



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE  
SEGURIDAD Y CONTROL DE  
INVENTARIO CON TECNOLOGÍA DE  
IDENTIFICACIÓN POR  
RADIOFRECUENCIA EN LOS  
LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA  
Y TELECOMUNICACIONES DE LA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**Autores:**

Alvarado, Francelis

C.I: 26.792.435

Hernández, José

CI: 26.942.680

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master)- Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA  
Y TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE  
INVENTARIO CON TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR  
RADIOFRECUENCIA EN LOS LABORATORIOS DE  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES DE LA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de  
INGENIERO ELECTRÓNICO E INGENIERO EN  
TELECOMUNICACIONES

**Autores:**

Alvarado, Francelis

C.I: 26.792.435

Hernández, José

C.I: 26.942.680

**Tutor:** Ing. José Centeno

C.I: 10.738.814

San Diego, Mayo 2019



FI-T/E -001-2019-2CR (TG)

Valencia, 19 de Julio de 2019

Ciudadanos:  
Francelis Alvarado  
C.I:26.792.435  
José Hernández  
C.I:26.942.680  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 19-07-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE INVENTARIO CON TECNOLOGIA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LOS LABORATORIOS DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES EN LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ.** Presentado por usted (es) como requisitos para optar al título de Ingeniero Electrónico e Ingeniero en Telecomunicaciones.

Se ratifica la designación del Ing. José Centeno C.I:10.738.814 y la Ing. Alicia De Pizzela C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos y Metodológicos que los asesoraran en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Luis Lira**

**Decano de la Facultad de Ingeniería**



e.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado(01).

Ll/c



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero José Centeno portador de la cédula de identidad N° 10.738.814, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos Francelis Alvarado y José Hernández portadores de la cédula de identidad N° 26.792.435 y 26.942.680 (respectivamente), titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE INVENTARIO CON TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES DE LA UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico e Ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los dos días del mes de octubre del año dos mil diecinueve.

Ing. José Centeno

C.I.: V- 10.738.814

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pp.</b>
<b>RESUMEN</b> .....	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
 <b>CAPÍTULO</b>	
<b>I. EL PROBLEMA</b>	
1.1. Planteamiento del Problema.....	4
1.2. Formulación del Problema.....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
1.4. Justificación del Problema.....	6
1.5. Alcance.....	7
 <b>II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.2.1 Control de inventario.....	10
2.2.2 Tipos de sistemas de inventario.....	12
2.2.3 Niveles de control de inventario.....	13
2.2.4 La identificación automática.....	14
2.2.5 Sistemas RFID.....	14
2.2.6 Arquitectura de los sistemas RFID.....	16
2.2.6.1 Etiqueta RFID.....	16
2.2.6.2 Lector de RFID o transceptor.....	18
2.2.6.3 Subsistema de procesamiento de datos o middleware RFID.....	19
2.2.7 Clasificación de los sistemas RFID.....	20
2.2.8 Estándares y protocolos de los sistemas RFID.....	22
2.2.9 Redes.....	24
2.2.9.1 Procesamiento distribuido.....	24
2.2.9.2 Criterios de redes.....	25
2.2.9.3. Aplicaciones.....	28
2.2.10. Redes VLAN.....	30
2.2.11. Clasificación de las redes VLAN.....	30
2.2.12. Protocolos relacionados a las VLAN.....	31
2.2.12.1 IEEE 802.1Q .....	31
2.2.12.2 Spanning Tree Protocol (STP).....	31

2.2.12.3 VLAN Trunking Protocol (VTP).....	32
2.2.13 MySQL.....	33
2.3 Definición de términos básicos.....	33
<b>III. MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de Investigación.....	34
3.2 Diseño de la Investigación.....	34
3.3 Nivel de la Investigación.....	35
3.4 Población y Muestra.....	35
3.5 Técnicas e Instrumentos de investigación.....	36
3.6 Fases Metodológicas.....	37
<b>IV. RESULTADOS</b>	
4.1 Fase I: Evaluar la situación actual del proceso de control de inventario en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones.....	40
4.1.1 Descripción del proceso de control de inventario	40
4.1.2 Análisis FODA de los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones	43
4.2 Fase II: Identificar la arquitectura de los sistemas de identificación por radiofrecuencia para determinar los componentes y dispositivos que son necesarios para su instalación.....	47
4.2.1 Frecuencia del sistema	48
4.2.2 Selección de equipos	49
4.2.2.1 Lectores fijos	49
4.2.2.2 Lector portátil	52
4.2.2.3 Etiquetas o tags	53
4.2.2.4 Controlador	54
4.2.2.5 Middleware	55
4.2.3 Conexión y distribución de los equipos fijos	56
4.3 Fase III: Diseñar el programa para el microcontrolador que almacene y filtre la información recibida del sistema de control de inventario a través de una base de datos.....	59
4.3.1 Lectura de las etiquetas RFID.....	59
4.3.2 Creación de la base de datos.....	61
4.3.2 Conexión con la base de datos.....	62
4.4 Fase IV: Simular una red de área local virtual que permita la comunicación entre los dispositivos que integran el sistema de los diferentes laboratorios.....	64
4.4.1 Diseño físico de la red.....	64
4.4.1.1 Situación actual y equipos necesarios para la red.....	64

4.4.2 Diseño lógico de la red.....	72
4.4.2.1 Topología de la red.....	72
4.4.2.2 Direccionamiento de red.....	73
4.4.3 Simulación y prueba de la red.....	75
4.4.3.1 Conexión de equipos y configuración del switch.....	75
4.4.3.2 Asignación de direcciones IP.....	76
4.4.4 Prueba de comunicación entre los host.....	77
4.5 Fase V: Determinar la factibilidad técnica y económica de la propuesta.....	78
4.5.1 Factibilidad técnica.....	78
4.5.1.1 Recursos tecnológicos.....	79
4.5.1.2 Infraestructura.....	79
4.5.2 Factibilidad económica.....	82
4.5.2.1 Presupuesto del proyecto.....	82
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>87</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>94</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.	<b>Pp.</b>
1 Esquema de un sistema RFID.....	15
2 Esquema de una etiqueta RFID.....	17
3 Esquema de un lector de RFID.....	18
4 Bandas de frecuencias utilizadas en sistemas RFID.....	21
5 Distribución de los laboratorios.....	40
6 Clasificación de la merma.....	42
7 Diagrama de flujo del sistema RFID.....	48
8 Módulo lector/grabador industrial Ir2500.....	49
9 Multiplexor electrónico de FQ Ingeniería Electrónica S.A.....	51
10 Antena externa industrial ip65 para lectores HF.....	52
11 Distancia de lectura con relación a la longitud del cable.....	57
12 Distribución de los equipos para el sistema de lecturas con antenas fijas RFID.....	58
13 Esquema de conexiones del módulo RC522.....	60
14 Registros de la tabla equipos.....	62
15 Esquema de la base de datos relacional.....	62
16 Ethernet Shield W5100.....	63
17 Estructura de la tabla inventario.....	64
18 Verificación de acceso en phpMyAdmin.....	64
19 Computador de escritorio.....	66
20 Conector RJ-45 macho.....	67
21 Cisco Catalyst 2960-24PC-S Switch.....	68
22 Router Cisco 1941.....	69
23 Rack de almacenamiento.....	70
24 Diagrama de conexiones y equipos del piso 5.....	72
25 Diagrama de red, topología de estrella.....	73
26 Ejemplo de direccionamiento IP y conexiones.....	74
27 Conexiones de equipos.....	76
28 Asignación de dirección IP.....	76
29 Conexiones del switch.....	77
30 Conexiones del router.....	77
31 PING entre equipos.....	78

## INDICE DE TABLAS

Tabla.	Pp.
1 Características de la gestión y la optimización del inventario.....	12
2 Protocolos EPC global.....	23
3 Estándares ISO aplicables al RFID.....	23
4 Matriz FODA planificación estratégica.....	47
5 Especificaciones técnicas del LR2500.....	50
6 Especificaciones técnicas del lector de mano HF.....	53
7 Especificaciones técnicas de las etiquetas ISO 15693.....	54
8 Características de la tarjeta Arduino UNO.....	55
9 Cantidad de equipos del sistema de seguridad RFID.....	58
10 Conexión de pines entre el RC5222 Y Arduino UNO.....	60
11 Recursos disponibles para futura implementación de la red.....	68
12 Categorías de cable UTP.....	70
13 Especificaciones del Switch Cisco Catalyst 2960.....	73
14 Tabla de direcciones IP.....	74
15 Lista direcciones con respectivos host.....	75
16 Presupuesto para los equipos del sistema RFID.....	81
17 Presupuesto para los equipos del sistema de red VLAN.....	81
18 Presupuesto para el personal que desarrollo el sistema.....	82
19 Presupuesto total del proyecto.....	84
20 Presupuesto de implementación de un sistema RFID con licencia privada.....	85



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD Y CONTROL DE  
INVENTARIO CON TECNOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN POR  
RADIOFRECUENCIA EN LOS LABORATORIOS DE  
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES DE LA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**Autores:** Alvarado Francelis, Hernández José

**Tutor:** Ing. José Centeno

**Fecha:** mayo, 2019

**RESUMEN**

En este proyecto, se presenta una propuesta de diseño un sistema de seguridad y control de inventario con tecnología RFID en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez con el objetivo de automatizar dicho proceso, para ello se tomó en cuenta la arquitectura, frecuencia de operación y el rango de alcance necesario en los sistemas RFID, además para lograr una mejor gestión y seguridad de los datos se incluyó el diseño una red vlan en dicha área. Se definió la investigación bajo los lineamientos de proyecto factible con diseño de campo y a nivel descriptivo y se establecieron técnicas de recolección de datos como la observación directa y la entrevista semi estructurada. Posteriormente se describieron los resultados obtenidos, a través de la automatización del proceso de control de inventario se pudo mitigar las debilidades y amenazas del proceso actual.

**Descriptores:** Control de inventario, RFID, Red VLAN.

## INTRODUCCIÓN

A través del tiempo la tecnología ha reducido las barreras para el desarrollo de las empresas ya que les ha permitido incrementar sus ingresos, mejorar procesos e implementar nuevas herramientas dentro de las compañías. El incremento de los estándares mundiales de calidad, el acceso a la información de parte de los consumidores, entre otros factores ha obligado a las empresas en crecimiento a adquirir infraestructuras y herramientas tecnológicas que les permitan competir en la economía del conocimiento y les ayuden a transformar sus ofertas de productos y servicios.

Con el crecimiento y cambio constante de las demandas del mercado para un diverso catálogo de productos se ha vuelto fundamental que las industrias posean un control actualizado, ordenado y constante de los niveles de inventario que disponen, su descontrol se presta no sólo a robos, sino también a mermas y desperdicios, pudiendo causar un fuerte impacto sobre las utilidades. En el presente estudio se demostrara como se pueden utilizar la tecnología de identificación por radiofrecuencia para mejorar los procesos de las empresas en este caso se aplicara al proceso del control de inventarios en los laboratorios de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez.

La implementación de la misma es una inversión que permite a las grandes y pequeñas empresas estar a la vanguardia de los nuevos tiempos apegados cada vez más a la automatización, con procesos competitivos tanto en el mercado nacional como internacional, así como también, aumentar la productividad y reducir el tiempo necesario para el desarrollo de procesos, lo cual supone al mismo tiempo una reducción de costos y un sistema eficiente para las empresas. El desarrollo de este trabajo de grado se encuentra estructurado de la siguiente manera: El Capítulo I, denominado “**El Problema**”, en el que se expone el planteamiento del problema, la

formulación del problema, los objetivos tanto generales como específicos, la justificación de la investigación y el alcance. El Capítulo II, “**Marco Teórico**”, se mencionan los diferentes antecedentes que sirvieron de base referencial para el desarrollo del trabajo de grado, las bases teóricas que la sustentan y por último, la definición de términos. El Capítulo III, “**Marco metodológico**”, se expone el diseño, tipo y nivel de la investigación, la población y muestra de igual forma las fases metodológicas que contemplan las actividades que se desarrollaron para cumplir de los objetivos formulados. Y finalmente el Capítulo IV, titulado “**Recursos**”, se describe las herramientas necesarias para el desarrollo del proyecto y por último el cronograma de actividades.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

En la actualidad una gran parte de los seres humanos tienen acceso a las nuevas tecnologías que pueden ser aplicadas para la resolución de problemas concretos. Dentro de este marco las grandes y pequeñas empresas han hecho uso de los diferentes tecnologías a su disposición para ajustarse a los márgenes logísticos y lograr un inventario altamente controlado, vigilado y ordenado, dado a que de éste depende el proveer y distribuir adecuadamente lo que tienen, colocando así el inventario a disposición en el momento indicado.

Evidentemente, debe mencionarse que un control de inventario debe ser eficiente y eficaz, la organización debe ser capaz de administrar en tiempo real tanto el movimiento de stock como el almacenamiento de mercancía, así como el flujo de información y recursos que resultan de ello, confeccionándolo de forma automática y continua. Resulta claro que en toda área de trabajo es indispensable conocer los equipos con los que dispone la organización, además de ser capaz de identificar fácilmente el estado actual de los equipos, determinar si los mismos están operativos o no, para mantener actualizado el reporte de fallas manteniendo así una gestión eficaz del proceso de inventario.

Dentro de este marco, la Universidad José Antonio Páez (UJAP) cuenta con diversos laboratorios para las áreas de ingeniería electrónica e ingeniería en telecomunicaciones en los cuales se encuentran los equipos necesarios para que los estudiantes puedan realizar prácticas y desarrollar proyectos durante su periodo de estudio. En dichos laboratorios trabaja un personal de técnicos y becarios que se encargan de facilitar el acceso a las instalaciones, supervisión, organización, distribución, reparación de los equipos y del control de inventario.

Debe señalarse, que actualmente el control de inventario realizado en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones se realiza de forma manual y cada determinado tiempo. Este proceso es realizado por un técnico, el cual se encarga de registrar en una lista cada uno de los equipos que estén dentro de los diferentes laboratorios diferenciando cada uno de ellos con un código alfanumérico completando así un conteo físico del inventario existente, una vez terminado el proceso, la lista del inventario es entregada al director de la escuela de electrónica y telecomunicaciones.

En este sentido, se comprende que con la utilización de este sistema, el personal de la universidad solo puede saber el inventario exacto en el momento de hacer un conteo físico, lo cual por lo general se hace al final de cada periodo lectivo, este método para el control de inventario ha sido utilizado durante años ya que fue establecido por las autoridades de la Universidad José Antonio Páez y hasta el día de hoy se mantiene en uso a pesar de ser un sistema anticuado. Como consecuencia de lo antes expuesto, es necesario mencionar que el procedimiento actual tiene ciertas desventajas y dificultades que advierten sobre los contratiempos en el proceso de control de inventario manual, a continuación se mencionan algunos aspectos importantes:

- Ø No se mantienen los datos actualizados de los niveles de stock la mayor parte del tiempo dificultando la visualización de necesidades y oportunidades del inventario en tiempo real.
- Ø Al ser un método obsoleto las actividades se realizan de manera más lenta ocasionando estrés laboral al personal encargado generando retrasos en la etapa de cierre de inventario, ya que el personal lo ve como un proceso tedioso de realizar.
- Ø El registro del inventario queda en hojas blancas o en una sola computadora y no se tiene un respaldo adicional por lo que el material puede perderse, resultar deteriorado con el tiempo o por contacto con sustancias líquidas.

Ø Al estar separados los laboratorios la gestión de los equipos que pertenecen a cada uno puede ser complicada ya que constantemente se realizan traslados de los equipos a otras áreas con fines de utilizarlo o por un cambio de laboratorio.

Por último, es conveniente acotar, que la universidad al contar solo con un control manual del movimiento de los equipos en los laboratorios puede surgir algún olvido por parte del usuario para guardar el debido registro de algún movimiento. Pudiendo resultar así en un malentendido entre el personal técnico y el usuario, he inclusive una posible pérdida de los equipos ya que actualmente no existe un sistema que respalde la ubicación del equipo y que garantice que el equipo será devuelto al laboratorio que le corresponde, esto hace que su seguridad se vea comprometida.

## **1.2. Formulación del Problema**

Todo lo expuesto anteriormente conlleva al planteamiento de una gran interrogante:

¿Cómo se podría garantizar la seguridad y un control eficiente de los diferentes equipos que se encuentran en los laboratorios de las áreas de electrónica y telecomunicaciones?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de un sistema de seguridad y control de inventarios con tecnología de identificación por radiofrecuencia en los laboratorios de Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la situación actual del proceso de control de inventario en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones.
- Identificar la arquitectura de los sistemas de identificación por radiofrecuencia para determinar los componentes y dispositivos que son necesarios para su instalación.

- Diseñar el programa para el microcontrolador que almacene y filtre la información recibida del sistema de control de inventario a través de una base de datos.
- Simular una red de área local virtual que permita la comunicación entre los dispositivos que integran el sistema de los diferentes laboratorios.
- Determinar la factibilidad técnica y económica de la propuesta.

#### **1.4 Justificación**

Este estudio nace de la observación de diversas situaciones que se presentan a causa de la falta de información que existen para la correcta manipulación de los equipos que se encuentran en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones. Este diseño le permitirá a la escuela de electrónica y telecomunicaciones de la UJAP tener un mejor control de los equipos que se encuentran dentro de sus instalaciones, ya que esta propuesta está enfocada en mejorar la seguridad en los laboratorios con un monitoreo constante de los equipos que se encuentran dentro de las áreas delimitadas y cada uno de ellos estará registrado a una base de datos por lo que será muy fácil para el personal acceder a la información.

Aunado a lo anterior expuesto, se lograría una gestión más eficaz de los equipos entre los diferentes laboratorios de cada área, ya que cada uno de ellos estaría asociado a una red de área local virtual diferente según la materia a la que correspondan, evitando así la vulneración de los mismos por parte de los estudiantes o personal externo ya que las computadoras que tienen datos sensibles estarían separadas del resto de la red, disminuyendo las posibilidades de que ocurran violaciones de información confidencial.

Cabe considerar, de igual forma los resultados de esta investigación le permitirán al personal de técnicos y becarios que laboran en el área de los laboratorios ampliar su campo de conocimientos, mejorar su desempeño y destrezas ya que trabajarán con un sistema automatizado que les dará más control y seguridad en su campo laboral.

## **1.5 Alcance**

Es de suma relevancia destacar que este trabajo de grado contempla sólo una propuesta del diseño de un sistema automatizado de seguridad y control de inventario mediante el uso de tecnología RFID o identificación por radiofrecuencia (del inglés Radio Frequency Identification) y bajo ningún concepto implica su implementación. Por tal razón, el correcto funcionamiento del sistema diseñado, será comprobado mediante la simulación de un prototipo.

El diseño del sistema será realizado tomando en cuenta el stock de materiales existentes en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la universidad José Antonio Páez. De tal manera que se puedan aprovechar los recursos con los que cuenta la universidad en el caso de que la propuesta quiera ser implementada. Al culminar este proyecto se presentará la propuesta del diseño a las autoridades pertinentes de la universidad José Antonio Páez las mismas se encargarán de evaluarla y decidir si se realizará la implementación en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Antecedentes de la Investigación.

Rodríguez, N y Mora, S. (2016), realizo una tesis que llevo por título **“Diseño de un prototipo basado en la tecnología RFID para el monitoreo de equipos digitales”** para para optar por el título de ingeniería de sistemas en la universidad Libre de Bogotá, Colombia. Dicha investigación tuvo como objetivo crear un prototipo de un sistema de monitoreo basado en tecnología RFID para establecer la ubicación de los equipos de valor como portátiles, equipos de escritorio, video beam o activos similares los cuales por lo general maneja una empresa en la actualidad. Los autores trabajaron con la empresa española Yebane como un piloto de sustentación de prueba de la solución construida, finalmente concluyeron que mediante la implementación de ese sistema la empresa obtuvo mejoras en los niveles de servicio al cliente y en la realización de procesos de gestión relacionados con normatividades de identificación y protección.

Ahora bien, el aporte del trabajo de grado a la presente investigación fue la ampliación de ideas y conocimientos acerca de la masificación de los beneficios tecnológicos en el espectro de la industria y la producción mejorando notablemente la gestión realizada en esas áreas.

Así mismo, Gutiérrez, L. (2016), presentó ante la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador su trabajo de grado titulado **“Estudio de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), sus aplicaciones y la convergencia con el internet de las cosas (IoT)”** En este trabajo se explica el uso de las tecnologías que convergen con el Internet de las cosas, el uso y aplicación de la identificación por radiofrecuencia como factor fundamental para interconectar los diferentes tipos de dispositivos. El autor concluyó que a través de la tecnología RFID se logra una automatización de los diferentes procesos en la cual no se

necesita la intervención de hombre entre el lector y las etiquetas para obtener una identificación además al aplicarle el Internet de las Cosas se provee una red RFID integrada e interconectada para el intercambio de diversos tipos de información como es estado, localización e identificación.

El aporte del trabajo de grado mencionado a la presente investigación fue la ampliación de conocimientos acerca de la relación del internet de las cosas con una red RFID la cual interconectada con diversos equipos permite conocer en tiempo real qué, dónde y cuándo suceden las cosas de manera remota.

Dentro de este orden de ideas, Farah, J. (2016), ostentó ante la Universidad Nacional de Altiplano de Puno, Perú su tesis para optar por el título de ingeniero en sistemas, titulada **“Modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para la red de área local del proyecto especial lago titicaca – sede central puno - 2016”**. Dicho trabajo tuvo como objetivo principal diseñar un modelo de implementación de redes virtuales VLAN y priorización del ancho de banda para mejorar el rendimiento de la red de área local del Proyecto Especial Lago Titicaca- sede central Puno. En el presente trabajo se logró el diseño de un modelo jerárquico que permitió mejorar el rendimiento de la red mediante implementación de políticas de seguridad, mecanismos y configuración, así mismo demostró que el sistema anterior era poco eficiente en comparación el propuesto y que la segmentación de redes permitió la creación de un modelo que soporte transmisión de voz y datos, redes virtuales VLAN, priorización de ancho de banda, políticas de seguridad, mapeo de usuarios y direcciones IP.

El aporte del trabajo de grado mencionado anteriormente a esta investigación radica en lograr una mejor gestión entre los equipos que se abordan en el sistema de control de inventario a través del diseño de una red VLAN en el área de los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones que permita mejorar la seguridad y administrar los equipos de forma eficaz, tal y como se ha puntualizado.

## **2.2 Bases teóricas**

Para la realización de un trabajo de investigación es importante recurrir a textos especializados, relacionadas con el tema a tratar, y que resultan indispensables para la mejor comprensión y desarrollo del mismo en la búsqueda de una orientación más adecuada. Las bases teóricas, comprende todo el grupo de ideas que una o varias personas tienen con respecto a un tema específico. Arias (2012), afirma que “Las bases teóricas implican un desarrollo amplio de los conceptos y proposiciones que conforman el punto de vista o enfoque adoptado, para sustentar o explicar el problema planteado”. Por esta razón, dentro del basamento teórico se encuentran las diferentes teorías relativas al control de inventario, la selección sistemas de identificación por radio frecuencia, entre otros.

### **2.2.1 Control de inventario**

Según Vermorel, J. (2013), el control de inventario se refiere a “todos los procesos que coadyuvan al suministro, accesibilidad y almacenamiento de productos en alguna compañía para minimizar los tiempos y costos relacionados con el manejo del mismo”. Este es un mecanismo a través del cual, la organización administra de manera eficiente el movimiento y almacenamiento de mercancía, así como el flujo de información y recursos que resultan de ello. Involucra distintos aspectos, pero en términos generales se subdivide en lo correspondiente a gestión y optimización. El control del inventario involucra distintos aspectos, pero en términos generales se subdivide en lo correspondiente a dos grandes áreas:

- **La gestión del inventario:** Es casi imposible desvincular del software de gestión del inventario en la mayoría de las configuraciones basadas en computadoras. El objetivo de la gestión del inventario es mantener una alta productividad en todas las operaciones de inventario.
- **La optimización del inventario:** Se refiere a que los costes de almacenamiento y los de situaciones de desabastecimientos sean minimizados al tiempo que se enfrenta una demanda futura incierta.

El objetivo de la optimización del inventario es maximizar el resultado financiero del inventario para la empresa.

Si bien hay un solo inventario, esas dos áreas reflejan problemas diferentes, que se abordan por separado. A continuación se delinearán las principales diferencias entre estos dos puntos de vista. (Ver tabla 1).

<b>Características</b>	<b>Gestión</b>	<b>Optimización</b>
Esencia del software	<b>Orientado a las funciones.</b> Con el fin de lograr mayor productividad, ya que el software proporciona más soporte	<b>Orientado al rendimiento.</b> Se evalúa sobre la base del rendimiento financiero del software.
Disponibilidad operativa	<b>En tiempo real.</b> Si el software no está disponible, la compañía literalmente no puede operar su inventario.	<b>Offline.</b> La mayoría de las decisiones de inventario se toman una vez por día, y se pueden generar en lotes.
Carga computacional	<b>Baja.</b> El software solo debe reflejar movimientos físicos del inventario a medida que suceden, un proceso muy lento si se lo compara con la potencia de procesamiento en una computadora moderna.	<b>Alta.</b> El software debe realizar simulaciones, o equivalentes, reprocesando a menudo el historial completo varias veces para realizar las optimizaciones.
Coste del cambio	<b>Alto.</b> Todos los procesos se estructuran en torno al software. Este representa el "estado" del inventario, resulta poco práctico tener sistemas coexistentes.	<b>Bajo.</b> Pueden coexistir varios sistemas, siempre y cuando se defina un "objetivo aplicable" para cada uno.

**Tabla 1. Características de la gestión y la optimización del inventario.**

Fuente: [https://www.lokad.com/es/definicion-control-de-inventario#La\\_soluci%C3%B3n\\_de\\_Lokad\\_4](https://www.lokad.com/es/definicion-control-de-inventario#La_soluci%C3%B3n_de_Lokad_4) (2013).

### 2.2.2 Tipos de sistemas de inventarios

Dependiendo de la periodicidad con la se realizan los inventarios en una empresa, se pueden distinguir dos tipos de sistemas de inventarios que poseen características diferenciadas.

- **Sistema de inventario perpetuo:** Con este sistema, también denominado sistema permanente o constante, durante el día el día de la actividad de la empresa se realiza un inventario continuo a través del registro de todos los productos y materiales que se tienen para la producción y venta al cliente. De esta forma, la empresa posee una actualización constante del inventario de la empresa y puede conocer el coste del inventario y los productos que ya se han vendido sin tener que realizar el necesario conteo físico en ese momento; sin embargo, es necesario un conteo físico una vez al año para verificar la exactitud de los registros. Los registros perpetuos son útiles para preparar los estados financieros mensuales, trimestral o provisionalmente. El negocio puede determinar el costo del inventario final y el costo de las mercancías vendidas directamente de las cuentas sin tener que contabilizar el inventario. Si las compañías preparan los estados financieros mensualmente, los registros de inventario perpetuo muestran el inventario final existente,
- **Sistema de inventario periódico:** Al contrario que el anterior, en los sistemas de inventarios periódicos se contabiliza de forma continuada el inventario sino que se realiza de forma ocasional. Suele hacerse al final del ejercicio económico, aunque puede realizarse varias veces al año según las exigencias de la empresa. El problema de este tipo de inventarios es que, en ocasiones, se paraliza la actividad de la empresa para poder realizarlos.

### 2.2.3 Niveles de control de inventario

Basándose en un análisis histórico del uso de inventarios y tiempos de entrega, se puede calcular una serie de niveles de control para optimizar

la gestión. Estos indicadores determinan en qué momento solicitar un pedido a los proveedores de insumos y la cantidad que se requiere para satisfacer la demanda.

- **Punto de pedido (o reorden):** Cuando los inventarios alcanzan este nivel, una orden debe ser solicitada para reponer inventarios. El nivel de pedido se determina considerando lo siguiente:
  - La tasa máxima de consumo (demanda generada por día).
  - El plazo máximo (tiempo de entrega de una nueva orden).

La fórmula básica para determinar el nivel de pedido es la siguiente:

$$\text{Punto de pedido} = \text{Demanda por día} \times \text{Tiempo de entrega de nueva orden (días)} \quad (\text{Ec.1})$$

- **Nivel mínimo de inventarios:** Este indicador es una herramienta útil para llamarle la atención a la gerencia sobre el hecho de que el inventario se acerca a un nivel peligrosamente bajo. El nivel de inventario nunca debería llegar a estar debajo de este indicador, ya que significa que es posible una interrupción en la operativa. La fórmula básica para determinar el nivel mínimo es la siguiente:

$$\text{Nivel mínimo} = \text{punto de pedido} - (\text{demanda promedio por día} \times \text{tiempo promedio de entrega al cliente}). \quad (\text{Ec.2})$$

#### 2.2.4 La identificación automática

Guijosa (2014) define la identificación automática o Auto ID, como “Un amplio abanico de tecnologías utilizadas para que una máquina pueda identificar ciertos objetos. Lo más habitual es que las empresas busquen poder identificar sus objetos de una forma automática, con tal de tenerlos identificados informáticamente en todo momento sin tener que recurrir a que uno o varios empleados tengan que hacer esa faena manualmente”.

En este sentido se comprende, como el principal objetivo de la Auto ID es aumentar la eficiencia, disminuyendo los errores en la introducción de la información y liberando personal para que pueda encargarse de otras faenas. Las tecnologías en esta área son muy amplias, entre las más destacadas se encuentran el código de barras, sistemas biométricos, rfid,

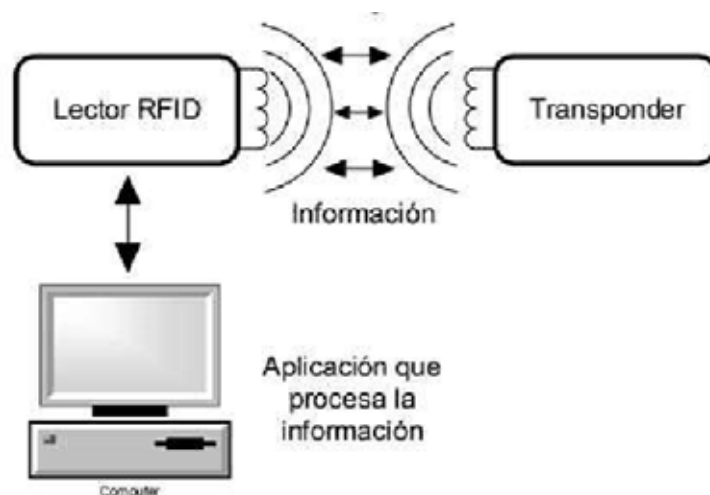
reconocimiento óptico de caracteres y las tarjetas inteligentes. Este trabajo se centrará en el uso de la tecnología RFID aplicado al proceso de control de inventario por lo cual serán estudiadas las posibilidades potenciales que ofrece dicha tecnología en la automatización del proceso de control de inventario.

### 2.2.5 Sistemas RFID

RFID o identificación por radiofrecuencia (del inglés *Radio Frequency Identification*) es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas o transpondedores.

Almonacid (2007) define los sistemas RFID como “Un sistema que utiliza una tecnología inalámbrica que nos permite, básicamente, la comunicación entre un lector y una etiqueta. Estos sistemas permiten almacenar información en sus etiquetas mediante comunicaciones de radiofrecuencia. Esta información puede ir desde un bit hasta varios Kbyte, dependiendo principalmente del sistema de almacenamiento que posea el transponder”.

El propósito fundamental de la tecnología RFID es transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio. En la siguiente figura se puede apreciar el esquema de un sistema básico de RFID. (Ver figura 1).



**Figura 1. Esquema de un sistema RFID.**

Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-un-sistema-RFID-9\\_fig2\\_316212436](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-un-sistema-RFID-9_fig2_316212436) (2014)

Como se puede ver en la Figura 1, existen dos interfaces de comunicación:

- **Interfaz Lector-Sistema de Información:** La conexión se realiza a través de un enlace de comunicaciones estándar, que puede ser local o remoto y cableado o inalámbrico como el RS 232, RS 485, USB, Ethernet, WLAN, GPRS, UMTS, etc.
- **Interfaz Lector-Etiqueta (tag):** Se trata de un enlace radio con sus propias características de frecuencia y protocolos de comunicación.

Para la creación de un sistema RFID se deben tomar en cuenta diversos factores de diseño como el rango de alcance donde se puede mantener la comunicación, la cantidad de información que puede almacenar el transponder, la velocidad de flujo de datos que se puede obtener entre lector y etiqueta, el tamaño físico de la etiqueta, la habilidad del lector para mantener la comunicación con varias etiquetas a la vez o la robustez que ofrece la comunicación a posibles interferencias de materiales entre lector y etiqueta. Se debe tener en cuenta también el nivel de emisión para no sobrepasar las regulaciones impuestas en cada país, si existe una batería suplementaria para realizar la comunicación entre etiqueta y lector o la frecuencia portadora RF usada en la comunicación entre lector y transponder.

Así mismo, los sistemas RFID tienen la ventaja de su total funcionamiento sin visibilidad directa entre lector y etiqueta. En este aspecto es donde claramente supera a tecnologías similares como el código de barras y a otros sistemas ópticos. Pero es debido a su costo, que aunque ha ido reduciéndose progresivamente siempre será superior al del código de barras, por esta razón el RFID no se ha implementado en aplicaciones sencillas donde el código de barras sigue dominando el mercado. Pero, es en las aplicaciones donde el código de barras y la tecnología óptica es más limitada y no resultan efectivos, donde el crecimiento de la tecnología RFID es más notorio.

## 2.2.6 Arquitectura de los sistemas RFID

Un sistema básico RFID se compone básicamente de tres elementos: Transpondedor o etiqueta, lector o interrogador, y un subsistema de procesamiento de datos conocido como middleware.

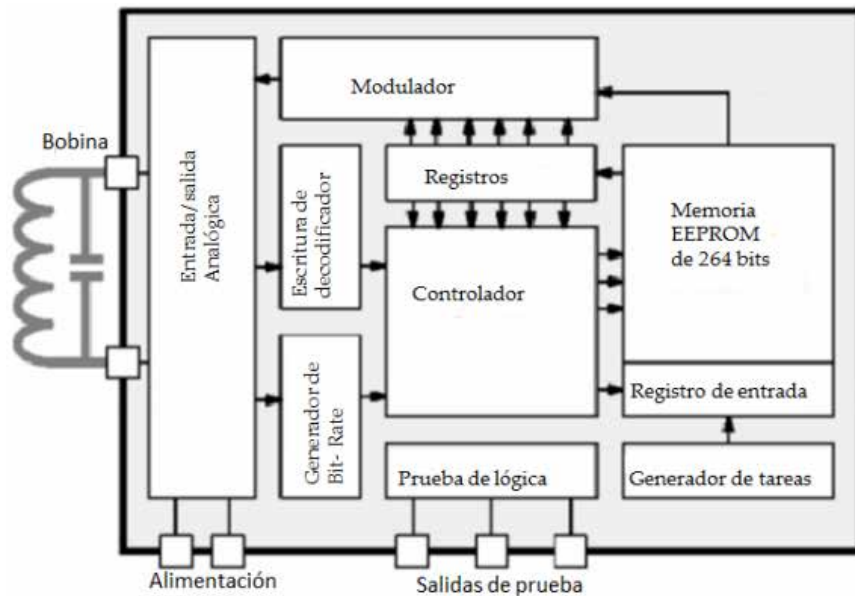
### 2.2.6.1 Etiqueta RFID

También conocido como transponder deriva del inglés de las palabras transmitter/responder. Está compuesta por una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permitirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la información de identificación de la etiqueta. Existen varios tipos de etiquetas:

- **Etiquetas pasivas:** Las etiquetas pasivas no poseen alimentación eléctrica. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica pequeña y suficiente para operar el circuito integrado CMOS de la etiqueta, de forma que puede generar y transmitir una respuesta. La falta de una fuente de alimentación propia hace que el dispositivo pueda ser bastante pequeño. En la práctica, las etiquetas pasivas tienen distancias de lectura que varían entre unos 10 milímetros hasta cerca de 6 metros, dependiendo del tamaño de la antena de la etiqueta y de la potencia y frecuencia en la que opera el lector.
- **Etiquetas activas:** Las etiquetas activas poseen su propia fuente autónoma de energía, que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Gracias a su fuente de energía son capaces de transmitir señales más potentes que las de las pasivas, lo que les lleva a ser más eficientes en entornos dificultosos para la radiofrecuencia como el agua. También son efectivas a distancias mayores pudiendo generar respuestas claras a partir de recepciones débiles al contrario que las pasivas. Estas suelen ser de mayor tamaño y más costosas, muchas etiquetas activas tienen una vida útil de sus baterías de hasta 10 años. Además, tienen

capacidades de almacenamiento mayores y la habilidad de guardar información adicional enviada por el lector.

Las etiquetas RFID más habituales o de consumo masivo se componen de las siguientes capas o elementos. (Ver figura 2).



**Figura 2. Esquema de una etiqueta RFID.**

Fuente: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/urbina\\_r\\_rd/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/urbina_r_rd/capitulo3.pdf) (2014)

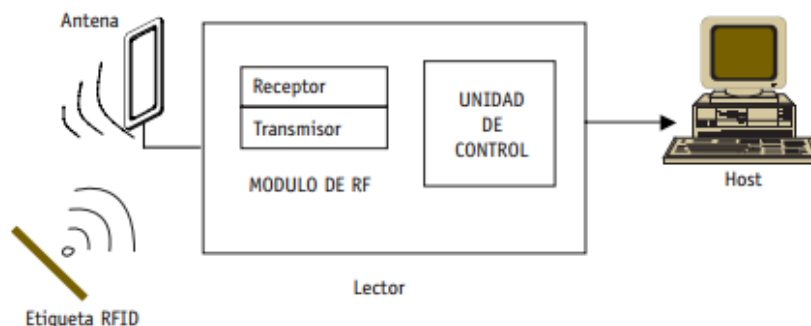
El chip contenido en la etiqueta posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de *bytes*. Existen varios tipos de memoria:

- **Solo lectura:** El código de identificación que contiene es único y es personalizado durante la fabricación de la etiqueta.
- **De lectura y escritura:** La información de identificación puede ser modificada por el lector.
- **Anticolisión:** Se trata de etiquetas especiales que permiten que un lector identifique varias al mismo tiempo (habitualmente las etiquetas deben entrar una a una en la zona de cobertura del lector).

#### 2.2.6.2 Lector de RFID o transceptor

Según Portillo (2009) un lector RFID es “El dispositivo que proporciona energía a las etiquetas, lee los datos que le llegan de vuelta y

los envía al sistema de información”. El lector contiene básicamente una bobina y un circuito electrónico. La bobina sirve como excitador para la etiqueta y también la antena para recibir la señal propagada por la etiqueta. El circuito electrónico desmodula esta señal y la convierte en una forma adecuada para la siguiente etapa que microcontrolador. En la siguiente figura se aprecia el esquema básico de un lector. (Ver figura 3).



**Figura 3. Esquema de un lector de RFID.**

Fuente: [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/\\_VT13\\_RFID.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/_VT13_RFID.pdf) (2009).

Los lectores incorporan un interfaz a un PC, host o controlador, a través de un enlace local o remoto: RS232, RS485, Ethernet, WLAN (RF, WiFi, Bluetooth, etc.), que permite enviar los datos del transpondedor al sistema de información. En su fabricación se suelen separar en dos tipos:

- **Sistemas con bobina simple:** Contiene una sola bobina y la misma bobina sirve para transmitir la energía y los datos. Son más simples y más baratos, pero tienen menos alcance.
- **Sistemas interrogadores:** Contiene dos bobinas, una para transmitir energía y otra para transmitir datos. Son más caros pero consiguen mayores prestaciones.

Existen diversos factores fundamentales para seleccionar un buen lector RFID que cumpla con todas las características para funcionar en el lugar deseado como:

- **Sensibilidad:** Deberá detectar señales de hasta -60dBm de potencia, ya que es lo mínimo que la etiqueta RFID puede proporcionar.

- **Selectividad:** Deberá seleccionar la señal de la etiqueta rfid, dentro un vasto espectro de señales que son recibidas, ya que las frecuencias RFID trabajan cerca de las frecuencias de telefonía y puede existir interferencia.
- **Alcance dinámico:** Debe ser capaz de detectar señales procedentes de varias etiquetas rfid que estén a distancias diferentes.

### 2.2.6.3 Subsistema de procesamiento de datos o middleware RFID

Proporciona los medios de proceso y almacenamiento de datos. El middleware es el software que se ocupa de la conexión entre el hardware de RFID y los sistemas de información existentes en la aplicación. Del mismo modo que un PC, los sistemas RFID hardware serían inútiles sin un software que los permita funcionar. Esto es precisamente el middleware. Se ocupa, entre otras cosas, del encaminamiento de los datos entre los lectores, las etiquetas y los sistemas de información, y es el responsable de la calidad y usabilidad de las aplicaciones basadas en RFID.

Las cuatro funciones principales del middleware de RFID son:

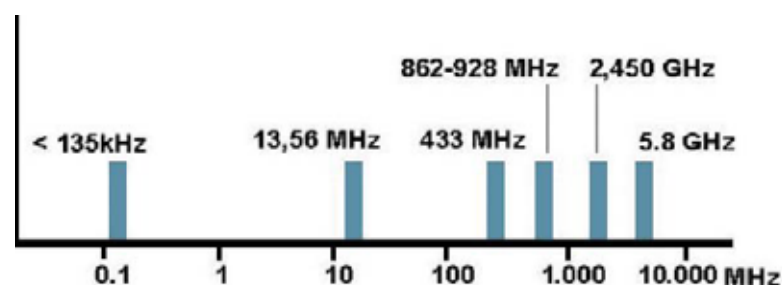
- **Adquisición de datos:** El middleware es responsable de la extracción, agrupación y filtrado de los datos procedentes de múltiples lectores RFID en un sistema complejo. Sin la existencia del middleware, los sistemas de información de las empresas se colapsarían con rapidez.
- **Encaminamiento de los datos.** El middleware facilita la integración de las redes de elementos y sistemas RFID de la aplicación. Para ello dirige los datos al sistema apropiado dentro de la aplicación.
- **Gestión de procesos.** El middleware se puede utilizar para disparar eventos en función de las reglas de la organización empresarial donde opera, por ejemplo, envíos no autorizados, bajadas o pérdidas de stock, etc.
- **Gestión de dispositivos.** El middleware se ocupa también de monitorizar y coordinar los lectores RFID, así como de verificar su estado y operatividad, y posibilita su gestión remota.

El principal objetivo de la aplicación software es gestionar y tratar los datos recibidos por el lector. El sistema debe ser lo suficientemente robusto para poder manejar las múltiples lecturas que permiten realizar los sistemas RFID, coordinar tiempos y flujos de información, gestionar los distintos eventos, soportar las realimentaciones de los usuarios, introducir las actualizaciones del sistema cuando sea requerido e integrarlo con otros sistemas de información de la empresa. En todos los casos el sistema cliente necesitará modificaciones software para integrar los datos proporcionados por el lector y el programador. Sin la posibilidad de acceder a todas estas funcionalidades, el sistema RFID perderá en eficacia y no proporcionará el deseado retorno de la inversión.

#### 2.2.7 Clasificación de los sistemas RFID

Los sistemas RFID se clasifican dependiendo del rango de frecuencias que usan. Existen cuatro tipos de sistemas: de frecuencia baja (LF); de alta frecuencia (HF); de frecuencia ultra elevada (UHF); y de microondas. Los sistemas UHF no pueden ser utilizados en todo el mundo porque no existe una única regulación global para su uso.

Dentro de la tecnología RFID se pueden distinguir cuatro bandas frecuenciales diferenciadas como se aprecia en la siguiente figura. (Ver figura 4).



**Figura 4. Bandas de frecuencias utilizadas en sistemas RFID.**

Fuente: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-23-Bandas-de-frecuencia-que-utiliza-RFID\\_fig3\\_305403120](https://www.researchgate.net/figure/Figura-23-Bandas-de-frecuencia-que-utiliza-RFID_fig3_305403120) (2014).

- **Baja frecuencia (LF):** Con una frecuencia típica entre los 125 KHz y los 134 KHz, permiten un corto alcance no mayor al medio metro así como una baja velocidad de lectura.
- **Alta frecuencia (HF):** La frecuencia de operación se sitúa sobre los 13,56 MHz, lo que permite un alcance de hasta tres metros y una velocidad de lectura algo mejor respecto a LF.
- **Ultra alta frecuencia (UHF):** Su frecuencia de operación está fijada entre los 860 y los 960 MHz con lo que permite distancias de lectura de hasta diez metros. Su velocidad de lectura puede considerarse alta.
- **Frecuencia de microondas:** Con una frecuencia de 2,45 GHz y 5,8 GHz permiten unas distancias de detección muy elevadas. Además, su velocidad de transmisión es también muy elevada.

Es importante mencionar las características que se deben a considerar para la selección de la frecuencia con la que trabajara el sistema RFID:

- Capacidad de almacenamiento de datos.
- Velocidad y tiempo de lectura de datos.
- El tiempo de lectura
- Cobertura.
- Costes.
- Áreas de aplicación más adecuadas.

### 2.2.8 Estándares y protocolos de los sistemas RFID

Los estándares de RFID abordan cuatro áreas fundamentales:

- **Protocolo en la interfaz aérea:** Especifica el modo en el que etiquetas RFID y lectores se comunican mediante radiofrecuencia.
- **Contenido de los datos:** Especifica el formato y semántica de los datos que se comunican entre etiquetas y lectores.

- **Certificación:** Pruebas que los productos deben cumplir para garantizar el desarrollo de los estándares y pueden interoperar con otros dispositivos de distintos fabricantes.
- **Aplicaciones:** Usos de los sistemas RFID.

Existe una gran variedad de organizaciones que han determinado los estándares para la RFID según intereses, aplicaciones y la determinación de globalización. EPCGlobal, organización de empresas específicamente orientada a desarrollar estándares globales para un Código Electrónico de Producto, tiene el objetivo de normalizar la información contenida en las etiquetas RFID. A continuación se resumen los diferentes protocolos que especifica EPC junto con el tipo de etiquetas y rango de frecuencias que lleva asociadas. (Ver tabla 2).

<b>PROTOCOLO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>TIPO DE ETIQUETA</b>
Clase 0	UHF	Sólo lectura
Clase 0 Plus	UHF	Lectura-escritura
Clase 1	HF/UHF	Una escritura múltiples lecturas
Clase 1 Gen2	UHF	Una escritura múltiples lecturas
Clase 2	UHF	Lectura y escritura
Clase 3	UHF	Clase 2 más batería y sensores
Clase 4	UHF	Etiquetas activas
Clase 5	UHF	Clase 4 más capacidad de lectura

**Tabla 2. Protocolos EPC global.**

Fuente: [http://www.epcglobalinc.org/standards\\_technology/ratifiedStandards.html](http://www.epcglobalinc.org/standards_technology/ratifiedStandards.html)  
(2013).

Por su parte, ISO ha desarrollado estándares de RFID para la identificación automática y la gestión de objetos. Existen varios estándares

pero la serie de estándares estrictamente relacionada con las RFID y las frecuencias empleadas en dichos sistemas es la serie 18000. A continuación, se mostrará una tabla con cada uno de estos estándares. (Ver tabla 3).

<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA NORMA</b>
ISO/IEC 11784-11785, ISO 18000	Sobre la privacidad y seguridad de los datos.
ISO/IEC 15961	Define el protocolo de datos e interfaz de aplicación.
ISO/IEC 15962	Protocolo de codificación de datos y funcionalidades de la memoria.
ISO/IEC 15963	Trata el sistema de trazado y monitorización que afecta al tag RFID.
ISO 19762-3	Términos y definiciones únicas de RFID en el campo de la AutoID y captura de datos técnicos.
ISO 14443	Utilizado para identificación y pagos que por lo general utiliza el formato de una tarjeta de crédito definida por ISO 7816 - ID 1.

**Tabla 3. Estándares ISO aplicables al RFID.**

Fuente: [https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2014/131446/TFG\\_MarcGuijosaAranda.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2014/131446/TFG_MarcGuijosaAranda.pdf) (2014).

### **2.2.9. Redes**

Una red es un conjunto de dispositivos (a menudo denominados nodos) conectados por enlaces de un medio físico. Un nodo puede ser una computadora, una impresora o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y/o recibir datos generados por otros nodos de la red. Los enlaces conectados con los dispositivos se denominan a menudo canales de comunicación.

#### **2.2.9.1. Procesamiento distribuido**

Las redes usan procesamiento distribuido en el aspecto en que una tarea está dividida entre múltiples computadoras. En lugar de una usar una única máquina grande responsable de todos los aspectos de un proceso, cada

computadora individual (habitualmente una computadora personal o una estación de trabajo) maneja un subconjunto de ellos.

- **Seguridad/Encapsulación:** Un diseñador de sistemas puede limitar el tipo de interacciones que un determinado usuario puede tener con el sistema completo. Por ejemplo, un banco puede permitir a los usuarios acceder solamente a su propia cuenta a través de un cajero automático sin permitirles acceder a la base de datos completa del banco.
- **Bases de datos distribuidas:** Ningún sistema necesita proporcionar una capacidad de almacenamiento para toda la base de datos. Por ejemplo, la Web que da acceso a los usuarios a información que pueda estar siendo almacenada y manipulada realmente en cualquier parte de internet.
- **Resolución más rápida de problemas:** Múltiples computadoras que trabajaban en partes de un problema de forma concurrente a menudo pueden resolver el problema más rápido que una única máquina que trabaje en dicho problema. Por ejemplo, las redes de PC han descubierto códigos de cifrado que se presumían indescifrables debido a la cantidad de tiempo que supondría hacerlo con una única computadora.
- **Seguridad mediante redundancia:** Múltiples computadoras ejecutando el mismo programa al mismo tiempo pueden proporcionar un mecanismo de seguridad a través de la redundancia. Por ejemplo, en la lanzadera espacial hay tres computadoras que ejecutan el mismo programa, de forma que si una tiene un error de hardware o software, las otras pueden solventarlo.
- **Proceso cooperativo:** Tanto múltiples computadoras como múltiples usuarios pueden interactuar para llevar a cabo una tarea. Por ejemplo, en los juegos multiusuario que hay en la red las acciones de cada jugador son visibles y afectan a los demás.

### 2.2.9.2 Criterios de redes

Para que sea considerada efectiva y eficiente, una red debe satisfacer un cierto número de criterios. Los más importantes son las prestaciones, la fiabilidad y la seguridad.

#### Ø **Prestaciones**

Las prestaciones se pueden medir de muchas formas, incluyendo el tiempo de tránsito y el tiempo de respuesta. El tiempo de tránsito es la cantidad de tiempo necesario para que un mensaje viaje de un dispositivo a otro. El tiempo de respuesta es el tiempo transcurrido entre una petición y una respuesta. Las prestaciones de una red depende de un cierto número de factores, incluyendo el número de usuarios, el tipo de medio de transmisión, las capacidades de los dispositivos hardware conectados y la eficiencia del software.

- **Número de usuarios:** La existencia de un gran número de usuarios concurrentes puede retrasar el tiempo de respuesta de una red no diseñada para coordinar gran volumen de tráfico. El diseño de una red dada se basa en una estimación del número de medio de usuarios que estarán en comunicación al mismo tiempo. Sin embargo, en los periodos de picos de carga el número real de usuarios puede exceder con mucho la media y por tanto causar una disminución de las prestaciones. La forma en que una red responde a la carga es una medida de su rendimiento.
- **Tipo de medio de transmisión:** El medio define la velocidad a la cual se pueden enviar los datos a través de una conexión (la tasa de datos). Las redes actuales están consiguiendo cada vez medios de transmisión más y más rápidos, como los cables de fibra óptica. Un medio que puede transportar datos a 100 Mbps es diez veces más potente que un medio que puede transportar datos a solamente 10 Mbps. Sin embargo, la velocidad de la luz supone un límite superior en la tasa de datos.

- **Hardware:** El tipo de hardware incluido en la red afecta tanto a la velocidad como a la capacidad de transmisión de la misma. Una computadora de alta velocidad con una gran capacidad de almacenamiento da lugar a mejores prestaciones.
- **Software:** El software utilizado para procesar los datos en el emisor, el receptor y los nodos intermedios afecta también a las prestaciones de la red. Llevar un mensaje de un nodo a otro a través de una red significa una cierta carga de procesamiento para transformar los datos primarios a señales transmisibles, para encaminar estas señales al destino apropiado, para asegurar una entrega libre de errores y para reconvertir las señales en un formato que pueda utilizar el usuario. El software que proporciona estos servicios afecta tanto a la velocidad como a la fiabilidad del enlace de la red. Un software bien diseñado puede acelerar el proceso y hacer que la transmisión sea más efectiva y más eficiente.

#### Ø **Fiabilidad**

Además de tener en cuenta la exactitud de la entrega de los paquetes, la fiabilidad de la red se mide por la frecuencia de fallo, el tiempo que le cuesta al enlace recuperarse del fallo y la robustez de la red dentro de una catástrofe.

- **Frecuencia de fallo:** Todas las redes fallan ocasionalmente. Sin embargo, una red que falla a menudo es muy poco útil para los usuarios.
- **Tiempo de recuperación de una red después de un fallo:** ¿Cuánto cuesta restaurar el servicio? Una red que se recupera rápidamente es más útil que una que no lo hace.
- **Catástrofe:** Las redes deben estar protegidas de eventos catastróficos tales como fuego, terremotos y robos. Una protección adecuada contra un daño imprevisto, para lograr

un sistema de red fiable, es tener copias de respaldo del software de la red.

### Ø Seguridad

Los aspectos de seguridad de la red incluyen proteger los datos contra accesos no autorizados y contra los virus que se definen de la siguiente forma:

- **Accesos no autorizados:** Para que una red sea útil, los datos sensibles deben estar protegidos frente a accesos no autorizados. La protección puede llevarse a cabo a un cierto número de niveles. En el nivel más bajo están los códigos y contraseñas de identificación de los usuarios. A un nivel más alto se encuentran técnicas de cifrado. Con estos mecanismos, los datos se alteran de forma sistemática de forma que si son interceptados un usuario no autorizado sean inteligibles.
- **Virus:** Debido a que la red es accesible desde muchos puntos, puede ser susceptible de sufrir ataques de virus de computadoras. Un virus es un código que ha introducido en la red ilícitamente y que genera daños en el sistema. Una buena red está protegida de ataques de virus mediante mecanismo software y hardware diseñados específicamente para ese propósito.

### 2.2.9.3. Aplicaciones

En el corto tiempo espacio de tiempo que llevan en funcionamiento, las redes de transmisión de datos se han convertido en una parte indispensable de los negocios, la industria y el entretenimiento. Algunas de las aplicaciones de las redes en distintos campos son las siguientes:

- **Marketing y ventas:** Las redes de computadora se usan extensivamente en las organizaciones de marketing y de ventas. Los profesionales del marketing usan para recolectar, intercambiar y analizar datos relacionados con las necesidades de los clientes y con los ciclos de desarrollo de productos. Las

aplicaciones de ventas incluyen tele venta, que capta por pedidos por computadora o los teléfonos conectados a una red de procesamiento de pedidos, así como los servicios de reserva interactiva para hoteles, líneas aéreas y otros muchos.

- **Servicios financieros:** Los servicios financieros actuales son totalmente dependientes de las redes de computadoras. Las aplicaciones incluyen búsqueda de historia de créditos, intercambio de moneda extranjera y servicios de investigación y transferencia electrónica de fondos (EFT, Electronic Funds Transfer), las cuales permiten a un usuario transferir dinero sin ir a un banco (un cajero automático es un tipo de transferencia electrónica de fondos; el depósito automático de cheques es otra).
- **Manufactura:** Las redes de computadoras se usan actualmente en muchos ámbitos de la fabricación, incluyendo el proceso de fabricación en sí mismo. Dos aplicaciones que usan redes para proporcionar servicios esenciales son el diseño asistido por computadora (CAD) y la fabricación asistida por computadora (CAM), las cuales permiten que múltiples usuarios trabajen simultáneamente en un proyecto.
- **Mensajería electrónica:** Probablemente, la aplicación de redes más extendida es el correo electrónico (e-mail).
- **Servicios de directorios:** Los servicios de directorios permiten almacenar listas de archivos en una localización centralizada para acelerar las operaciones de búsqueda a nivel mundial.
- **Servicios de información:** Los servicios de información de la red incluyen boletines y banco de datos. Un servidor web que ofrezca especificaciones técnicas para un producto nuevo es un servicio de información.

- **Intercambio electrónico de datos (EDI):** El EDI (Electronic Data Interchange) permite la transmisión comercial (incluyendo documentos tales como pedidos y facturas) sin usar papel.
- **Teleconferencia:** La teleconferencia permite llevar a cabo conferencias sin los participantes estén en el mismo lugar. Las aplicaciones incluyen conferencias sencillas de texto (donde los participantes se comunican a través de teclados y monitores de computadoras), conferencias de voz (donde los participantes en un cierto número de localidades se comunican simultáneamente a través del teléfono) y videoconferencias (donde los participantes pueden verse mientras hablan entre sí).
- **Telefonía celular:** En el pasado, dos socios que quisieran utilizar los servicios de la compañía telefónica tenían que estar enlazados por una conexión física fija. Las redes celulares actuales hacen posible mantener conexiones con teléfonos móviles incluso mientras se viaja largas distancias.
- **Televisión por cable:** Los servicios futuros a proporcionar por la red televisión por cables pueden incluir video bajo demanda, así como la misma información, financiera y servicios de comunicación actualmente proporcionados por las compañías telefónicas y las redes de computadoras.

#### **2.2.10. Redes VLAN**

Una Virtual Local Area Network (VLAN) o red de área local virtual es un grupo flexible de dispositivos que se encuentran en cualquier ubicación de una red de área local pero que se comunican como si estuvieran en el mismo segmento físico. Con las VLANs se puede segmentar la red sin restringirse a las ubicaciones o conexiones físicas.

#### **2.2.11. Clasificación de las redes VLAN**

- **Por puerto:** Conocidas también como VLAN de nivel 1 o “port switching”. Se especifica qué puertos del switch pertenecen a la

VLAN, los miembros de dicha VLAN son los que se conecten a esos puertos.

- **MAC:** Se asignan hosts a una VLAN en función de su dirección MAC. Tiene la ventaja de que no hay que reconfigurar el dispositivo de conmutación si el usuario cambia su localización, es decir, se conecta a otro puerto de ese u otro dispositivo. El principal inconveniente es que si hay cientos de usuarios habría que asignar los miembros uno a uno.
- **Protocolo:** La VLAN queda determinada por el contenido del campo tipo de protocolo de la trama MAC. Por ejemplo, se asociaría VLAN 1 al protocolo IPv4, VLAN 2 al protocolo IPv6, VLAN 3 a AppleTalk, VLAN 4 a IPX, y otros.
- **Direcciones de subred:** VLAN de nivel 3 en las cuales La cabecera de nivel 3 se utiliza para mapear la VLAN a la que pertenece. En este tipo de VLAN son los paquetes, y no las estaciones, quienes pertenecen a la VLAN. Estaciones con múltiples protocolos de red (nivel 3) estarán en múltiples VLANs.
- **VLAN de niveles superiores:** Se crea una VLAN para cada aplicación: FTP, flujos multimedia, correo electrónico, entre otros. La pertenencia a una VLAN puede basarse en una combinación de factores como puertos, direcciones MAC, subred, hora del día, forma de acceso, condiciones de seguridad del equipo, entre otras.

#### **2.2.12. Protocolos relacionados a las VLAN**

Al momento de diseñar una red VLAN es necesario tomar en cuenta una serie de protocolos y estándares necesarios para un óptimo funcionamiento de la misma.

##### **2.2.12.1 IEEE 802.1Q**

El IEEE 802.1Q se caracteriza por utilizar un formato de trama similar a 802.3 (Ethernet) donde solo cambia el valor del campo Ethertype,

que en las tramas 802.1Q vale 0x8100, y se añaden dos bytes para codificar la prioridad, el CFI y el VLAN ID. Este protocolo es un estándar internacional y compatible con bridges y switches sin capacidad de VLAN.

#### **2.2.12.2 Spanning Tree Protocol (STP)**

El cometido principal de Spanning Tree Protocol (STP) es evitar la aparición de bucles lógicos para que haya un sólo camino entre dos nodos. Así se puede evitar la saturación de los switches debido a las tormentas broadcast, una red con topología redundante, como ya dicho con anterioridad tiene que tener habilitado el protocolo STP. Los switches que tiene habilitado Spanning Tree Protocol intercambian mensajes STP BPDU (Bridge Protocol Data Units) entre sí, para lograr que la topología de la red sea un árbol y solo haya activo un camino para ir de un nodo a otro.

Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) especificado en IEEE 802.1w, es una evolución del Spanning tree Protocol (STP), que reduce significativamente el tiempo de convergencia de la topología de la red cuando ocurre un cambio en la topología. MSTP (IEEE 802.1Q) permite crear árboles de expansión diferentes y asignarlos a distintos grupos de VLAN mediante configuración. Esto permite utilizar enlaces en un árbol que están bloqueados en otro árbol.

#### **2.2.12.3 VLAN Trunking Protocol (VTP)**

El VTP utiliza tramas de nivel 2 para gestionar la creación, borrado y renombrado de las VLANs en una red, sincronizando todos los dispositivos. Para eso hay que establecer primero un dominio de administración VTP, que es un conjunto contiguo de switches unidos con enlaces trunk que tienen el mismo nombre de dominio VTP.

Existen tres modos distintos en que los switches pueden estar configurados:

- **Servidor:** Este modo es el que viene configurado por defecto en los switches, él anuncia su configuración al resto de equipos y se sincroniza con otros servidores VTP.
- **Cliente:** En este modo, los switches no puede modificar la configuración de las VLANs, simplemente sincroniza la

configuración sobre la base de la información que le envían los servidores.

- **Transparente:** Cuando un switch se encuentra en modo transparente la configuración de las VLANs debe ser realizada de manera manual ya que este equipo va a ignorar todos los mensajes enviados por el VTP.

### 2.2.13 MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation y está considerada como la base de datos de código abierto más popular del mundo, y una de las más populares en general junto a Oracle y Microsoft SQL Server, sobre todo para entornos de desarrollo web. Está desarrollado en su mayor parte en lenguaje ANSI, C y C++. Entre sus características más relevantes se encuentran las siguientes:

- Seguridad: ofrece un sistema de contraseñas y privilegios seguro mediante verificación basada en el host y el tráfico de contraseñas está cifrado al conectarse a un servidor.
- Soporta gran cantidad de datos. MySQL Server tiene bases de datos de hasta 50 millones de registros.
- Se permiten hasta 64 índices por tabla. Cada índice puede consistir desde 1 hasta 16 columnas o partes de columnas. El máximo ancho de límite son 1000 bytes.
- Los clientes se conectan al servidor MySQL usando sockets TCP/IP en cualquier plataforma.
- En MySQL, los clientes y servidores Windows se pueden conectar usando memoria compartida.
- MySQL contiene su propio paquete de pruebas de rendimiento proporcionado con el código fuente de la distribución de MySQL.

### 2.3 Definición de términos básicos

**Byte:** Es la unidad de información de base utilizada en computación y en telecomunicaciones, y que resulta equivalente a un conjunto ordenado de ocho bits.

**C++:** Es un lenguaje de programación diseñado en 1979 por Bjarne Stroustrup. La intención de su creación fue el extender al lenguaje de programación C mecanismos que permiten la manipulación de objetos. En ese sentido, desde el punto de vista de los lenguajes orientados a objetos, el C++ es un lenguaje híbrido.

**Dirección IP:** es un número que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una Interfaz en red de un dispositivo (computadora, portátil, teléfono inteligente) que utilice el protocolo que corresponde al nivel de red del modelo TCP/IP.

**Dirección MAC:** Es un identificador de 48 bits (6 bloques de dos caracteres hexadecimales (8 bits)) que corresponde de forma única a una tarjeta o dispositivo de red. Se la conoce también como dirección física, y es única para cada dispositivo.

**Drivers:** Un controlador de dispositivo es un programa informático que permite al sistema operativo interactuar con un periférico, haciendo una abstracción del hardware y proporcionando una interfaz para utilizar el dispositivo.

**Ethernet:** Es un estándar de redes de área local para computadores, por sus siglas en español Acceso Múltiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones.

**Hardware:** Es un término que hace referencia a cualquier componente físico tecnológico, que trabaja e interactúa de algún modo en un sistema eléctrico. Incluye elementos como computadoras y también hace referencia al cableado, circuitos, gabinetes, etc.

**Host:** El término host o anfitrión se usa en informática para referirse a las computadoras u otros dispositivos (móviles, portátiles) conectados a una red que proveen y utilizan servicios de ella.

**Identificador único (UID):** Es cualquier identificador que se garantiza que sea único entre todos los identificadores utilizados para esos objetos y para un propósito específico.

**Interfaz:** Es el puerto (circuito físico) a través del cual se envían o reciben señales desde un sistema o subsistemas a otros.

**Microcontrolador:** Es un circuito integrado que en su interior contiene una unidad central de procesamiento (CPU), unidades de memoria (RAM y ROM), puertos de entrada y salida y periféricos, es programable y capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.

**Middleware:** Lógica de intercambio de información entre aplicaciones, es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, o paquetes de programas, redes, hardware o sistemas operativos.

**Servidor local:** Es aquel que está localizado en un determinado ordenador. De este modo, en vez de acceder a través de un dominio como www predeterminado, el servidor local tiene la IP y una sección en los archivos que determina el contenido también conocida como localhost

**Switch:** Nace en un término de origen inglés y puede ser traducido al español como interruptor, es un dispositivo que sirve para conectar varios elementos dentro de una red.

**Software:** Es un término que hace referencia a un programa o aplicación utilizado dentro de un componente tecnológico, normalmente consiste en información codificada o programada para un fin en específico.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

En este capítulo se establecen los aspectos metodológicos que servirán de base a la realización de la investigación, para lo cual se presentará el tipo, diseño y nivel de la investigación, la población y la muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Al respecto Balestrini (2007) afirma que el marco metodológico es: “La instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real.” (p.114).

#### **3.1 Tipo de Investigación**

El Manual de Trabajo de Grado de Especialización, Maestrías y Tesis Doctorales de la UPEL (2016, p.21) define al proyecto factible como un estudio que "Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales".

De este modo, se plantea entonces la presente investigación dentro de la modalidad de un proyecto factible ya que tiene como finalidad la elaboración de una propuesta que se enfoca en disminuir las dificultades y ofrecer una solución a los problemas que presenta el control de inventario manual realizado actualmente en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez, a través del diseño de un sistema de control de inventario usando tecnología de identificación por radiofrecuencia. Este sistema puede ser muy beneficioso ya que se aumenta la velocidad y seguridad del proceso.

#### **3.2. Diseño de la Investigación.**

Fidias G. Arias (2012), define: la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e

interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

Según Arias (2012), “La investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes”. En este orden de ideas la investigación posee un carácter no experimental.

Parella y Martins (2010), definen: “El diseño no experimental es el que se realiza sin manipular en forma deliberada ninguna variable. El investigador no sustituye intencionalmente las variables independientes. Se observan los hechos tal y como se presentan en su contexto real y en un tiempo determinado o no, para luego analizarlos”.

En esta perspectiva, el presente proyecto cumple con las características de diseño de una investigación de campo y documental no experimental ya que el problema en estudio permite a través de técnicas e instrumentos de recolección de los datos, obtener la información esencial para el logro de objetivos directamente en el lugar de los hechos que en este caso son los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez sin alterar las condiciones actuales de la situación estudiada.

### **3.3 Nivel de la investigación**

Se determinó que la investigación posee un nivel descriptivo en ese sentido, Arias (2012) se refiere a la investigación descriptiva como aquella que “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”.

### **3.4. Población y Muestra.**

En los proyectos es preciso definir el universo o la población a ser estudiada, con el fin de establecer los elementos necesarios para obtener los parámetros de validez de la investigación. Según Tamayo y Tamayo (2010), define la población como “La totalidad del fenómeno a estudiar, en donde las unidades de población poseen características comunes, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”. De esta manera, se tomó como la población de estudio de la presente investigación a los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez.

Ahora bien, la muestra es el subconjunto del universo o población. La importancia de la misma, es que, de ella depende la exactitud de la información proporcionada. Por lo tanto, la escogencia de la muestra exige, que tanto el universo como los elementos estén claramente definidos. Sabino (2010), indica que “Una muestra, en un sentido amplio, no es más que eso, una parte del todo que llamamos universo y que sirve para representarlo”. En esta investigación en particular la muestra coincide con la población.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos de investigación**

Resulta de primera importancia para el proceso de investigación, la selección de las técnicas mediante las cuales se aspira recabar la información requerida para la investigación. Las técnicas de acuerdo a lo expresado por Arias (2012) son, “El procedimiento o forma particular de obtener datos o información.”. Con el fin de lograr la recopilación de información necesaria, las técnicas utilizadas en el desarrollo de la presente investigación fueron la observación directa y la entrevista no estructurada.

Se podría resumir a continuación algunas definiciones, Méndez (2007) define la observación directa como, “El proceso mediante el cual se perciben deliberadamente ciertos rasgos existentes en la realidad por medio de un esquema conceptual previo y con base en ciertos propósitos

definidos generalmente por una conjetura que se quiere investigar”. Busot (2006) se refiere a la entrevista como “Una conversación realizada entre dos o más, donde el investigador se sitúa cara a cara y formula una serie de preguntas para recolectar información”. En cuanto a la entrevista semi-estructurada, Arias (2012) sostiene que “Aun cuando existe una guía de preguntas, el entrevistador puede realizar otras no contempladas inicialmente. Esto se debe a que una respuesta puede dar origen a una pregunta adicional o extraordinaria. Esta técnica se caracteriza por su flexibilidad”.

Así mismo, una vez definidas las técnicas para la recolección de información se deben definir los instrumentos que permitirán guardar la información para luego analizarla, en ese sentido Arias (2012) define que “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información”. En esta investigación los instrumentos a utilizar son libreta, cuaderno de notas, cámara fotográfica y de video y un grabador de voz.

### **3.6. Fases metodológicas**

#### **Fase I: Evaluación de la situación actual del proceso de control de inventario en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones.**

En primer lugar es necesario tener conocimientos acerca de la metodología utilizada en los procesos de control de inventario realizados actualmente en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez, para obtener esta información se entrevistara al cuerpo de técnicos y becarios que laboran en dicha área, se pretende obtener una explicación de manera detallada acerca del procedimiento de control de inventario, con qué frecuencia se realiza, donde se guarda el registro, como es el manejo de la existencia actual(traslado y mantenimiento de los equipos), y el control de la demanda de nuevos equipos. Se explorarán los requerimientos básicos para la correcta implementación de un nuevo sistema.

**Fase II: Identificación de la arquitectura de los sistemas de identificación por radiofrecuencia para determinar los componentes y dispositivos que son necesarios para su instalación.**

Para el diseño de un sistema de identificación por radiofrecuencia se deben saber cuáles son los componentes principales que permiten su funcionamiento, para ello será necesario estudiar detalladamente que son los sistemas RFID y las características de cada uno de los elementos que lo conforma, logrando así de esta manera escoger los componentes con las características que mejor se adapten a la aplicación que van a desempeñar.

**Fase III: Diseño del programa para el microcontrolador que almacene y filtre la información recibida del sistema de inventario a través de una base de datos.**

Se requiere establecer un software que controle y dirija el funcionamiento de todo el sistema y permita procesar los datos a través de una computadora. Será necesario la creación un sistema de base de datos de los equipos disponibles en los laboratorios, registrados con un número de identificación único, donde se disponga la información organizada, consistente y accesible de forma rápida solo para el personal autorizado ya que serán datos confidenciales, las pruebas del sistema se realizaran en un entorno de simulación, ya que el presente proyecto contempla sólo el diseño más no la implementación del sistema. De igual forma se requiere de una interfaz gráfica donde se pueda visualizar en tiempo real el inventario actual de los diferentes laboratorios y que permita la interacción del usuario en la plataforma para ejecutar las diversas funciones que ofrecerá el sistema.

**Fase IV: Simulación una red de área local virtual que permita la comunicación entre los dispositivos que integran el sistema de los diferentes laboratorios.**

Seguidamente será necesario realizar el diseño de una red de área local para cada laboratorio, creando así un sistema independiente de manera que se pueda acceder de manera remota a cada uno sin tener una misma red

local que los abarque todos, dicha red será simulada en el simulador de “Packet Tracer” para comprobar su correcto funcionamiento, así como también se creará una lista los equipos necesarios para una futura implementación de la misma.

**Fase V: Determinación de la factibilidad técnica y económica de la propuesta.**

Se procederá a investigar y comparar equipos necesarios para la implementación de la propuesta y una vez definidas las herramientas necesarias para la realización del diseño del sistema se hará un presupuesto de costo adecuado para el prototipo con el fin de compararlos con los beneficios tangibles e intangibles que esta genere; para luego analizar el tiempo de retorno de la inversión realizada y así concluir, si el proyecto es factible o no para su realización.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En el presente capítulo se muestran los datos obtenidos, mediante la aplicación de las técnicas descritas en las fases anteriormente expuestas para el logro de los objetivos específicos. Cada uno de los resultados obtenidos, se explica a continuación.

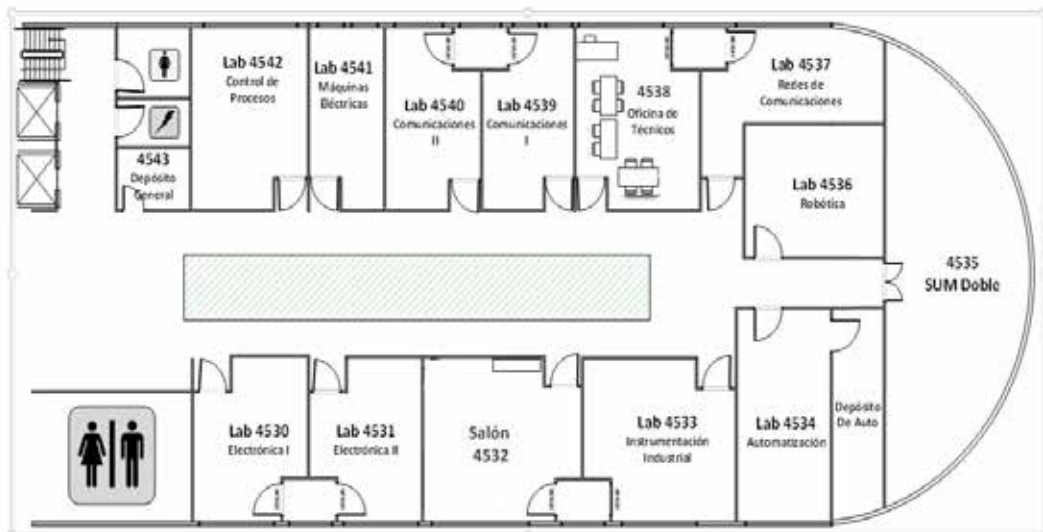
#### **4.1 Fase I: Evaluación de la situación actual del proceso de control de inventario en los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones.**

Se dio inicio al diagnóstico de la situación actual de los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la Universidad José Antonio Páez con la aplicación de la técnica “Observación Directa”, se procedió a evaluar las diferentes características dentro del entorno de trabajo para poder determinar y precisar las actividades realizadas. Dicha técnica se utilizó con la finalidad de detallar las actividades operacionales efectuadas por los trabajadores en esa área de la universidad. También se apreciaron las condiciones laborales a las que están expuestos los trabajadores y, además, se aplicó, la entrevista no estructurada al personal involucrado en el control de inventario de los equipos, para conocer como llevan a cabo dicho trabajo y sus impresiones acerca del problema estudiado.

##### **4.1.1 Descripción del proceso de control de inventario**

A través de una entrevista con el personal técnico se obtuvo una descripción y además una demostración detallada de cómo se realiza el proceso de control de inventario, cabe destacar que el proceso descrito no incluye los componentes electrónicos que se encuentran en el almacén compartido entre los laboratorios de electrónica I y electrónica II ya que ese tipo de componentes debido a su tamaño reducido no están contemplados en el alcance del proyecto, cuyo fin es el control de inventario de los equipos electrónicos como computadoras, fuentes de alimentación y equipos de instrumentación.

Debe señalarse, que el procedimiento anteriormente mencionado es realizado por los técnicos de turno en la UJAP, la frecuencia con se hace el control de inventario en general es a final de cada periodo lectivo académico, sin embargo los técnicos regularmente están al pendiente de alguna falla en los equipos y de no estar en las condiciones óptimas de uso proceden a separarlos del resto. El control de inventario se realiza por laboratorio es decir el conteo de los equipos de cada laboratorio se realiza por separado y se almacenan los datos de forma individual para las diferentes ubicaciones. Las instalaciones de los laboratorios están distribuidas de la siguiente manera (Ver figura 5):



**Figura 5. Distribución de los laboratorios.**

Fuente: Manual del asistente técnico y becario (2019)

Los laboratorios están ubicados en el quinto piso del edificio 4 y se encuentran distribuidos según la materia, estos poseen un número de identificación de su ubicación que se comienza a contar a partir del 4530, la coordinación de la escuela de electrónica y telecomunicaciones cuenta con 10 laboratorios, de los cuales 3 pertenecen a la escuela de Telecomunicaciones y 7 a la escuela de Electrónica y una oficina de asistencia técnica que es donde se puede ubicar al personal encargado. Los laboratorios se encuentran bajo la responsabilidad del Director de escuela

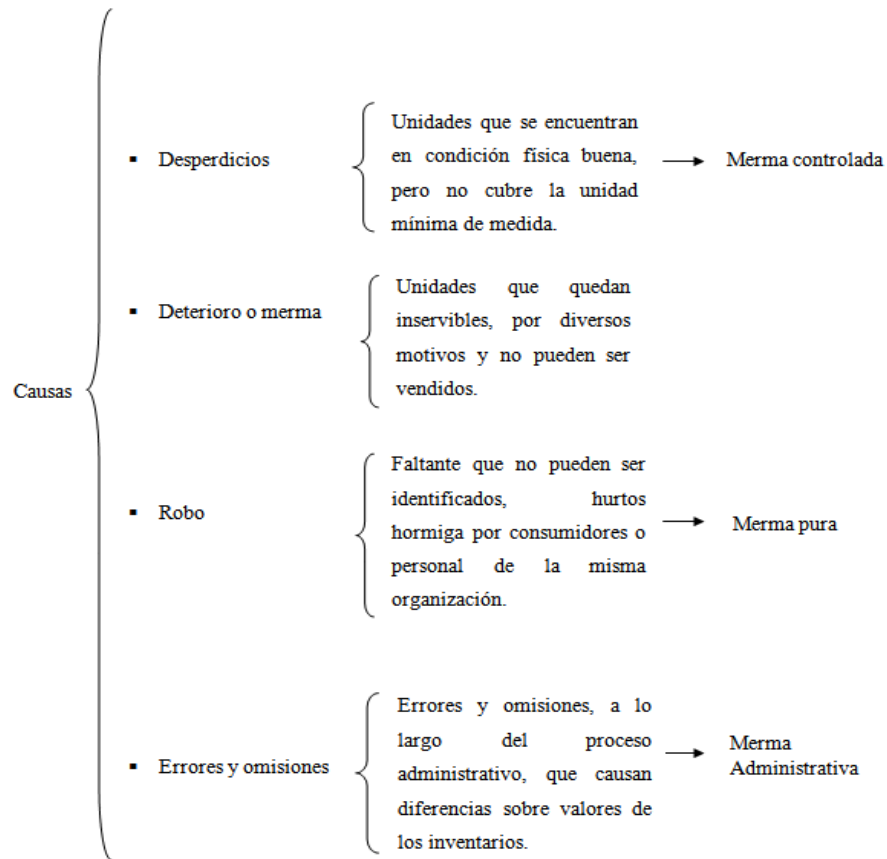
de Electrónica y telecomunicaciones, los Asistentes Técnicos y Becarios de los mismos. Se destaca que actualmente los laboratorios de instrumentación industrial y robótica no se encuentran operativos.

Ahora bien, la persona encargada da inicio a la revisión del inventario en el primer laboratorio y procede a revisar cada uno de los equipos disponibles, se hacen anotaciones en hojas blancas o en un formato con el programa Excel en la computadora acerca de los datos de interés del equipo como nombre, marca, modelo, código de referencia del equipo (esta es la forma en la que se diferencian equipos iguales, este código se utiliza para activos fijos y fue fijado al adquirir el equipo por las autoridades de la UJAP) y el laboratorio al que pertenece el equipo. El formato mencionado fue suministrado por los técnicos (Ver anexo A).

Debe señalarse, que cuando un equipo se daña los técnicos se encargan de llevarlo a un almacén que se encuentra dentro del laboratorio de automatización, de esta forma queda separado del resto ya que el equipo no está en condiciones para su uso en los laboratorios, se da aviso del estado del equipo a la autoridad pertinente que en este caso es el director de escuela de ingeniería electrónica y en telecomunicaciones este debe solicitar la reparación y se espera por la asistencia de un técnico especializado en el área, ya que a los técnicos y becarios que laboran en la UJAP no les permiten realizar ese tipo de reparación.

Sin embargo, debido a que gran parte de los equipos disponibles en los laboratorios pertenecen a empresas que ya no prestan su servicio en el país o que ya no ofrecen mantenimiento a los equipos que no se encuentran actualmente en el mercado por ser considerados obsoletos, el proceso de reparación tiene un costo elevado, por lo que muchas veces simplemente se descarta el aparato. Cabe recalcar que una consecuencia de analizar el resultado de un inventario es la Merma, entendido como el valor de la mercancía que deja de venderse o usarse por el deterioro ocasionado por el tiempo, obsolescencia, por daños en su manejo y/o almacenamiento, descomposición, por robo o por un control inadecuado de su inventario.

Algunas de las causas que pueden ocasionar merma en una empresa son (Ver figura 6):



**Figura 6. Clasificación de la merma.**

Fuente: <https://www.gestiopolis.com/importancia-del-control-de-inventarios-en-las-empresas/> (2015)

Se indica asimismo, que en el registro de los equipos del sistema actual solo se almacenan los datos de los equipos que se encuentran en buen estado y que están disponibles en los diferentes laboratorios para el uso de los estudiantes, no se lleva un registro de los equipos que requieren reparación por lo que no se toman como prioridad y quedan descartados por un tiempo muy prolongado o de forma definitiva ya que la universidad en estos momentos no realiza reposiciones de los equipos dañados con la frecuencia con las que son necesarias, al contar con menos equipos en las instalaciones son más las limitaciones que se presentan tanto para los

profesores que tienen que recortar su contenido, como para los estudiantes que no pueden realizar las practicas necesarias con normalidad.

Ahora bien, al no llevar un registro de los equipos que se han dañado durante un determinado periodo resulta muy difícil realizar un estudio económico y de productividad del inventario total ya que no se contabilizan las pérdidas de los equipos. Los equipos dañados no tienen por qué ser descartados de las listas de inventario, estos pueden ser sometidos a un estudio para evaluar las diferentes opciones respecto al equipo con el fin de sacar el mayor provecho de él y obtener algún tipo de retorno respecto al precio del equipo.

#### **4.1.2 Análisis FODA de los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones**

Con el fin de profundizar, comprender y estudiar las posibilidades de la situación actual en su totalidad y definir la estrategia a seguir se decidió realizar un análisis FODA de la situación el cual arrojó los siguientes resultados:

- **Debilidades**

Un elemento clave que se pierde o se subestima es llevar el control del inventario, debe ser visto como la representación tangible de los activos de la empresa, muchas empresas al ser pequeñas, se pasan por alto estas herramientas, se considera un costo innecesario, sin embargo con el tiempo genera incertidumbre y se pierde la información necesaria para validar si un plan de negocio, es óptimo. Actualmente se pueden encontrar las siguientes debilidades en el control de inventario:

- Ø No contabilizar la merma.
- Ø Proceso manual.
- Ø Posesión de objetos obsoletos.
- Ø Descarte de objetos con posibles usos a futuro.

- **Amenazas**

La situación actual obliga a estar al tanto del estado de todos los equipos disponibles y más debido al alto precio de los mismos que dificultan su reposición, un problema que se puede presentar es el hurto de equipos que no están en uso puesto que estos no se encuentran registrados en el inventario, estos a pesar de no funcionar adecuadamente, podrían servir de repuesto para otros equipos funcionales, reparación o incluso como parte de estudio o ejemplo para futuras clases en laboratorios pertinentes. A continuación se detallan las amenazas más evidentes:

- Ø Robo de equipos.
- Ø No contar con la debida asistencia técnica por parte de las empresas en las que fueron adquiridos los equipos.
- Ø Aumento constante de los equipos debido a la inestabilidad económica en el país.

- **Fortalezas**

Se evidencio que la UJAP cuenta con el personal adecuado, así como con las herramientas necesarias para la implementación de un mejor sistema que permita el aprovechamiento de dichos recursos de la manera más óptima posible, pudiendo lograr un mejor sistema de seguridad que permita el resguardo de los equipos pertenecientes al laboratorio y de esta manera mantener un control más preciso sobre el inventario disponible en los laboratorios. A continuación se detallan las fortalezas más evidentes:

- Ø Instalaciones con depósito donde se guardan los equipos bajo llave.
- Ø Cámaras de seguridad disponibles.
- Ø Disponibilidad de personal en los horarios administrativos fijados por la dirección de escuela.

Ø Evaluación regular por parte de las autoridades encargadas del personal para asegurar el correcto cumplimiento del reglamento interno de los técnicos y becarios.

· **Oportunidades**

Evaluar un nuevo sistema que permita la optimización del proceso actual de control y manejo de inventario de manera que el trabajo para los técnicos se facilite y permita ahorrar horas laborables que pueden ser invertidas en otras actividades, de esta manera crear un sistema de seguridad que ofrezca a la universidad respaldo de sus equipos y su capital invertido en los laboratorios, así como un mejor control de lo mismo.

Ø Creación de un sistema de seguridad avanzado con un circuito cerrado.

Ø Automatización de la forma en que se realiza y se lleva el control de los equipos

Ø Participación en ferias de electrónica y telecomunicaciones que permitan a otras personas conocer las instalaciones de los laboratorios.

Ø Constantes avances tecnológicos que brindan facilidad de expansión y mejora en los servicios prestados.

Una vez determinados los factores internos y externos que favorecen o afectan a los laboratorios de electrónica y telecomunicaciones se definió una planificación estratégica para aprovechar dichos factores a través de los diferentes enfoques que se detallan a continuación:

· **Enfoque de éxito (Fortalezas y oportunidades).**

a) Usar las instalaciones y la disposición de cámaras de seguridad en las mismas para la creación de un sistema de seguridad avanzado que se maneje a través de un circuito cerrado y permita así un mejor resguardo de los objetos que permanecen dentro de las instalaciones.

- b) Aprovechar la disponibilidad del personal de técnicos y becarios en la universidad para organizar eventos como ferias acerca de electrónica y telecomunicaciones que permitan a más personas conocer las instalaciones de la UJAP.
- **Enfoque de adaptación (Debilidades y oportunidades).**
  - a) Con la oportunidad de automatizar el proceso de control de inventario se podría disminuir e incluso eliminar del todo las debilidades del sistema actual como la de continuar ejecutando un proceso manual y no contabilizar la merma de los inventarios.
  - b) Si se aprovechan los constantes avances tecnológicos que brindan facilidad de expansión y mejora en los servicios prestados se podrían disminuir el número de objetos obsoletos que se encuentran en los laboratorios
- **Enfoques de reacción (fortalezas y amenazas).**
  - a) Usar las cámaras de seguridad para monitorear las instalaciones de manera constante mitigando así posibles robos de equipos.
  - b) El personal de los laboratorios está disponible en un horario administrativo al cumplir con ciertas cualidades pudieran encargarse de la reparación y mantenimiento de los equipos y no necesitar de un personal técnico externo.
- **Enfoques de supervivencia (Debilidades y amenazas).**
  - a) Actualmente son descartados aquellos equipos que tienen mal funcionamiento y no tienen reparación, son enviados a un depósito y son dejados ahí por largos periodos de tiempo, se podrían desarmar esos equipos para recuperar piezas que todavía funcionan y pudieran servir de repuestos para otros equipos de esta forma poder reducir los costos de reparación y compra de nuevos equipos

- b) A manera de resguardo ante la situación económica que vive el país es importante llevar al día el conteo de equipos tanto de los que están operativos como de aquellos que no, para garantizar que los laboratorios se mantengan operativos y aminorar los costos operacionales.

A continuación los resultados obtenidos del análisis FODA (Ver tabla 4).

<b>Factores internos</b>	<b>Fortalezas (F):</b>	<b>Debilidades (D):</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Instalaciones con depósito donde se guardan los equipos bajo llave.</li> <li>· Cámaras de seguridad disponibles.</li> <li>· Disponibilidad de personal en los horarios administrativos fijados por la dirección de escuela.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· No contabilizar la merma.</li> <li>· Proceso manual.</li> <li>· Posesión de objetos obsoletos.</li> </ul>
<b>Factores externos</b>	<b>Estrategia FO</b>	<b>Estrategia DO</b>
<p style="text-align: center;"><b>Oportunidades (O):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Automatización de la forma en que se realiza y se lleva el control de los equipos</li> <li>· Participación en ferias que permitan a otras personas conocer las instalaciones de los laboratorios.</li> <li>· Constantes avances tecnológicos que brindan facilidad de expansión</li> </ul>	<p>Usar las instalaciones y la disposición de cámaras de seguridad en las mismas para la creación de un sistema de seguridad avanzado que se maneje a través de un circuito cerrado y permita así un mejor resguardo de los objetos que permanecen dentro de las instalaciones.</p>	<p>Con la oportunidad de automatizar el proceso de control de inventario se podría disminuir e incluso eliminar del todo las debilidades del sistema actual como la de continuar ejecutando un proceso manual y no contabilizar la merma de los inventarios.</p>
<b>Amenazas (A):</b>	<b>Estrategia DA</b>	<b>Estrategia FA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Robo de equipos.</li> <li>· No contar con la debida asistencia técnica por parte de las empresas en las que fueron adquiridos los equipos.</li> <li>· Aumento constante de los equipos debido a la inestabilidad económica en el país.</li> </ul>	<p>A manera de resguardo ante la situación económica que vive el país es importante llevar al día el conteo de equipos tanto de los que están operativos como de aquellos que no, para garantizar que los laboratorios se mantengan operativos.</p>	<p>Usar las cámaras de seguridad para monitorear las instalaciones de manera constante mitigando así posibles robos de equipos.</p>

**Tabla 4. Matriz FODA planificación estratégica.**

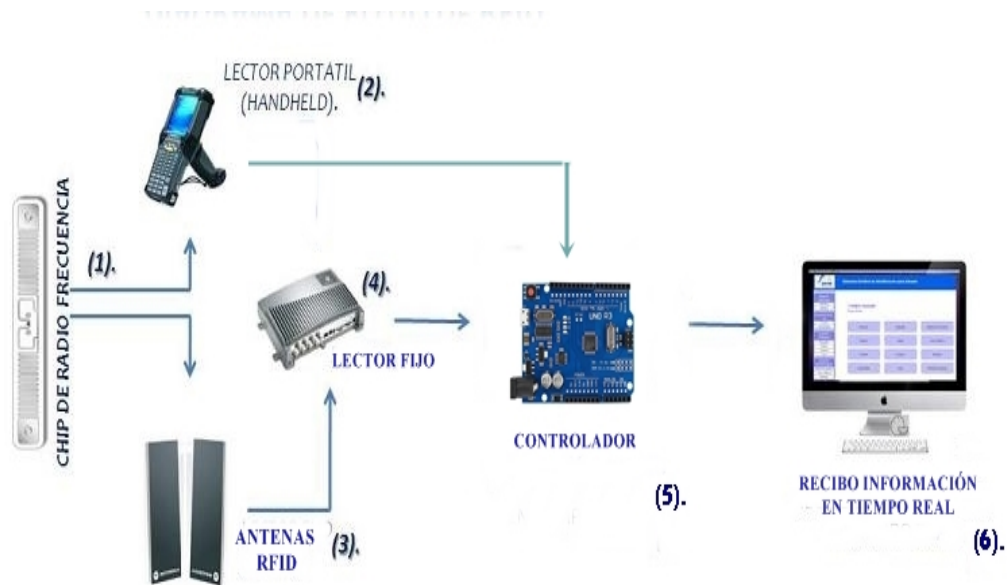
Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

## **4.2 Fase II: Identificación de la arquitectura de los sistemas de identificación por radiofrecuencia para determinar los componentes y dispositivos que son necesarios para su instalación.**

En esta fase se definió el comportamiento del sistema y se realizó un diseño general, definiendo funciones, requisitos y dispositivos que intervienen en el proceso. Una vez realizado el estudio del campo en el que se propone la instalación del sistema se observaron los requerimientos básicos que deben poseer los dispositivos para su correcto funcionamiento en la zona de trabajo. A continuación se explican las características con las que debe cumplir el sistema y partiendo de eso se hará la selección de los equipos.

La propuesta se basa en un sistema de seguridad y control de inventarios usando RFID es necesario destacar que para la función de control de inventario se requiere de un equipo de distancia media de lectura aproximada de unos 90cm lo suficiente para detectar los equipos sin necesidad de moverlos de sus puestos de trabajo que sea portátil para que pueda ser trasladado a los diferentes laboratorios sin problemas. Para aumentar la seguridad y automatizar el seguimiento de la ubicación de los equipos se requiere de antenas fijas de radiofrecuencia que actúen como sensores de movimiento de los equipos, estas serán ubicadas en la entrada de cada laboratorio justo arriba del marco de cada puerta creando así una puerta RFID simple, deben ser capaces de cubrir un rango de lectura considerable que permita la detección de los equipos al entrar o salir por la puerta.

Por otra parte, respecto a la identificación de los equipos las etiquetas deben ser capaz de adherirse al equipo así que se tomara en cuenta el material con el que están hechos, además las etiquetas serán de lectura y escritura en caso de requerir modificar algún parámetro respecto al equipo al cual está identificando. La información recibida por los lectores será procesada y gestionada por un controlador que almacenara los datos recibidos en una base de datos y enviara la información a una computadora para la visualización del usuario del sistema. En la figura 7 se puede observar un diagrama del sistema RFID propuesto. (Ver figura 7):



**Figura 7. Diagrama de flujo del sistema RFID.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019)

#### 4.2.1 Frecuencia del sistema

Considerando lo anteriormente expuesto para el diseño de un sistema RFID, se debe definir la frecuencia con la cual trabajaran los equipos, para este caso se seleccionó el uso de la alta frecuencia HF (Del inglés High frequency) de 13,56Mhz utilizada mundialmente, sobre todo normalizada bajo los estándares ISO14443 e ISO15693; Las ondas del campo HF pueden penetrar relativamente materiales como el agua, tejidos, madera y aluminio, por lo que puede utilizarse para identificar objetos que son o contienen este tipo de materiales. A continuación se detallan las características de funcionamiento de los sistemas con esta frecuencia:

- Campo magnético bien definido
- La señal puede atravesar la mayoría de materiales, con la excepción de los metales, que causan atenuación
- Se pueden leer varias etiquetas a la vez (anticolisión)
- El formato de los tags es principalmente tipo etiqueta o tarjeta, aunque también los hay encapsulados para entornos y aplicaciones industriales.

#### 4.2.2 Selección de equipos

Al definir la frecuencia de trabajo del sistema se procedió a estudiar los equipos del mercado que cumplen con las características anteriormente mencionadas.

#### 4.2.2.1 Lector fijo

Se requiere un lector fijo para hacer una puerta HF simple para la detección de etiquetas, son 10 laboratorios operativos y una oficina de técnicos, cada una de las puertas de ingreso de los mismos deben tener una antena de radio frecuencia por lo que se necesita de un lector RFID que permita la conexión de múltiples antenas. A continuación se detallan los equipos que se adaptan a los requerimientos de la propuesta:

- **Módulo lector/grabador industrial LR2500:** Este es un dispositivo lector/grabador industrial de larga distancia para tags de 13,56 MHz. Se pueden conectar diversas antenas estándar, divisores de potencia, multiplexores y antenas en formato puerta de paso para identificación de personas. En la figura 8 se puede apreciar el hardware del dispositivo:



**Figura 8. Módulo lector/grabador industrial lr2500.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/modulo-lector-grabador-industrial-lr2500-para-integrar-para-antena-externa-de-13-56mhz-para-tags-hf-iso15693-e-iso18000-3-modos-1-y-3-con-comunicaciones-rs232-rs485-usb-usb-host-y-ethernet-y-so-linux-embebido-8701-8701#sub>

El dispositivo LR2500 ha sido desarrollado para leer soportes de datos pasivos, denominados "Etiquetas inteligentes". Para la operación es necesario conectar una antena externa apropiada al conector ANT1, cuenta con una potencia máxima emitida de 12 Watios. Según sea la antena utilizada, permite leer y grabar tags hasta los 130 cm (2m si se

conecta con varias antenas). Soporta tags de las normas ISO15693 e ISO18000 con protocolo de anticolidión. En la tabla 4 se detallan las características del lector. (Ver tabla 5):

Montaje	Equipo OEM (PCB sin encapsular)
Dimensiones (A x L x H)	160 x 120 x 46 mm
Peso	Aproximadamente 600 gramos
Alimentación	24 V DC $\pm$ 15% - Rizado máximo: 150 mV
Consumo	Típico 35 VA / máximo 47 VA
Temperatura de trabajo	de -20° C hasta 55° C
Frecuencia de operación	13,56 MHz
Potencia de transmisión RF	2 W - 12 W configurable por software (en pasos de 250 mW), modulación 10% - 30% configurable por software
Antena integrada	No
Antena externa	Permite la conexión de 1 antena externa de 50 Ohmios con conector SMA hembra. El lector integra detección de cortocircuito en la antena, control de temperatura y de la impedancia de la antena.
Distancia de lectura	hasta 130 cm
Interface	RS232, RS485, USB, USB-Host y Ethernet (TCP/IP)
Entradas / Salidas	3 entradas digitales optoacopladas (5-24V DC / 20mA), 2 salidas digitales optoacopladas (24V DC / 30mA) y 3 salidas de relé (24V DC / 1A)

**Tabla 5. Especificaciones técnicas del LR2500.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/modulo-lector-grabador-industrial-lr2500-para-integrar-para-antena-externa-de-13-56mhz-para-tags-hf-iso15693-e-iso18000-3-modos-1-y-3-con-comunicaciones-rs232-rs485-usb-usb-host-y-ethernet-y-so-linux-embebido-8701-8701#sub>

Evidentemente, al detallar la zona de instalación se observó que se requiere del uso de diversas antenas, el lector seleccionado solo permite la conexión de 1 antena una solución a esta limitante es el uso de un multiplexor

que permita la conexión simultánea de varias antenas, también se debe definir cuál será la antena externa que usará el lector ya que de ella depende la correcta recepción y transmisión de datos desde las etiquetas al lector. Estos equipos necesarios para que el módulo LR2500 funcione correctamente son definidos a continuación:

- **Multiplexor electrónico de FQ Ingeniería Electrónica S.A**

Es un multiplexor electrónico en caja de plástico industrial para antenas HF a 13,56 MHz de 50 Ohmios con una potencia máxima permitida de hasta 10 Watos. Permite la conexión y activación/desactivación de hasta 8 antenas a un lector en modo simple o dual. Es posible conectar varios multiplexores en cascada ampliando el número de antenas. La conmutación es posible vía una señal de disparo externo o por comandos desde los lectores i-scan. Dispone de 2 entradas y 8 salidas RF con conectores SMA. Se puede ver el encapsulamiento físico del multiplexor en la figura 9. (Ver figura 9):



**Figura 9. Multiplexor electrónico de FQ Ingeniería Electrónica S.A.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/multiplexor-electronico-en-caja-de-plastico-industrial-para-hasta-8-antenas-hf-a-13-56-mhz-de-50-ohmios-85-85>

- **Antena externa industrial ip65 para lectores HF de 13,56Mhz.**

Es una antena externa industrial IP65 de 800x600mm para los lectores RFID a 13,56 MHz con una impedancia de 50 Ohmios. Diseñada para aplicaciones industriales con tags ISO15693 y ISO18000-3. La antena se suministra sintonizada y se puede re-sintonizar en el entorno de la instalación mediante comandos directos desde el lector,

gracias al sintonizador dinámico integrado. La conexión con el lector es a través del cable incluido de 3,6 m con conector SMA. La distancia máxima de lectura es de hasta 100 cm con una potencia de 8W con equipos de larga distancia.



**Figura 10. Antena externa industrial ip65 para lectores HF.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/antena-externa-industrial-ip65-para-lectores-hf-iso15693-y-iso18000-3-de-13-56-mhz-de-800-x-600-mm-con-sintonizador-dinamico-integrado-y-cable-3-6-m-142-142>

#### 4.2.2.2 Lector portátil

- **Lector de mano HF portátil**

Lector/grabador de mano de media distancia para tags de 13,56 MHz, con un diseño moderno y robusto. Su antena integrada, permite leer y grabar tags hasta los 50 cm. Las comunicaciones son a través de WiFi con capacidad de encriptación y se alimenta a través de baterías recargables. Integra 2 botones para activación, 5 leds y zumbador. Soporta tags ISO15693 e ISO18000-3 modos 1 y 3. Para conocer más especificaciones técnicas. (Ver tabla 6):

Montaje	lector de mano
Dimensiones (A x L x H)	460 x 260 x 27 mm
Protección	IP30
Peso	600 gramos (incluyendo pack de baterías)
Tiempo de operación	hasta 16 horas en modo estándar y hasta 8 horas en modo BoostMode

Temperatura de trabajo	de 0° C hasta 40° C
Frecuencia de operación	13,56 MHz
Potencia de transmisión RF	1,5 W en StandardMode y 4,0 W en BoostMode
Antena integrada	si, antena flexible y fina (1,5 mm de grosor)
Interface	Wi-Fi. Soporta los protocolos de seguridad WEP / WPA / WPA2 y los modos Access Point Mode y Client Mode
Entradas / Salidas	2 pulsadores (RF On/Off y Power On/Off)

**Tabla 6. Especificaciones técnicas del lector de mano HF.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/lector-de-radiofrecuencia-rfid-hf-de-mano-portatil-con-antena-y-conexion-wifi-246852#sub>

#### 4.2.2.3 Etiquetas o Tags

- **Etiqueta adhesiva de 26x44 mm, ISO15693 13,56Mhz pasiva.**

Las etiquetas de plástico disponen de un recubrimiento que resiste a las condiciones adversas externas como agua, humedad, calor, etc. La capa externa está fabricada con un plástico poliéster PET que puede operar en entornos entre -25°C a +85°C. Las etiquetas de plástico también son imprimibles con una impresora térmica y aportan una mayor durabilidad y resistencia que la etiqueta de papel convencional. Estas etiquetas funcionan bajo la norma ISO 15693, es un estándar para "Tarjetas de Vecindad", como por ejemplo las tarjetas que pueden ser leídas desde una mayor distancia que las tarjetas de proximidad, ofrece una distancia máxima de lectura de entre 1 y 1,5 metros. Seguidamente se detallan las especificaciones técnicas de este tipo de etiquetas. (Ver tabla 7):

Tipo de transponder	ICODE® SLIX2
Frecuencia de operación	13,56 MHz ± 2%

Normativas	ISO/IEC 15693 e ISO 18000-3 Modo 1
UID (identificador único)	8 bytes
Memoria	2560 bits organizados en 80 bloques de 4 bytes, 2528 bits de memoria de usuario
Ciclos de escritura	100.000 ciclos
Retención de datos	50 años
Anticolisión	hasta 60 tags/segundo
Tipo de etiqueta	etiqueta de plástico con adhesivo
Material de la antena	Aluminio
Dimensiones de la etiqueta	26 x 44 mm
Soporte de la etiqueta	plástico imprimible con impresora térmica
Cantidad de etiquetas por rollo	10.000 ± 10%

**Tabla 7. Especificaciones técnicas de las etiquetas ISO 15693.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/etiqueta-adhesiva-de-plastico-de-26-x-44-mm-de-proximidad-de-13-56-mhz-de-lectura-escritura-iso15693-chip-icoder-slix2-55568-55568#sub>

#### 4.2.2.4 Controlador

- **Arduino UNO**

Es una placa de microcontrolador de código abierto desarrollado por Arduino.CC. La placa está equipada con conjuntos de pines de E/S digitales y analógicas que pueden conectarse a varias placas de expansión y otros circuitos programables con el Arduino IDE (Entorno de desarrollo integrado) a través de un cable USB tipo B. Para conocer las especificaciones de esta placa (Ver la tabla 8).

Características	Arduino UNO
Microcontrolador	ATmega328p
Voltaje de alimentación	7-12 V

Voltaje de alimentación (máxima)	6-20 V
Voltaje de pines	5 V
Numero de I/O digitales	14 (6 son de salida PWM)
Numero de pines analógicos	6
Corriente DC en las I/O digitales	20 mA
Corriente DC en el pin de 3.3V	50 mA
Memoria Flash	32 KB
Memoria de datos SRAM	2 KB
Memoria de datos EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16MHz

**Tabla 8. Características de la tarjeta Arduino UNO.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/productos/lector-de-radiofrecuencia-rfid-hf-de-mano-portatil-con-antena-y-conexion-wifi-246852#sub>

Se escogió este controlador porque es compatible con la interfaz de comunicación de los lectores, en el caso del lector fijo su comunicación con el controlador es a través de un cable USB y en el caso del lector portátil la comunicación es a través de red Wi-Fi, de esta forma con los componentes necesarios se pueden procesar y enviar datos sin problema desde los lectores al controlador y viceversa, además de permitir que el sistema pueda manejarse de manera remota.

#### **4.2.2.5 Middleware.**

Es una pieza esencial del software, y en particular, del núcleo de un sistema operativo, sin la cual el hardware sería inutilizable.

- **Arduino IDE**

Se seleccionó para el proyecto la Placa Arduino que será usada como Middleware a través del entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino que es una aplicación multiplataforma (para Windows, macOS,

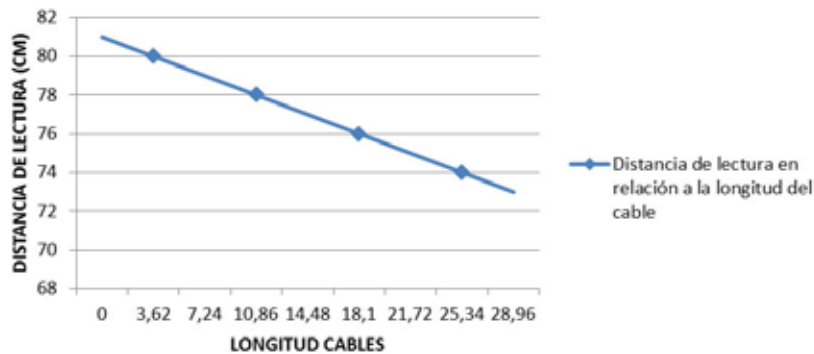
Linux ) que está escrita en el lenguaje de programación Java. Se utiliza para escribir y cargar programas en placas compatibles con Arduino, pero también, con la ayuda de núcleos de terceros, se puede usar con placas de desarrollo de otros proveedores. A través de este entorno se desarrolló la comunicación del sistema entre los lectores y la información almacenada en una base de datos para mostrarla en un computador.

#### **4.2.3 Conexión y distribución de los equipos fijos**

En cualquier instalación de RFID, los cables de las antenas tienen una cierta influencia en los resultados que se obtendrán, se debe intentar siempre que posean una buena calidad y una longitud lo más cortos posibles para minimizar las pérdidas. Se deben conocer cuáles son las limitaciones y normas a seguir en cualquier instalación de frecuencia HF y el número de antenas que se pueden conectar a un lector sin afectar su rendimiento a continuación se detallan dichas normas:

- Fijar el cable en la posición y lugar en el que se quiera instalar, siempre antes de sintonizar la antena. La sintonización se debe hacer siempre con la posición definitiva de los cables y antenas.
- El cable de la antena siempre se debe colocar de forma vertical respecto a la antena (al menos hasta unos 50 cm).
- El cable de conexión no se puede alargar ni acortar de forma aleatoria.
- Se requiere una separación de 30 cm respecto a las líneas de energía que corren en paralelo.
- No se recomienda que el cable pase por en medio de la antena.

Una norma básica en RFID es que los cables, cuanto más cortos sean, mucho mejor. Los cables siempre tienen unas ciertas pérdidas, que quedan reflejadas en la figura 11, donde se observa que la distancia de lectura baja de forma lineal a medida que se aumenta la longitud de los cables. (Ver figura 11):



**Figura 11. Distancia de lectura con relación a la longitud del cable.**

Fuente: <https://www.fqingenieria.com/es/conocimiento/longitud-de-los-cables-para-los-lectores-y-antenas-rfid-hf-13-56-mhz-68>

La longitud total del cable entre el lector y la antena debería cumplir:

**Longitud óptima: 1,35 metros** o bien:

$$L_c = 1,35 \text{ m} + n * 7,20 \text{ m}$$

Donde

$L_c$  = Longitud total del cable

$n$  = número de cables de extensión ( $n=0, 1, 2, \dots, 10$ ).

Tomando en cuenta los criterios anteriormente mencionados se definió como será la distribución de los equipos fijos del sistema RFID en cada uno de los laboratorios, estudiando los equipos que serán utilizados y las funciones con las que debe cumplir el sistema se realizó un diseño simplificado usando los componentes que se mencionaron anteriormente, a continuación se detallara la cantidad requerida de cada uno de los equipos considerando el número y ubicación de laboratorios. (Ver tabla 9):

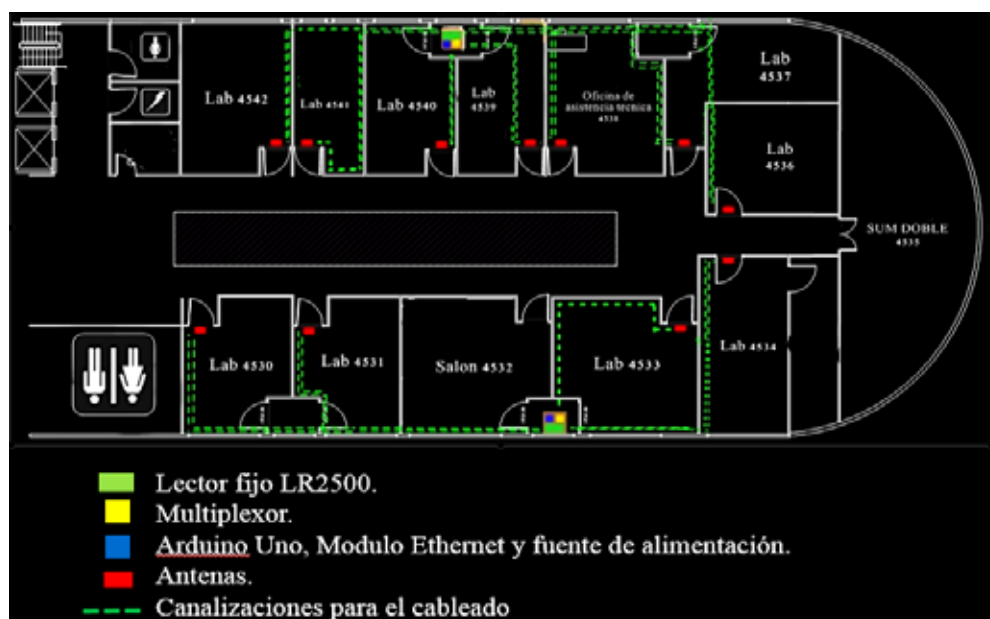
COMPONENTES	CANTIDAD
Módulo lector/grabador industrial LR2500	2
Multiplexor electrónico	2
Antena externa industrial ip65 para lectores HF.	11
Arduino UNO	2
Ethernet Shield Para Arduino W5100	2
Fuentes de alimentación	2
Cable para antenas HF de 3,60m con conectores SMA macho-macho.	6

Cable de extensión para antenas HF de 7,20m con conectores SMA macho-hembra	2
Cable para antenas HF de 20 cm con conectores sma macho	3

**Tabla 9. Cantidad de equipos del sistema de seguridad RFID.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

El diseño abarca los 10 laboratorios de electrónica y telecomunicaciones de la UJAP y la oficina de asistencia técnica, para simplificar el uso del hardware solo se dispondrán de 2 lectores que harán lectura de los diferentes laboratorios, en la zona del ala este y oeste respectivamente, el lector del lado oeste tendrá conectadas 7 antenas y el lector del lado este tendrá conectadas 4 antenas de esta forma se pueden cubrir todos los espacios, y monitorear de manera controlada y organizada las salidas y entrada de los equipos con las puertas simples HF. (Ver figura 12):



**Figura 12. Distribución de los equipos para el sistema de lecturas con antenas fijas RFID.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

**4.3 Fase III: Diseño del programa para el microcontrolador que almacene y filtre la información recibida del sistema de control de inventario a través de una base de datos.**

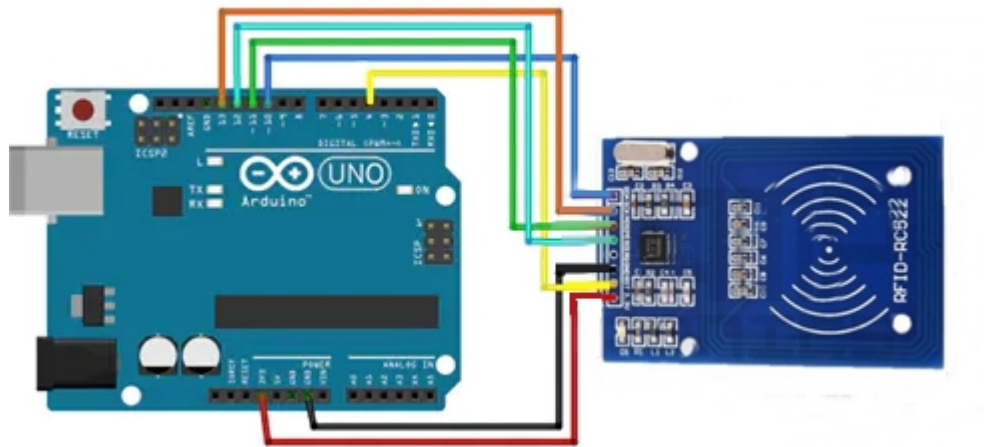
Conociendo cual será el hardware que se utilizara para el sistema propuesto se procedió a definir el conjunto de programas que serán necesarios para el control del proceso. Tomando en cuenta que se está trabajando con la plataforma arduino se realizó una investigación previa de estos controladores para conocer sobre el tema y realizar la descarga del software necesario para la utilización de dicha plataforma. Además, se escogió e instaló herramientas digitales necesarias para la culminación del proyecto.

Cabe considerar, por otra parte que al momento de realizar las pruebas pertinentes del sistema diseñado se evidencio que no era posible simular o emular el funcionamiento de un lector RFID a través de un software ya que los que existen están obsoletos y no desempeñan un entorno de pruebas seguro para los sistemas RFID en la actualidad, por esta razón para probar y demostrar el control diseñado para la propuesta se creó un prototipo a pequeña escala del sistema planteado usando el módulo lector y grabador de tags RFID RC522 que utiliza un sistema de modulación y demodulación de 13.56MHz, frecuencia con la que trabaja el sistema RFID de la propuesta.

#### **4.3.1 Lectura de las etiquetas RFID**

- **Módulo RFID RC522**

El Lector-Grabador RFID, posee comunicación SPI permitiéndole trabajar fácilmente con la mayoría de microcontroladores. Utiliza un sistema de modulación y demodulación para todo tipo de dispositivos pasivos de 13.56MHz. El dispositivo maneja el ISO14443A y soporta el algoritmo de encriptación Quick CRYPTO1 y MIFARE. El rango de detección de tags RFID es de aprox. 5-7cm. Como se puede ver en el diagrama y en la tabla de conexiones para el arduino UNO el modulo se alimenta de 3,3V (Ver figura 13) (Ver tabla 10):



**Figura 13. Esquema de conexiones del módulo RC522.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Módulo RC522	Arduino Uno
SDA (SS)	4
SCK	13
MOSI	11
MISO	12
IRQ	No conectado
GND	GND
RST	9
3.3V	3.3V

**Tabla 10. Conexión de pines entre el RC522 Y Arduino UNO.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Para trabajar el Modulo en Arduino es necesario descargar la siguientes librerías

- Librería RFID para MFRC522
- Comunicación por SPI

Una vez descargadas, se importa la librería a nuestro IDE de Arduino y con esto se puede comenzar a programar. Inicialmente al encender el lector se

programó para que este listo para detectar cualquier tarjeta que entre en su rango de lectura, el controlador será capaz de leer el código único de identificación que posee la tarjeta RFID y además mostrara si la tarjeta está correctamente registrada en el sistema o no en caso de no detectar una tarjeta entra en modo de espera.

### 4.3.2 Creación de la base de datos

Para garantizar el funcionamiento eficiente de un control de inventarios es sumamente importante tener un respaldo con información de todos los equipos disponibles, que sea adaptable a las condiciones del sistema, por esta razón se decidió crear una base de datos utilizando el software MySQL 5.7.2 que permite realizar el diseño de una base de datos de una manera sencilla. La base de datos se basó en un modelo relacional estos modelos pasan por un proceso al que se le conoce como normalización de una base de datos, el resultado de dicho proceso es un esquema que permite que la base de datos sea usada de manera óptima.

La base de datos creada para el control del inventario consta de 3 tablas relacionadas entre sí, una tabla llamada equipos, la tabla llamada inventario y la tabla llamada movimiento, a continuación se define el contenido de cada una y su función:

- **Tabla equiposlab:** Almacena toda la información de interés de los equipos incluyendo el número único de etiqueta que se le asignó, en esta tabla el usuario que tenga acceso permitido podrá modificar la información, añadir y eliminar registros. (Ver figura 14).

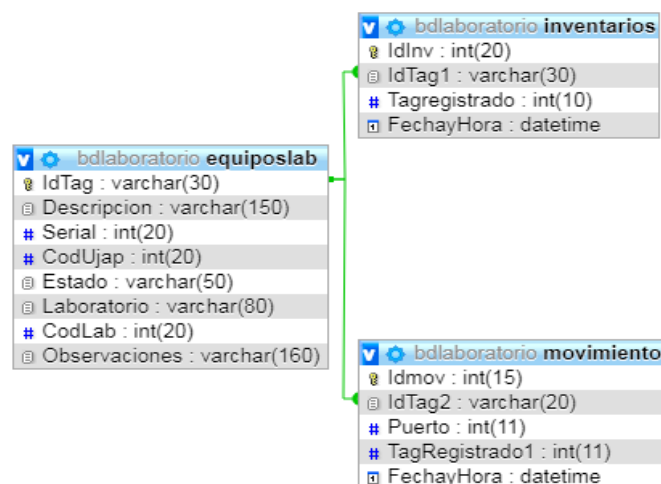
The screenshot shows the MySQL Workbench interface for the 'equipos' table. The table contains three records with columns: IdTag, Descripción, Serial, CodUjap, Estado, Laboratorio, and CodLab. The records are as follows:

IdTag	Descripción	Serial	CodUjap	Estado	Laboratorio	CodLab
26F6EEF7	Vatmetro Chauvin Arnoux C.A.404	53113	5477	Activo	Lab. Electrónica II	4531
BD174D21	Reostato Hochbelastung - 42ohm 5A	53114	5478	ACTIVO	Lab. electrónica II	4531
DE174D21	Galvanometro Chauvin Arnoux C.A.403	53115	5479	Activo	Lab. Electrónica I	4530

**Figura 14. Registros de la tabla equipos.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

- **Tabla inventarios:** Se almacena la información enviada desde el Arduino de la lectura de etiquetas realizadas por el lector portátil, identificara con un 1 si la etiqueta pertenece al sistema y con un 0 si no está registrada, además quedara registrado la fecha y hora en la que fue hecha la lectura.
- **Tabla movimiento:** Almacena la información enviada desde el Arduino de la lectura de etiquetas realizadas por las antenas fijas, identificara el puerto donde detecto la señal, guarda si la etiqueta está registrada en el sistema y además quedara registrado la fecha y hora en la que fue hecha la lectura. Para observar los atributos de cada tabla y su diagrama (Ver figura 15).



**Figura 15. Esquema de la base de datos relacional.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

### 4.3.3 Conexión con la base de datos

Se debió instalar en el computador utilizado el software libre Xampp 7.3.8 que permite al equipo funcionar como un servidor local para gestionar cualquier base de datos de MySQL a través de phpMyAdmin y que de esta forma se pueda tener una interfaz gráfica sencilla para observar los datos almacenados del sistema. Para ejercer la comunicación entre el microcontrolador y la base de datos se debe comprobar que el Arduino tenga conexión Internet para el envío de datos, por lo que se hará uso de la siguiente modulo:

- **Ethernet Shield W5100**

El Arduino Ethernet shield da la capacidad de conectar un Arduino a una red Ethernet. Es la parte física que implementa la pila de protocolos TCP/IP. Está basada en el chip Ethernet Wiznet W5100, este provee de una pila de red IP capaz de soportar TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de sockets simultáneas. Usa la librería Ethernet para leer y escribir los flujos de datos que pasan por el puerto. (Ver figura 16):



**Figura 16. Ethernet Shield W5100.**

Fuente: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/tag/w5100/>

Una vez conectado el modulo Ethernet a el arduino este se podrá comunicar con la base de datos mediante una petición HTTP al URL de una página creada en lenguaje PHP desde el servidor local esta página tiene acceso a la base de datos seleccionada y permite agregar registros nuevos en las tablas por esto los datos que son registrados por el arduino son enviados a la base de datos, los datos que se registran son el número de identificación único de la etiqueta que será de hasta 8 bytes y un valor que indicara si la etiqueta está correctamente registrada en el sistema, estos datos serán almacenados en la tabla llamada inventario, (Ver figura 17).

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	IdInv	int(90)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	IdTag	varchar(20)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	Tag_registrado	int(10)			No	Ninguna		
4	Fechayhora	datetime			No	CURRENT_TIMESTAMP		

**Figura 17. Estructura de la tabla inventario**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Con este proceso de envío y almacenamiento de información en tiempo real el usuario del sistema podrá mantener actualizado el inventario y tener acceso a esta información siempre de manera rápida y segura a través del software de phpMyAdmin que brinda acceso a la base de datos solo a un usuario previamente registrado en la plataforma, se recomienda que la información del usuario y contraseña solo esté al alcance del personal autorizado que tenga los conocimientos necesarios para manipular los datos. (Ver figura 18):

**Figura 18. Verificación de acceso en phpMyAdmin.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

**4.2 Fase IV: Simulación una red de área local virtual que permita la comunicación entre los dispositivos que integran el sistema de los diferentes laboratorios.**

#### **4.4.1 Diseño físico de la red**

##### **4.4.1.1 Situación actual y equipos necesarios para la red**

Actualmente, la universidad posee un total de diez laboratorios, un salón de técnicos y dos depósitos, en los cuales se encuentran equipos, instrumentos, materiales, entre otros recursos que utilizan los estudiantes y los profesores para realizar prácticas en los laboratorios de cada materia, aunque algunos de estos laboratorios no se habiliten con frecuencia deben ser tomados en cuenta para una futura incorporación a la red de seguridad y así realizar las debidas instalaciones para el funcionamiento de la red en los mismos, de esta manera se pueden dividir dichos salones de la siguiente manera:

- Depósito general. (Salón 4543).
- Laboratorio de Control de procesos (Salón 4542).
- Laboratorio de Maquinas eléctricas (Salón 4541).
- Laboratorio de Comunicaciones II (Salón 4540).
- Laboratorio de Comunicaciones I (Salón 4539).
- Oficina de técnicos (Salón 4538).
- Laboratorio de Redes de comunicaciones (Salón 4537).
- Laboratorio de Robótica (Salón 4536).
- Laboratorio de Automatización (Salón 4534).
- Depósito de Automatización.
- Laboratorio de Instrumentación industrial (Salón 4533).
- Laboratorio de Electrónica I (Salón 4531).
- Laboratorio de Electrónica II (Salón 4530).

Los laboratorios cuentan con computadoras (host) de manera que al menos una por laboratorio o salón pueden ser incorporadas a la red, donde cada uno de los equipos actuara como una red independiente del programa de seguridad a diseñar, cada unidad debe contar con el modulo Ethernet necesario para su funcionamiento, actualmente la mayoría de estos equipos lo tienen, sin embargo, se tomará previsión del deterioro de algunos o la falta de drivers correspondientes, de esta manera se incorporará al menos el uso de un switch y

un router para la conexión de los equipos. Elementos mínimos necesarios para la implementación. (Ver tabla 11).

Ítem	Cantidad	Disponibilidad
Computador o equipo	13	



**Figura 19. Computador de escritorio.**

Fuente: <https://pcware.com.co/computador/computador-torre-core-i3-ram-4gb-discoduro-1tb-pantalla-20-pulgadas/> (2016).

**· Cable Ethernet tipo RJ-45**

El RJ-45 es el conector estándar para conexiones de red, la función del mismo será conectar los equipos con el switch y a su vez, con el Router. Para lograr lo anterior se utilizara un determinado tipo de cable de la variedad que el mercado actual ofrece, el tipo de cable UTP puede variar según los requisitos o las exigencias para la red a implementar, entre las cuales se puede destacar la velocidad que se requiera, frecuencia de trabajo, ancho de banda disponible y la distancia ideal para la conexión. En la siguiente tabla se pueden apreciar las diferentes categorías de cables que se pueden utilizar. (Ver figura 20). (Ver tabla 12).



**Figura 20. Conector RJ-45 macho**

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/RJ-45> (2009).

	Distancia	Velocidad Máxima (Mb/s)				PoE	Mhz
		10	100	1.000	10.000		
Cat-5	100	X	X			X	100
Cat-5e	100	X	X	X		X	100
Cat-6	100	X	X	X		X	250
Cat-6a	100	X	X	X	X	X	500

**Tabla 12. Categorías de cable UTP**

Fuente: <https://www.testdevelocidad.es/redes/elegir-mejor-cable-red-aprovechar-al-maximo-nuestra-conexion/> (2013).

Debido a los requisitos de la red y puesto que la distancia no es mucha, el estimado de información no requiere un gran ancho de banda, por lo que se utilizara el de categoría 5 que cubre una distancia de 100 metros y ofrece hasta una velocidad de 100 Mbps a una frecuencia de 100 MHz.

- **Switch o conmutador**

Se debe utilizar un switch convencional de 24 puertos, de tal manera de garantizar el acceso de al menos un equipo por laboratorio y que permita añadir otros en un futuro, se seleccionó debido a su disponibilidad en la universidad y características ideales el Cisco Catalyst 2960. La función del mismo es actuar como conmutador entre los equipos y como principal componente de la red de seguridad, ya que en él se realizan todas las conexiones y programaciones necesarias para el funcionamiento de la misma y es él el encargado de distribuir las direcciones a cada equipo y generar el protocolo de encapsulamiento necesario para la creación de una red virtual de área local. (Ver figura 21). (Ver tabla 13).



**Figura 21. Cisco Catalyst 2960-24PC-S Switch**

Fuente: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-24pc-s-switch/model.html#~tab-documents>

Interfaces Ethernet	24
Memoria flash	64 MB
DRACMA	128 MB
Ancho de banda de reenvío	16 Gbps
VLAN máximas activas	644
Dimensiones (H x W x D)	1.73 x 17.70 x 13.07 pulgadas ( 4.4 x 45.0 x 33.2 cm)
Peso	12 libras (5.4 Kg)
Voltaje	100 a 240 VAC
Corriente	4.0 - 2.0 A
Frecuencia	50 a 60 Hz
Clasificación de potencia (kVA)	0.43

**Tabla 13. Especificaciones del Switch Cisco Catalyst 2960**

Fuente. <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/catalyst-2960-24pc-s-switch/model.html#~tab-documents>

En comparación con modelos anteriores o más avanzados el Cisco Catalyst 2960 aún permite la creación de redes estables y para las exigencias del sistema de seguridad cumple los requisitos, al ser un modelo ideal, estable y en comparación con otros más avanzados, más asequible económicamente.

- **Router**

Es necesario un Router para crear el enlace troncal. Para este proyecto se utilizara un router cisco 1941, el cual ofrece a las pequeñas y medianas empresas el acceso Gigabit WAN con una interfaz modular altamente escalable para el crecimiento futuro. El Cisco 1941 Router empresarial ofrece una conectividad completa con la integración y agilidad servicios superiores. (Ver figura 22).



**Figura 22. Router Cisco 1941**

Fuente. <https://voz.mx/cisco-1941-router-modelo-cisco1941-k9.html>. (2014).

**Características del router Cisco 1941:**

Ø Puertos Ethernet 10/100/1000.

- Ø Ranuras de tarjeta de interfaz WAN mejoradas de alta velocidad que pueden albergar 2 camas individuales o 1 doble de ancho de ancho y 1 individual amplia (e) HWIC.
- Ø 1 slot Módulo de Servicios Internos.
- Ø Distribución de energía totalmente integrado a los módulos de soporte 802.3af Power over Ethernet (PoE) y PoE Cisco Enhanced.
- Ø Encriptación VPN acelerado por hardware embebido.
- Ø Comunicaciones de colaboración seguras con Group Encrypted Transport VPN, Dynamic Multipoint VPN, o Enhanced Easy VPN.
- Ø Control de amenazas integrado utilizando Cisco IOS Firewall, Cisco IOS Zone-Based Firewall, Cisco IOS IPS y Cisco IOS Content Filtering.
- Ø La gestión de identidad que utiliza la autenticación, autorización y contabilidad (AAA), y la infraestructura de clave pública.

Como se puede apreciar el Router 1941 cumple con los requisitos de funcionamiento adecuado para la red, ya que cuenta con un control de amenazas permitiendo así la creación de una red segura, a su vez cuenta con dos ranuras permitiendo así la integración de otro switch a futuro y la expansión de la red, debido al crecimiento y exigencias de los equipos utilizados, es necesario prever una posible expansión de la red a futuro, un segundo router será necesario en caso de la integración de más de dos switch.

- **Rack de almacenamiento**

Para garantizar una instalación organizada y estética de la red, es necesario la implementación de un rack, en el cual se colocaran los equipos de distribución de datos, así que tomando en cuenta las dimensiones de los equipos utilizados se puede solicitar la fabricación de uno que cumpla con los requerimientos necesarios y el espacio para una ampliación de la red, de esta manera no se estará tan ajustado con la red actual. (Ver figura 23).



**Figura 23. Rack de almacenamiento**

Fuente: [https://qloudea.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/img\\_9945\\_2.jpg](https://qloudea.com/media/catalog/product/cache/1/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/i/m/img_9945_2.jpg) (2015).

#### **4.4.1.2 Proceso de instalación**

- **Instalación del rack de almacenamiento**

Una vez recolectados todos los componentes, se procede a instalar el Rack de almacenamiento (se sugiere una zona centrada para facilitar los cálculos de cableado necesario para realizar dicha instalación), el rack debe estar en un lugar fresco, refrigerado pues el calor afecta los equipos y es necesario un ambiente frío para mayor durabilidad del sistema y evitar fallas o el remplazo de equipos en un corto periodo de tiempo. Es de gran importancia que al instalar el rack se verifique una correcta estabilidad del mismo y sus bases, para prevenir daños o golpes en los equipos por caídas.

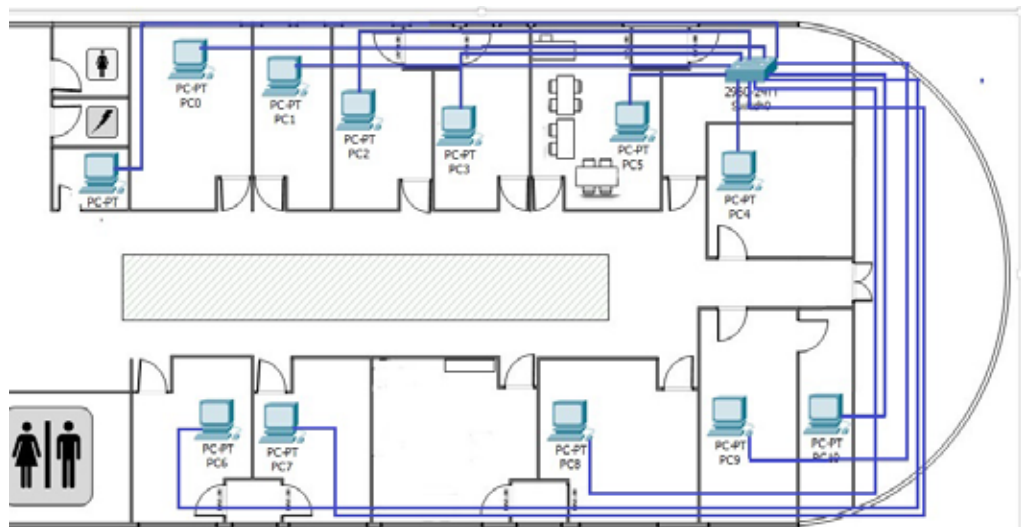
- **Posicionamiento de switch y router**

Se instalará el router y el switch respectivamente en el rack de almacenamiento de manera que queden organizados y tengan el espacio suficiente para manipularlos, seguidamente se procede con la programación del switch y sus respectivos puertos, se debe asignar al menos uno por equipo y programar las direcciones que serán asignadas a cada uno y creando el enlace troncal para que la información pase con por el router y sea enviada a través de él hacia el resto de los equipos, de igual manera se procede a programar al router para asignar las sub-

redes en las cuales estará dividido el sistema de seguridad y así lograr la red virtual de área local.

- **Instalación del programa y conexión al switch**

Se debe instalar el programa en cada equipo y probar su correcto funcionamiento, una vez verificado que el programa funcione de manera correcta y sin problemas se debe conectar el equipo en el puerto correspondiente del switch según sea su laboratorio al cual pertenece y la IP correspondiente del mismo, creando así el circuito cerrado de la red, donde se distinguirá cada equipo como un sistema de seguridad individual del resto, pero manteniendo la comunicación entre todos los equipos mediante dicha red. A continuación se muestra un plano del cableado a través del piso, con sus respectivos equipos y conexiones. (Ver figura 24).



**Figura 24. Diagrama de conexiones y equipos del piso 5.**

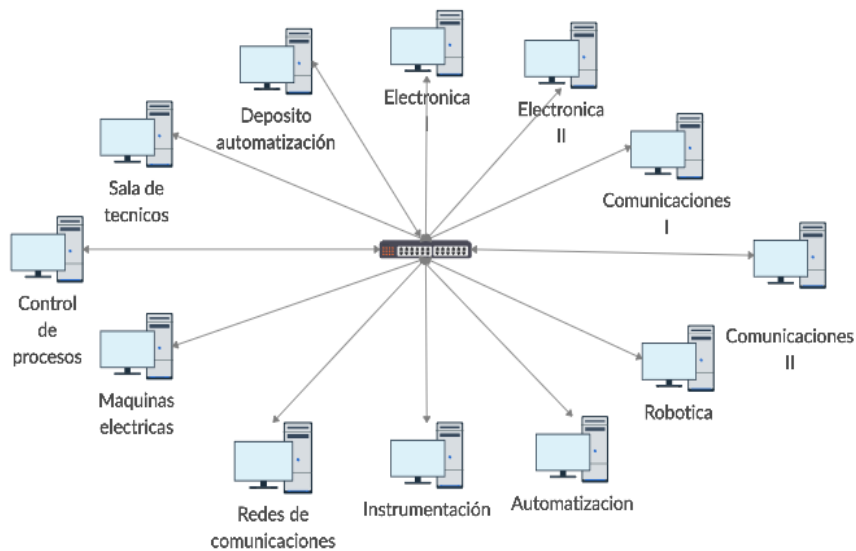
Fuente. Alvarado y Hernández (2019).

#### **4.4.2 Diseño lógico de la red**

##### **4.4.2.1 Topología de la red**

La topología de red a utilizar, será la topología de estrella donde el switch funcionara como matriz de conexión y circulación de datos entre los host (ordenadores) y la arquitectura del piso también es un factor determinante para esta elección, dicha topología permitirá que la información fluya de manera

centralizada entre laboratorios por el switch, manteniendo la respetiva seguridad de acceso y cumpliendo así con los requisitos del sistema cerrado, sin perder la capacidad y flexibilidad de añadir nuevos equipos a la misma asignándole direcciones de red a los puertos disponibles. (Ver figura 25).



**Figura 25. Diagrama de red, topología de estrella.**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019)

#### 4.4.2.2 Direccionamiento de red

Para las conexiones se utilizara el protocolo TCP/IP puesto que es el protocolo con el que interactúan las direcciones de los host, como funciona en internet, los equipos pertenecerán a una red y este es el protocolo con el que los equipos van a interactuar e identificarse entre sí, las cuales se encuentran encaminadas con el router. Cada dirección IP se configura en su respectivo ordenador, indiferente del cableado, solo los que pertenezcan a la misma la red pueden comunicarse entre sí, la función de un router es actuar como un ordenador con varias direcciones y crear el encaminamiento entre los conectados a él. (Ver figura 26).



**Figura 26. Ejemplo de direccionamiento IP y conexiones**

Fuente. <https://image.slidesharecdn.com/direccionamientoip-141217131732-conversion-gate01/95/direccionamiento-ip-13-638.jpg?cb=1418822441>

Para la conexión, se utilizara el protocolo IPv4 que le será asignado a cada uno de los equipos indiferente de su dirección MAC, esta es la que el programa le asigna creando una dirección de destino que indica a donde tienen que enviar los paquetes de datos. Así mismo se pueden dividir las redes creadas bajo este protocolo en las siguientes clases. (Ver tabla 14).


**Tabla 14. Tabla de direcciones IP**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019)

Debido a la disponibilidad de host pertenecientes al sistema, se debe usar una red de clase “c” para aprovechar al máximo la cantidad de host disponibles, en visto a que se encuentra en un área pequeña de la universidad con una cantidad de host disponibles no mayores a 100, lo más recomendable es utilizar este tipo de direccionamiento IPv4 con una red de clase C. (Ver tabla 15).



#### 4.4.3.2 Asignación de direcciones IP

Una vez realizadas las conexiones y la configuración correspondiente al switch y al router, se procede con la configuración del IP de cada equipo, con su respectiva puerta de enlace predeterminada y máscara de subred. Debido a que se conocen los equipos que estarán conectados y se decidió asignar una IP estática. (Ver Figura 28).

**Figura 28. Asignación de dirección IP**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019).

A continuación se muestra como se encuentran las conexiones en los puertos del switch y el router respectivamente. (Figuras 29). (Ver figura 30).

Port	Link	VLAN	IP Address	MAC Address
FastEthernet0/1	Up	--	--	000D.BD4E.8E01
FastEthernet0/2	Up	10	--	000D.BD4E.8E02
FastEthernet0/3	Up	10	--	000D.BD4E.8E03
FastEthernet0/4	Up	11	--	000D.BD4E.8E04
FastEthernet0/5	Up	12	--	000D.BD4E.8E05
FastEthernet0/6	Up	13	--	000D.BD4E.8E06
FastEthernet0/7	Up	14	--	000D.BD4E.8E07
FastEthernet0/8	Up	15	--	000D.BD4E.8E08
FastEthernet0/9	Up	15	--	000D.BD4E.8E09
FastEthernet0/10	Up	16	--	000D.BD4E.8E0A
FastEthernet0/11	Up	17	--	000D.BD4E.8E0B
FastEthernet0/12	Down	1	--	000D.BD4E.8E0C
FastEthernet0/13	Down	1	--	000D.BD4E.8E0D
FastEthernet0/14	Down	1	--	000D.BD4E.8E0E
FastEthernet0/15	Down	1	--	000D.BD4E.8E0F
FastEthernet0/16	Down	1	--	000D.BD4E.8E10
FastEthernet0/17	Down	1	--	000D.BD4E.8E11
FastEthernet0/18	Down	1	--	000D.BD4E.8E12
FastEthernet0/19	Down	1	--	000D.BD4E.8E13
FastEthernet0/20	Down	1	--	000D.BD4E.8E14
FastEthernet0/21	Down	1	--	000D.BD4E.8E15
FastEthernet0/22	Down	1	--	000D.BD4E.8E16
FastEthernet0/23	Down	1	--	000D.BD4E.8E17
FastEthernet0/24	Down	1	--	000D.BD4E.8E18
GigabitEthernet0/1	Down	1	--	000D.BD4E.8E19
GigabitEthernet0/2	Down	1	--	000D.BD4E.8E1A
Vlan1	Down	1	<not set>	0006.2A4D.EEA9

Hostname: Switch

Physical Location: Intercity, Home City, Corporate Office, Main Wiring Closet

**Figura 29. Conexiones del switch**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019)

Port	Link	VLAN	IP Address	IPv6 Address	MAC Address
GigabitEthernet0/0	Up	--	<not set>	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.10	Up	--	192.170.0.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.11	Up	--	192.170.1.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.12	Up	--	192.170.2.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.13	Up	--	192.170.3.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.14	Up	--	192.170.4.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.15	Up	--	192.170.5.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.16	Up	--	192.170.6.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/0.17	Up	--	192.170.7.3/24	<not set>	0009.7CA6.6E01
GigabitEthernet0/1	Down	--	<not set>	<not set>	0009.7CA6.6E02
Vlan1	Down	1	<not set>	<not set>	0060.5CCA.5E0E

Hostname: Router

**Figura 30. Conexiones del router**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019)

#### 4.4.4 Prueba de comunicación entre los host

Para verificar el correcto funcionamiento de la red y una exitosa comunicación entre los equipos de la misma, se harán las pruebas haciendo PING entre equipos y enviando mensajes entre los mismos, al encontrarse la red segmentada para un equipo no existe comunicación directa con otro perteneciente a una subred distinta, la información pasara por el router quien realizara la función de “encaminar” el mensaje al resto de los equipos. Primero se verifica la conexión haciendo PING entre los equipos. (Ver figura 31).

```

Packet Tracer PC Command Line 1.0
C:\>ping 192.170.1.1

Pinging 192.170.1.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.170.1.1: bytes=32 time=12ms TTL=127
Reply from 192.170.1.1: bytes=32 time=30ms TTL=127
Reply from 192.170.1.1: bytes=32 time=14ms TTL=127

Ping statistics for 192.170.1.1:
    Packets: Sent = 4, Received = 3, Lost = 1 (25% loss),
    Approximate round trip times in milli-seconds:
        Minimum = 12ms, Maximum = 30ms, Average = 18ms

C:\>ping 192.170.5.1

Pinging 192.170.5.1 with 32 bytes of data:

Request timed out.
Reply from 192.170.5.1: bytes=32 time=11ms TTL=127
Reply from 192.170.5.1: bytes=32 time=11ms TTL=127
Reply from 192.170.5.1: bytes=32 time=27ms TTL=127

```

**Figura 31. PING entre equipos**

Fuente. Alvarado y Hernández (2019)

## **4.5 Fase V: Determinar la factibilidad técnica y económica de la propuesta.**

### **4.5.1 Factibilidad técnica**

Planteado el diseño del proyecto, es de suma importancia comprobar la existencia los conocimientos, herramientas, infraestructura y tecnologías necesarias para el desarrollo del mismo. Los componentes que se recomiendan para el funcionamiento de un sistema RFID se encuentran disponibles dentro y fuera el país, las empresas proveedoras internacionales ofrecen envíos a Venezuela por lo que no habrá dificultad a la hora de su adquisición. Las características de cada uno de estos componentes son apropiadas para el buen funcionamiento en el área establecida en este caso en los laboratorios. A continuación se destaca y comprueba la existencia de estos recursos que determinan la factibilidad técnica de la propuesta:

#### **4.5.1.1 Recursos tecnológicos**

- **Tecnología RFID:** Esta tecnología entró en vigor en 1999, cuando se creó el laboratorio de identificación automática (Auto-ID Lab) en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT). Desde entonces se ha utilizado para múltiples propósitos, cuenta con diversos estándares y protocolos que respaldan la seguridad de los equipos desarrollados dentro de esta tecnología.
- **Sistema de base de datos:** Las bases de datos han estado en uso desde los primeros días de las computadoras electrónicas, en la actualidad la mayoría de las empresas y negocios las utilizan para mantener un respaldo seguro de sus datos y son muchas las que poseen licencia pública volviéndolas mucho más accesibles.
- **Redes Ethernet:** La primera red se creó a principios de los años 70. Los equipos para su instalación se consiguen fácilmente en el mercado y poseen gran versatilidad para adaptarla a una función específica.

- **Wifi:** Fue desarrollado en el año 2000. Comprende un conjunto de estándares para redes inalámbricas basados en las especificaciones IEEE 802.11, lo cual asegura la compatibilidad e interoperabilidad en los equipos certificados bajo esta denominación.
- **Microcontroladores:** Se dice que fueron desarrollados a partir de 1971, desde entonces se han desarrollado una gran cantidad de modelos para cubrir una enorme cantidad de funciones ya que se puede manipular y ejecutar múltiples proyectos debido a su flexibilidad y fácil uso.

#### **4.5.1.2 Infraestructura**

Se cuenta con áreas concluidas dentro del quinto piso edificio 4 de la Universidad José Antonio Páez para 10 laboratorios y una oficina de técnicos todos con puertas cerradas bajo llave y en actual funcionamiento, además de 5 espacios de menor tamaño para depósito interno dentro de los laboratorios. Por lo que se cuenta con el espacio útil para la implementación del proyecto.

#### **4.5.2 Factibilidad Económica**

A continuación se definen los recursos monetarios necesarios para la adquisición de activos fijos tangibles e intangibles requeridos para el desarrollo y la puesta en marcha el proyecto.

##### **4.5.2.1 Presupuesto del sistema RFID.**

Se requiere de una inversión inicial para conseguir los recursos necesarios para que el sistema pueda empezar a funcionar. Se detallara el costo de los equipos para el sistema RFID, para la red VLAN y el costo del personal necesario para el desarrollo del sistema, cabe destacar que los precios referenciales mencionados se tomaron de distintos proveedores por lo que pueden existir diferencias entre uno y otro, a continuación se resumen estos diferentes gastos, clasificados en distintas categorías. (Ver tabla 16), (Ver tabla 17), (Ver tabla 18), (Ver tabla 19).

Ø Costo de los equipos para el sistema RFID

ELEMENTOS	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD (USD)	PRECIO TOTAL (USD)
Módulo lector/grabador industrial LR2500	2	1258	2516
Multiplexor electrónico	2	55	110
Antena externa industrial ip65 para lectores HF.	11	69	759
Lector de mano HF portátil	1	546	546
Etiqueta pasiva ISO15693.	300	0,25	100
Arduino UNO	3	11,86	35,58
Ethernet Shield Para Arduino W5100	2	11,99	35,97
Modulo Wifi ESP8266	1	5,28	5,28
Adaptador De Voltaje Fuente 9v 1a Arduino	3	4,02	12,06
Fuente de alimentación 24V 50W 3ª	2	36,31	72,62
Cable para antenas HF de 3,60m con conectores SMA macho-macho.	8	2,78	22,24
Cable de extensión para antenas HF de 7,20m con conectores SMA macho-hembra	6	4,67	28,02
Cable para antenas HF de 1,35 m con conectores sma macho	5	1,29	6,45
		TOTAL EN DOLARES	4249.22

**Tabla 16. Presupuesto para los equipos del sistema RFID.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Ø **Costos de los equipos de la red VLAN**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIDAD (USD)</b>	<b>PRECIO TOTAL (USD)</b>
Computador	15	Disponibile	0
Cable de red categoría 5	750mts	9	135
Switch CISCO Catalyst 2960	1	550	550
Router CISCO 1941	1	1000	1000
		<b>TOTAL EN DOLARES</b>	<b>1685</b>

**Tabla 17. Presupuesto para los equipos de la red VLAN.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Ø **Costo del personal**

<b>PERSONAL</b>	<b>HORAS TRABAJADAS</b>	<b>PRECIO POR HORA (USD).</b>	<b>PRECIO TOTAL (USD).</b>
Ingeniero Electrónico	18	3	54
Ingeniero en Telecomunicaciones	16	3	48
Asistente Técnico	24	2	48
Soporte técnico	24	2	48
		<b>TOTAL EN DOLARES</b>	<b>198</b>

**Tabla 18. Presupuesto para el personal que desarrollo el sistema.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Ø **Presupuesto total del proyecto**

<b>ELEMENTOS</b>	<b>PRECIO TOTAL (USD)</b>
Costo de los equipos para el sistema RFID	4249.22
Costos de los equipos de la red VLAN	1685
Costo del personal	198
<b>TOTAL EN DOLARES</b>	<b>6132,22</b>

**Tabla 19. Presupuesto total del proyecto.**

Fuente: Alvarado y Hernández (2019).

Ahora bien, conociendo el presupuesto total para la implementación de la propuesta es necesario destacar que no se incluyó un costo del software, ya que los programas utilizados para el desarrollo de la propuesta son de licencia pública por lo que la adquisición de los mismos no tiene costo alguno, esto hace que se reduzca notablemente el costo de implementación ya que los software de gestión RFID suelen tener un costo elevado. En la siguiente tabla se mostrara el presupuesto de otro proyecto de RFID propuesto para el inventario en bibliotecas donde se trabaja con un software de licencia privada por lo que el presupuesto de implementación aumenta considerablemente. (Ver tabla 20).

<b>CANTIDAD</b>	<b>EQUIPOS IMPLEMENTOS</b>	<b>PRECIO UNI. (USD\$)</b>	<b>PRECIO TOT. (USD\$)</b>
4	Etiquetas RFID 3M, 13.56 MHz, ISO 15693-3 y 18000-3 (1.000 etiquetas por Rollo - 48x57mm)	1.000	4.000
4.000	Láminas protectoras para etiquetas RFID, imprimibles	0.5	2.000
1	Digital Library	6.000	6.000

	Assistant de 3M o Lector de inventario portátil.		
1	Pad Staff Workstation 3M + Software RFID + lector código de barras (Lector RFID de la estación de Trabajo, incluye software).	3.000	3.000
1	Licencia de Protocolo SIP2.	5.000	5.000
1	Costo en trabajo especializado.	1.000	1.000
<b>TOTAL (Dólares)</b>			<b>USD\$ 21.000</b>

**Tabla 20. Presupuesto de implementación de un sistema RFID con licencia privada.**

Fuente: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/bmfcia452e/doc/bmfcia452e.pdf> (2007).

Finalmente se evidencio que existe una reducción notable en el presupuesto entre un sistema que trabaje con un software de licencia publica a uno que trabaje con uno de licencia privada, ante lo anteriormente expuesto se puede concluir que el proyecto es factible económicamente dado a que representa una reducción de costo notable para su implementación.

#### **4.5.3 Factibilidad social y ambiental**

En el ámbito social se estudió la propuesta y se determinó que es un proyecto que va dirigido a resguardar el patrimonio de la universidad por lo que si bien beneficia a la comunidad de estudiantes de las escuelas de electrónica y telecomunicaciones el mayor beneficio recae en los dueños de la universidad ya que reducirá los costos operativos y la merma de equipos, por lo tanto solo una pequeña parte de la sociedad en general obtiene un beneficio con la implementación del proyecto, esta propuesta no afecta en ningún aspecto ni negativamente ni positivamente a la población en general

por lo que se determina al proyecto como no factible socialmente pero si posee una factibilidad privada.

Con respecto al ámbito ambiental se determinó que en el país no existen regulaciones para los sistemas de radiofrecuencia y en el caso de la propuesta planteada la frecuencia con la que se está trabajando es pequeña por lo que no causa ningún tipo de consecuencias con el medio ambiente por lo que la propuesta se consideró como factible ambientalmente

## CONCLUSIONES

Se realizó una investigación previa acerca de los diferentes procesos y métodos que se deben seguir para garantizar que un control de inventario se lleve a cabo de manera correcta, con estos conocimientos previos se procedió a evaluar la metodología implementada en el control de inventario que es realizado actualmente en los laboratorios de las escuelas de electrónica y telecomunicaciones de la UJAP, se evidencio un déficit en la periodicidad con la que se ejecuta el proceso trayendo como consecuencia la desactualización del estado de los equipos aumentando el riesgo de hurtos o pérdidas ya que no mantienen la información actualizada.

Así mismo, se constató que el respaldo donde almacenan los datos de los equipos se mantiene en una sola computadora que es de uso personal del técnico que labora en la universidad de modo que si se daña ese equipo se pierde toda la información del inventario disponible, también se evidenció que dentro del formato de inventario no incluyen los equipos dañados que permanecen en los depósitos de los laboratorios, que a pesar de no estar en funcionamiento no se debe descartar una posible reparación u otra utilidad para el equipo, como el aprovechamiento de los componentes internos que todavía están en buen estado.

De las evidencias anteriores, se determinaron las deficiencias del sistema actual de inventario, la infraestructura del área de laboratorios y las características de los sistemas actuales de RFID y con estos términos definidos se procedió a realizar la selección de los equipos que cumplieran con las características correctas para la instalación de un sistema de seguridad y control de inventario en esa área, se evaluó el rango de lectura, las condiciones de funcionamiento de los equipos, posibles interferencias y los problemas que pudieran presentarse, estos factores debieron ser tomados en cuenta para garantizar el buen funcionamiento de la propuesta.

Ahora bien, una parte fundamental del proyecto fue la selección del microcontrolador que se encarga de la gestión de los datos recibidos por los lectores RFID, para esta tarea fue seleccionado el Arduino, este facilitó el acceso a la información recibida ya que permite la comunicación entre los diferentes equipos instalados, a su vez se desarrolló una base de datos en una plataforma segura y de gran alcance con una interfaz sencilla que almacenara los datos de interés de los equipos y mantuviera un registro del inventario actualizado, permitiéndole al personal que laboran en esa área evaluar el inventario a tiempo real.

Por otra parte, la adición de una red virtual de área local y la segmentación de los laboratorios fue necesaria para la creación de un circuito cerrado que facilitara el acceso a internet a los equipos para garantizar un envío de información de manera segura, es así como su función principal es la integración de cada laboratorio al sistema mediante una conexión física y segmentación virtual de cada laboratorio de las escuelas de ingeniería electrónica y telecomunicaciones, se pudo comprobar una conexión eficaz y correcta entre los equipos simulados de la red, cada equipo puede comunicarse con uno perteneciente a otra red virtual, sin acceder a información del otro equipo, esto se logra ya que el router actúa como encaminador de la información, mediante un enlace troncal la información pasa y él se encarga de redirigirla al otro equipo, es así como el sistema de seguridad puede comunicarse entre los laboratorios.

Finalmente, se estudió la factibilidad técnica, económica, social y ambiental del proyecto resultando que técnicamente es factible ya que existen los recursos y tecnologías existentes y al alcance en el mercado actual, en el ámbito económico se realizó un presupuesto de implementación de la propuesta en donde se realizó la comparación con el presupuesto de un proyecto similar con licencia privada donde se evidenció como se reducen notablemente los gastos de implementación al utilizar software de licencia pública por lo que se determinó que el proyecto es factible económicamente, en el ámbito social y ambiental se determinó que la propuesta no altera de ninguna manera estas áreas.

## RECOMENDACIONES

- Crear un manual de uso del sistema propuesto donde se reflejen las características, el manejo y mantenimiento adecuado del mismo para que el personal pueda consultar la información sin necesidad de recurrir directamente al proveedor del sistema.
- Anadir al sistema de control un módulo GSM que permita el envío de mensajes de texto a las autoridades de la escuela de electrónica y telecomunicaciones con información de la etiqueta del equipo cuando este sea detectado por una de las puertas HF.
- Realizar la compra del dominio del URL en PHP para poder acceder a la información del sistema de manera remota sin necesidad de tener el computador funcionando como un servidor local, aunado a esto, la compra de otros equipos tales como router y switch para permitir el acceso a la red realizando las configuraciones adecuadas y así desde cualquier lugar poder ingresar al sistema de seguridad y no limitarse únicamente a las áreas cercanas a los laboratorios.
- Ampliación de la red a través de los departamentos de cada escuela de la universidad, de manera que se pueda implementar en toda la universidad el sistema de seguridad y control, no solo en las escuelas de ingeniería electrónica y de telecomunicaciones, permitiendo así la integración de los equipos y materiales de sus respectivas escuelas al sistema.
- Incluir en el sistema los componentes de menor tamaño que se encuentran en el depósito de los laboratorios de electrónica I y electrónica II colocando etiquetas en las cajas donde están almacenadas.
- Creación de una interfaz gráfica exclusiva para el sistema bien sea una página web o una aplicación para android.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**, 5ta. Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Balestrini, M. (2007). **Como se elabora el proyecto de investigación**, 7ma edición. Caracas: OBL consultores asociados.
- Busot, J. (2006). **El Método naturalista y la investigación educacional**. Maracaibo, Venezuela: Editorial de la Universidad del Zulia (EDILUZ).
- Forouzan B. (2001). **Transmisión de datos y redes de comunicaciones**, 2da edición. Madrid: McGraw Hill interamericana de España.
- Guijosa, M. (2014). “**Sistema de control de parking basado en RFID**”. Para optar por el título de pregrado en Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones, en la Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.
- Méndez, C. (2007) **Metodología, Diseño y desarrollo del proceso de investigación**. Colombia: McGraw Hill Interamericana S. A.
- Portillo, J., Bermejo, A. y Bernardos, A. (2008). **Tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID): Aplicaciones en el ámbito de la salud**. Madrid: Editorial Fundación Madri+d para el Conocimiento.
- Parella, S y Martins, F. (2010). **Metodología de la investigación cualitativa** Caracas; Venezuela: Editorial FEDUPEL.
- Sabino, F. (2010), **El Proceso de la Investigación**. Caracas, Venezuela: Editorial Panapo.
- Tamayo y Tamayo, M. (2010), **El Proceso de la Investigación Científica**. 6ta. Edición, Editorial Limusa, México.

Universidad Pedagógica Experimental Libertador. (2016), **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales**. 6ta. Edición, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas. Venezuela.

### **Electrónicas:**

By Techdesign. (2019) **¿Qué es RFID?** Recuperado de: <https://www.by.com.es/blog/que-es-rfid/>

Catarina. (2014). **Tutorial sobre sobre circuitos RFID**. [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lep/urbina\\_r\\_rd/capitulo3.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/urbina_r_rd/capitulo3.pdf)

Dipolerfid. (2016). **Lectores RFID**. Recuperado de: <http://www.dipolerfid.es/es/Lectores-RFID>

Emprende Pyme. (2016). **Control de inventarios**. Recuperado de: <https://www.emprendepyme.net/control-de-inventarios.html>

High Potential Development Center. (2018) **¿Qué es el control de inventario?** Recuperado de: <https://hipodec.up.edu.mx/blog/que-es-control-inventario>

Navarro, X. (2015). **Modelos de gestión de stocks: ¿cómo seleccionar el más adecuado?** Recuperado de: <https://www.deustoformacion.com/blog/empresa/modelos-gestion-stocks-seleccionar-mas-adecuado>

Researchgate. (2014). **Esquema de un sistema RFID**. [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-un-sistema-RFID-9\\_fig2\\_316212436](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Esquema-de-un-sistema-RFID-9_fig2_316212436)

Rosbarbosa (2016). **VLAN: Revelando los misterios de las VLAN** Recuperado de: <https://www.seaccna.com/>

Telectronica. (2018) **¿En qué consiste un sistema RFID?** Recuperado de: <https://telectronica.com/en-que-consiste-un-sistema-rfid/>

Vermorel, J. (2007). **LOKAD Control de inventario (definición e ideas claves)**. Recuperado de: [https://www.lokad.com/es/definicion-control-de-inventario#La\\_soluci%C3%B3n\\_de\\_Lokad\\_4](https://www.lokad.com/es/definicion-control-de-inventario#La_soluci%C3%B3n_de_Lokad_4)

Wikipedia. (2019). **RFID**. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/RFID>

Wikipedia. (2018). **MySQL**. Recuperado de:  
<https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>

## ANEXO A

### FORMATO DE INVENTARIO ACTUAL DE LOS EQUIPOS EN LOS LABORATORIOS DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Estante Electronica I (E1/1)						
Descripción	Modelo	Serial	Codigo	Cantidad	Notas	
Galvanometro Chauvin Arnoux	C.A 403	53115	5479	1	Dañado y no tiene cables	
Valimetro Chauvin Arnoux	C.A 404	53113	5477	1	no tiene cables	
Vatimetro Chauvin Arnoux	C.A 404	53114	5378	1	no tiene cables	
Valimetro Chauvin Arnoux	C.A 405	53115	NA	1	no tiene cables	
Reostato Hochstbelastung - 42ohm 5A	NA	68980	18117	1		
Reostato Hochstbelastung - 230ohm 1.5A	NA	68560	18119	1		
Reostato Hochstbelastung - 110ohm 2.5A	NA	70043	18116	1		
Reostato Hochstbelastung - 320ohm 1.5A	NA	68980	18118	1		
Base Dremel MultiPro	212 Type II	NA	5448	1		
Pinza Amperimetrica Digital Clamp Multimeter	UT2001	1100705450	NA	1		
Pinza Amperimetrica Digital Clamp Multimeter	UT2001	1100705433	NA	1		
Pinza Amperimetrica Digital Clamp Multimeter	UT2001	1100705451	NA	1		
Pinza Amperimetrica Digital Clamp Multimeter	UT2001	1100705444	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538001	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538071	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538011	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD536101	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538021	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538311	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538061	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD536231	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538051	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD536191	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538041	NA	1		
Caja de practica de impedancia	NA	LEYBORD538031	NA	1		
Capacitor 25+5 uF	NA	NA	NA	1		
Capacitor 50 uF	NA	NA	NA	1		

Electro I General

Electro II General

Electro I y II Chovetas

Electro I y II Precios

Deposito Electro General

Deposito Electro Etiquetas

## ANEXO B

### CODIGO DE PROGRAMACION EN EL ENTORNO DE ARDUINO IDE

```
#include<SPI.h>
#include<MFRC522.h>
#include<SoftwareSerial.h>
#include <Ethernet.h>
#define SS_PIN 4 // Para RFID Pin SS 4 por estar usando junto el modulo
ethernet y RC522
#define RST_PIN 9
#define No_Of_Card 1
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };
char server[] = "192.168.1.101"; //Mi servidor
IPAddress ip(192,168,1,101); //IP del servidor MySQL
EthernetClient client;
SoftwareSerial mySerial(8,9);
MFRC522 rfid(SS_PIN,RST_PIN);
MFRC522::MIFARE_Key key;
byte id[No_Of_Card][4]={
  {0x26,0xF6,0xEE,0xF7}, //RFID NO-1
};
byte id_temp[3][3];
byte i;
int j=0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  mySerial.begin(9600);
  SPI.begin();
  rfid.PCD_Init();
  Serial.println("Esperando detectar una tarjeta en el rango del módulo
para ver su ID...");
  for(byte i=0;i<6;i++)
  {
    key.keyByte[i]=0xFF;
  }
  if (Ethernet.begin(mac) == 0) {
    Serial.println("Error al configurar Ethernet usando DHCP");
    Ethernet.begin(mac, ip);
  }
  delay(1000);
```

```

    Serial.println("Conectando...");
}
void loop()
{int m=0;
  if(!rfid.PICC_IsNewCardPresent())
  return;
  if(!rfid.PICC_ReadCardSerial())
  return;

  for(i=0;i<4;i++)
  {
    id_temp[0][i]=rfid.uid.uidByte[i];
    delay(50);
  }

  for(i=0;i<No_Of_Card;i++)
  {
    if(id[i][0]==id_temp[0][0])
    {
      if(id[i][1]==id_temp[0][1])
      {
        if(id[i][2]==id_temp[0][2])
        {
          if(id[i][3]==id_temp[0][3])
          {
            Serial.print("ID tarjeta detectada: ");
            for(int s=0;s<4;s++)
            {
              Serial.print(rfid.uid.uidByte[s], HEX);
              Serial.print(" ");
            }
            Serial.println("VALIDO");
            Sending_To_DB();
            j=0;

            rfid.PICC_HaltA(); rfid.PCD_StopCrypto1(); return;
          }
        }
      }
    }
  }
  else
  {j++;
  if(j==No_Of_Card)
  {
    Serial.print("ID tarjeta detectada: ");

```

```

for(int s=0;s<4;s++)
{
    Serial.print(rfid.uid.uidByte[s], HEX);
}
Serial.print(" ");
Serial.println("INVALIDO");
Sending_To_DB();
j=0;
}
}
}
// Halt PICC
rfid.PICC_HaltA();

// Detener encriptacion con PCD
rfid.PCD_StopCrypto1();
}
void Sending_To_DB() //CONECTANDO CON MYSQL
{
    if (client.connect(server, 80)) {
        Serial.println("Conectado");
        // Make a HTTP request:
        client.print("GET /arduino/ethernet.php"); //El URL
        if(j!=No_Of_Card)
        {
            client.print('1');
        }
        else
        {
            client.print('0');
        }

        client.print("&id=");
        for(int s=0;s<4;s++)
        {
            client.print(rfid.uid.uidByte[s], HEX);
        }
        client.print(" "); //Espacio antes HTTP/1.1
        client.print("HTTP/1.1");
        client.println();
        client.println("Host: 127.0.0.1");
        client.println("Conexion: Cerrada");
        client.println();
    } else {
        // Si no se obtiene conexión con el servidor:
        Serial.println("Conexión fallida");
    }
}

```

```
}  
client.stop();  
}
```