las siguientes líneas de código le pertenecen al Módulo NRF24L01, indicado lo siguiente:

- `nfc.SAMConfig();` configura para la escritura y lectura de las etiquetas
- `radio.openWritingPipe(address);` esta línea de código establece la dirección hacia el receptor.
- `radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);` Configura el nivel de potencia en este caso limita al mínimo ya que los dos módulos, por ser prototipos se encontrarán cerca al momento de las pruebas.
- `radio.stopListening();` el Módulo NRF24L01, se establece como transmisor enviando la información mediante radiofrecuencia utilizando una frecuencia de 2.4GHz.

2.8.2 Diagrama de Flujo del Módulo Receptor

En el grafico 2-2 se detalla el diagrama de flujo del módulo receptor, donde interviene la ejecución correspondiente.

Se añade `PN532_I2C.h` y `nRF24L01.h`, librerías que serán declaradas y las variables correspondientes, para que inicializara los procedimientos de cada dispositivo. Se inicializa el bloque de ejecución donde establece, el módulo como transmisor, configuración del nivel de potencia y se establece dirección del receptor.

Con la ayuda de un diagrama de decisión se verifica el canal de envío tomando los caminos de control “If o Si” y “Else o No”.

“If” es la estructura de control donde se establecer la comunicación por radiofrecuencia nuevamente se hace el llamado de un bloque de condición donde indica la comunicación permanente mediante el envío del carácter “a” permanecido siempre en transmisión y conectado la antena de seguridad mediante el relé. En otro caso si la condición es falsa el control se dirige hacia “Else”, donde ejecuta la transformación del código char a Hexa, enviando la información al procesador.

Se incluye un último diagrama de decisión donde indica si el carácter enviado desde el procesador es diferente del “o” si es verdadera el relé sigue encendido, caso contrario se guiará hacia la condición falsa, donde se desactivará el relé y podrá desactivarse la antena detectora.

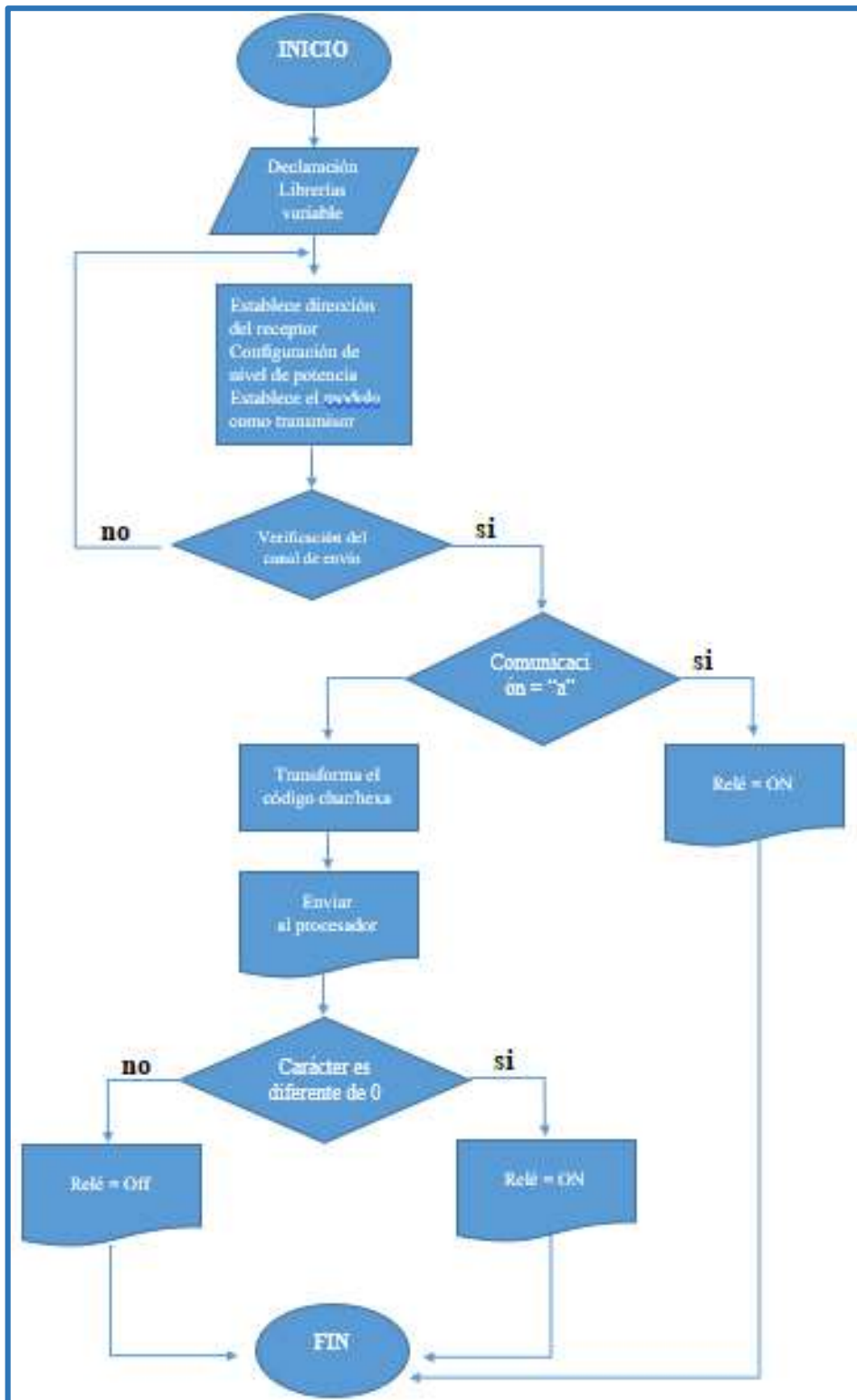


Gráfico 2-2: Flujograma Módulo Receptor.
 Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

2.8.2.1 Estructura de programación del Prototipo

Al realizar el procedimiento del ingreso de librerías en la configuración del módulo Transmisor, se inicializa con la programación del Receptor. Se ejecuta de igual forma la cabecera declarando las librerías y variables a acorde con los dispositivos a trabajar.

- ***include <SPI.h>***, que es un protocolo de datos y sirve para la comunicación entre dispositivos maestro esclavo.
- ***#include <nRF24L01.h>***, Librería compatible con Arduino sirve para la conexión del módulo NRF24L01.

El módulo de Recepción, trata ahora con los dispositivos; Transceptor NRF24L01, Arduino NANO y un Relé que servirá para activar el lector de seguridad RFID UHF. El módulo NRF24L01 es el dispositivo que receptara la información que fue enviada por el Módulo Transmisor y mediante la codificación se podrá enviar hacia la PC mediante conexión USB.

- ***const byte address[6] = "00001"***; mediante este comando se direcciona el receptor para la comunicación.
- ***radio.openReadingPipe(0, address)***; se establece la misma dirección con el transmisor para habilitar comunicación entre los dos módulos.
- ***radio.setPALevel(RF24_PA_MIN)***; La configuración del nivel de potencia se establece al mínimo ya que los equipos permanecerán cerca realizando el envío de datos, evitando el daño de los mismos.
- ***radio.startListening()***; Este comando sirve para establecer al módulo como receptor.
- ***char text[32] = ""***; Sirve para la creación de una matriz para poder recibir la información.

Mediante la siguiente configuración accionara el relé para poder activar el lector RFID y poder rastrear los equipos que no se encuentren ingresados en la base de Datos.

- ***if(Serial.available() > 0)***; Esta línea de código espera que envíe un carácter desde el puerto serie.
- ***digitalWrite(rele, LOW)***; Espera que el relé se apague al enviar el carácter.
- ***tiempooff_antena=true***; El lector RFID permanece activo hasta que nuevamente realice un préstamo.

2.9 Diseño de la página web.

Es utilizada para visualizar los datos receptados por el prototipo. Utilizando varios requerimientos para su diseño.

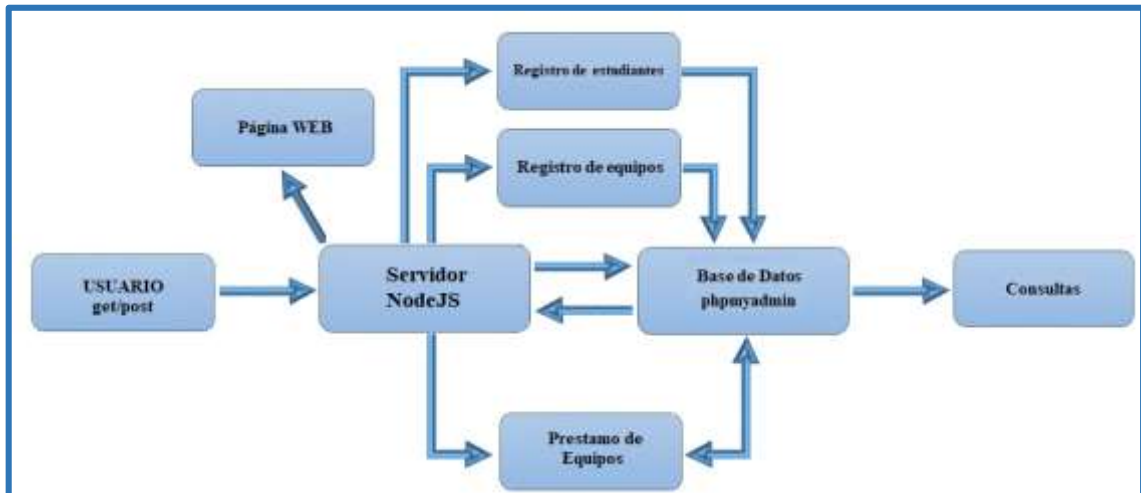


Figura 15-2: Arquitectura de la creación del *Software*.

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La arquitectura de *Software* se muestra en la figura 15-2, constituida por bloques: petición del Usuario (Get/Post), Servidor (NodeJS) y Base de Datos (PhPMyAdmin) y secundarios como: prestamos de equipos, registro de estudiantes, registro de equipos y consultas, bloques que mediante peticiones se activaran para su ejecución.

Para la creación del servidor se utilizó (NODEJS), por su comunicación asincrónica, es un entorno de ejecución en el servidor que establece Java script. La función del servidor es el cumplimiento de diferentes tareas que el usuario determina, confirmando si son destinadas a ser get/post de información, la comunicación es simultánea favoreciendo a las aplicaciones web por su potencia y velocidad de procesamiento.

La Base de Datos está compuesta por un conjunto de información tanto del estudiante y los equipos ubicados en el laboratorio de la FIE y será útil al momento de ingresar datos, si el Técnico lo requiera, esta información es almacenada dentro de un servidor para ser uso cuando lo requiera. Se desarrolla diferentes peticiones dentro de la base de datos:

Usuario GET/POST, se desarrolla las peticiones de información que el usuario lo requiera para la activación de los bloques secundario:

- **Registro de usuario**, mediante un formulario se debe introducir la información importante del estudiante para ser registrado en la base de datos.
- **Préstamo de equipos**, que consiste en que un equipo previamente identificado puede ser utilizado por un estudiante que tenga tarjeta de identificación.

- **Registro de equipos**, su función es introducir los datos importantes de los equipos nuevos o antiguos dentro de un formulario, además con la facilidad de ingresar una imagen con las características importantes del equipo.
- **Consultas**, consiste en guardar toda la información realizada en el día, estas consultas servirán de registro para los técnicos al final de la jornada.

2.10 Creación de la Página Web

Se ha utilizado diferente *software* para proceder con el establecimiento de un programa propio, para la utilización y la interacción de un prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de electrónica, siendo de fácil instalación y de ayuda en la ejecución del trabajo de los Usuarios respectivos, el programa está diseñado para reducir el tiempo de trabajo.

2.10.1 Diagrama de Entidad-Relación.

El diagrama de identidad-relación es utilizado para la verificación de los bloques o tablas creadas en la base de datos, el diagrama se encuentra conformado por atributos, relaciones y tipo de relaciones. En la Figura 2-17 muestra la entidad relación de los bloques que conforma la base de datos **PROYECTO** que fue diseñado para el control y prestamos de equipos para el laboratorio de electrónica.

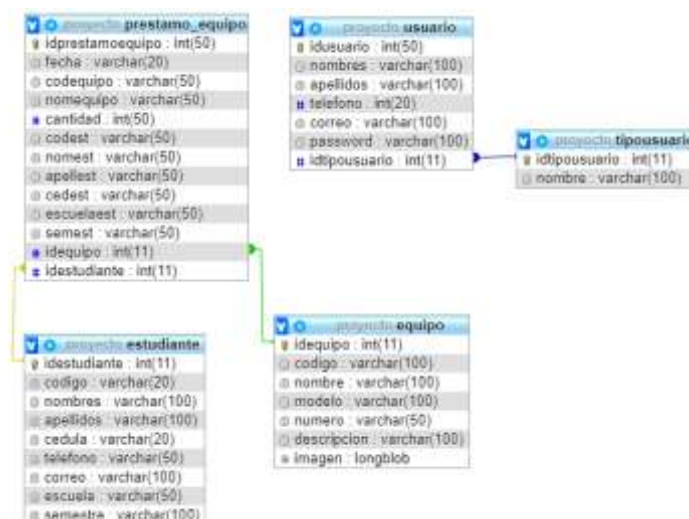


Figura 16-2: Diagrama Entidad-Relación Proyecto
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

El diagrama está relacionada de la siguiente manera; **usuario**, contiene el registro de información personal del usuario y la asignación de un id; **tipousuario** verifica si la id ingresada en el bloque

usuario corresponde a técnico o administrador para ingresar a ciertos campos que se encuentra en la base de datos; **equipos**, se asigna la información necesaria de los equipos y adjunta una imagen y una idequipo; **estudiante** se registra la información personal del estudiante que va a realizar el prestamos de los equipos, contiene un idestudiante que será único asignado mediante las tarjetas de identificación RFID y por ultimo tenemos el bloque **préstamo_equipo**, este bloque se activara cuando el estudiante realice un préstamo de un equipo que se encuentre en el laboratorio de electrónica, la información que contiene el bloque, se completa automáticamente, mediante el código que las etiquetas y la tarjeta contiene en sus interior.

2.10.2 *Desarrollo de la Página web*

La Programación se detalla en los ANEXOS C, D, E, F, G y H donde se puntualiza las variables, librerías, variables que se utilizó para la creación de las páginas. A continuación, se detallará el funcionamiento de cada página web para el funcionamiento correcto del prototipo.

Para ingresar a la página web del sistema de control y prestamos de equipos del laboratorio de electrónica, se introduce en el navegador la dirección **localhost:8080** direccionado a la página principal del sistema.



Figura 17-2: Página principal del Sistema de control y prestamos de equipos
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana,2019

En la figura 17-2 se observa la página principal del sistema de control y prestamos de los equipos para el laboratorio de electrónica. Para iniciar con el sistema se debe crear una cuenta, este paso

es obligatorio ya que se desplegará dos páginas diferentes tanto para el ADMINISTRADOR o TÉCNICO

Al registrarse en la cuenta y haber seleccionada la opción de ADMINISTRADOR se observa en la Figura 18-2, varios iconos que son: Administrador, Equipos, Estudiantes, Prestamos Equipos, Consultas, cada uno con su función específica.

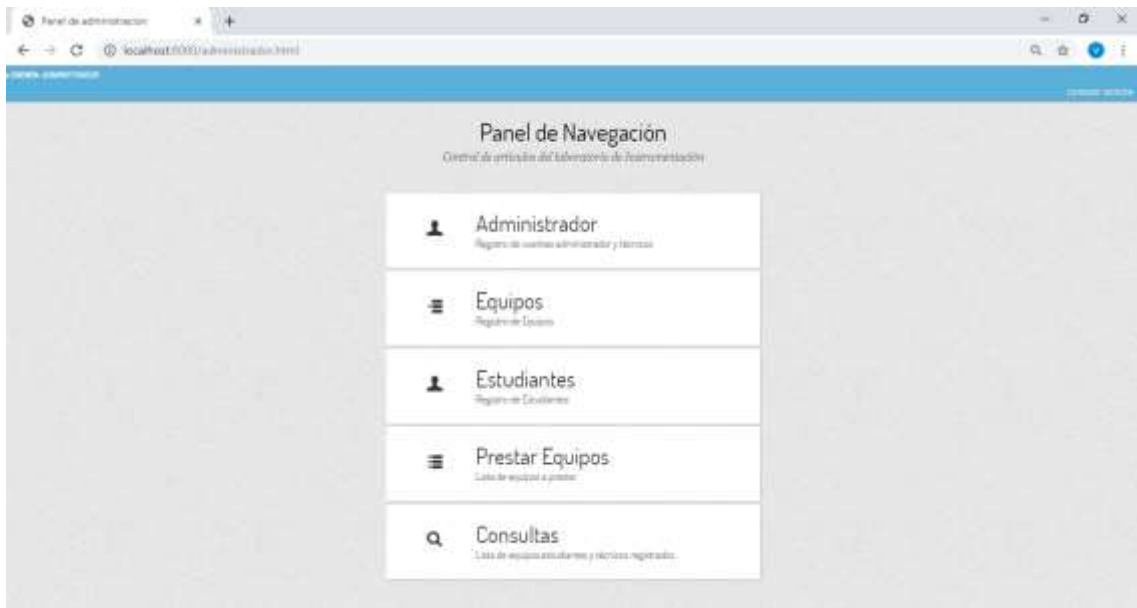


Figura 18-2: Página principal opción Administrador.

Realizado por: GUAMANQUSIPE, Viviana, 2019

2.10.2.1 Administrador

Al seleccionar la opción de administrador se despliega una nueva página web, donde solicita el registro del nuevo usuario.

Esta venta se llenera n el caso de que un nuevo usuario ingreso al área del laboratorio de electrónica, al seleccionar técnico se desplegará algunos campos ya que este no tendrá el acceso de ingresar nuevos dispositivos, y ni el uso del registro de nuevos estudiantes, campos que solo el administrador lo podrá realizar sin ninguna dificultad.

Registro de Usuarios LAB-FIE

Nombres: *(requerido)*
Andrea

Apellidos: *(requerido)*
Chasi

Teléfono: *(requerido)*
0958779153

Correo: *(requerido)*
andrea.chasi@gmail.com

Contraseña: *(requerido)*
.....

Cargo: *(requerido)*
Técnico

REGISTRAR

VOLVER AL MENÚ

Figura 19-2: Registro de Usuario
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la figura 19-2 muestra el registro de Usuario, existe campos para el ingreso de la información de la persona que tendrá el cargo de Técnico, los campos a registrar son: el nombre, apellido, teléfono, correo, contraseña y la opción de Cargo requerido (Técnico o Administración)

2.10.2.2 Equipos

Al ingresar a la opción de Equipos, se despliega una nueva página, donde se muestra un icono de la configuración del puerto serial, sirve para la activación del puerto en el cual se está trabajando con el módulo receptor. En la figura 20-2 muestra la pestaña desplegada en donde la casilla vacía se ingresa el puerto activo con el receptor, en este caso se inserta COM 5

**Configuración del puerto Serial -
Arduino**

Puerto USB: *(requerido)*
COM

CONECTAR

Figura 20-2: Activación del puerto serial
Realizado por: GUAMANQUISP, Viviana, 2019

Al ingresar el puerto USB, se despliega otra página enviando hacia el Formulario de Registro de Equipos de Laboratorio.

**Formulario de Registro Equipos
Laboratorio FIE**

Codigo (requerido)
4c5136adf4c80

Nombre (requerido)
OSCILOSCOPIO

Modelo(requerido)
BK Precision 4017A

Cantidad (requerido)
1

Descripción (requerido)
INSTRUMENTO MEDICION

Imagen: (requerido)
Seleccionar archivo imagen1.jpg

Registrar

Regresar al Menú

Figura 21-2: Formulario de Registro (Equipos)
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la Figura 21-2 muestra el formulario de registro que el Técnico o el Administrador debe aplicar; en la página se encuentra información como: código, nombre, modelo, cantidad, descripción. Además del icono de SELECCIONAR IMAGEN, brindara la captura de la imagen del dispositivo con datos extra que lleva en la parte posterior de cada equipo, asegurando que el ingreso es exitoso.

2.10.2.3 Estudiante

Al seleccionar la opción ESTUDIANTES envía nuevamente hacia la página de, selección de puerto ya descrito anteriormente aceptando esta opción se despliega una nueva página donde se encuentra el nuevo FORMULARIO DE REGISTRO DE ESTUDIANTES.

**Formulario de Registro de
Estudiantes de la FIE**

Codigo *(requerido)*

Nombre *(requerido)*

Apellido *(requerido)*

Cédula *(requerido)*

Teléfono *(requerido)*

Correo Electrónico *(requerido)*

Escuela *(requerido)*

Semestre *(requerido)*

REGISTRAR

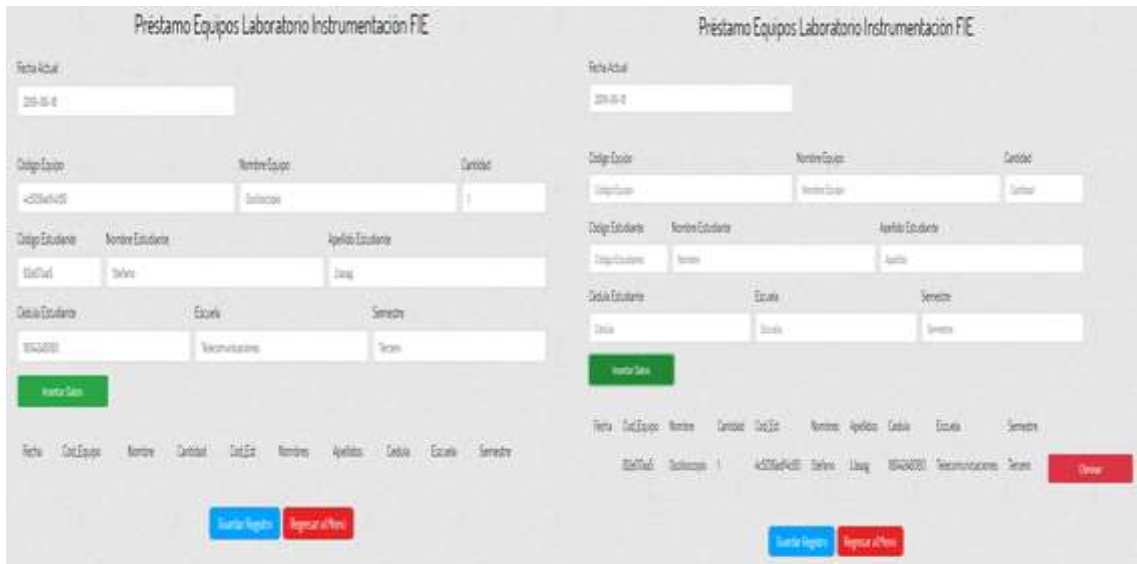
Regresar al Menú

Figura 22-2: Formulario de Registro de Estudiantes.
Realizado por: GUAMANAQUISPE, Viviana, 2019

En el formulario se encuentra varios ítems como son; código, nombre, apellido, cedula, teléfono, correo electrónico, escuela, semestre. El código será asignado mediante las tarjetas de identificación NFC del estudiante, la información proporcionada y guardada en la base de datos del sistema, asegura que el único propietario de la tarjeta podrá ejercer al préstamo de equipos en el laboratorio de electrónica ver Figura 22-2.

2.10.2.4 Prestar Equipos

Al seleccionar, Prestamos de Equipos envía hacia el formulario, que indica varios bloques que deben ser llenados, es donde las etiquetas y las tarjetas de identificación realiza su función, mediante la lectura que realiza el transmisor, la información es enviada hacia el receptor y mediante conexión serial, el código fue comparado y verificado en la base de datos, completando los campos automáticamente.



a)

b)

Figura 23-2: Registro automático de la página web, Prestamos de Equipos
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En el literal a) de la Figura 23-2 muestra los campos ocupados automáticamente, solo con la lectura de las etiquetas y tarjetas de identificación. En el literal b) muestra en la parte inferior los datos ya guardados en la base de datos.



Figura 24-2: Activación de la antena RFID
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la figura 24-2, se observa el siguiente cuadro de ejecución, que es el estado de antena NFC UHF, que puede estar ON/OFF dependiendo de la ejecución solicitada al momento del ingreso de la información, dando paso a usar los equipos fuera del laboratorio de electrónica.

2.10.2.5 Consultas

En esta página se visualiza varios iconos como son: Datos de usuario, Datos de estudiantes, Datos de equipos, Datos de préstamos Equipos.



Figura 25-2: Consulta del sistema de Laboratorio.
Realizado por: GUAMANQUISIPE, Viviana, 2019

En la figura 25-2 muestra un entorno donde el Administrador o Técnico, tendrá las opciones de realizar su respectiva consulta que ha realizado durante el día. Además de poder imprimir todos los registros que el técnico lo requiera.

2.10.3 Diseño de la cubierta externa del Prototipo

Para la creación de la cubierta protectora de los módulos de transmisión y recepción, se utilizó el *software* de diseño asistido por computadora AUTOCAD.

Para el módulo de transmisor el bosquejo se realizó en forma de un prisma cuadrangular con dimensiones de 9cm de largo, 6.5 cm de ancho y 4cm de alto, en la figura 26-2 muestra la parte frontal del armazón, se dejó una abertura en forma de cuadrado para introducir el dispositivo PN532 NFC.

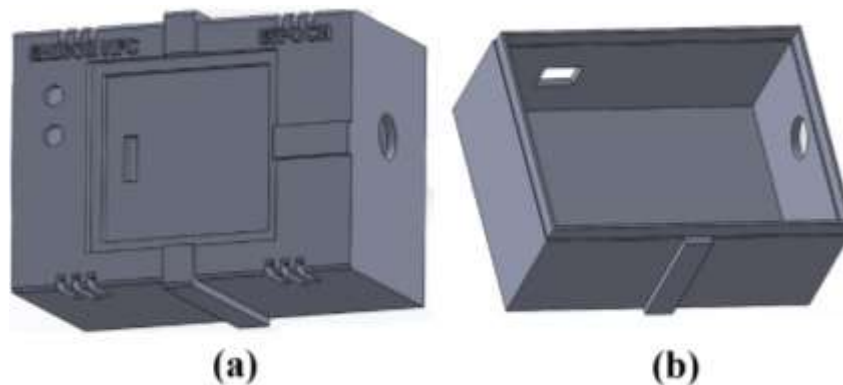


Figura 26-2: Diseño del armazón de dispositivo de Transmisión.
Realizado por: GUAMANQUISIPE, Viviana, 2019

Ademas se visualiza la parte interior del bosquejo, encontrandose con dos aberturas, diseñadas para la coneccion del cable usb y la salida del la antena de trasmision inalambrica.

Para el diseño del armazón que le corresponde al módulo de recepción se estableció las medidas de; 6cm de largo 5.4cm de ancho y 3.5cm de alto, como se observa en la figura 28-2, una vista 3D de la parte exterior e interior del armazón.

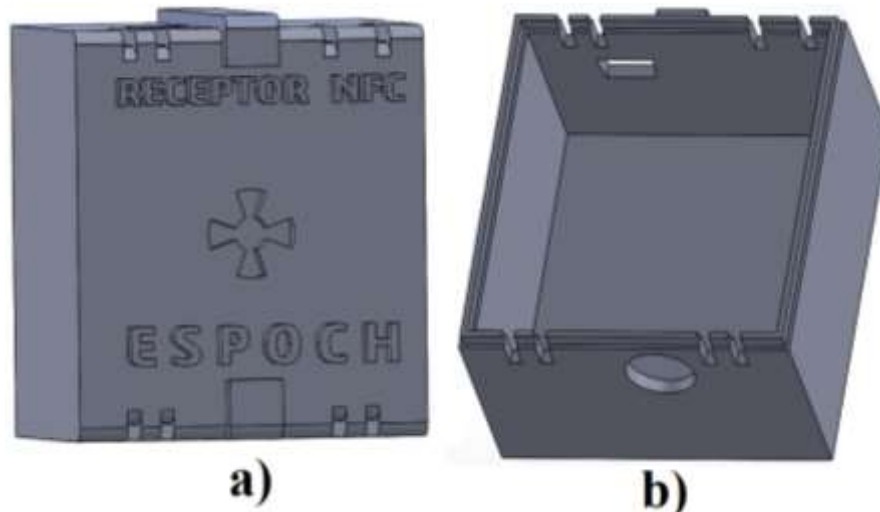


Figura 28-2: Armazón de Módulo de Recepción
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Encontrándose en el centro una abertura, donde se colocó un led indicador. Se puede observar la parte interior del armazón, se establece dos aberturas, que será para la conexión un cable USB que ira hacia el procesador, y la siguiente abertura es para la salida de la antena que se comunicara de forma inalámbrica con el módulo transmisor.

CAPITULO III

3 PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS DEL PROTOTIPO

Finalizando el proceso del diseño del prototipo de red, se inicia con las pruebas de funcionamiento, conformado por la comunicación inalámbrica, el ingreso de información en tiempo real, la seguridad de los equipos y el funcionamiento óptimo de la página web. Se detalla el análisis de costo de los dispositivos utilizados y el análisis comparativo entre el prototipo implementado vs el sistema de registro manual y el *software* institucional que actualmente se maneja en el laboratorio de Electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica.

3.1 Pruebas del Prototipo de red

En la figura 1-3 se presenta los módulos que integran el prototipo de red implementado, los cuales fueron sometidos a siete pruebas para validar su funcionamiento, las mismas que se detallan a continuación.



Figura 1-3: Prototipo de red inalámbrica
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

3.2 Pruebas del Rango de Lectura del módulo transmisor

Esta prueba se realizó con la finalidad determinar la distancia máxima de lectura de códigos entre el módulo lector/transmisor y las etiquetas/tarjeta de identificación tipo A, tomándose cinco lecturas a diferentes distancias, para lo cual se utilizó un flexómetro como equipo patrón. El resultado de las pruebas se muestra en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3: Lectura del módulo Lector/transmisor y las etiquetas de identificación

Rango de Lectura {cm}	Indicador de Señal
0,0 - 0,9	Excelente
1,0 - 1,9	Buena
2,0 - 2,9	Regular
3,0 - 3,9	Mala
4,0	Sin señal

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

De la Tabla 1-3. Se logro determinar que la distancia de lectura sin perdida entre las etiquetas/tarjetas de identificación de tipo A y el módulo lector del prototipo es de hasta 2,9 cm, cuando es alimentado 3.3 V entregados por un terminal de un Arduino NANO.

3.3 Pruebas de Distancias del TX/RX con antenas SMA

El objetivo es establecer la distancia máxima de comunicación permitida para el envío y recepción de información sin interrupción, se aplicaron dos tipos de pruebas desarrolladas con un flexómetro de 100m: en la primera medición se tomó datos sin ningún tipo de obstáculos (línea de vista directa) y la segunda medición se desarrolló con obstrucciones como paredes de concreto reforzado y puertas metálicas, en el cual las señales electromagnéticas se refractan perdiendo la información enviada por el transmisor.

Tabla 2-3: Pruebas Rango transmisión y recepción con antena SMA con y sin obstáculos

Sin Obstáculos (Línea de Vista)		Con Obstáculos	
Rango de Lectura (m)	Indicador de señal TX/RX	Rango de Lectura (m)	Indicador de señal TX/RX
00-20	Excelente	00-10	Excelente
20-40	Excelente	20-30	Excelente
41-60	Regular	31-40	Regular
61-80	Mala	41-60	Mala
80-100	Sin Señal	61-80	Sin Señal
		80-100	Sin Señal

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la Tabla 2-3, se detalla el rango de operación de las antenas y el indicador de señal, estableciéndose que entre 0 a 40 metros el envío de información con Línea de vista es óptimo receptando sin pérdida la información hacia la base de datos. El rango de 41 hasta 100 metros la señal no llega hacia el receptor. Las mediciones con obstáculos en la transmisión indican que el rango de operación para la transferencia de datos es desde 0 hasta 30m, teniendo un excelente estado para la recepción de la información. Las pérdidas de información y recepción de la señal se encuentran en un rango de 31 a 100 metros donde las pruebas realizadas no concuerdan con los datos mencionados en la información técnica del dispositivo.

Las pruebas de comunicación entre los módulos que integran el prototipo implementado determinaron envío y recepción de información sin pérdida a distancias de hasta 40 metros con línea de vista directa y de 30 metros con obstáculos. Para la comunicación inalámbrica se utilizó el módulo NRF24L01, que trabaja en la banda de operación de 2.4Ghz, atribuidas a las ISM con tecnologías definidas por el reglamento de telecomunicaciones UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) con propósitos científicos, industriales y médicos, es de uso libre.

3.4 Rango de operación de la antena Lectora RFID

La función de la antena lectora es emitir una alerta, en el caso de que los equipos que no se encuentran registrados o no realizan el préstamo correctamente. El objetivo es verificar si la comunicación entre la antena lectora con las etiquetas RFID alcance la distancia de lectura expuesta por la información técnica 6 m. Realizando nuevamente las mediciones, entre la antena lectora y las etiquetas de identificación y mediante el uso de una herramienta de medición de un flexómetro de 100m, se toma los valores a rangos de 1m de distancia. Las comprobaciones de comunicación en una vía sin obstáculos (Línea de Vista directa), se detalla en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3: Rango de Lectura de la antena Lector RFID

Rango de Lectura {m}	Indicador de señal
0 - 1,0	Excelente
1.1 - 2,0	Excelente
2.1 - 3,0	Regular
3.1 - 4,0	Mala
4.1 - 5,0	Débil
5.1 - 6,0	Sin Señal

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Las pruebas indica que el mejor rango de Lectura es de 2,0 metros en el cual la señal de radiofrecuencia capta y envía los datos sin ninguna perdida. El resultado de las pruebas de trasmisión hacia las etiquetas arrojó interrupciones en el rango de 2,1 hasta los 6m, que se contraponen con la información técnica del lector sin afectar su funcionamiento. De las pruebas de

detección de equipos sin registro se determinó que el prototipo puede identificarlo a distancias no mayores de 2 metros, al ser alimentado con un cargador de 12V a 2.6A, distancia que es aceptable para el proyecto.

3.5 Análisis de protocolo del prototipo de red

Se utiliza el *software* Wireshark v2.6.1 herramienta que analiza protocolos creado para corregir errores de comunicación. Los protocolos es un conjunto de reglas que controla el intercambio de información entre distintas entidades que conforman una red. Mediante la conexión USB hacia el puerto del receptor con el objetivo de verificar que tipo de protocolo nos entrega el prototipo de red, la prueba fue analizada mediante la lectura de las etiquetas/tarjetas de identificación y registradas en la página web de préstamos de equipos. En la Figura 2-3 muestra el tipo de protocolos capturados mediante el uso del prototipo y con la ayuda del *software* Wireshark

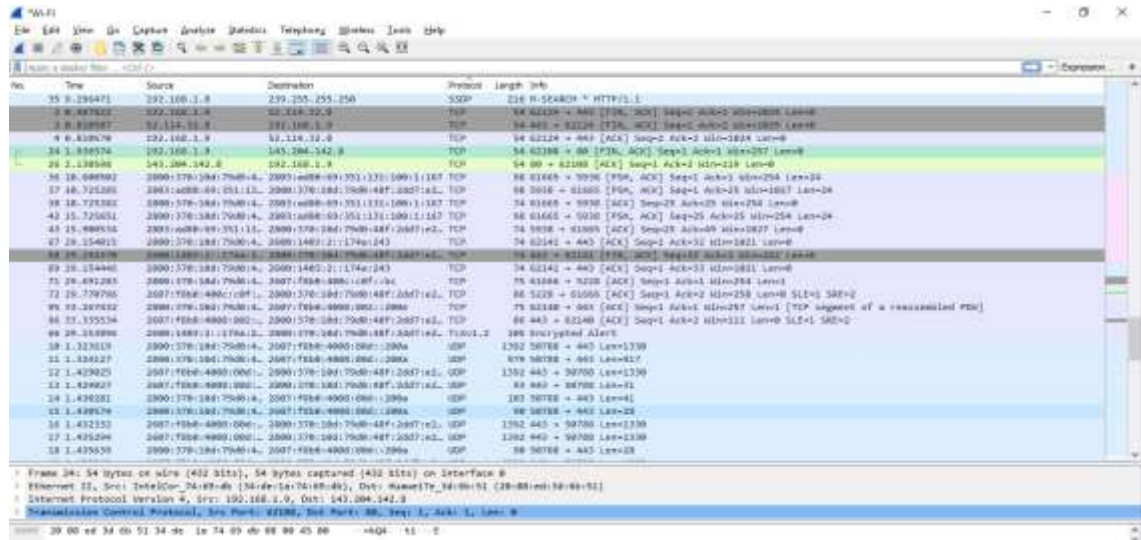


Figura 2-3: Identificación de protocolos UDP/TCP
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La recepción de los paquetes fue enviada por los puertos de conexión de la página web hacia el *software*, que mediante la utilización de servidor apache indica que los puertos 443 y 80 son los caminos para la conexión de la página web y el dispositivo de red. La función de Wireshark es buscar los protocolos que utiliza el prototipo de red, como resultado se encontro protocolo TCP Y UDP. Que servirán para que la comunicación entre dos sistemas se efectúa libre de errores, sin perdidas, con seguridad y de alta velocidad.

Por lo tanto, el puerto 80 es utilizado para el control de la trasmisión y el puerto 443 brinda la fiabilidad de la comunicación de los paquetes.

3.6 Escalabilidad del prototipo de red

Se refiere a la propiedad de aumentar la capacidad de trabajo o de tamaño de un sistema sin comprometer el funcionamiento y calidad del mismo, con la utilización del *software* Riverbed Modeler Academic Edition 17.5 se procedió a simular una red de dispositivos interconectados inalámbricamente con las características similares a los implementados en el prototipo de red, con valores de potencia y ancho de banda de 1mW y 2Mhz respectivamente, con el objetivo de conocer como se ve afectada la comunicación al conectarse más dispositivos a la red inalámbrica implementada, tal como se muestra en la figura 3-3.

Attribute	Value
Wireless LAN Parameters	(...)
- BSS Identifier	1
- Data Rate (bps)	2 Mbps
- Transmit Power (W)	0.001

Figura 3-1: Configuración de Potencia y ancho de banda
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En una conexión inalámbrica punto a punto simulada entre un nodo transmisor y receptor, se arrojan resultados de requerimientos de ancho de banda para tráfico Http de hasta 100bps sin mucha ocupación de canal a lo largo del tiempo, como se puede observar en la figura 4-3.

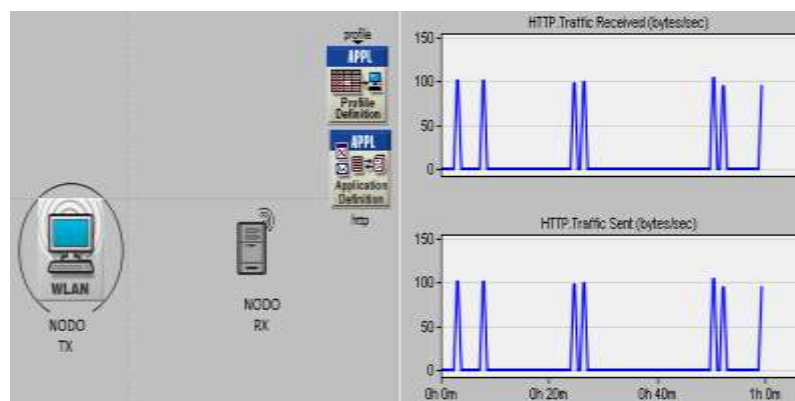


Figura 4-3: Configuración punto a punto en nodos TX y RX
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Para una conexión de 2 nodos transmisores y 1 nodo receptor, se requiere un ancho de banda de hasta 200bps con mayor ocupación de canal a lo largo del tiempo, convirtiéndose en una configuración inalámbrica tipo estrella de dispositivos, tal como se muestra en la figura 5-3.

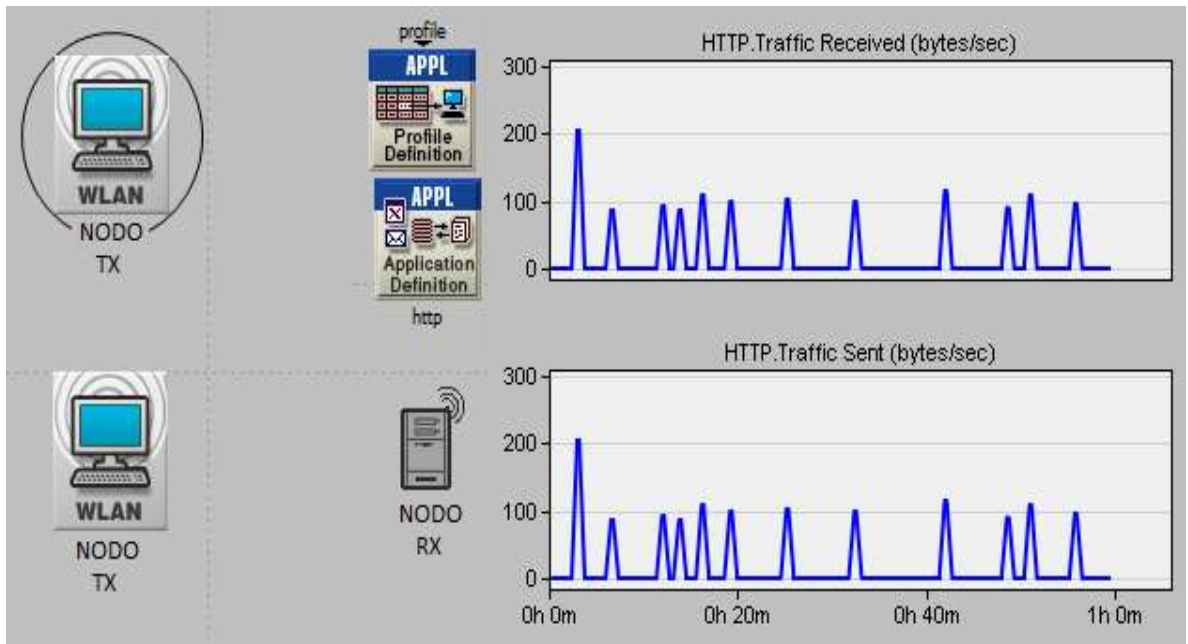


Figura 5-3: Configuración de dos nodos TX y RX
 Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Al añadirse nodos en el simulador hasta conformarse una topología inalámbrica tipo estrella de 6 nodos transmisores y 1 nodo receptor, se puede notar que el ancho de banda requerido es cerca de 750bps con una ocupación casi total de canal a lo largo del tiempo, siendo este el alcance máximo de dispositivos interconectados que soporta la red, tal como se muestra en la figura 6-3.

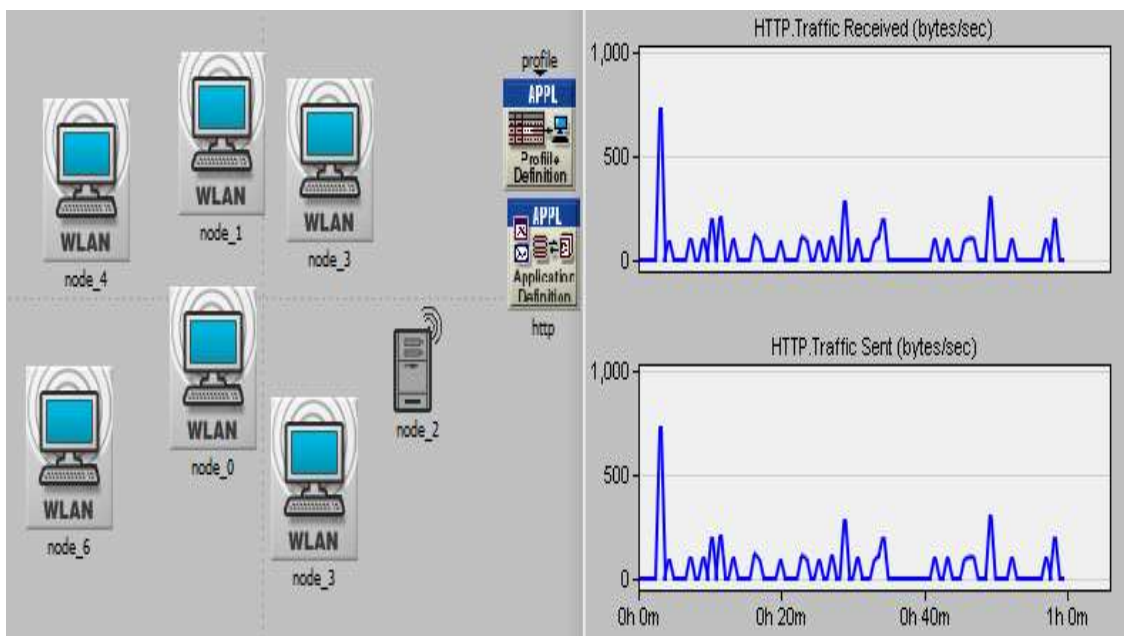


Figura 6-3: Configuración de seis nodos TX y un nodo RX
 Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Si a la configuración de 6 nodos TX y 1 nodo RX, se le añaden más nodos, ocasionarían que los paquetes a transmitirse y receptarse puedan mezclarse o perderse información clave en la comunicación, concluyéndose que para una máxima transmisión de la información se debe

configurar topologías punto a punto de 1 nodo TX y 1 nodo RX para el registro de equipamiento y estudiantado propuesto en el presente trabajo de titulación.

En la figura 7-3 corresponde a la estabilidad que el prototipo puede conectarse con la base de datos y la página web, como resultado indica que la conexión de dos nodos nos permite la comunicación fiable y sin pérdida de información con respecto al tiempo de 110seg que corresponde al tiempo de registro de forma manual.

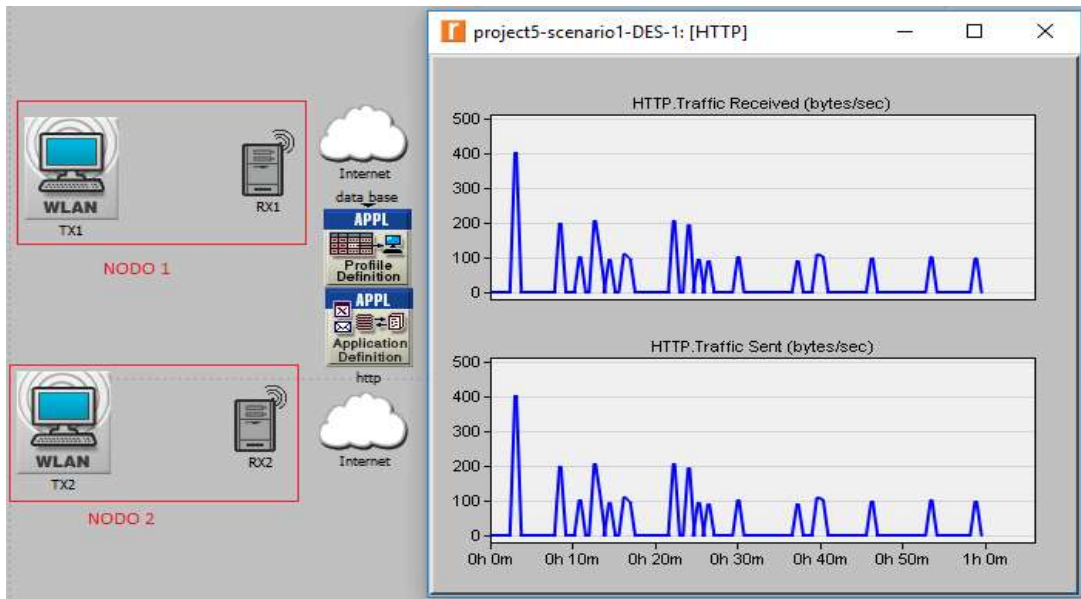


Figura 7-3: Configuración de dos nodos a la red.

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la figura 8-3 se visualiza la conexión de 37 nodos donde indica que el tiempo de respuesta es superior a 3min o 180seg. Indicando que el máximo de conexión es de menos de 33 nodos para su funcionamiento sin pérdida de información y el retardo de la comunicación.

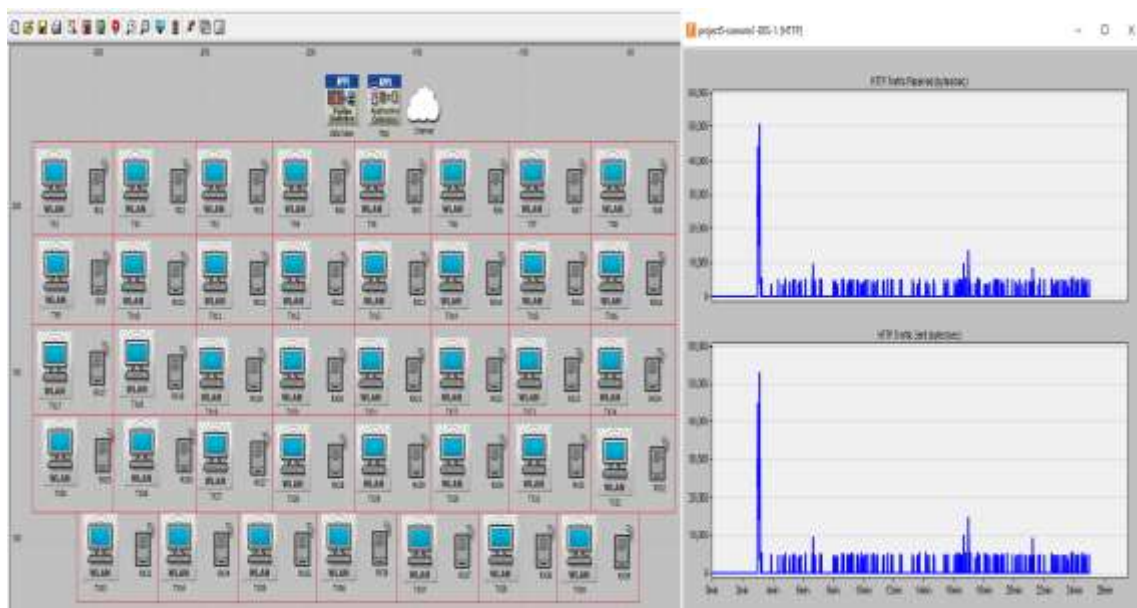


Figura 8-3: Configuración de 37 nodos a la red.

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Del estudio bibliográfico y en base a los requerimientos identificados se pudo determinar que la topología de red más apropiada al prototipo es la de tipo estrella. Tiene la capacidad de incorporar a su estructura hasta 33 nodos sin afectar el tiempo de respuesta y que cada nodo incorporado puede incluir conexiones de dos transmisores y un receptor.

3.7 Comparativa del consumo de Corriente del prototipo

El propósito de esta prueba es realizar el análisis energético de prototipo de red con respecto a una Lámpara Tubo Fluorescente que se encuentra en el laboratorio de electrónica de la ESPOCH.

El desarrollo consiste en realizar la medición de la corriente resultante del prototipo de red, al momento de la lectura de las etiquetas, el multímetro es conectado en serie a una de las salidas del circuito del lector/transmisor, obteniéndose un amperaje de 6.34 mA, que está por debajo de la intensidad de corrientes de la lámpara que tiene una medición de 32W que la intensidad de corriente es 290.90mA. Al evaluar la incidencia del consumo energético del prototipo dentro del laboratorio se determinó que este representa el 2.17% del consumo presentado por una Lámpara Tubo Fluorescente, lo que indica que su utilización no incrementara representativamente en el consumo energético presente en el laboratorio.

3.8 Comparativa de la eficiencia del Proceso de préstamos de equipos (en la FIE).

El proceso de préstamos de equipos en la Facultad de Informática y Electrónica en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se lo realiza de diferente forma.

Se localizó el registro de forma Manual, la información es recolectada mediante hojas con un formato específico, donde el usuario debe llenar campos que se encuentran detallados como: la fecha, número de identificación del equipo, nombre del equipo. Además de llenar los datos de identificación del estudiante. Esta información es archivada al finalizar el trabajo del día y que servirá al momento de un nuevo inventario al finalizar el semestre académico, como se muestra en la figura 7-3.

Al realizar este préstamo se visualizó el aglomeramiento de los estudiantes en el laboratorio de electrónica solicitando los equipos que es necesario para realizar sus respectivas prácticas.



Figura 9-3: Registro de Prestamos de equipos de forma manual
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Con la ayuda de un cronometro se logró tomar el tiempo que el técnico se tardaba en realizar un préstamo que el estudiante solicitaba, las mediciones se realizaron a cinco estudiantes por día en el transcurso de cinco días, cada estudiante solicito uno a tres equipos donde se visualiza el tiempo que tarda el total del registro de equipos, como se muestra los resultados en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Registro de tiempo de Forma MANUAL

	1er Día		2do Día		3er Día		4toDía		5to Día	
	Tiempo	Equipos	Tiempo	Equipos	Tiempo	Equipos	Tiempos	Equipos	Tiempo	Equipos
Est.1	1'60"	1	2'50"	2	2'70"	2	1'4"	1	2'70"	2
Est. 2	3'	2	1'40"	1	3'7"	3	2'40"	2	2'40"	2
Est. 3	2'60"	2	2'20"	2	2'30"	2	3'10"	2	3'	2
Est. 4	1'5"	1	1'60"	1	2'40"	2	2'70"	2	1'6"	1
Est. 5	1'8"	1	2'20"	2	2'8"	3	1'30"	1	2'90"	2

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la tabla 5-3 se muestra los tiempos en segundos que los técnicos emplean para realizar el registro de forma manual. Datos que servirán para realizar el cálculo de la eficiencia con respecto a los demás sistemas de registro y control de los equipos en el laboratorio de electrónica.

Tabla 5-3: Tiempo de registro de un solo prestamos de Forma MANUAL

	1er Día	2do Día	3er Día	4to Día	5to Día
Est.1	95''	75.5''	82''	82''	80.6''
Est. 2	90''	81''	74.33''	72.5''	73''
Est. 3	77.5''	65''	67.5''	93''	88.5''
Est. 4	87''	98''	70.5''	80.5''	94''
Est. 5	108''	65''	56''	78''	87.5''

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

El siguiente levantamiento de información es mediante el uso de la plataforma *software* gestionada por DTIC, donde la base de datos se localiza la información tanto de los estudiantes y equipos existentes en el laboratorio, donde el personal técnico realiza el registro de los equipos mediante el teclado del computador. Este sistema se utiliza en la actualidad, donde realizando el mismo procedimiento que de la forma manual, se tomó el tiempo de cinco estudiantes solicitando el préstamo de equipos, en el transcurso de cinco días, de igual manera cada estudiante solicito uno a tres equipos donde se visualiza el tiempo que tarda en el registro de los equipos, como se puede apreciar en la Tabla 6-3

Tabla 6-3: Registro del Tiempo mediante *Software* (ESPOCH)

	1er Día	N.- equipos	2do Día	N.- equipos	3er Día	N.- equipos	4toDía	N.- equipos	5to Día	N.- equipos
Est. 1	1'20''	2	1'05''	1	2'35''	3	55.43''	1	1'30''	2
Est. 2	1'45''	2	1'48''	2	2'15''	3	1'03''	1	1'29''	2
Est. 3	1''	1	2'00''	3	1'25''	2	1'06''	1	2'36''	3
Est. 4	1'20''	2	2'10''	3	1'20''	2	1'	1	2'43''	3
Est. 5	1'33''	2	1'40''	2	2'03''	3	1'03''	1	2'47''	3

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la siguiente tabla 7-3, se registró los valores en segundos, que el técnico se demora en el registro de un equipo mediante el uso del software, la ventaja del sistema es que se encuentra conectado a una base de datos donde la mayoría de equipos se encuentra registrado al igual que los estudiantes, reduciendo los tiempos de préstamos.

Tabla 7-3: Tiempo de registro de un solo préstamo de forma Software

	1er Día	2do Día	3er Día	4toDía	5to Día
Est. 1	40''	65''	51.6''	55.43''	45''
Est. 2	52.5''	54''	45''	63''	44.5''
Est. 3	60''	40''	42.5''	66''	52''
Est. 4	40''	43.3''	40''	60''	54.3''
Est. 5	46.5''	50''	41''	63''	55.6''

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

3.8.1 Eficiencia del prototipo de red vs registro manual

El propósito de realizar la eficiencia del prototipo de red vs el registro manual es para verificar cuál de los dos métodos realizan el registro de préstamos de equipos, en un menor tiempo y agiliza el trabajo de los usuarios.

Se desarrolló la toma de tiempos con la ayuda de un cronometro, los datos se basan en tomar el tiempo de cinco estudiantes en el transcurso de cinco días, que solicitaban uno a tres equipos, para el análisis de la eficiencia del prototipo de red. La siguiente Tabla 8-3, se observa los tiempos que se generó en el transcurso de los cinco días.

Tabla 8-3: Tiempos de registro para el préstamo de equipos (Prototipo)

REGISTRO DEL TIEMPO DEL PROTOTIPO (seg.)										
	1er Día	N.- equipos	2do Día	N.- equipos	3er Día	N.- equipos	4to Día	N.- equipos	5to Día	N.- equipos
Est. 1	28.6''	2	40.2''	3	17.96''	1	16.12''	1	32.6''	2
Est. 2	26.2''	2	28''	2	32.4''	2	31''	2	48.9''	3
Est. 3	17.3''	1	42''	3	16.11''	1	42.6''	3	47.5''	3
Est. 4	28.6''	2	16.08''	1	15.15''	1	33.4''	2	22.40''	1
Est. 5	42''	3	27''	2	16.26''	1	47.1''	3	36.6''	2

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

En la siguiente tabla 9-3, se registró los valores en segundos, que el técnico se demora en el registro de un equipo mediante el uso del prototipo, la ventaja del sistema es que se encuentra conectado a una base de datos donde la mayoría de equipos se encuentra registrado al igual que los estudiantes, reduciendo los tiempos de préstamos.

Tabla 9-3: Tiempo en segundos del registro del prototipo de red

	1er Día	2do Día	3er Día	4to Día	5to Día
Est. 1	14.3''	13.4''	17.96''	16.12''	16.3''
Est. 2	13.1''	14''	16.2''	15.5''	16.2''

Est. 3	17.3''	14''	16.11''	14.2''	14.7''
Est. 4	14.3''	16.08''	15.15''	16.7''	16.4''
Est. 5	14''	13.5''	16.26''	15.7''	18.3''

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Para determinar la eficiencia entre los dos tipos de registros se procedió a utilizar la herramienta estadística R Studio. Se ingresaron los datos transformados en segundos, mediciones creados en Excel como muestra en la tabla 10-3 logrando determinarse el valor medio cronometrado en segundos y su comportamiento en forma gráfica.

Tabla 10-3: Tiempo de registro de los sistemas manual y prototipo de red

Mediciones	Manual	Prototipo
1	95	14.3
2	90	13.1
3	77.5	17.3
4	87	14.3
5	108	14
6	75.5	13.4
7	81	14
8	65	14
9	98	16.08
10	65	13.5
11	82	17.96
12	74.33	16.2
13	67.5	16.11
14	70.5	15.15
15	56	16.26
16	82	16.12
17	72.5	15.5
18	93	14.2
19	80.5	16.7
20	78	15.7
21	80.6	16.3
22	73	16.2
23	88.5	14.7
24	94	16.4
25	87.5	18.3

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La eficiencia del sistema se calcula mediante la ecuación:

$$\eta = \frac{\bar{X}_1}{\bar{X}_2}$$

η = eficiencia

\bar{X}_1 = Promedio del sistema manual

\bar{X}_2 = Promedio del prototipo

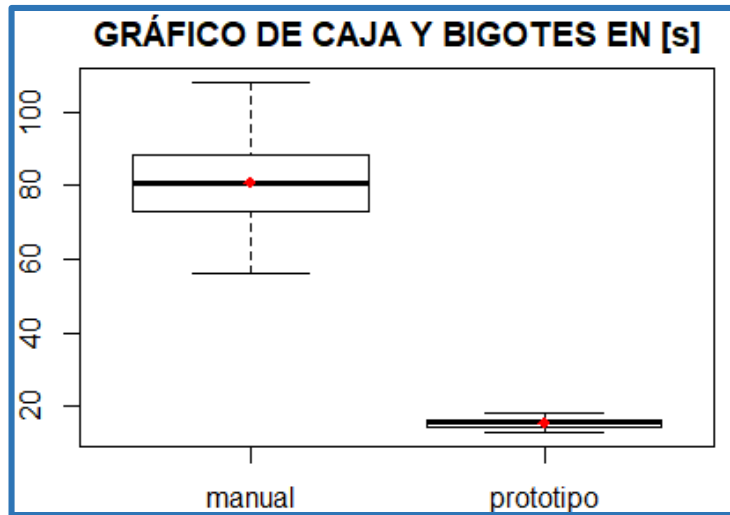


Gráfico 1-3: Valores medios del tiempo cronometrado

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

La gráfica 1-3 que permite identificar claramente una mayor rapidez en el préstamo de equipos mediante el prototipo a comparación de la forma manual. Mediante la división entre los dos valores medios de casi 1.5 minutos o 90 segundos para registro manual y 15 segundos para el prototipo de red, se determinó una eficiencia resultante del 80% respecto al registro manual, tal como se muestra en la gráfica 2-3.

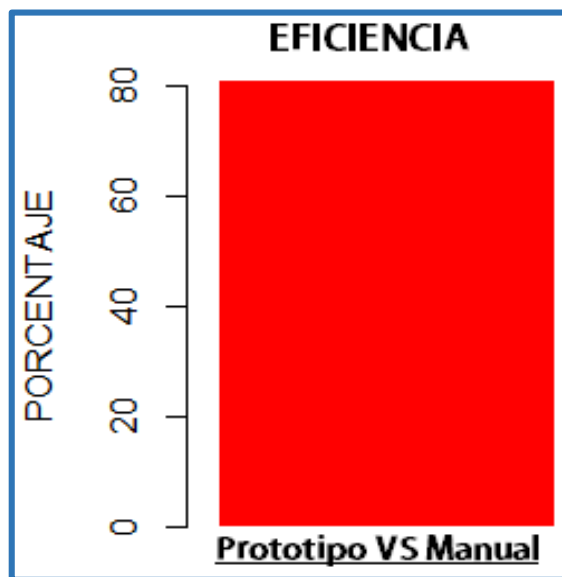


Gráfico 2-3: Eficiencia del prototipo de red

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

3.8.2 Eficiencia del prototipo de red vs registro Software de la ESPOCH

El propósito de realizar la eficiencia del prototipo de red vs el registro *Software* (ESPOCH), es verificar el método de registro de menor tiempo que agilice el trabajo de los usuarios.

Se ingresaron los datos de tiempo mediante la tabla 12-3 creada en Excel y exportada a R Studio, logrando determinarse el valor medio cronometrado en segundos y su comportamiento en forma gráfica de los diferentes tiempos de registro.

Tabla 11-3: Tiempos de registro para los sistemas *Software* y prototipo de red

Mediciones	Software	Prototipo
1	40	14.3
2	52.5	13.1
3	60	17.3
4	40	14.3
5	46.5	14
6	65	13.4
7	54	14
8	40	14
9	43.3	16.08
10	50	13.5
11	51.6	17.96
12	45	16.2
13	42.5	16.11
14	40	15.15
15	41	16.26
16	55.43	16.12
17	63	15.5
18	66	14.2
19	60	16.7
20	63	15.7
21	45	16.3
22	44.5	16.2
23	52	14.7
24	54.3	16.4
25	55.6	18.3

Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Como se muestra en la figura 3-2 se compara en términos de tiempo el registro de préstamos, mediante el prototipo de red, sin una dispersión de datos medidos a comparación de los otros tipos

de préstamos, el resultado de los valores medios es de 1'32" o 92 segundos para el registro mediante *software* y 23 segundos para el registro por el prototipo de red, valores que se utilizara para el cálculo de la eficiencia.

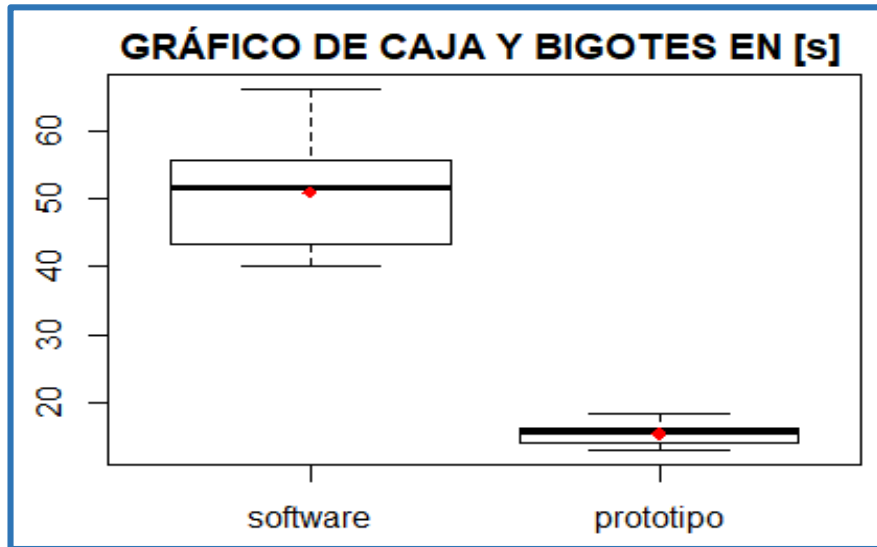


Gráfico 3-1: Valores medios de registro mediante *software* vs prototipo
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

Se determina que el tiempo de registro del prototipo tiene una eficiencia resultante de más del 70 % con respecto al registro por *software*, identificándose claramente una mayor rapidez en el registro utilizando el prototipo de red a comparación del *software* que la ESPOCH, tal como se muestra en el gráfico 4-3.

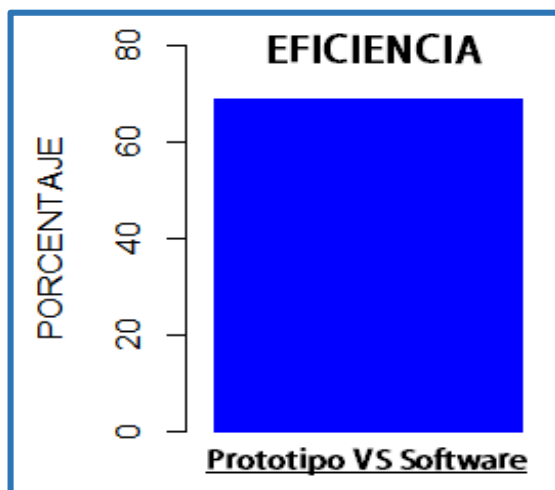


Gráfico 4-3: Eficiencia del registro VS *Software* ESPOCH
Realizado por: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

De las pruebas se determinó que la eficiencia del prototipo implementado es de un 70 % mejor con respecto al sistema de registro de préstamos por *software* y un 80% al método manual utilizado, determinando que el prototipo implementado es mejor a los sistemas de registro tradicionales.

3.9 Presupuesto de la implementación del prototipo

Se detalla el presupuesto de la implementación del prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica. Algunos Los elementos que se utilizaron fueron adquiridos dentro y fuera de la Provincia de Chimborazo, en consecuencia, los precios de algunos dispositivos tendieron a elevarse y el costo final se detalla en la Tabla 12-3.

Tabla 12-3: Presupuesto General del Prototipo

Módulos	Unidad	Descripción	Valor Unitario	Total
TRANSMISOR	1	Arduino Nano	12.00	12.00
	1	Módulo NFC+RFID PN532	14.00	14.00
	1	Módulo NRF24L01	12.00	12.00
	1	Antena SMA	7.00	7.00
	1	Armazón 9x6.5x4 cm	6.00	6.00
	1	Baquelita perforada	1.00	1.00
	16	Cable macho hembra	2.49	2.49
	15	Etiqueta adherible 13.56Mhz	1.00	15.00
	5	Tarjeta de Identificación	2.00	10.00
Costo del Transmisor				79.49
RECEPTOR	1	Arduino Nano	12.00	12.00
	1	Módulo NRF24L01	12.00	12.00
	1	Antena SMA	7.00	7.00
	1	Armazón 6x5.4x3.5 cm	6.00	6.00
	1	Baquelita perforada	1.00	1.00
	1	Relé	2.75	2.75
	2	Led Indicador	0.10	0.20
Costo de Receptor				40.95
SEGURIDAD	1	Lector RFID	350.00	350.00
	5	Etiquetas RFID	1.99	9.95
	3m	Cable UTP	0.40	1.20
Costo de Seguridad				361.15
COSTO TOTAL DEL PROTOTIPO				481.59

Realizado por: GUAMANQUSIPE, Viviana, 2019

El resultado de la fabricación del Módulo de Transmisor proyecta un valor de \$79.49, siendo el módulo con mayores dispositivos utilizados, mientras que en la construcción del receptor su valor es de \$40.95, utilizando menos dispositivos. El costo total para la implementación de la seguridad para los equipos es de \$361.16 siendo el módulo con menor dispositivos empleados, pero de mayor costo. Realizando la comparación del precio de los tres módulos, se llegó a la conclusión que el valor mayoritario es el dispositivo del Lector RFID teniendo un valor de \$350.

CONCLUSIONES

- Se implementó un prototipo de red inalámbrica de control y supervisión de préstamos de equipos para el laboratorio de Electrónica de la Facultad de Informática y Electrónica el cual trabaja tecnología NFC y RFID, dispone de tres módulos transmisor, receptor y una antena RFID. Posee una base de datos y una página web que permite registrar información de los elementos del laboratorio y préstamos de los mismos en forma automática.
- Se identificó que en las diferentes dependencias de la ESPOCH se utiliza dos procedimientos para el registro de préstamos de equipos: uno de forma manual y otro por medio de un software institucional, los que emplean tiempos de registro que va de 60 a 180seg y 41 a 60 seg. Respectivamente.
- Del estudio bibliográfico y en base a los requerimientos identificados se pudo determinar que la topología de red más apropiada al prototipo es la de tipo estrella. Tiene la capacidad de incorporar a su estructura hasta 36 nodos sin afectar el tiempo de respuesta y que cada nodo incorporado puede incluir conexiones de dos transmisores y un receptor.
- Para la comunicación inalámbrica se utilizó el módulo NRF24L01, que trabaja en la banda de operación de 2.4Ghz, atribuidas a las ISM con tecnologías definidas por el reglamento de telecomunicaciones UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) con propósitos científicos, industriales y médicos, es de uso libre con un ancho de banda de 2 Mhz.
- De un estudio se determinó que la mejor tecnología que integraran el prototipo tanto para los módulos de Transmisión y de Recepción son placas de desarrollo Arduino Nano, un lector NFC PN532, un módulo de comunicación NRF24L01, una ANTENAS SMA y un Lector RFID encargado de leer etiquetas de un rango de 860-960 Mhz.
- De las pruebas se determinó que la eficiencia del prototipo implementado es de un 70 % mejor con respecto al sistema de registro de préstamos por *software* y un 80% al método manual utilizado, determinando que el prototipo implementado es mejor a los sistemas de registro tradicionales.
- Se logró determinar que la distancia de lectura sin pérdida entre las etiquetas/tarjetas de identificación de tipo A y el módulo lector del prototipo es de hasta 2,9 cm, cuando es alimentado 3.3 V entregados por un terminal de un Arduino NANO.

- Las pruebas de comunicación entre los módulos que integran el prototipo implementado determinaron envío y recepción de información sin pérdida a distancias de hasta 40 metros con línea de vista directa y de 30 metros con obstáculos.
- De las pruebas de detección de equipos sin registro se determinó que el prototipo puede identificarlo a distancias no mayores de 2 metros, al ser alimentado con un cargador de 12V. a 2.6a, distancia que es aceptable para el proyecto.
- Se identificó que el puerto 80 es utilizado para el control de la transmisión y el puerto 443 brinda la fiabilidad de la comunicación de los paquetes.
- Al evaluar la incidencia del consumo energético del prototipo dentro del laboratorio se determinó que este representa el 2.17%, del consumo presentado por lámpara fluorescente, lo que indica que su utilización no incrementara representativamente en el consumo energético presente en el laboratorio.

RECOMENDACIONES

- Es recomendable ampliar el periodo de pruebas del prototipo de red, con la finalidad de identificar posibles modificaciones al diseño propuesto.
- Se recomienda incorporar módulos que trabajen con procesamiento de imágenes y redes neuronales con la finalidad de permitir una ubicación más precisa del equipo dentro de la infraestructura del Laboratorio.
- Se recomienda la implantación de prototipos similares al propuesto del presente trabajo de titulación para diversos fines: control de acceso a personal de entidades bancarias, supervisión de material bibliotecario, distribución de productos farmacológicos etc.
- Se recomienda ampliar un estudio a nivel institucional que permita la implantación de un sistema de manejo global de laboratorios institucionales con la finalidad de facilitar el proceso de inventario, control y ubicación de bienes.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ CONSTANTINO, J. *Informatica*. [En línea], 2016. [Consulta: 28 Junio 2019]. Disponible en: <https://infusc16.wordpress.com/2016/10/17/rfid/>

ABARCA , A., DE LA FUENTE RUIZ, M., GARCIA , A. & ABRIL , J. *Sistema de Identificación Automática mediante Tecnología RFID en el proceso de elaboración de jamones*, (Tesis)(Pregrado) [En línea]: Universidad de Jaén, Departamento de Ingeniería Electrónica, de Telecomunicación y Automática. Escuela Politécnica Superior de Jaén. 2008. Disponible en: <http://adingsor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2005/otros/246.pdf>.

AGB, *AGelectrónica*. [En línea] 2019. [Consulta: 21 Mayo 2019]. Disponible en: <https://hardtofind.com.mx/pdfs/textos/A/A000005.PDF>

AHUACTZIN LARIOS, A. *Diccionario español/inglés para el aprendizaje de vocabulario utilizando una interfaz de voz*. (Tesis)(Pregrado), [En línea]: Universidad de las Americas Puebla. Cholua- Puebla. 1999. [Consulta: 23 Mayo 2019], Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/ahuactzin_1_a/capitulo1.pdf

ALFARO NERIA, A. *Firma Digital*.(Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca de Soto-Hidalgo. 2006. [Consulta: 2 Octubre 2018], Disponible en:<https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/11151/Firma%20digital.pdf?sequence=1>

ÁLVAREZ PÉREZ, C. A. & NAVAS AYALA, J. R. *Análisis, Diseño e Implementación de un sistema para inventario y seguridad física, utilizando etiquetas RFID (Identificación de Radiofrecuencia) para el control de activos Infromáticos en la empresa SERTECPET S.A. de Quito y el Coca*.(Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Politécnica Saleciana sede Quito. Quito-Ecuador. 2015. [Consulta: 10 Diciembre 2018], Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10099/6/UPS%20-%20ST001621.pdf>

AMAYA VARGAS, A. *Sistemas Biometrico de Huellas Dactilar en Control de Acceso de entrada y salida.*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Militar Nueva Granada. Bogota. 2013. [Consulta: 28 Noviembre 2018], Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/11168/MayaVargasAdriana2013.pdf;jsessionid=48779BBD83AE2B626FC2272E68AD3EBB?sequence=1>

ANGUÍS HORNO, J. J. *Redes de Área local Inalámbricas: Diseño de WLAN de Wheelers Lane Technology College.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Sevilla. Sevilla. 2008. [Consulta: 2 Noviembre 2018], Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11579/fichero/e.+Cap%C3%ADtulo+1+-+Introducci%C3%B3n+a+las+redes+inal%C3%A1mbricas.pdf>

ARRIAGADA REYES, C. A. *Análisis de la Tecnología de Comunicación de Campo Cercano (NFC) y sus Aplicaciones.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. 2014. [Consulta: 15 Marzo 2019], Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcia775a/doc/bmfcia775a.pdf>

ASTUDILLO, G., HERRERA , S. & MONSALVE, C. *Análisis Predictivo de las Perspectivas de Uso de Identificadores por Radiofrecuencia (RFID) en el Ecuador,* 2006. [Blog]. [Consulta: 07 Septiembre 2018]. Disponible en: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/8310>

BÁEZ LLANCAFIL, J. L. *Tecnología RFID para el reconocimiento y asignación de pallets y rollos de cartulina en bodega.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Austral de Chile. Valdivia-Chile. 2012. [Consulta: 15 Abril 2019], Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/bmfci142t/doc/bmfci142t.pdf>

BARBOZA, L. *El Financiero.* [En línea]. 2014. [Consulta: 2 Octubre 2018]. Disponible en: http://www.elfinancierocr.com/pymes/problemas-comunes-inventarios-solucionarlos_0_464953514.html

BLÁZQUEZ PÉREZ, L. *Reconocimiento Facial Basados en puntos Característicos de la cara en entornos no controlados.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Autónoma de Madrid. Madrid. 2013. [Consulta: 15 Febrero 2019], Disponible en: http://audias.ii.uam.es/seminars/PFC_Luis_Blazquez.pdf

CACUANGO GUACHALÁ, D. S. & ZAPATA NARVÁEZ, E. J. *Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Acceso Multinivel en Base de Receptores NEAR FIELD COMMUNICATION (NFC).* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Quito. 2015. [Consulta: 1 Enero 2019], Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10160/1/UPS%20-%20ST001789.pdf>

CARRO PAZ , R. & GONZÁLES GÓMEZ , D. *Identificación Automática.* [En línea]: Universidad Nacional de Mar del Plata 2011. [Consulta: 17 Octubre 2018], Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1612/1/07_identificacion_automatica.pdf

CASERO, M. E. *Tecnología de identificación por radiofrecuencia. Lectura de pedidos RFID en un almacén.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de la Rioja. Logroño-España. 2013. [Consulta: 22 Marzo 2019], Disponible en: https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE000285.pdf

CEPEDA, V. *Biometría: la seguridad del futuro cercano en tecnología móvil.* [blog]. [En línea], 2015. [Consulta: 27 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.psafes.com/es/blog/biometria-la-seguridad-del-futuro-cercano-en-tecnologia-movil/>

CIBERSEGURIDAD, I. N. D. *Tecnologías biométricas aplicadas a la ciberseguridad.* [En línea]: Instituto Nacional de Ciberseguridad. 2016. [Consulta: 29 Junio 2019], Disponible en: https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/guia_tecnologias_biometricas_aplicadas_ciberseguridad_metad.pdf

COBO, C. E. *El comportamiento humano.* [En línea]: Universidad de Salamanca. España. 2003. [Consulta: 15 Septiembre 2018], Disponible en: [http://fayol.univalle.edu.co/Publicaciones/pagina%20web/Articulos/29-Cuadernos_de_Administracion_\(Junio-2003\)/29-\(05\)_El_comportamiento_humano_\(Carlos_Eduardo_Cobo\).pdf](http://fayol.univalle.edu.co/Publicaciones/pagina%20web/Articulos/29-Cuadernos_de_Administracion_(Junio-2003)/29-(05)_El_comportamiento_humano_(Carlos_Eduardo_Cobo).pdf)

CORREA ESPINAL, A., ÁLVAREZ LÓPEZ, C. E. & GÓMEZ MONTOYA, R. A. *Sistemas de Identificación por Radiofrecuencia, Código de Barras y su relación con la gestión de la cadena de suministro.* [En línea]: Universidad de ICESI, Bogotá. 2010. [Consulta: 27 Junio 2019], Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0123592310701261?token=32A46343FFDC688BA45E6A4041F640B1BA573A64EB5CF815661C44EF7DE00FDB078B6C2A1488922CFBF9EA72326AAD1>

CRESPO, E. *Aprendiendo Arduino.* [Blog]. 2016. [Consulta: 14 Febrero 2019]. [En línea] Disponible en: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/03/29/entorno-de-programacion-de-arduino-ide/>

DANYSOFT. Código de Barras. En: *Diferentes maneras de conjugar Líneas.* [En línea], 2006, pp. 1-4. [Consulta: 25 Marzo 2019]. Disponible en: <https://www.danysoft.com/free/cbarras01.pdf>

DE LA CRUZ VÉLEZ DE VILLA, P., REYES HUAMÁN, M. & BRAVO LOAYZA, D., *Radiofrecuencia de identificación (RFID): microtecnología de gran impacto.* [En línea]: Universidad Nacional Mayor de San Marcos San Marcos. Lima-Perú. 2010. [Consulta: 28 Junio 2019], Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtual/Publicaciones/risi/2010_n2/v7n2/a09v7n2.pdf

ECOP. Boletín Técnico N°1.*GSI ECUADOR*.Ecuatoriana de Codigos de Productos [en línea], 2010. pp. 1-2. [Consulta: 28 Mayo 2019], Disponible en: <http://gs1ec.org/contenido/biblioteca/SEmpresas.pdf>

ELECTROCREA. *electrocrea.com*.[blog]. [En línea] 2019. [Consulta: 29 Junio 2019]. Disponible en: <https://electrocrea.com/products/transceptor-2-4ghz-nrf24101-con-antena-1km>

ENKA. "*Líder en Electrónica*". [Blog]. [En línea]. 2014 [Consulta: 10 Febrero 2019]. Disponible en: <http://www.enka.com.uy/robotica/modulos-comunicacion/m%C3%B3dulo-conversor-usb-rs485-7455-detail.html>

ENRÍQUEZ HERRADOR, R. *Guía de Usuario de Arduino*. [En línea]:Universidad de Córdoba. Córdoba-Colombia. 2009. [Consulta:3 Junio 2019] , Disponible en: http://www.uco.es/aulasoftwarelibre/wp-content/uploads/2010/05/Arduino_user_manual_es.pdf

EROSKI. *Revista Consumer*. [En línea] , 2007.pp.8-9 [Consulta: 27 Junio 2019]. Disponible en: <http://revista.consumer.es/web/es/20070301/pdf/internet.pdf>

ESPIN , R. & MEDINA, F. *Sistema de control de inventarios y facturación de productos utilizando etiquetas de radiofrecuencia (RFID) para Tecnilibro*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Escuela Politécnica del Ejército. Quito. 2005. [Consulta: 25 Mayo 2019], Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/631/1/T-ESPE-012138.pdf>

FRIENDS, A. *XAMPP Apache + MariaDB + PHP + Perl*. [Blog] [En línea], 2009. [Consulta: 7 Julio 2019]. Disponible en: <https://www.apachefriends.org/es/index.html>

GARDE PANIAGUA, P. *Estudio de implantación de sistemas de trazabilidad RFID en el proceso productivo de Tusubinsa*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Publica de Navarra. Pamplona. 2016. [Consulta: 25 Junio 2019], Disponible en: <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/21919/Estudio%20de%20implantaci%2B%C2%A6n%20de%20sistema%20de%20trazabilidad%20RFID%20en%20el%20proceso%20productivo%20de%20Tasubinsa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ URBANO, M. *Reconocimiento de iri*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Barcelona. Barcelona. 2010. [Consulta: 14 Octubre 2018], Disponible en: <http://www.maia.ub.es/~sergio/linked/marcosgonzalezmemoria.pdf>

GUZMÁN GUZMÁN, J. D. *Diseño de Antenas y Caracterización de Interferencias entre Lectores RFID.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universitat Rovira I Virgili. 2009. [Consulta: 10 Mayo 2019], Disponible en: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/1415pub.pdf>

GUZMÁN MARTÍNEZ , R. G. *Implantación de código de barras en un almacén de electrodomésticos.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]:Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico D.F. 2008. [Consulta: 14 Enero 2019], Disponible en <https://es.scribd.com/document/369897317/Tesis-Ricardo-Gabriel-Guzman-Mtz-Codigo-de-barras-pdf>

HUIDOBRO, J. M. *Tecnología de Proximidad NFC.* [En línea] , 2011. pp. 64-66 [Consulta: 20 Junio 2019]. Disponible en: <https://www2.coitt.es/res/revistas/12%20Tecnologias.pdf>

HUMANA, F. *Introduccion a la Fisiología.* [En línea], 2014. pp.3-5. [Consulta: 5 Octubre 2018]. Disponible en: <https://www.berri.es/pdf/FISIOLOGIA%20HUMANA%E2%80%9a%20Un%20Enfoque%20Integrado/9786079356149>

IDROVO QUEZADA, V. S., 2015. *Propuesta de un Método de análisis y toma de decisiones para la implementación de código de barras o RFID en la cadena de suministros de las PYMES.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. [Consulta: 10 Mayo 2019], Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21319/1/TESIS.pdf>

INC, H. I. *IT70 Secur Passive RFID Tag,* [En línea], 2017. pp. 1-2 [Consulta: 12 Junio 2019] Disponible en: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:l3HqEnpmCV0J:https://www.honeywellaidc.com/ja-JP/-/media/en/files-public/data-sheets/it70-rfid-tag-data-sheet-en-a4.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

INE.GOB.IN. *ine.gob.in.* [En línea], 2010. [Consulta: 8 Julio 2019]. Disponible en: http://www.ine.gob.ni/DAC/consultas/Tabla_Aparatos_Elec_Agost10.pdf

INTECO. *La tecnología NFC: aplicaciones y gestión de la seguridad.* INTECO,[En línea], 2004. p. 21. [Consulta: 8 Julio 2019]. Disponible en: http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/cdn_nfc_final.pdf

JUAN, P. *Análisis de la tecnología rfid para proponer un sistema de gestión de inventario para la biblioteca central de la epoch.* Riobamba: (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Escuela Superior

Politecnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2013 [Consulta: 20 Octubre 2018]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2909/1/98T00033.pdf>

LANDÁEZ OTAZO, L. *Entorno Empresarial*. [blog] [En línea], 2007. [Consulta: 7 Diciembre 2018]. Disponible en: <https://entorno-empresarial.com/firma-electronica-y-firma-digital-ii/>

LLAMAS, L. *Ingeniería, informática y diseño*. [blog] [En línea], 2018. [Consulta: 10 Febrero 2019]. Disponible: <https://www.luisllamas.es/arduino-nfc-pn532/>

LLOPIS NEBOT, R. *Sistemas de Autenticación Biométricos* [En línea], 2008. pp3-8. [Consulta: 12 Septiembre 2018]. Disponible: <https://www.luisllamas.es/arduino-nfc-pn532/>

MADRIGAL GONZÁLES, C. A., RAMÍREZ MADRIGAL, J. L., HOYOS ARBELÁEZ, J. C. & FERNÁNDEZ, D. S. *Diseño de un sistema biométrico de identificación usando sensores capacitivos para huellas dactilares*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Antioquia. Antioquia-Colombia. 2007. [Consulta: 5 Octubre 2018]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n39/n39a02.pdf>

MAX. *MAX Security Automatic Gate*. [En línea], 2019. [Consulta: 29 Junio 2019]. Disponible en: <http://spanish.parking-barriergate.com/sale-10786894-mid-range-rfid-tag-reader-900mhz-5-meter-long-range-uhf-rfid-reader-with-tcp-ip.html>

MCI ELECTRONICS. *ARDUINO.cl*. [En línea], 2014, [Consulta: 21 Mayo 2019]. Disponible: <https://arduino.cl/arduino-nano/>

MERCHÁN, D., TORRES, S., BURNEO, R. & VÁSCONEZ, G. *Aplicaciones de la tecnología RFID en la cadena de abastecimiento del calzado en el ECUADOR*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. 2011. [Consulta: 7 Octubre 2018]. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:k14aFMnaki4J:revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/download/58/60+&cd=2&hl=es&ct=clnk&gl=ec>

MICROCHIP, COMUNICACIÓN INALÁMBRICA TRANSCEPTOR NRF24L01. NIPRE TUTORIAL. [blog]. [En línea] 2010. Disponible en: http://www.niplesoft.net/tutoriales/Niple_Tutorial_010.pdf

MONTERO LANNEGRAND, R. *Estudio de Tecnología de Comunicación de Campo Cercano, NFC*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Politecnica de Madrid. Madrid-España. 2017. [Consulta: 7 Junio 2019]. Disponible en: <http://oa.upm.es/49310/1/PFC>

_RICARDO_MONTERO_LANNEGRAND.pdf

MORALE MORENO, A. *Estrategias de la Identificación de Personas mediante Biometría de la Mano sin Contacto.* (Tesis)(Doctorado), [En línea]: Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria, 2011. [Consulta: 8 Diciembre 2018]. Disponible en: file:///C:/Users/USER/Downloads/0628741_00000_0000.pdf

NANO, A. *Arduino Nano v2.3 USER MANUAL*, [En línea], 2008 p5, [Consulta: 8 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/ArduinoNanoManual23.pdf>

NFC, R. *Electronica Estudio.com.* [En línea] , 2015 [Consulta: 21 Mayo 2019]. Disponible: <https://www.electronicaestudio.com/wp-content/uploads/2018/09/NFC.pdf>

NODEJS. *NODE JS.*[blog] [En línea] 2011, [Consulta: 7 Julio 2019]. Disponible en: <https://nodejs.org/es/>

NOMADA. Módulo de RF 2.4GHz [nRF24L01]. *NOMADA*, [En línea], 2016. p. 4. [Consulta: 7 Julio 2019]. Disponible en: <https://nodejs.org/es/>

ONTSI. *ONTSI Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI.* [En línea], 2014. [Consulta: 22 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.ontsi.red.es/ontsi/es/indicador/empresas-usan-tecnologia-de-identificacion-de-radiofrecuencia-como-parte-del-proceso-de-entrega-de-produccion-y-servicio>

PADILLA CONTRERAS, J. E. *Near Field Communication- Teoría y Aplicaciones.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad del Azuay. Cuenca-Ecuador. 2014 [Consulta: 7 Junio 2019]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3586/1/10270.pdf>

PASCUAL GASPAR, J. M. *Uso de la Firma Manuscrita Dinámica para el Reconocimiento Biométrico de Personas en Escenarios Prácticos.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Valladolid. Valladolid-España. 2007. [Consulta: 7 Septiembre 2018]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=21243>

PELEGRÍ SANTAMARÍA, F. *Lectura y Gestión de códigos de barras con microcontroladores.* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI. Cataluña-España, 2007. [Consulta: 12 Abril 2019]. Disponible en: <http://deeea.urv.cat/public/PROPOSTES/pub/pdf/690pub.pdf>

phpMyAdmin. *phpMyAdmin*. [blog]. [En línea] 2003. [Consulta: 7 Julio 2019]. Disponible en: <https://www.phpmyadmin.net/>

PORTILLO GARCÍA, J., BERMEJO NIETO, A. B. & BERNANDOS BARBOLLA, A. *Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia RFID*. [Línea] 2008. Madrid: Fundación madrid para el conocimiento Velasquez, 76. E-28001.

QR CODE BANK. *Ventajas y Desventajas de los Códigos de Barras*. [blog] [En línea], 2016. p.1 [Consulta: 28 Junio 2019]. Disponible en: <https://www.qrcodebank.com/ventajas-desventajas-los-codigos-barras-online/>

QUICALIQUIN QUICALIQUIN, D. D. *“Implementación de un prototipo: sistema automático de censado inalámbrico basado en rfid para estaciones de control de buses urbanos de riobamba”*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo . Riobamba-Ecuador. 2018. [Consulta:12 Juni 2019]. Disponible: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/9146/5/98T00198.pdf>

RNDS. Tarjetas Inteligentes, tipos y aplicaciones. *Negocios de Seguridad*, [En línea]. 2007 Issue 3. [Consulta:12 Juni 2019]. Disponible: http://www.rnds.com.ar/articulos/030/RNDS_146W.pdf

RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, A. *Análisis y descripción de Identificación por Radio Frecuencia: Tecnología, aplicaciones, seguridad y privacidad*. [En línea] Mexico: 2009.

RUALES AGUILAR, D. M. *Implementación de un sistema de código de barras para mejorar la trazabilidad de los materiales de un warehouse de una empresa de servicios de mantenimiento de turbinas*(Tesis)(Posgrado), [En línea]:Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú. 2017.[Consulta:6 Febreo 2019]. Disponible en: http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/7417/Ruales_ad.pdf?sequence=1&isAllowed=y

SALAZAR, J. *Redes Inalámbricas*. [En línea], 2016.pp 7-15. [Consulta: 18 Junio 2019]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf

SANHUEZA RIVEROS, O. A. *Análisis y Detección de Características Faciales Usando Aprendizaje Estadístico*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Chile. Santiago de Chile. 2008. [Consulta:15 Febreo 2019]. Disponible en: http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2008/sanhueza_or/sources/sanhueza_or.pdf

SANTOS MACIAS, F. J. Tecnologías Inalámbricas para la comunicación. *Revista Digital para Profesionales de la Enseñanza*. [En línea], 2009 pp. 1-6. Disponible en: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd5322.pdf>

SEMICONDUCTOR, N. *nRF24L01+Preliminary Product Specification*, [En Línea] 2008. pp. 4-75. Disponible en: https://www.sparkfun.com/datasheets/Components/SMD/nRF24L01Plus_Preliminary_Product_Specification_v1_0.pdf

TEXT, S. *Sublime Text*. [En línea], 2012. [Consulta: 7 Julio 2019] Disponible en: <https://www.sublimetext.com/>

TORRES GÓMEZ, A. R. *Caracterización de Tcnologias RFID*.(Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Nacional de Colombia. Bogotá- Colombia. 2011. [Consulta:3 Junio 2019] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/11058141.pdf>

VASCO CABRERA, V. D. *Plataforma de Control y Monitoro del equipaminto de laboratorio basado en tecnologia RFID sobre una Arquitectura cloud computing*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad Técnica de Ambato. Ambato-Ecuador. 2018. [Consulta:17 Junio 2019] Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27593/1/Tesis_t1375ec.pdf

VIDAL, L. & REVIRIEGO, A. *Estudio de la tecnología de comunicación por radiofrecuencia RFID y su implementación* (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Universidad de Sevilla Sevilla-España. 2016. [Consulta:17 Junio 2019] Disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/90638/fichero/Estudio+de+la+tecnolog%C3%ADa+de+comunicaci%C3%B3n+por+radiofrecuencia+RFID+y+su+implementaci%C3%B3n.pdf>

VILLALOBOS CASTALDI, F. M. *Uso de la red vasculara de la retina como medio Biométrico de Identificación*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: Instituto Politecnico Nacional.Mexico,D.F. 2011. [Consulta:8 Diciembre 2018] Disponible en: <http://148.204.63.111/SABERv3/Repositorios/webVerArchivo/26203>

VILLALÓN HUERTAS, A., *Seguridad en UNIX y Redes*. [En línea]: Red Academiny de invenstigacion nacional 2002. [Consulta:17 Junio 2019] Disponible en: <https://www.rediris.es/cert/doc/unixsec/unixsec.pdf>

WIDELEK, WIDELEC. [En línea] 2010. [Consulta: 26 Septiembre 2018]. Disponible en: <http://widelec.org/i/125918/>

WISKOTT, L., MARC FELLOUS, J. & KRUGER, N. *Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching*. (Tesis)(Posgrado), [En línea]: University of Southern California. Los Angeles. 1997. [Consulta:13 Diciembre 2018] Disponible en: <http://www.face-rec.org/algorithms/ebgm/wisfelkrue99-facerecognition-jainbook.pdf>

ZEN, C. *Codigo de barras*. [En línea], 2013. [Consulta: 27 Junio 2019]. Disponible en: <http://www.codigodebarras.pe/biometria-huella-digital-tecnologias/>

ZKTECO. *Lector Wiegand de Largo Alcance*, [En línea], 2017, [Consulta: 18 Julio 2019]. Disponible en: <https://redesorion.com/wp-content/uploads/2018/11/UHF1-10F.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. CÓDIGO ARDUINO TRANSMISOR

```
#include <Wire.h>
#include <PN532_I2C.h>
#include <PN532.h>

PN532_I2C pn532i2c(Wire); //Crea objeto del NFC
PN532 nfc(pn532i2c);

#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(9, 10); // CE, CNS
const byte address[6] = "00001";

String valor_hex = "";

void setup(void) {
  Serial.begin(9600);

  nfc.begin();

  uint32_t versiondata = nfc.getFirmwareVersion();
  if (!versiondata) {
    Serial.println("No se reconoce el lector NFC");
    while (1)
      delay(1000);
  }

  // configure board to read RFID tags
  nfc.SAMConfig();

  radio.begin();
  radio.openWritingPipe(address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.stopListening();

  Serial.println("Inicio del programa");
  Serial.println("Presente su tag ...");

  pinMode(3, OUTPUT);
  pinMode(4, OUTPUT);

  digitalWrite(3, LOW);
  digitalWrite(4, LOW);
}
```

Fuente: GUAMANQUISPE, Viviana, 2019

ANEXO B. CÓDIGO ARDUINO RECEPTOR

```
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>
RF24 radio(10, 9); // CE, CNS
const byte address[6] = "00001";
String vantes="";
String vactual="";
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  radio.begin();
  radio.openReadingPipe(0, address);
  radio.setPALevel(RF24_PA_MIN);
  radio.startListening();
  //Serial.println("inicio de lectura...");
  pinMode(2,OUTPUT);
  digitalWrite(2,LOW);
}
void loop()
{
  if (radio.available())
  {
    // Serial.print("Dato recibido: ");
    char text[32] = "";
    radio.read(&text, sizeof(text));
    vactual=String(text);
    if(vactual!="a")
    {
      if(vactual.equals(vantes))
      {
      }
      else
      {
        Serial.println(vactual);
        vantes=vactual;
        digitalWrite(2,HIGH);
        delay(1000);
        digitalWrite(2,LOW);
      }
    }
  }
}
```

ANEXO C. CÓDIGO PÁGINAS WEB

```
1 <!--[if IE] hual -->
2 <html lang="en" >
3 <head >
4 <title>Sistema Laboratorio de Instrumentación</title>
5 <!-- Meta tags -->
6 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1" />
7 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
8 <script>
9     addEventListener("load", function () { setTimeout(hideUIbar, 0); }, false); function hideUIbar() { window.scrollTo(0, 1); }
10 </script>
11 <!-- Meta tags -->
12 <!-- stylesheets -->
13 <link href="css/style.css" rel="stylesheet" type="text/css" media="all">
14 <!--/style sheet end here-->
15 </head>
16 <body >
17 <div class="mid-class">
18 <div class="art-right-w3ls">
19
20 <div class="welcome"></div>
21 <form action="/login" method="post">
22 <div class="main">
23 <div class="form-left-to-w3l">
24 <input type="text" name="email" placeholder="Correo" required="">
25 </div>
26 <div class="form-left-to-w3l">
27 <input type="password" name="pass1" placeholder="Contraseña" required="">
28 <div class="clear"></div>
29 </div>
30 </div>
31 <div class="left-side-forget">
32 <input type="checkbox" class="checked">
33 <span class="remember-me">Recordarme</span>
34 </div>
35 <div class="right-side-forget">
36 <a href="#" class="for">Olvidó su contraseña</a>
37 </div>
38 <div class="clear"></div>
39 <div class="btnn">
40
41 </div>
42 </div>
43 </div>
44 </div>
45 </div>
46 <div class="no-account">
47 <a style="color:#FF0000" href="#content1">Registrarse aqui</a>
48 </div>
49 </div>
50 <!-- popup -->
51 <div id="content1" class="popup-affect">
52 <div class="popup">
53 <!-- login form -->
54 <div class="letter-w3ls">
55 <form action="/signup" method="post">
56 <div class="form-left-to-w3l">
57 <input class="form-left-to-w3l" type="text" name="nombre" placeholder="Nombres" required="">
58 </div>
59 <div class="form-left-to-w3l">
60 <input type="text" name="apellido" placeholder="Apellidos" required="">
61 </div>
62 <div class="form-left-to-w3l">
63 <input type="text" name="telefono" placeholder="Teléfono" required="">
64 </div>
65 <div class="form-left-to-w3l">
66 <input type="email" name="email" placeholder="Correo" required="">
67 </div>
68 <div class="form-left-to-w3l">
69 <input type="password" name="pass" placeholder="Contraseña" required="">
70 </div>
71 </div>
72 <div >
73 <button class="btnn" type="submit">Registrar</button>
74 </div>
75 </div>
76 </form>
77 <div class="clear"></div>
78 </div>
79 <!--/login form-->
80 <a class="close" href="#"></a>
81 </div>
82 </div>
```


ANEXO D. CÓDIGO ADMINISTRADOR

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3   <head>
4     <title>Panel de administracion</title>
5     <meta charset="UTF-8" />
6     <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
7     <link rel="shortcut icon" href=" ../favicon.ico">
8     <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/demo.css" />
9     <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style2.css" />
10    <script src="https://code.jquery.com/jquery-2.2.0.min.js"></script>
11    <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Terminal+Dosis' rel='stylesheet' type='text/css' />
12  </head>
13  <body>
14    <div class="container">
15      <div class="header">
16        <p style="color:#ffffff" > <strong >ilaqo: Cuenta: </strong> Administrador</p>
17      <span class="right">
18        <a href="/logout">Cerrar Sesión</a> </b>
19      </span>
20      <div class="clr"></div>
21    </div>
22
23
24
25
26
27
28    <div>
29      <h1>Panel de Navegación <span>Control de artículos del laboratorio de Instrumentación</span></h1>
30      <div class="content">
31
32        <ul class="ca-menu">
33          <li>
34            <a href="/registrousuarios.html">
35              <span class="ca-icon">U</span>
36              <div class="ca-content">
37                <h2 class="ca-main">Administrador</h2>
38                <h3 class="ca-sub">Registro de cuentas administrador y técnicos</h3>
39              </div>
40            </a>
41          </li>
42        </ul>
43      </div>
44    </div>
45  </body>
46 </html>
```

```
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87 </html>
```

ANEXO E. CÓDIGO EQUIPOS

```
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="es">
3 <head>
4 <title>Consulta Equipos</title>
5 <link href="css/estilosconsultas.css" rel="stylesheet" type="text/css">
6 <meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=utf-8" />
7 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.1.min.js"></script>
8 <script src="http://cdn.socket.io/socket.io-1.4.0.js"></script>
9 <script type="text/javascript" src="/js/all.js"></script>
10 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
11 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/demo.css" />
12 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style9.css" />
13 <link href="http://fonts.googleapis.com/css?family=Terminal+Dosis" rel="stylesheet" type="text/css" />
14 </head>
15
16 <body><br>
17
18 <strong><h1>Listado de Equipos Registrados </h1></strong>
19
20
21 <div class="page-data">
22 <div class="data-btn">
23 <button onClick="addUser();" + Agregar</button>
24 </div>
25 <div class="data-table">
26 <table border="1" cellpadding="5" cellspacing="5">
27 <tr>
28 <th width="50px" style="text-align: center; vertical-align: middle;">No</th>
29 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Código</th>
30 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Nombre</th>
31 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Modelo</th>
32 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Cantidad</th>
33 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Descripción</th>
34 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Imagen</th>
35
36 <th width="120px" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Accion</th>
37 </tr> <br>
38 <tbody if(data.length){
39
```

```
39
40 <tr>
41 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ (i-1)&#x27;</td>
42 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ data[i].codigo</td>
43 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ data[i].nombre</td>
44 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ data[i].modelo</td>
45 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ data[i].numero</td>
46 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ data[i].descripcion</td>
47 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ {&#x27;+ <a class="a-inside edit" href="/consultas/edit_eq/{&#x27;+ data[i].idequipo> " >Editar</a>
49 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">{&#x27;+ <a class="a-inside delete" href="/consultas/borrar_eq/{&#x27;+ data[i].idequipo> ">Borrar</a>
50 </td>
51 </tr>
52 </tbody>
53 </table>
54 </div>
55 </div>
56 </div>
57
58 }else{ &#x27;
59 <tr>
60 <td colspan="3">No user</td>
61 </tr>
62 </tbody>
63 </table>
64 </div>
65 </div> <br>
66 </body>
67
68 <form action="/volvermenu" method="POST">
69 <center> <input class="form-btn" name="submit" type="submit" value="MENU PRINCIPAL" /></center>
70 </form>
71
72 </body>
73 </html>
```

ANEXO F. CÓDIGO ESTUDIANTES

```
1 <html>
2 <head>
3 <title>Consulta Estudiantes</title>
4 <link href="css/estilosconsultas.css" rel="stylesheet" type="text/css">
5 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.1.min.js"></script>
6 <script src="http://cdn.socket.io/socket.io-1.4.0.js"></script>
7 <script type="text/javascript" src="/js/all.js"></script>
8 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
9 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/demo.css" />
10 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style9.css" />
11 <link href="http://fonts.googleapis.com/css?family=Terminal+Dosis" rel="stylesheet" type="text/css" />
12 </head>
13
14 <body><br>
15
16 <strong><h1>Listado de Estudiantes Registrados </h1></strong>
17
18
19 <div class="page-data">
20 <div class="data-btn">
21 <button onClick="addUser();">+ Agregar</button>
22 </div>
23 <div class="data-table">
24 <table border="1" cellpadding="5" cellspacing="5">
25 <tr>
26 <th width="50px" style="text-align: center; vertical-align: middle;">No</th>
27 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Código</th>
28 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Nombres</th>
29 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Apellidos</th>
30 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Cédula</th>
31 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Teléfono</th>
32 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Correo</th>
33 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Escuela</th>
34 <th style="text-align: center; vertical-align: middle;">Semestre</th>
35
36 <th width="120px" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Accion</th>
37 </tr> <tr>
38 <th colspan="9" style="text-align: left; vertical-align: top;">
39 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center; font-size: 0.8em; font-family: monospace; font-weight: normal; margin-top: 10px;">
40 <tr>
41 <td style="width: 5%; padding: 5px; vertical-align: middle;">
42 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{i}</math>
43 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].codigo}</math>
44 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].nombres}</math>
45 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].apellidos}</math>
46 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].cedula}</math>
47 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].telefono}</math>
48 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].correo}</math>
49 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].escuela}</math>
50 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;"><math>{data[i].semestre}</math>
51 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;">
52 <td style="width: 15%; padding: 5px; vertical-align: middle;">
53 <a class="a-inside edit" href="/consultas/edit_est/<math>{data[i].idestudiante}</math>">Editar</a>
54 <a class="a-inside delete" href="/consultas/borrar_est/<math>{data[i].idestudiante}</math>">Borrar</a>
55 </td>
56 </tr>
57 </table>
58 </td>
59 </tr>
60 </table>
61 </tr>
62 </tr>
63 </tr>
64 </table>
65 </div>
66 </div> <br>
67
68 <form action="/volvermenu" method="POST">
69 <center> <input class="form-btn" name="submit" type="submit" value="MENÚ PRINCIPAL" /></center>
70 </form>
71
72
73
74 </body>
75
76 </html>
```

ANEXO G. CÓDIGO PRESTAR EQUIPOS

```
1 <html>
2 <head>
3 <title>Consulta Usuarios</title>
4 <link href="css/estilosconsultas.css" rel="stylesheet" type="text/css">
5 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.1.min.js"></script>
6 <script src="http://cdn.socket.io/socket.io-1.4.0.js"></script>
7 <script type="text/javascript" src="/js/all.js"></script>
8 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
9 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/demo.css" />
10 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="css/style9.css" />
11 <link href='http://fonts.googleapis.com/css?family=Terminal+Dosis' rel='stylesheet' type='text/css' />
12
13
14 <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/pdfmake/0.1.23/pdfmake.min.js"></script>
15 <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/html2canvas/0.4.1/html2canvas.min.js"></script>
16
17
18 <link href="https://www.jqeryscript.net/css/jqerysctipttop.css" rel="stylesheet" type="text/css">
19 <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/angularjs/1.6.9/angular.min.js"></script>
20
21
22
23 </head>
24
25 <body><hr>
26
27 <strong><h1 >Listado de Equipos Prestados</h1></strong>
28
29
30 <div class="page-data" ng-controller="listController">
31 <div class="data-btn">
32 <button id="pdf">Exportar PDF</button>
33 </div>
34 <div class="data-table">
35 <table id="example" border="1" cellpadding="5" cellspacing="5" >
36 <thead style="background-color: #d83e2; color: #fff" >
37 <tr>
```

```
61 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><%=data[i].nomest%></td>
62 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><%=data[i].apellest%></td>
63 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><%=data[i].cedest%></td>
64 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><%=data[i].escuelaest%></td>
65 <td style="text-align: center; vertical-align: middle;"><%=data[i].semeest%></td>
66
67 </tr>
68 <%= _
69
70 }else{ %>
71 <tr>
72 <td colspan="3">No user</td>
73 </tr>
74 <%= } %>
75
76 </table>
77 </div>
78 </div> <div>
79
80 <form action="/volvermenu" method="POST">
81 <center> <input class="form-btn" name="submit" type="submit" value="MENÚ PRINCIPAL" /></center>
82 </form>
83
84
85
86 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.3.1.slim.min.js" integrity="sha384-q8i/X+965DzO0rT7abK41JScQIAqVgRVybzobzMXp4YFvRwH+8ab3TE16jire" crossorigin="anonymous"></script>
87 <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jspdf/1.4.1/jspdf.min.js"></script>
88 <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jspdf-autotable/2.3.5/jspdf.plugin.autotable.min.js"></script>
89 <script src="http://localhost:8080/src/tableHTMLExport.js"></script>
90 <script>
91
92
93 $('#pdf').on('click',function(){
94 $('#example').tableHTMLExport({type:'pdf',filename:'sample.pdf'});
95 })
96 </script>
97
```

ANEXO H. CÓDIGO CONSULTAS

```
1 <html>
2 <head>
3 <title>Editar Usuario</title>
4 <link href="http://localhost:8080/css/estilosconsultas.css" rel="stylesheet" type="text/css">
5 <script src="https://code.jquery.com/jquery-3.1.1.min.js"></script>
6 <script src="http://cdn.socket.io/socket.io-1.4.0.js"></script>
7 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge,chrome=1">
8
9 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="http://localhost:8080/css/estilos.css" />
10 <link href="http://fonts.googleapis.com/css?family=Terminal+Dosis" rel="stylesheet" type="text/css" />
11 </head>
12
13 <body>
14
15
16 <div class="group">
17 <strong><h2><em>Editar Registro</em></h2></strong>
18
19 <form method="post" action="/consultas/edit_us/<%=data[0].idusuario%>">
20
21
22 <label>Nombres <span><em>(requerido)</em></span></label>
23 <input type="text" class="form-input" name="nombres" value="<%=data[0].nombres%>" required />
24
25
26 <label>Apellidos <span><em>(requerido)</em></span></label>
27 <input type="text" class="form-input" value="<%=data[0].apellidos%>" name="apellidos" required/>
28
29
30 <label>Telefono <span><em>(requerido)</em></span></label>
31 <input type="text" class="form-input" name="telefono" value="<%=data[0].telefono%>" required/>
32
33 <label>Correo <span><em>(requerido)</em></span></label>
34 <input type="text" class="form-input" name="correo" value="<%=data[0].correo%>" required/>
35
36 <label>Contraseña <span><em>(requerido)</em></span></label>
37 <input type="text" class="form-input" name="password" value="<%=data[0].password%>" required/>
38
39 <label>Tipo de usuario<span><em>(requerido)</em></span></label>
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63 </body>
64 </html>
65
66
67
68 </body>
69
70 </html>
```

```
33 <label>Correo <span><em>(requerido)</em></span></label>
34 <input type="text" class="form-input" name="correo" value="<%=data[0].correo%>" required/>
35
36 <label>Contraseña <span><em>(requerido)</em></span></label>
37 <input type="text" class="form-input" name="password" value="<%=data[0].password%>" required/>
38
39 <label>Tipo de usuario<span><em>(requerido)</em></span></label>
40 <input type="number" class="form-input" name="idtipousuario" value="<%=data[0].idtipousuario%>" required/>
41
42 <center><div><input type="submit" name="submit" value="Guardar">
43 <input type="button" name="cancel" value="Cancelar" class="cancel" onClick="cancelAdd()"></div></center>
44
45 </form>
46
47 </div>
48
49 <script type="text/javascript">
50
51
52 function addUser() {
53
54     window.location.href = '/customers/add';
55 }
56 function cancelAdd() {
57
58     window.location.href = '/consulta_us';
59 }
60
61 </script>
62
63 </body>
64 </html>
65
66
67
68 </body>
69
70 </html>
```

ANEXO I. INFORMACIÓN TÉCNICA DISPOSITIVOS

DATASHEET PN532



PN532/C1

Near Field Communication (NFC) controller

Rev. 3.6 — 28 November 2017
115436

Product data sheet
COMPANY PUBLIC

1. General description

The PN532 is a highly integrated transceiver module for contactless communication at 13.56 MHz based on the 80C51 microcontroller core. It supports 6 different operating modes:

- ISO/IEC 14443A/MIFARE Reader/Writer
- FeliCa Reader/Writer
- ISO/IEC 14443B Reader/Writer
- ISO/IEC 14443A/MIFARE Card MIFARE Classic 1K or MIFARE Classic 4K card emulation mode
- FeliCa Card emulation
- ISO/IEC 18092, ECMA 340 Peer-to-Peer

The PN532 implements a demodulator and decoder for signals from ISO/IEC 14443A/MIFARE compatible cards and transponders. The PN532 handles the complete ISO/IEC 14443A framing and error detection (Parity & CRC).

The PN532 supports MIFARE Classic 1K or MIFARE Classic 4K card emulation mode. The PN532 supports contactless communication using MIFARE Higher transfer speeds up to 424 kbit/s in both directions.

The PN532 can demodulate and decode FeliCa coded signals. The PN532 handles the FeliCa framing and error detection. The PN532 supports contactless communication using FeliCa Higher transfer speeds up to 424 kbit/s in both directions.

The PN532 supports layers 2 and 3 of the ISO/IEC 14443 B Reader/Writer communication scheme, except anticollision. This must be implemented in firmware as well as upper layers.

In card emulation mode, the PN532 is able to answer to a Reader/Writer command either according to the FeliCa or ISO/IEC 14443A/MIFARE card interface scheme. The PN532 generates the load modulation signals, either from its transmitter or from the LOADMOD pin driving an external active circuit. A complete secure card functionality is only possible in combination with a secure IC using the NFC-WI/S²C interface.

Compliant to ECMA 340 and ISO/IEC 18092 NFCIP-1 Passive and Active communication modes, the PN532 offers the possibility to communicate to another NFCIP-1 compliant device, at transfer speeds up to 424 kbit/s. The PN532 handles the complete NFCIP-1 framing and error detection.

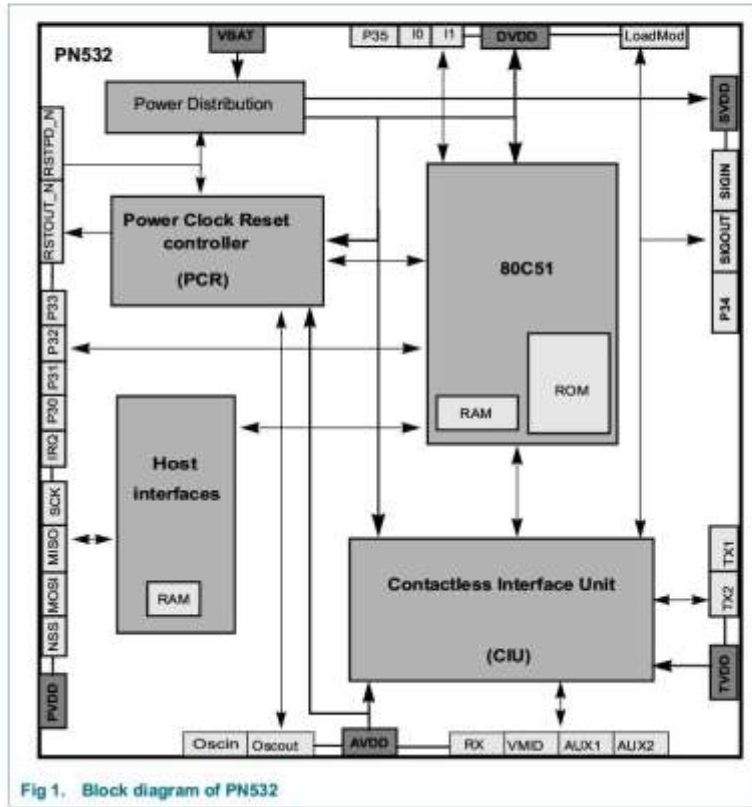
The PN532 transceiver can be connected to an external antenna for Reader/Writer or Card/PICC modes, without any additional active component.



2. Features and benefits

- 80C51 microcontroller core with 40 KB ROM and 1 KB RAM
- Highly integrated demodulator and decoder
- Buffered output drivers to connect an antenna with minimum number of external components
- Integrated RF level detector
- Integrated data mode detector
- Supports ISO/IEC 14443A/MIFARE
- Supports ISO/IEC 14443B (Reader/Writer mode only)
- Typical operating distance in Reader/Writer mode for communication to ISO/IEC 14443A/MIFARE, ISO/IEC 14443B or FeliCa cards up to 50 mm depending on antenna size and tuning
- Typical operating distance in NFCIP-1 mode up to 50 mm depending on antenna size, tuning and power supply
- Typical operating distance in ISO/IEC 14443A/MIFARE or FeliCa card emulation mode of approximately 100 mm depending on antenna size, tuning and external field strength
- Supports MIFARE Classic 1K or MIFARE Classic 4K encryption in Reader/Writer mode and MIFARE higher transfer speed communication at 212 kbit/s and 424 kbit/s
- Supports contactless communication according to the FeliCa protocol at 212 kbit/s and 424 kbit/s
- Integrated RF interface for NFCIP-1 up to 424 kbit/s
- Possibility to communicate on the RF interface above 424 kbit/s using external analog components
- Supported host interfaces
 - ◆ SPI interface
 - ◆ I²C interface
 - ◆ High-speed UART
- Dedicated host interrupts
- Low power modes
 - ◆ Hard-Power-Down mode (1 μ A typical)
 - ◆ Soft-Power-Down mode (22 μ A typical)
- Automatic wake-up on I²C, HSU and SPI interfaces when device is in Power-down mode
- Programmable timers
- Crystal oscillator
- 2.7 to 5.5 V power supply operating range
- Power switch for external secure companion chip
- Dedicated IO ports for external device control
- Integrated antenna detector for production tests
- ECMA 373 NFC-WI interface to connect an external secure IC

6. Block diagram



Fuente: (Semiconductor, 2008, pp. 1-9)



nRF24L01+

Single Chip 2.4GHz Transceiver

Preliminary Product Specification v1.0

Key Features

- Worldwide 2.4GHz ISM band operation
- 250kbps, 1Mbps and 2Mbps on air data rates
- Ultra low power operation
- 11.3mA TX at 0dBm output power
- 13.5mA RX at 2Mbps air data rate
- 900nA in power down
- 26µA in standby-I
- On chip voltage regulator
- 1.9 to 3.6V supply range
- Enhanced ShockBurst™
- Automatic packet handling
- Auto packet transaction handling
- 6 data pipe MultiCeiver™
- Drop-in compatibility with nRF24L01
- On-air compatible in 250kbps and 1Mbps with nRF2401A, nRF2402, nRF24E1 and nRF24E2
- Low cost BOM
- ±60ppm 16MHz crystal
- 5V tolerant inputs
- Compact 20-pin 4x4mm QFN package

Applications

- Wireless PC Peripherals
- Mouse, keyboards and remotes
- 3-in-1 desktop bundles
- Advanced Media center remote controls
- VoIP headsets
- Game controllers
- Sports watches and sensors
- RF remote controls for consumer electronics
- Home and commercial automation
- Ultra low power sensor networks
- Active RFID
- Asset tracking systems
- Toys

1.1 Features

Features of the nRF24L01+ include:

- Radio
 - ▶ Worldwide 2.4GHz ISM band operation
 - ▶ 126 RF channels
 - ▶ Common RX and TX interface
 - ▶ GFSK modulation
 - ▶ 250kbps, 1 and 2Mbps air data rate
 - ▶ 1MHz non-overlapping channel spacing at 1Mbps
 - ▶ 2MHz non-overlapping channel spacing at 2Mbps
- Transmitter
 - ▶ Programmable output power: 0, -6, -12 or -18dBm
 - ▶ 11.3mA at 0dBm output power
- Receiver
 - ▶ Fast AGC for improved dynamic range
 - ▶ Integrated channel filters
 - ▶ 13.5mA at 2Mbps
 - ▶ -82dBm sensitivity at 2Mbps
 - ▶ -85dBm sensitivity at 1Mbps
 - ▶ -94dBm sensitivity at 250kbps
- RF Synthesizer
 - ▶ Fully integrated synthesizer
 - ▶ No external loop filter, VCO varactor diode or resonator
 - ▶ Accepts low cost ± 60 ppm 16MHz crystal
- Enhanced ShockBurst™
 - ▶ 1 to 32 bytes dynamic payload length
 - ▶ Automatic packet handling
 - ▶ Auto packet transaction handling
 - ▶ 6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks
- Power Management
 - ▶ Integrated voltage regulator
 - ▶ 1.9 to 3.6V supply range
 - ▶ Idle modes with fast start-up times for advanced power management
 - ▶ 26 μ A Standby-I mode, 900nA power down mode
 - ▶ Max 1.5ms start-up from power down mode
 - ▶ Max 130 μ s start-up from standby-I mode
- Host Interface
 - ▶ 4-pin hardware SPI
 - ▶ Max 10Mbps
 - ▶ 3 separate 32 bytes TX and RX FIFOs
 - ▶ 5V tolerant inputs
- Compact 20-pin 4x4mm QFN package

1.2 Block diagram

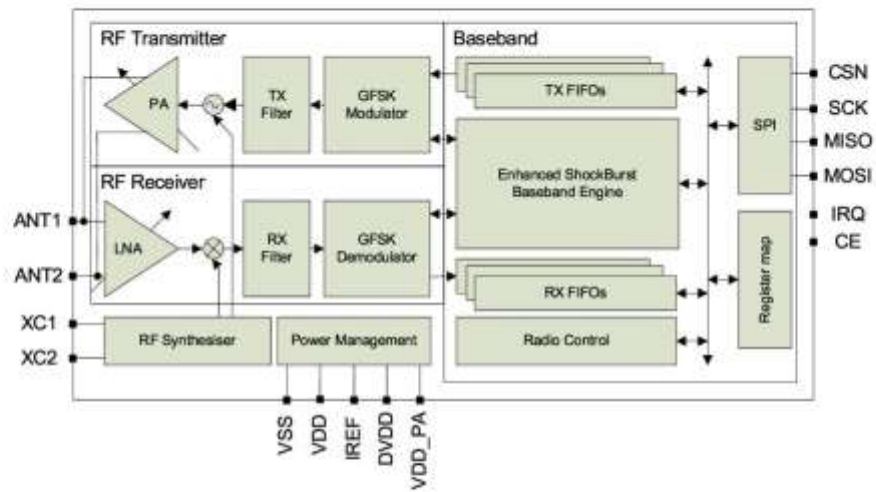


Figure 1. nRF24L01+ block diagram

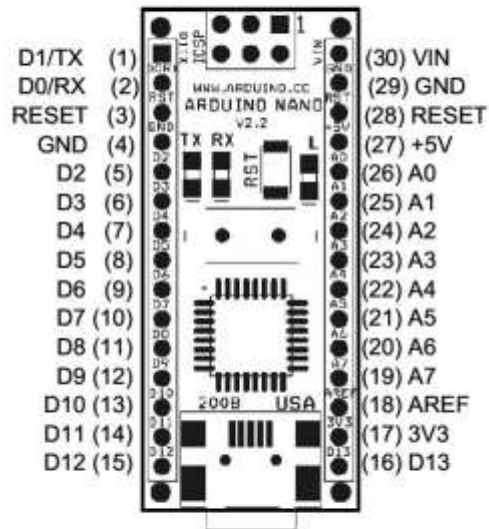
1.1 Features

Features of the nRF24L01 include:

- Radio
 - ▶ Worldwide 2.4GHz ISM band operation
 - ▶ 126 RF channels
 - ▶ Common RX and TX pins
 - ▶ GFSK modulation
 - ▶ 1 and 2Mbps air data rate
 - ▶ 1MHz non-overlapping channel spacing at 1Mbps
 - ▶ 2MHz non-overlapping channel spacing at 2Mbps
- Transmitter
 - ▶ Programmable output power: 0, -6, -12 or -18dBm
 - ▶ 11.3mA at 0dBm output power
- Receiver
 - ▶ Integrated channel filters
 - ▶ 12.3mA at 2Mbps
 - ▶ -82dBm sensitivity at 2Mbps
 - ▶ -85dBm sensitivity at 1Mbps
 - ▶ Programmable LNA gain
- RF Synthesizer
 - ▶ Fully integrated synthesizer
 - ▶ No external loop filter, VCO varactor diode or resonator
 - ▶ Accepts low cost ± 60 ppm 16MHz crystal
- Enhanced ShockBurst™
 - ▶ 1 to 32 bytes dynamic payload length
 - ▶ Automatic packet handling
 - ▶ Auto packet transaction handling
 - ▶ 6 data pipe MultiCeiver™ for 1:6 star networks
- Power Management
 - ▶ Integrated voltage regulator
 - ▶ 1.9 to 3.6V supply range
 - ▶ Idle modes with fast start-up times for advanced power management
 - ▶ 22 μ A Standby-I mode, 900nA power down mode
 - ▶ Max 1.5ms start-up from power down mode
 - ▶ Max 130 μ s start-up from standby-I mode
- Host Interface
 - ▶ 4-pin hardware SPI
 - ▶ Max 8Mbps
 - ▶ 3 separate 32 bytes TX and RX FIFOs
 - ▶ 5V tolerant inputs
- Compact 20-pin 4x4mm QFN package

DATASHEET ARDUINO NANO

Arduino Nano Pin Layout



Pin No	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Arduino Nano Bill of Material

Item Number	Qty.	Ref. Dest.	Description	Mfg. P/N	MFG	Vendor P/N	Vendor
1	5	C1,C3,C4,C7,C9	Capacitor, 0.1uF 50V 10% Ceramic X7R 0805	C0805C104K5RACTU	Kemet	80-C0805C104K5R	Mouser
2	3	C2,C8,C10	Capacitor, 4.7uF 10V 10% Tantalum Case A	T491A475K010AT	Kemet	80-T491A475K010	Mouser
3	2	C5,C6	Capacitor, 18pF 50V 5% Ceramic NOP/COG 0805	C0805C180J5GACTU	Kemet	80-C0805C180J5G	Mouser
4	1	D1	Diode, Schottky 0.5A 20V	MBR0520KT1G	ON Semi	863-MBR0520LT1G	Mouser
5	1	J1,J2	Headers, 36PS 1 Row Connector, Mini-B Recept	68000-136HLF	FCI	649-68000-136HLF	Mouser
6	1	J4	Rt. Angle	67503-1020	Molex	538-67503-1020	Mouser
7	1	J5	Headers, 72PS 2 Rows LED, Super Bright RED	67996-272HLF	FCI	649-67996-272HLF	Mouser
8	1	LD1	100mcd 640nm 120degree 0805	APT20125RCPRV	Kingbright	604-APT20125RCPRV	Mouser
9	1	LD2	LED, Super Bright GREEN 50mcd 570nm 110degree 0805	APHCM2012CGCK-F01	Kingbright	604-APHCM2012CGCK	Mouser
10	1	LD3	LED, Super Bright ORANGE 160mcd 601nm 110degree 0805	APHCM2012SECK-F01	Kingbright	04-APHCM2012SECK	Mouser
11	1	LD4	LED, Super Bright BLUE 80mcd 470nm 110degree 0805	LTST-C170TBKT	Lite-On Inc	160-1579-1-ND	Digikey
12	1	R1	Resistor Pack, 1K +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-071KL	Yageo	YC164J-1.0KCT-ND	Digikey
13	1	R2	Resistor Pack, 680 +/-5% 62.5mW 4RES SMD	YC164-JR-07680RL	Yageo	YC164J-680CT-ND	Digikey
14	1	SW1	Switch, Momentary Tact SPST 150gf 3.0x2.5mm	B3U-1000P	Omron	SW1020CT-ND	Digikey
15	1	U1	IC, Microcontroller RISC 16kB Flash, 0.5kB EEPROM, 23 I/O Pins	ATmega168-20AU	Atmel	556-ATMEGA168-20AU	Mouser
16	1	U2	IC, USB to SERIAL UART 28 Pins SSOP	FT232RL	FTDI	895-FT232RL	Mouser
17	1	U3	IC, Voltage regulator 5V, 500mA SOT-223	UA78M05CDCYRG3	TI	595-UA78M05CDCYRG3	Mouser
18	1	Y1	Crystal, 16MHz +/-20ppm HC-49/US Low Profile	ABL-16.000MHZ-B2	Abrakon	815-ABL-16-B2	Mouser

Fuente: (Nano, 2008, pp. 1-5)

DATASHEET ETIQUETAS RFID



IT70 Secure Passive RFID Tag

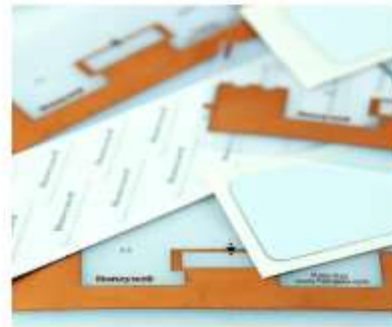
High Security, High Performance
Passive RFID Tag for Automotive
Applications

The Honeywell IT70 RFID tag is a fully passive windshield tag designed for automotive applications that benefit from the highest levels of security. Unlike most common RFID tags, the IT70 cannot be cloned, it cannot be read by unauthorized parties, and data transmissions are fully encrypted. It provides organizations with peace of mind that no unauthorized use of the tags will occur. Vehicle owners have assurance that only the issuing authorities will be able to read the tags.

The IT70 is the ideal tag to use for highway tolling applications, electronic vehicle registration, and vehicle access and payment. It can be read at ranges up to and exceeding 10 meters. The optimized cryptographic engine built into the IT70 enables it to perform AES-128 functions three times faster than competitive tags, enabling readers to monitor multiple lanes of high speed traffic with vehicles travelling at 160 kph (100 mph) or higher.

With up to six access keys, the IT70 may be used in ways other tags can't. It can be used by multiple organizations or departments, each with its own access key and own memory space. Each key can be assigned its own unique privileges according to the requirements of the application. The IT70 supports cryptographic encrypted and protected writing of data to the tag, as well as cryptographic encrypted and protected reading, so that each authorized user can be confident data is safe throughout the entire transaction process.

Being a fully passive RFID tag, once the IT70 is applied to a vehicle windshield, it requires no further maintenance. The IT70 is designed to withstand conditions ranging from tropical deserts to polar tundras, smooth sailing down modern highways or bouncing over the roughest country roads. The lifecycle of the IT70 tag is likely to outlast the lifecycle of the vehicle it is applied to.



The IT70 RFID tag enables organizations to realize the efficiencies of using RFID for vehicle identification without worry of counterfeiting, spoofing, or exposing customer data to unauthorized actors.

FEATURES & BENEFITS



UHF RFID windshield tag is designed for automotive applications such as electronic toll collection, electronic vehicle registration, and vehicle access and payment.



The most secure, fully passive RFID tag available today, provides two-way authentication and data security, up to six access keys with fully configurable privileges.



Highly optimized performance enables high speed applications while using full cryptographic functionality.



Fully standards compliant, implements ISO 18000-63, G51, EPC Gen 2 Version 2 RFID standards and ISO 29167-1, ISO 29176-10 Rev 0 and Rev 1, and ISO 29167-13 security standards.



Fully passive RFID means no battery costs and no maintenance, making the IT70 an easy, economical, and worry-free solution for all vehicle identification requirements.

IT70 Secure Passive RFID Tag Technical Specifications

RFID		PHYSICAL CHARACTERISTICS	
STANDARDS	GS1 EPC Class 1 Gen2 Version 2, ISO 18000-63	MOUNTING	Pressure sensitive adhesive (mounts to inside of windshield)
FREQUENCY	860 MHz to 870 MHz and 902 MHz to 920 MHz	DIMENSIONS	92 mm x 24 mm x 1.5 mm (3.6 in x 0.95 in x 0.06 in)
SENSITIVITY	-17dBm or better in designated frequency bands	WEIGHT	<2 grams (<0.07 oz)
ANTENNA	1 dB linear (along long axis of the tag)	ENVIRONMENTAL	
SECURITY		OPERATING TEMPERATURE	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F) at 5 %RH to 95 %RH
CRYPTOGRAPHIC STANDARDS	ISO 29167-1, ISO 29167-10 (rev 0 and rev. 1), ISO 29167-13	STORAGE TEMPERATURE INSTALLED	-50 °C to 100 °C (-58 °F to 212 °F)
CYPHERS	AES-128 or GRAIN128A	STORAGE TEMPERATURE WAREHOUSE	-40 °C to 85 °C (-40 °F to 185 °F) at 5 %RH to 95 %RH for up to 48hrs Nine months storage at 23 °C ±10 °C (73 °F ± 18 °F)
FUNCTIONS	Anonymity, tag authentication, interrogator authentication, message authentication, message encryption, untraceable, key update	VIBRATION	MIL-STD-810-G, Method 514.5
ACCESS KEYS	2 or 6	UV RESISTANCE	UL746C
PRIVILEGES ASSIGNABLE TO KEYS	<ul style="list-style-type: none"> • Read private memory • Write lower or higher numerical value • Write arbitrary value • Lock private or public memory • Use AES-128 or GRAIN128A cypher • Hide or unhide traceable information • Update keys • Hierarchical key update 		
PRNG	NIST SP 800-22 random number generator		
COUNTER MEASURES	Protected against differential power attacks		
MEMORY			
CONFIGURATIONS	<ul style="list-style-type: none"> • 1792 bits user memory with 2 crypto keys • 1280 bits user memory with 6 crypto keys 		
SEGMENTS	3 – can be public or private (key access)		

For more information

www.honeywellaidc.com

Honeywell Safety and Productivity Solutions

9680 Old Beltes Road
Fort Mill, SC 29707
honeywell.com

IT70 DataSheet 1.1A | 09/17
© 2017 Honeywell International Inc.

Honeywell

Fuente: (Inc, 2017, pp. 1-2)

Lector Wiegand de Largo Alcance



UHF Serie 10



UHF Serie 5



La serie 5 y 10 son una nueva generación de lectores UHF desarrollados por ZKTeco pensados para aplicaciones de control vehicular, de personal e incluso de mercancía.

El dispositivo integra los circuitos más rentables en la industria, la tarjeta de oscilación adopta un diseño integrado de módulo, logrando que la lectora cumpla con los requerimientos técnicos de un sistema de estacionamiento. Además, tiene las ventajas de un rendimiento de lectura estable, bajo consumo de energía, bajas temperaturas, una larga vida útil y casi nula interferencia externa al igual que protección IP66.

La lectora cumple con requerimientos indispensables para obtener las certificaciones FCC y el mercado CE entre otras certificaciones de seguridad.

Características

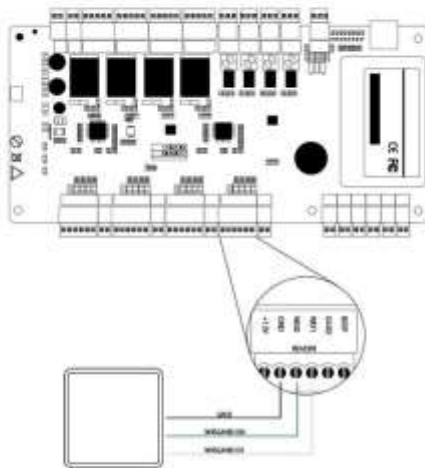
- Lectura con un alcance de hasta 12 metros (ajustable).
- Sensibilidad de lectura: modo de lectura de polarización dual.
- Wiegand 26-Bits (Puede cambiar a 34-Bits vía software).
- Dos modos de trabajo: activación lectura o lectura permanente.
- Equipado con placa de montaje.
- A prueba de agua (IP66).
- Longitud máxima del cable: 100 m.
- Reconocimiento de múltiples etiquetas.
- Ideal para aplicaciones vehiculares, de personal y de mercancía.

Fuente:

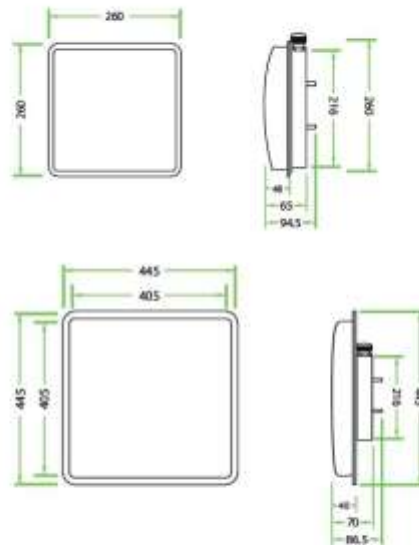
Especificaciones

Modelo	UHF1-5E / UHF1-5F	UHF1-10E / UHF1-10F
Dimensiones	260 x 260 x 65 mm	445 x 445 x 70 mm
Distancia de Lectura	Ajustable hasta 6 m	Ajustable hasta 12 m
Interfaz de Comunicación	Wiegand 26 (Por defecto) / Wiegand 34, USB	
Frecuencia	902MHz - 928MHz, 865MHz - 868MHz	
Material	Cubierta de aluminio, plástico ABS en la antena	
Voltaje de Operación	9-12V DC	
Corriente de Trabajo	150mA (Lectura permanente)	
Temperatura de Operación	-20°C hasta 60°C	
Protocolo de Interfaz	EPC global UHF Class 1Gen 2/ISO 18000-6c	
Múltiple Identificación de TAG	<100	
Modo de Trabajo	Lectura permanente / Activación de lectura	
Entrada / Salida de Interfaz	Soporta activación externa	
Consumo Máximo de Energía	<3W (Salida RF 26dBm, múltiples tag), <2W (Salida RF 26dBm, tag individual)	

Configuración



Dimensiones



ZKTeco Latinoamérica

German Centre 3-2-02, Av. Santa Fe No. 170, Lomas de Santa Fe, Álvaro Obregón, 01210 México D.F.
 (52) 55 - 5252 8418
www.zkteco-latinoamerica.com

Derechos de Autor © 2017, ZKTeco CO, LTD. Todos los derechos reservados.

ZKTeco puede, en cualquier momento y sin previo aviso, realizar cambios o mejoras en los productos y servicios o detener su producción o comercialización. El logo ZKTeco y la marca son propiedad de ZKTeco CO, LTD.

Fuente: (ZKTeco, 2017, pp. 1-2)