

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y  
SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO  
Y CONTROL UTILIZANDO RFID E IOT, CASO LABORATORIO  
CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN – EPIME**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**RONALD JIMY LLANOS MAMANI**

**RONALD ATENCIO ALANOCA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y SISTEMAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y  
CONTROL UTILIZANDO RFID E IOT, CASO LABORATORIO CONTROL Y  
AUTOMATIZACIÓN – EPIME

TESIS PRESENTADA POR:


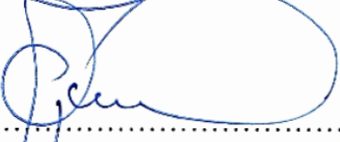


**RONALD JIMY LLANOS MAMANI**  
**RONALD ATENCIO ALANOCA**



PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE	:	 ..... Dr. NORMAN JESÚS BELTRÁN CASTAÑÓN
PRIMER MIEMBRO	:	 ..... M. Sc. ROBERTO JAIME QUIROZ SOSA
SEGUNDO MIEMBRO	:	 ..... M. Sc. ANGEL MARIO HURTADO CHAVEZ
DIRECTOR / ASESOR	:	 ..... M. Sc. JOSE MANUEL RAMOS CUTIPA

ÁREA : Automatización y Control  
TEMA : Control

FECHA DE SUSTENTACIÓN 10 DE OCTUBRE DEL 2019

## DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi madre Santusa y a mi padre Esteban que, con su apoyo y aliento me motivaron a la culminación de este proyecto, que gracias al esfuerzo de ambos logre culminar mis estudios universitarios y a mi hermana que siempre me insistía a terminar la tesis.

Ronald Jimmy Llanos Mamani

## DEDICATORIA

La presente tesis va dedicado a mi madre Irene Alanoca Rodriguez que con todo esfuerzo supo sacar adelante a mi familia, también la dedico a todas las personas que estuvieron en constate apoyo para que este proyecto se culmine.

Ronald Atencio Alanoca

## AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento especial al Ingeniero José Manuel Ramos Cutipa por la orientación, el tiempo y el apoyo que nos brindó para así culminar este proyecto. Así también agradecer a todos los docentes de la EPIME que hicieron posible toda nuestra formación académica para ser hoy y en el futuro próximo, unos profesionales de gran nivel académico y en lo personal.

Ronald Jimmy Llanos Mamani & Ronald Atencio Alanoca

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
INDICE GENERAL.....	6
INDICE DE FIGURAS.....	9
INDICE DE TABLAS.....	11
INDICE DE ACRÓNIMOS.....	12
RESUMEN.....	14
ABSTRACT.....	15
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>16</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3. HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	19
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
1.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	20

<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.2.1. INTERNET DE LAS COSAS (IoT) .....	24
2.2.2. APLICACIONES DEL INTERNET DE LAS COSAS .....	27
2.2.3. SOLUCIONES PROPUESTAS.....	35
2.2.4. SISTEMA RFID.....	41
2.2.5. FRECUENCIAS DE OPERACIÓN .....	52
2.2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON.....	56
2.2.7. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PHP .....	57
2.2.8. LICENCIA LIBRE.....	59
2.2.9. DOMINIO Y HOSTING.....	59
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>62</b>
3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....	62
3.2. PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO .....	63
3.3. PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO .....	63
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO .....	63
3.4.1. POBLACIÓN.....	63
3.4.2. MUESTRA.....	64
3.5. PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA .....	64
3.5.1. ETAPA I.....	64
3.5.2. ETAPA 2.....	71

3.5.3. ETAPA 3.....	74
3.5.4. PASO N° 4 .....	83
3.5.5. COSTOS DE MATERIALES .....	85
3.5.6. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	86
3.6. VARIABLES .....	87
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>



## INDICE DE FIGURAS

Figura 2 1 - Concepto de IoT .....	27
Figura 2 2 - Código de Barra.....	36
Figura 2 3 - Código de QR.....	38
Figura 2 4 - Etiqueta NFC .....	39
Figura 2 5 - Etiqueta RFID.....	41
Figura 2 6 - Funcionamiento del Sistema RFID.....	43
Figura 2 7 - Esquema de funcionamiento de un sistema RFID pasivo .....	46
Figura 2 8 - Transmisión inductivo de Energía.....	48
Figura 2 9 - Transmisión inductivo de Energía.....	50
Figura 2 10 - Programa Hola Mundo en C++ .....	57
Figura 2 11 - Programa Hola Mundo en Python .....	57
Figura 2 12 - Ejemplo de PHP .....	58
Figura 3 1 - Ubicación del Estudio.....	62
Figura 3 2 - Antena RFID usada en el sistema.....	65
Figura 3 3 - Componentes de la antena RFID .....	66
Figura 3 4 - Etiqueta RFID usado en el sistema.....	68
Figura 3 5 - Raspberry Pi Model B .....	69
Figura 3 6 - Soporte Diseñado para la antena .....	71
Figura 3 7 - Etiqueta (TAG) pegada en módulo de laboratorio .....	72
Figura 3 8 - Soporte empotrado en la pared .....	75
Figura 3 9 - Elementos de la antena .....	76
Figura 3 10 - Antena RFID con sus elementos .....	76

Figura 3 11 - Antena RFID empotrado a la pared.....	77
Figura 3 12 - Raspberry Pi 3 con Case.....	78
Figura 3 13 - Ingreso de datos asignados en las etiquetas.....	79
Figura 3 14 - Código Fuente .....	80
Figura 3 15 - Ingreso al Sistema Local.....	81
Figura 3 16 - Inventario en el servidor local .....	82
Figura 3 17 - Ingreso al Sistema en Línea.....	84
Figura 3 18 - Inventario en el servidor en línea (nube).....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2 1 - Tipos de etiqueta RFID .....	49
Tabla 2 2 - Tipos de lectores RFID .....	50
Tabla 2 3 - Bandas de frecuencia utilizadas en RFID .....	56
Tabla 3 1 - Cronograma de ejecución del estudio .....	63
Tabla 3 2 - Características de la Antena RFID.....	65
Tabla 3 3 - Características de la Etiqueta RFID .....	67
Tabla 3 4 - Detalles técnicos Raspberry Pi 3 model B .....	70
Tabla 3 5 - Equipos de Laboratorio de Control y automatización .....	73
Tabla 3 6 - Costo de materiales del proyecto .....	86
Tabla 3 7 - Costos de Operación .....	87
Tabla 3 8 - Costos de Mantenimiento .....	87

## INDICE DE ACRÓNIMOS

- GPS (Sistema de posicionamiento global) es un sistema de navegación basado en satélites, creado originalmente para fines militares, compuesto por al menos 24 satélites orbitando 20.200 km sobre el mar Nivel.
- HTTP (Protocolo de transferencia de hipertexto) es un protocolo de aplicación Web utilizado para enviar consultas y recibir respuesta en el modelo cliente-servidor.
- IOT del inglés, Internet of things (internet de las cosas)
- NFC (Near Field Communication) es una tecnología de radio basada en la especificación de la tecnología RFID.
- Código QR (Quick Response Code) es un código de barras bidimensional, inventado en Japón en 1994 por denso-Wave.
- RFID (Identificación de radiofrecuencia) es un término genérico que se utiliza para describir una tecnología que permite la identificación automática mediante ondas de radio.
- RFID (LF) (Radio-FREQuidez identificación de baja frecuencia) es un subconjunto específico de la RFID, que operan a 125-134 kHz banda con menos de 50 cm de lectura.
- RFID (HF) (Radiofrecuencia de identificación de alta frecuencia) es un subconjunto específico de la RFID, que operan a 13,56 MHz banda con read oscila entre 10 cm y 1,5 m.

- RFID (UHF) (Identificación de radiofrecuencia ultra-alta frecuencia) es un subconjunto específico de la RFID, utiliza 860 MHz a 960 MHz banda, con lectura de hasta 10 metros.
- TID (Transponder ID)
- EPC (Electronic Product Code)
- EPIME (Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica)
- GSM del inglés, Global System for Mobile communications (Sistema Global para las comunicaciones Móviles)
- WSN del inglés, Wireless sensor networks (Sensor de redes inalámbricas)
- KHz (Kilohertzios)
- MHz (Mega hertzios)
- GHz (Giga hertzios)
- USB de inglés, Universal Serial Bus
- Gb (Gigabyte)
- LCA (Laboratorio de Control y Automatización)
- PC del inglés, Personal Computer (Computadora Personal)
- UNA (Universidad Nacional del Altiplano)

## RESUMEN

La presente investigación, se centra en un sistema de monitoreo y control que se realiza en el laboratorio de control y automatización, utilizando Internet de las Cosas (IoT). Cuya metodología de investigación implica un método científico cuantitativo, porque se creó una base de datos de los objetos existentes en el laboratorio. Se implementó un sistema RFID, donde se hará el uso de tarjetas RFID, para ello se usó el lector de RFID, esto lo procesa un servidor lo que permitió monitorear y controlar los objetos que se encuentran en el laboratorio, estos datos que se obtendrán se subirán a la nube y estos equipos estarán conectados en un entorno IoT. Concluyendo, el sistema de monitoreo y control de almacén, utilizando RFID e internet de las cosas (IoT) para el laboratorio de control y automatización de la EPIME mejora significativamente al implementar este sistema en el laboratorio, además el tiempo de inventario de los objetos existentes se reduce drásticamente, no demora de 3 a 4 horas el trabajo efectivo sino en pocos minutos que demora para procesar el inventario; solo basta ingresar datos y se tiene la información exacta de los equipos existentes. se investigó el marco general que abarca el Internet de las Cosas (IoT), la situación en que los objetos se vuelven cada vez más inteligentes, el impacto que se impone en los negocios además de aplicar a trabajos cotidianos en este caso un laboratorio, en la sociedad y los factores determinantes en el futuro de esta tecnología.

**PALABRAS CLAVE:** Sistema RFID, control, monitoreo, servidor, Internet de las cosas (IoT).

## ABSTRACT

The present investigation, It focuses on a monitoring and control system that is carried out in the control and automation laboratory, using Internet of Things (IoT). Whose research methodology implies a quantitative scientific method, because a database of existing objects in the laboratory was created. An RFID system was implemented, where the use of RFID cards will be made, for this the RFID reader was used, this is processed by a server which allowed monitoring and control of the objects found in the laboratory, these data that will be obtained will be uploaded to the cloud and these devices will be connected in an IoT environment. Concluding, the warehouse monitoring and control system, using RFID and internet of things (IoT) for the control and automation laboratory of EPIME significantly improves when implementing this system in the laboratory, in addition the inventory time of existing objects is drastically reduced, it does not take 3 to 4 hours for effective work but in a few minutes it takes to process inventory; just enter data and you have the exact information of the existing equipment, the general framework that covers the Internet of Things (IoT) was investigated, the situation in which objects become increasingly intelligent, the impact that is imposed on business in addition to applying to everyday work in this case a laboratory, in society and the determining factors in the future of this technology.

**KEYWORDS:** RFID system, control, monitoring, server, Internet of Things (IoT).

## CAPITULO I

### I. INTRODUCCIÓN

La inclusión de los sistemas de automatización en laboratorios inteligentes se está popularizando con el avance de las aplicaciones de Tecnología de la información y la comunicación. Los sistemas inteligentes ofrecen comodidad tanto en edificios privados como comerciales a través del control remoto de calefacción, ventilación, aire acondicionado, iluminación, etc., y permiten al usuario controlar todo tipo de electrodomésticos remotamente. Una red inteligente de automatización de laboratorios consiste en dispositivos que supervisan y controlan automáticamente los sistemas técnicos en un laboratorio educativo. Los sistemas de automatización de edificios tienen como objetivo mejorar el control, la supervisión y la administración de estos sistemas mediante la comunicación bidireccional ya sea a través de tecnologías inalámbricas o por cable. Además, a través de la red inteligente, un sistema permite al usuario controlar el consumo de energía de acuerdo con el precio y la demanda. Al hacerlo, estos sistemas contribuyen al ahorro de energía.

Esto sumado al Internet de las Cosas (IoT) que es un paradigma de comunicación reciente que prevé un futuro cercano, en el que los objetos de la vida cotidiana estarán equipados con microcontroladores, transceptores para comunicación digital y pilas de protocolos adecuados que los harán capaces de comunicarse entre ellos y con los usuarios, convirtiéndose en una parte integral de Internet. El concepto de IoT, por lo tanto, apunta a hacer que Internet sea aún más inmersivo y penetrante. Además, al permitir un fácil acceso e interacción con una amplia variedad de dispositivos como, por ejemplo, electrodomésticos, cámaras de vigilancia, sensores de monitoreo, actuadores, pantallas, vehículos, etc., IoT



fomentará el desarrollo de varias aplicaciones que hacen uso de la enorme cantidad y variedad de datos generados por dichos objetos para brindar nuevos servicios a ciudadanos, empresas y administraciones públicas. Este paradigma de hecho encuentra aplicación en muchos dominios diferentes, como la automatización del hogar, la automatización industrial, las ayudas médicas, la atención médica móvil, la asistencia a los ancianos, la gestión inteligente de la energía y las redes inteligentes, la automoción, la gestión del tráfico y muchos otros.

Es por esto que el presente proyecto documenta el diseño y la implementación de un sistema de automatización para un laboratorio inteligente, que a partir de una red de sensores conectada a un sistema embebido que se encarga de subir a la nube la información adquirida por los sensores (IoT), haciendo el uso del lector RFID se podrá adquirir datos y subirlos a la nube. Además, el proyecto incluye también un sistema de identificación por radiofrecuencia RFID. Finalmente, este sistema es validado a partir de datos experimentales y es documentada cada etapa de desarrollo

### **1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el laboratorio de control y automatización de la EPIME, se puede apreciar en este ambiente el desorden que hay en el lugar por los equipos que se encuentran, añadiendo que hay una buena cantidad de equipos e instrumentos en el laboratorio, causando un problema al momento de hacer el inventariado de estos equipos, también es posible que este inventariado no sean realizadas de manera exacta lo que genera pérdidas de tiempo o incluso de equipos; para evitar esa pérdida de tiempo y/o equipos

se plantea hacer un mapeo virtual en tiempo real de la localización de cada equipo que se encuentre en el lugar o incluso desde una posición remota.

Por otra parte, no se observa el etiquetado de los objetos, la que origina una deficiente administración, se evidencia también que el control de los objetos y/o equipos que salen de este laboratorio a otros ambientes no son registrados adecuadamente y que luego de su devolución tampoco son registrados; así que este control no muestra ni garantiza seguridad, muchas veces se extravían dichos equipos causando pérdidas tanto material, económico e intelectual de la EPIME.

## **1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿De qué manera podemos mejorar y sistematizar el inventariado de los equipos de laboratorio de control y automatización de la EPIME?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- a) ¿Cómo podemos evaluar un estudio de arte de RFID e internet de las cosas (IoT)?
- b) ¿De qué manera podemos diseñar un sistema de monitoreo y control con internet de las cosas?
- c) ¿Se puede Implementar el sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT en el laboratorio de control – automatización de la EPIME?

### **1.3.HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

El sistema de monitoreo y control, utilizando RFID e IoT mejora significativamente la gestión del almacén de laboratorio de control y automatización de la EPIME.

### **1.4.JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Las tecnologías de la Información y comunicación se han convertido en una herramienta indispensable para el intercambio de información; tanto como mensajería, telefonía, redes sociales entre otros hacia una única red de comunicaciones hace que la Internet sea parte fundamental de nuestras vidas.

El internet de las cosas es una innovación tecnológica que nos permitirá transformar todos nuestros objetos en “Smart-objetos”. Todas las cosas que nos rodean estarán conectadas en red transmitiendo y recibiendo información para facilitarnos la vida y volverla más eficiente, para esta investigación nos facilitara la administración de las cosas que hay en un almacén.

Para realizar el presente proyecto de tesis, se realizara a través del uso de las Tarjetas RFID, estas seguirán un lenguaje de programación que en nuestro proyecto usaremos el programa PHP y MySQL, que nos permitirá recolectar datos y llevar acabo el trabajo de investigación; por otro lado los materiales e instrumentos que se usaran en el laboratorio para dicho proyecto se hará entrega a la EPIME, aparte de mejorar el inventariado en dicho lugar servirá para la enseñanza de los estudiantes, sacando

provecho de esto y poder sacar nuevas investigaciones sobre el tema, además de aplicar en diferentes áreas y lugares para beneficio de la universidad y la región de Puno.

## **1.5.OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo y control de almacén, utilizando RFID e internet de las cosas (IoT) para el laboratorio de control y automatización de la EPIME.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- a) Evaluar el estudio de arte de RFID e internet de las cosas (IoT).
- b) Diseñar un sistema de monitoreo y control con internet de las cosas.
- c) Implementar el sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT en el laboratorio de control – automatización de la EPIME.

## CAPITULO II

### II. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Investigación realizada en 2016 por los autores Guillaume Deconinck y Wojciech Grynczel de la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica). En esta investigación los autores proponen un control a los participantes en una carrera de senderos, donde ellos proponen varias alternativas para que este control sea bueno, un ejemplo de estas alternativas que se propuso era del código QR esta se descartó por el hecho que el código debería estar impreso en una hoja, cabe mencionar que la carrera tiene obstáculos como es el pasar por una parte con lodo y ni mencionar si el clima era lluviosa ya que esta carrera es al aire libre; entre otras alternativas se descartaron quedando los autores con una que era el uso de las tarjetas RFID, donde esta tenía un largo alcance de lectura ya que usa una antena para poder leer las tarjetas por medio de radio frecuencias que estas emiten, gracias a esto ellos podían monitorear una buena cantidad de participantes.

Investigación realizada en 2014 por Marc Guijosa Aranda, Universidad Autónoma de Barcelona. En esta investigación se implementa un parking inteligente a través del uso de la tecnología RFID, que permite aumentar los ingresos del proveedor del parking a la vez que aumenta la satisfacción y comodidad de los usuarios. Se realiza el estudio de la tecnología y las distintas posibilidades que ofrece, con tal de seleccionar la opción más acorde a la aplicación final. Elegida la tecnología, se selecciona el hardware a utilizar. La creación de un software con el fin de conseguir conocer los distintos coches que entran en el parking, dotándolo de cierta inteligencia para que pueda

almacenar únicamente aquellos datos de interés. Finalmente se realiza un estudio de mercado y un análisis de los flujos de caja con tal de justificar la viabilidad económica del proyecto en caso de que más adelante pudiera ser implementado y ser sacado al mercado para su comercialización por medio de la creación de una empresa.

Investigación realizada en 2013 por Zynnia Verónica Vargas Vergara, Universidad Técnica Salesiana (Guayaquil, Ecuador). En esta investigación se implementa la tecnología RFID en la necesidad de brindar seguridad a los equipos del laboratorio de Telemática de la Universidad Politécnica Salesiana. Este diseño consiste en un Sistema de Control de Acceso al Laboratorio, permitiendo un monitoreo constante de los equipos y el e acceso controlado del personal autorizado. El sistema SCAL utiliza un módulo de identificación inalámbrica denominado RFID (Radio Frequency Identification) que tiene como fin identificar, gestionar y controlar al personal docente y de mantenimiento autorizado. El módulo de acceso que se utilizo es un seguro método destinado a controlar el ingreso y egreso del personal al laboratorio.

Investigación realizada en 2012 por Cristhian Peter Alejandro Meneses, Pontificia Universidad Católica del Perú (Lima). En la investigación que propone el autor, es sobre diseñar un control de activos para el almacén de electrónica con el que la universidad cuenta, donde su principal material es la tecnología RFID permitiéndoles con esta gestionar los préstamos y mantener actualizado el inventario, el diseño que propuso el autor se implementó de forma apropiada en el almacén, a su vez desarrolla un programa donde este le permite modificar los nombres de los objetos etiquetados,

como el nombre de las personas que soliciten un préstamo de los equipos de laboratorio y así generar el inventariado de los materiales con los que cuenta el almacén.

Investigación realizada en 2015 por Elvis Andrés Molina Pardo, Universidad Nacional de Piura. En la investigación que propone el autor, es implementar un sistema de seguridad usando tecnología RFID y GSM para proteger los equipos del laboratorio de ingeniería electrónica y telecomunicaciones de su universidad, usando dispositivos RFID (lector, antenas y etiquetas) conectando en forma serial con un módulo GSM, de esta manera cuando ocurra un robo, el sistema de seguridad además de identificar los equipos que se registran y visualizan en un computador se enviara un mensaje de texto al teléfono móvil al vigilante de turno de la zona.

Investigación realizada en 2017 por Edward Mijael Ttacca Hualla, Universidad Nacional del Altiplano (Puno). Esta investigación propone el diseño de una red FOG basado en internet de las cosas IoT, para monitorear la contaminación en la bahía del Lago Titicaca, monitoreo de las variables ambientales: temperatura, acidez y algunos parámetros de contaminación del Lago Titicaca, desde un abordaje enfocado al concepto de la “Internet de las Cosas”, Computación en la Nube, y Redes de Sensores Inalámbricos (WSN). La red consiste en unir de manera remota sensores en la bahía del lago mediante radio enlaces todas fijadas en el Lago con capacidad de registrar eventos de contaminación en las aguas del Lago Titicaca, haciendo el correcto uso de las Tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la red permitirá reducir tiempo

de análisis, optimizar costos, mejorar la calidad de los servicios de obtención de datos en tiempo real, disminuir riegos y ampliar la cobertura.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. INTERNET DE LAS COSAS (IoT)**

(Rodríguez Moreno & López Ordoñez, 2017) “El Internet de las Cosas (IoT) es un paradigma de comunicación reciente que prevé un futuro cercano, en el que los objetos de la vida cotidiana estarán equipados con microcontroladores, transceptores de comunicación digital, y pilas de protocolos adecuados que les haga capaces de comunicarse entre sí y con los usuarios, convirtiéndose en una parte integral de la Internet. El concepto de IoT, por lo tanto, tiene por objeto hacer que Internet sea aún más envolvente y penetrante. Por otra parte, al permitir un fácil acceso y la interacción con una amplia variedad de dispositivos como, por ejemplo, electrodomésticos, cámaras de vigilancia, el seguimiento de los sensores, actuadores, vehículos, y así sucesivamente, el IoT fomentará el desarrollo de una serie de aplicaciones que hacen uso de la potencialmente enorme cantidad y variedad de datos generados por este tipo de objetos para proporcionar nuevos servicios a los ciudadanos, empresas y administraciones públicas.”

(Rodríguez Moreno & López Ordoñez, 2017) “Como una tecnología emergente, se espera que el Internet de las cosas (IoT) ofrezca soluciones prometedoras para transformar el funcionamiento y el papel de muchos sistemas industriales existentes, tales como los sistemas de transporte y sistemas de



fabricación. Por ejemplo, cuando el IoT se utiliza para la creación de sistemas de transporte inteligentes, la autoridad de transporte será capaz de rastrear la ubicación actual de cada vehículo, controlar su movimiento y predecir su futura ubicación y posible tráfico por carretera. El término IoT fue propuesto inicialmente para referirse únicamente a objetos conectados mediante la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). Más tarde, los investigadores relacionan IoT con más tecnologías como sensores, actuadores, dispositivos GPS y dispositivos móviles. Hoy en día, una definición comúnmente aceptada de IoT es una infraestructura de red global y dinámica con capacidades de autoconfiguración basada en protocolos de comunicación estándar e interoperables, donde las "cosas" físicas y virtuales tienen identidades, atributos físicos, personalidades virtuales, utilizan interfaces inteligentes, y están perfectamente integrados en la red de información.”

(Barrios Andres, 2018) “El término Internet de las Cosas (IoT) fue acuñado por primera vez por el pionero de la tecnología británica Kevin Ashton en una presentación que realizó en 1999 para la multinacional Procter & Gamble, donde describía un sistema en el cual los objetos en el mundo físico podrían conectarse a Internet a través de sensores para automatizar la recogida de datos, propugnando su aplicación en la cadena de suministro añadiéndoles etiquetas RFID (o identificación por radiofrecuencia, Radio Frequency Identification),”

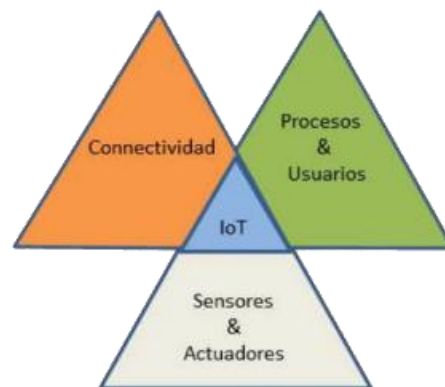
También se tiene la siguiente definición por (Teran Varela, Espinosa Ayala, Hernandez Garcia, & Flores Lopez, 2017): “Se define como una red global donde la comunicación es la meta principal, basada en una interconexión con la mayoría de los objetos que los rodea sin importar tamaño, distancia, y estructura; sin duda es un aspecto vital y relevante para los seres humanos. La definición correcta es que debe utilizarse de acuerdo a la información recabada por las vinculaciones entre las personas y los objetos para que tengan la facilidad de lograr una conexión rápida y eficiente a Internet en cualquier momento y lugar, y que a través de la integración de sensores en la totalidad de los objetos que los rodean, se conectan a internet a través de redes fijas o inalámbricas, las cuales deben servir para realizar interconexiones con la mayoría de los objetos en un aspecto vital y relevante para los seres humanos y las organizaciones.”

Otra definición por (Rose, Eldridge, & Chapin, 2015): “El término Internet de las Cosas se refiere a escenarios en los que la conectividad de red y la capacidad de cómputo se extienden a objetos, sensores y artículos de uso diario que habitualmente no se consideran computadoras, permitiendo que estos dispositivos generen, intercambien y consuman datos con una mínima intervención humana. Sin embargo, no existe ninguna definición única y universal.”

Los autores (Urueña & Ferrari, 2009) tienen la siguiente definición sobre el IoT: “Objetos con identidad y personalidad virtual que funcionan en espacios inteligentes utilizando interfaces inteligentes para conectarse y comunicarse a

contextos sociales y ambientales de usuarios” . En este sentido el uso de la tecnología RFID convierte los objetos cotidianos en “objetos inteligentes” de forma que por ejemplo, las personas ancianas o discapacitadas podrán ser ayudadas por dispositivos inteligentes; el seguimiento y monitorización continua de los productos en la cadena de alimentación aumentará la seguridad alimentaria; los productos industriales “inteligentes” podrán almacenar información sobre sus componentes y sobre su uso; la gestión de los residuos podrá orientarse desde la visión masificada actual a actuaciones personalizadas a cada tipo específico de residuo mejorando la eficacia de los sistemas de reciclado, son ejemplos de campos de actuación en los que el funcionamiento de la Internet de los Objetos permitirá grandes avances.”

Figura 2 1 - Concepto de IoT



Fuente:(Salazar & Silvestre, 2014)

### 2.2.2. APLICACIONES DEL INTERNET DE LAS COSAS

Según: (Salazar & Silvestre, 2014) “El número de aplicaciones y servicios que pueden proporcionar es prácticamente ilimitado y se puede adaptar a muchos campos de la actividad humana, facilitando y mejorando su calidad de vida en

múltiples formas. Se da una breve lista de aplicaciones y servicios basados en la IoT. Sin embargo, es sólo una descripción limitada para comprender todas las posibles nuevas aplicaciones y servicios que la IoT podría proporcionar.”

### **Aplicaciones y Servicios IoT:**

- a) Salud:** Monitoreo de las enfermedades crónicas. Mejora de la calidad de la atención y la calidad de vida de los pacientes. Trackers de Actividad. Diagnóstico remoto. Pulseras conectadas. Cinturones interactivos. Deporte y monitoreo de actividades de fitness. Etiquetas inteligentes para fármacos. Seguimiento del uso de drogas. Los biochips. Interfaces cerebro-ordenador. Monitoreo de los hábitos alimenticios.
- b) Compras:** Compras inteligentes. RFID y otras etiquetas electrónicas y lectores. Los códigos de barras en el comercio minorista. Inventarios. Control de la procedencia geográfica de los alimentos y productos. Control de calidad de los alimentos y de la seguridad.

Además, se tiene más conceptos de aplicación del RFID por (Portillo García, Bermejo Nieto, & Bernardos Barbolla, 2008) “La principal característica de la tecnología RFID es la capacidad de identificar, localizar, seguir o monitorizar personas u objetos sin necesidad de que exista una línea de visión directa entre la etiqueta y el lector (al menos en algunas de las frecuencias de trabajo, como hemos visto en una sección anterior). Alrededor de esta

funcionalidad han surgido una gran variedad de aplicaciones perfectamente adaptables a una gran diversidad de sectores industriales.”

En el ámbito de las aplicaciones de negocios, comerciales y de servicios, el potencial de negocio de las aplicaciones RFID es muy grande, como muestran los siguientes ámbitos:

- Transporte y distribución
  - Seguimiento de activos.
  - Aeronaves, vehículos, ferrocarriles.
  - Contenedores.
  - Sistemas de localización en tiempo real.
- Empaquetado de artículos.
  - Gestión de la cadena de suministro.
  - Seguimiento de cajas y palés.
  - Seguimiento de elementos.
  - Industria farmacéutica.
  - Inventario y stocks.
- Industria y fabricación.
  - Estampación.
  - Flujo de trabajo.
- Seguridad y control de accesos.
  - Gestión de pasaportes y visados.
  - Seguimiento de niños.
  - Seguimiento de animales.

- Seguimiento de equipajes.
  - Prevención de falsificaciones.
  - Acceso a ordenadores.
  - Identificación de empleados.
  - Acceso a aparcamientos.
  - Acceso a laboratorios, recintos, etc.
  - Peajes.
  - Pagos automáticos.
  - Reconocimiento de clientes
- Sistemas de biblioteca.
    - Acceso y gestión de libros.
    - Acceso y gestión de todo tipo de objetos.

(Portillo García et al., 2008) “El sector farmacéutico será uno de los sectores que más rápidamente adopten esta tecnología, en gran parte favorecido por la Food and Drug Administration (FDA), que recomienda adoptar esta tecnología para prevenir las falsificaciones. La conexión de todos los dispositivos médicos al sistema de información del hospital ayudará a gestionarlos mejor: localización de dónde están, de dónde y a quién han operado, periodicidad de uso, etc., todo ello para, por ejemplo, mejorar el control de infecciones o simplemente utilizar de forma más eficiente los recursos disponibles.”

Estas dos grandes aplicaciones (etiquetado y localización) se despliegan sobre dos tipos de recursos: los recursos materiales o los recursos de personal.

**Etiquetado de material**, tanto de medicamentos como de otros suministros de bienes a hospitales (instrumental médico, bolsas de sangre, implantes ortopédicos).

- Etiquetado de medicamentos para una mejor gestión de los mismos y evitar falsificaciones.
- Etiquetado de objetos.
  - Para la localización inmediata, seguimiento, rápido inventariado o prevención de robos de bienes del hospital, (por ejemplo, sillas de ruedas, camas) o equipamiento crítico (por ejemplo, desfibriladores portátiles, electrocardiogramas, etc.).
  - Para evitar olvidos de material quirúrgico en el cuerpo del paciente.
  - Para asegurar que la medicación es la correcta y en la cantidad adecuada.
  - Para comprobar que la transfusión de sangre es del grupo adecuado.
  - Para mejorar la gestión de las historias clínicas de los pacientes

**Etiquetado de personal**: tanto del profesional sanitario como de los propios pacientes:

- Identificación de pacientes para consultar su historial clínico, comprobar el tratamiento que sigue (el medicamento adecuado en la dosis adecuada) y prevenir de ese modo errores.
- Localización de personas en el centro médico: tanto de los profesionales sanitarios, como de los pacientes o sus visitas.

- Localización de personas mayores en sus domicilios.
- Etiquetas que graban eventos: presencia de la enfermera, al paciente ha tenido tres visitas, ha saltado una alarma, se ha llevado al paciente a la UCI, etc. La grabación de estos eventos permite tener disponible el protocolo de actuación seguido con un paciente.
- Monitorización de constantes vitales: el dispositivo médico de monitorización lleva un interfaz RFID que permite recuperar la información a través de un lector.
- Seguridad y control de accesos a zonas restringidas.

(Portillo García et al., 2008) “A continuación se muestran en primer lugar algunos casos de éxito de aplicación de la tecnología RFID a la industria farmacéutica, para después continuar con otros ejemplos de aplicación en empresas que suministran activos médicos a hospitales o centros médicos (bolsas de sangre, implantes ortopédicos, etc.).”

- Cardinal Health, proveedora de productos y servicios tecnológicos en el ámbito sanitario, desplegó a finales de 2006 un piloto para etiquetar y seguir productos farmacéuticos a lo largo de toda la cadena de suministro (extremo a extremo). A pesar de confirmar las mejoras en eficiencia y en evitar falsificaciones, los responsables del piloto extrajeron la conclusión de que aún existen barreras en los temas relacionados con la estandarización global y con asuntos de privacidad.



- Como se puede apreciar el campo de aplicación del sistema RFID es amplio solo falta desarrollarlo más e implementarlo a nuestra vida cotidiana en este caso en la ciudad universitaria y la ciudad de Puno, para estar a la par de los países desarrollados que ya emplean en menor medida este tipo de sistema.
- El Hospital Universitario de Jena (Alemania) ha anunciado la implementación de un sistema basado en RFID para la identificación, seguimiento y comprobación precisa y en tiempo real de los medicamentos desde la farmacia del propio hospital hasta el uso en los pacientes. La medicación podrá ser comprobada de manera automática antes de ser administrada, comprobando el identificador del brazalete RFID del paciente. El software de gestión ha sido realizado por SAP, mediante el NetWeaver, e Intel ha proporcionado toda la infraestructura hardware del proyecto, incluyendo dispositivos de comunicación, lectores y tags RFID. Utilizando terminales móviles RFID, las enfermeras pueden leer los códigos y visualizar la información del paciente en la pantalla. Además, el sistema se ha diseñado para registrar toda la medicación del paciente, incluyendo detalles sobre el tipo, la cantidad, hora de administración, etc.
- Zimmer, multinacional distribuidora de productos de cirugía ortopédica, ha instalado lectores RFID de Maguellan Technology a través de sus centros operativos en Nueva Zelanda, Australia, Japón y Tailandia. Los implantes ortopédicos individuales forman parte de un kit más amplio que se suministra a hospitales y en escenarios de operaciones. La creación de los kits se lleva a cabo con un 100% de precisión, asegurando que todos los ítems son fácilmente

visibles para facilitar la calidad del envío previo y su posterior recepción. Cuando esos kits son devueltos para su actualización, limpieza y acondicionamiento anual, es necesario revisarlos uno a uno, cuando únicamente el 3% de su contenido suele estar utilizado. Las pérdidas de tiempo y costes eran significativas hasta que el etiquetado de ítems mediante RFID ha acelerado dicha comprobación además de que la precisión en el registro de inventarios ha mejorado drásticamente.

- Una empresa alemana especializada en etiquetas farmacéuticas empezará a probar los tags con sensor de temperatura de Montalbano Technology (Italia), que ha creado una familia de tags RFID HF semipasivos que permiten registrar condiciones ambientales tales como la luz, la temperatura y la humedad. La industria farmacéutica está muy interesada en ensayar con el uso de estos tags RFID con sensor de temperatura, ya que determinados medicamentos muy costosos se pueden estropear debido a condiciones inadecuadas en almacén. Los tags permiten añadir funcionalidades adicionales como memoria adicional o sensores. Además, son programables, permitiendo a los usuarios definir sus propios criterios de grabación de los datos de los sensores como el intervalo entre medidas, por ejemplo, o medidas únicamente que estén fuera de un umbral preestablecido, etc. Están provistos de pequeñas baterías para activar el sensor y adquirir la temperatura, mientras que el envío de señal se realiza con la potencia captada de los lectores.

- En Malasia, tres instituciones médicas (Universidad Malaya Medical Centre, el Hospital Penang Adventist y el Banco Nacional de Sangre) están probando un sistema RFID para mejorar el seguimiento de las bolsas de sangre y disminuir los errores por incompatibilidad sanguínea, entre otros avances. Esta solución RFID de reciente desarrollo, llamada BloodBank Manager, ha sido desarrollada conjuntamente por el Siemens Malaysia Sdn Bhd e Intel MSC Sdn Bhd. La solución asegurará la transparencia y la responsabilidad de los registros, etiquetado y seguimiento de productos sanguíneos, se podrán crear perfiles de pacientes y generar históricos de donaciones y transfusiones, así como perfiles de donantes y pacientes.

### **2.2.3. SOLUCIONES PROPUESTAS**

Para satisfacer las necesidades de un mejor inventariado en este caso el Laboratorio de automatización, hemos explorado varias opciones prácticas. Nuestro objetivo principal es diseñar un sistema confiable que pudiera ser utilizado fácilmente, por el encargado del laboratorio y que no demande una considerable cantidad de tiempo, a su vez se facilite un mejor registro de los equipos que hay en el laboratorio evitando así, la pérdida de instrumentos y/o equipos que hay en este lugar.

A continuación, se presentarán opciones que facilitarían el trabajo de inventariado, dentro de las cuales se escoge la más adecuada para esta situación.

### 2.2.3.1. CÓDIGO DE BARRAS

(Guijosa Aranda, 2014) Sistema de codificación creado a través de líneas y espacios paralelos de distinto grosor. Generalmente es utilizado como sistema de control, facilitando la actividad comercial del fabricante, pero sin ofrecer información al consumidor. Una de las principales ventajas es que los datos almacenados en un código de barras pueden ser leídos de manera precisa y rápida.

(Guijosa Aranda, 2014) Los códigos de barras se miden en proporción a la barra más delgada y en mils, o 1/1000 de pulgada. Un código de barras de 10 mils, por ejemplo, tiene una barra delgada de 10/1000 de pulgada de ancho. Además, se incluyen zonas silenciosas, o espacios en blanco, a ambos lados del símbolo para garantizar la correcta lectura del código. Su funcionamiento es muy sencillo: un dispositivo emite un rayo de luz directa sobre el código. El dispositivo incorpora a su vez un sensor que detecta la luz reflejada y la convierte en una señal eléctrica que puede ser interpretada y convertida en datos.

Figura 2 2 - Código de Barra



Fuente: (“Código de barras - Wikipedia, la enciclopedia libre”, s/f)

**Breve explicación:** Ahora el código de barras se puede implementar en el laboratorio para solucionar el problema que se está plateando, pero hay características que no dan un buen control del inventariado en un almacén; empezando por la lectura donde el dispositivo que emite la luz roja para la lectura

del código de barras debe ser de forma directa en otras palabras acercando el objeto con el código de barras a este dispositivo o viceversa, de esta manera toma un cierto tiempo para el inventariado haciéndolo un poco tedioso; por otro lado se tiene que el código de barras está impreso en papel haciendo que esto se malogre con el paso del tiempo y esto dificultaría la labor de inventariado, haciendo que se vuelva a etiquetar los objetos con nuevos códigos de barra.

### 2.2.3.2.CÓDIGO QR

(Deconinck & Grynczel, 2017) “El código QR (código de respuesta rápida) es un código de barras bidimensional, inventado en Japón en 1994 por denso-Wave. Al principio, estos códigos se utilizaron principalmente en entornos profesionales como fábricas, almacenes, ventas al por menor, etc. Hoy en día, los códigos QR son cada vez más populares entre el público en general, todo ello gracias a dispositivos móviles como smartphones y tablets.”

Comparado con códigos de barras estándar, los códigos QR tienen varias ventajas, tales como:

- El código QR puede almacenar hasta varios cientos de veces más información
- El código QR tiene una capacidad de corrección de errores que permite decodificar del 7% hasta el 30% de los datos dañados.
- El código QR puede leerse desde cualquier dirección en 360 grados.
- El código QR se puede escanear fácilmente con una cámara (por ejemplo, un dispositivo móvil).

Figura 2 3 - Código de QR



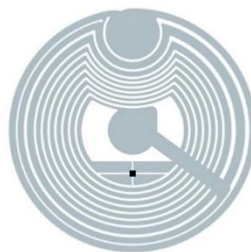
Fuente: (“Código QR - Wikipedia, la enciclopedia libre”, s/f)

**Breve Descripción:** En cuanto al código QR también sucede lo mismo que con el código de barras, empezando por el rango de lectura que es corto haciendo que uno tenga que acercarse al objeto con este código para leerlo con el dispositivo o viceversa de esta manera uno se toma cierto tiempo para hacer el inventariado que en otras palabras lo hace un tanto tedioso; por otro lado, está el hecho de que se tenga que imprimir en un papel para luego etiquetar los objetos a inventariar y con el pasar de cierto tiempo estos códigos QR pueden desgastarse y deteriorarse causando problemas para realizar el inventariado, tenido que volver a etiquetar los objetos y tomando más tiempo para realizar el trabajo.

#### 2.2.3.3.NFC

NFC (Near-field Communication) o comunicación de campo cercano, es una tecnología de radio basada en las especificaciones de la tecnología RFID. A diferencia de la tecnología RFID, un dispositivo NFC puede actuar como una etiqueta y un lector. NFC utiliza la misma frecuencia que RFID HF, 13, 56 MHz, y permite el intercambio de datos inalámbricos a una distancia máxima de 20 centímetros. (Deconinck & Grynczel, 2017).

Figura 2 4 - Etiqueta NFC



Fuente: (Dipole Analyst SL, s/f)

**Breve Descripción:** Sobre la tecnología NFC su inconveniente para la solución del problema es sobre su campo de lectura siendo este corto (20 cm) con respecto a lo que ofrece las etiquetas RFID, siendo este motivo de la no elección para este proyecto dado que el lugar donde se va realizar (laboratorio de control y automatización) los objetos se encuentran a una distancia mayor a los 50 centímetros, por ende, no hay un eficiente inventariado al que se quiere obtener.

#### 2.2.3.4.RFID

Un concepto sobre el RFID dada por el siguiente autor (Molina Pardo, 2015) “Es la tecnología de identificación por radio frecuencia, conocida por sus siglas en ingles RFID (Radio Frequency Identification), no es una tecnología nueva, lleva conviviendo entre nosotros desde hace ya muchos años, aunque es recientemente cuando ha cobrado mayor relevancia y presencia especialmente debido al desarrollo tecnológico (miniaturización) y el descenso de los costes de fabricación de los componentes electrónicos, factores que están permitiendo orientar el uso de esta tecnología de identificación hacia sectores tan amplios como la logística y la cadena de suministro, entre otros.”

(Molina Pardo, 2015) “La tecnología RFID se usó por primera vez en la segunda guerra mundial, por la armada británica, con el fin de identificar aviones amigos. Actualmente podemos encontrar sistemas que usan la tecnología RFID en gran variedad de servicios del ámbito civil y militar, públicos y privados, tales como la identificación de pacientes en hospitales, el pago automático en autopistas, identificación de animales, etc. En un sistema RFID, el elemento a identificar (puede ser un objeto, animal o persona) se etiqueta con un pequeño chip de silicio unido a una antena de radiofrecuencia (conocido como 'tag' o etiqueta) de modo que pueda comunicarse y ser identificado, a través de ondas de radiofrecuencia, por un dispositivo transmisor/receptor (conocido como 'reader') diseñado para ese propósito. La característica principal que dota a este sistema de identificación de un gran valor añadido. es que el chip de RFID permite almacenar en su interior información de identificación que confiere a cada uno de los elementos etiquetados de un carácter único.”

Un siguiente concepto nos aclara más sobre el RFID (Alejandro Meneses, 2013) Los sistemas de RFID están estrechamente relacionados con las tarjetas inteligentes. Al igual que los sistemas de tarjeta inteligente, los datos se almacenan en soporte electrónico de datos que transporta el dispositivo - el transpondedor. Sin embargo, a diferencia de la tarjeta inteligente, la fuente de alimentación al dispositivo de portadora de datos y el intercambio de datos entre el dispositivo de portadora de datos y el lector se logra sin el uso de contactos galvánicos, se usa campos magnéticos o electromagnéticos en su lugar. El



procedimiento técnico subyacente se extrae de los campos de la ingeniería de radio y radar. RFID son siglas de Radio Frequency Identification, lo que en español es Identificación por Radiofrecuencia, es decir, información transportada por las ondas de radio. En aplicación es similar a la tecnología de códigos de barra, solo que en este caso no se requiere que la tarjeta este en el campo visual del lector.

Figura 2 5 - Etiqueta RFID



Fuente: (“RFID UHF Tag Data Sheet”, s/f)

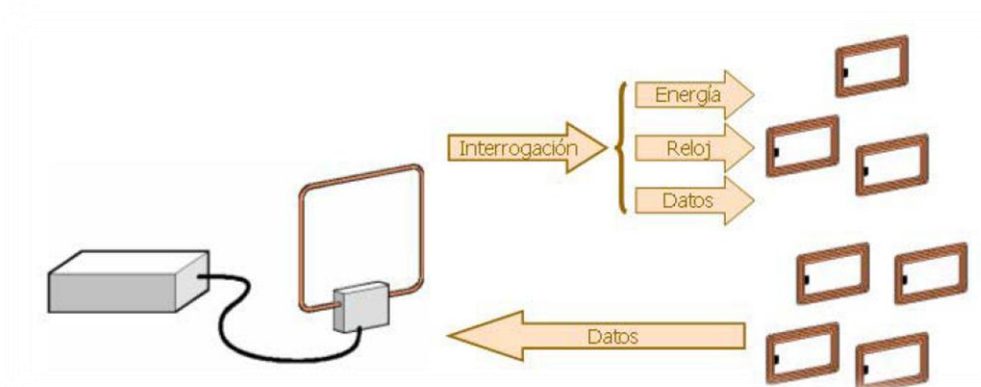
#### 2.2.4. SISTEMA RFID

(Urueña & Ferrari, 2009) “En un sistema RFID, el elemento a identificar (puede ser un objeto, animal o persona) se etiqueta con un pequeño chip de silicio unido a una antena de radiofrecuencia (conocido como 'tag' o etiqueta) de modo que pueda comunicarse y ser identificado, a través de ondas de radiofrecuencia, por un dispositivo transmisor/receptor (conocido como 'reader') diseñado para ese propósito. La característica principal que dota a este sistema de identificación de un gran valor añadido, es que el chip de RFID permite almacenar en su interior información de identificación que confiere a cada uno de los elementos etiquetados de un carácter único. Los fundamentos físicos en los que se basa la tecnología RFID, implican la aparición de varios modelos de comunicación entre los dispositivos básicos del sistema. La comunicación por radiofrecuencia,

requiere la incorporación de una antena RF en cada uno de los dispositivos implicados en la comunicación cuya forma y características depende de la banda de frecuencia en la que funcionen.”

A continuación, se muestra el funcionamiento del sistema RFID: Para que la tecnología RFID funcione, son necesarios tres elementos básicos: una etiqueta electrónica o tag, un lector de tags y una base de datos. Las etiquetas electrónicas llevan un microchip incorporado que almacena el código único identificativo del producto al que están adheridas. El lector envía una serie de ondas de radiofrecuencia al tag, que éste capta a través de una pequeña antena. Estas ondas activan el microchip, que, mediante la microantena y la radiofrecuencia, transmite al lector cual es el código único del artículo. En definitiva, un equipo lector envía una señal de interrogación a un conjunto de productos y estos responden enviando cada uno su número único de identificación. Por este motivo, se dice que la tecnología RFID es una tecnología de auto-identificación. Una vez el lector ha recibido el código único del producto, lo transmite a una base de datos, donde se han almacenado previamente las características del artículo en cuestión: fecha de caducidad, material, peso, dimensiones, localización, etc., dependiendo también a que se aplique esta tecnología. De este modo se hace posible consultar la identidad de algo o alguien en cualquier momento, ya sea el caso de una aplicación a un producto o a una persona. La siguiente imagen muestra gráficamente lo que hace este sistema RFID. (Ligonio, 2007)

Figura 2 6 - Funcionamiento del Sistema RFID



Fuente: (Ligonio, 2007)

#### a) Ventajas de Este Sistema

(Ligonio, 2007) La tecnología RFID supera muchas de las limitaciones del código de barras. A continuación, se mencionan las ventajas de las etiquetas electrónicas.

- A diferencia del código de barras, las etiquetas electrónicas no necesitan contacto visual con el módulo lector para que éste pueda leerlas. La lectura se puede hacer a una distancia de hasta 10 metros.
- Mientras el código de barras identifica un tipo de producto, las etiquetas electrónicas identifican cada producto individual.
- La tecnología RFID permite leer múltiples etiquetas electrónicas simultáneamente. Los códigos de barras, por lo contrario, tienen que ser leídos secuencialmente.

- Las etiquetas electrónicas pueden almacenar mucha más información sobre un producto que el código de barras, que solo puede contener un código y, en algunos casos, un precio o cantidad.
- Mientras que sobre el código de barras se puede escribir solo una vez, sobre las etiquetas electrónicas se puede escribir todas las veces que haga falta.
- La tecnología RFID evita falsificaciones. Con una simple fotocopia se puede reproducir un código de barras. Las etiquetas electrónicas, en cambio, no se pueden copiar. Un tag sobre un artículo de marca garantiza su autenticidad.
- Un código de barras se estropea o se rompe fácilmente, mientras que una etiqueta electrónica es más resistente porque, normalmente, forma parte del producto o se coloca bajo una superficie protectora y soporta mejor la humedad y la temperatura.

#### **b) Aplicaciones del Sistema RFID**

(Ligonio, 2007) Son muchos los sectores industriales que pueden beneficiarse de las ventajas de la tecnología RFID. Algunas de sus aplicaciones son las siguientes.

- Control de calidad, producción y distribución.
- Localización y seguimiento de objetos.
- Control de accesos.
- Identificación de materiales.
- Control de fechas de caducidad.

- Detección de falsificaciones.
- Almacenaje de datos.
- Automatización de los procesos de fabricación.
- Información al consumidor.
- Reducción de tiempo y coste de fabricación.
- Reducción de colas a la hora de pasar por caja.
- Identificación y localización de animales perdidos.
- Elaboración de censos de animales.
- Identificación y control de equipajes en los aeropuertos.
- Inventario automático.
- Entre muchas otras aplicaciones más.

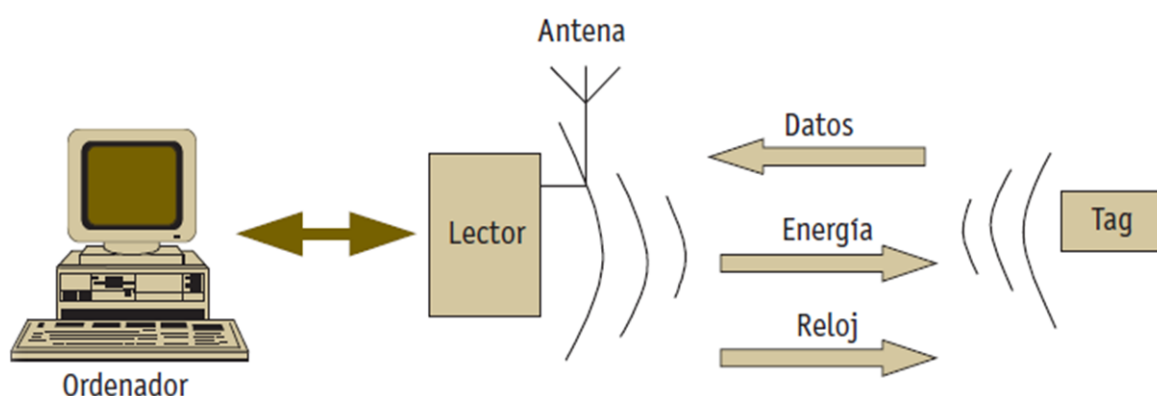
**Breve Descripción:** Para nuestro trabajo de investigación se hará el uso del sistema RFID, para ello se tiene otro concepto de un sistema RFID pasivo, para ello se cita lo siguiente:

(Portillo García et al., 2008) “Existe una gran diversidad de sistemas RFID, los cuales puede satisfacer un amplio abanico de aplicaciones para los que pueden ser utilizados. Sin embargo, a pesar de que los aspectos tecnológicos pueden variar, todos se basan en el mismo principio de funcionamiento, que se describe a continuación:”

- Se equipa a todos los objetos a identificar, controlar o seguir, con una etiqueta RFID.

- La antena del lector o interrogador emite un campo de radiofrecuencia que activa las etiquetas.
- Cuando una etiqueta ingresa en dicho campo utiliza la energía y la referencia temporal recibidas para realizar la transmisión de los datos almacenados en su memoria. En el caso de etiquetas activas la energía necesaria para la transmisión proviene de la batería de la propia etiqueta.
- El lector recibe los datos y los envía al ordenador de control para su procesamiento.

Figura 2 7 - Esquema de funcionamiento de un sistema RFID pasivo



Fuente: (Portillo García et al., 2008)

#### 2.2.4.1. COMPONENTES DE UN SISTEMA RFID

- Etiqueta RFID
- Lector RFID
- Antena
- Software de Control

### a. ETIQUETA RFID

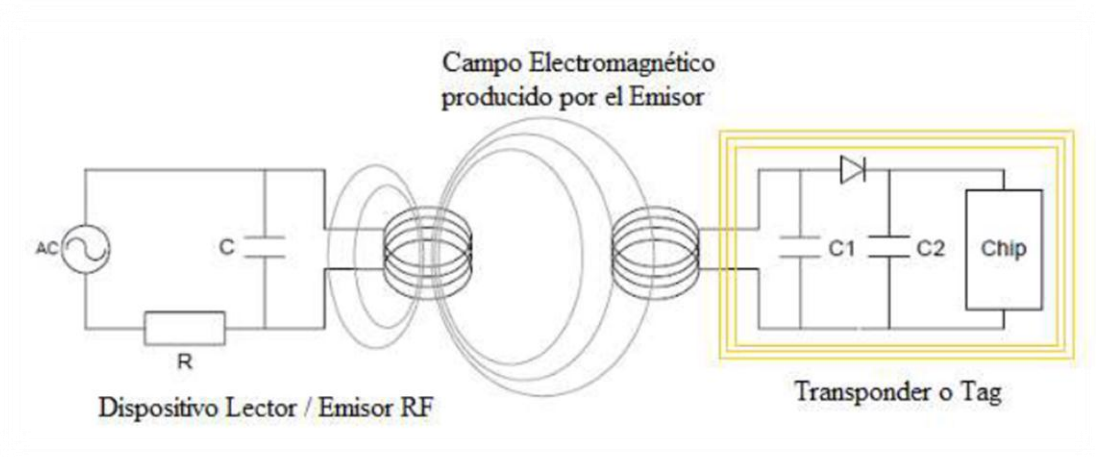
(Guijosa Aranda, 2014) La identificación por radio frecuencia es un tipo de tecnología inalámbrica que permite la comunicación entre un lector y una etiqueta o tag sin necesidad de que sendos elementos estén en la misma línea de vista. Dicha etiqueta posee una pequeña memoria donde se almacena cierta información (típicamente un número de serie), la cual será enviada al lector cuando este se lo solicite. La tecnología RFID tiene un gran potencial en campos tan diversos como el control de accesos, sistemas de pago o seguimiento de activos; entre otros.

(Chang Falconi & Lozano Solis, 2013) Una etiqueta RFID no es más que un chip embebido en una antena a modo de bobinado laminado, y dependiendo de su aplicación, o el ambiente donde van a ser instalados o el tipo de material al que se van a adherir, pueden variar en la composición de su material externo, es decir que su diseño va a variar de acuerdo al ambiente, y si tienen la capacidad para soportar el agua, variaciones de temperatura, polvo, etc. La etiqueta hace la función de transmisión y recepción o “transmitter/response” por lo que también se le da el nombre de transponder. Está compuesto por:

- 3 tipos de memoria (chip):
  - No volátil, se almacenan los datos del producto
  - ROM, se almacena la programación propia del chip
  - RAM, almacena datos durante la comunicación con el lector.

- Antena bobinada, la cual sirve de alimentación para el chip.
- Componentes electrónicos, buffers, filtros.”

Figura 2 8 - Transmisión inductivo de Energía



Fuente:(Chang Falconi & Lozano Solis, 2013)

Cabe mencionar que en la actualidad se encuentran tres tipos de etiquetas de radiofrecuencia los cuales son:

- Pasivas
- Semi-pasivas
- Activas

En la tabla 2.1. se muestra los tipos de etiquetas RFID.



Tabla 2 1 - Tipos de etiqueta RFID

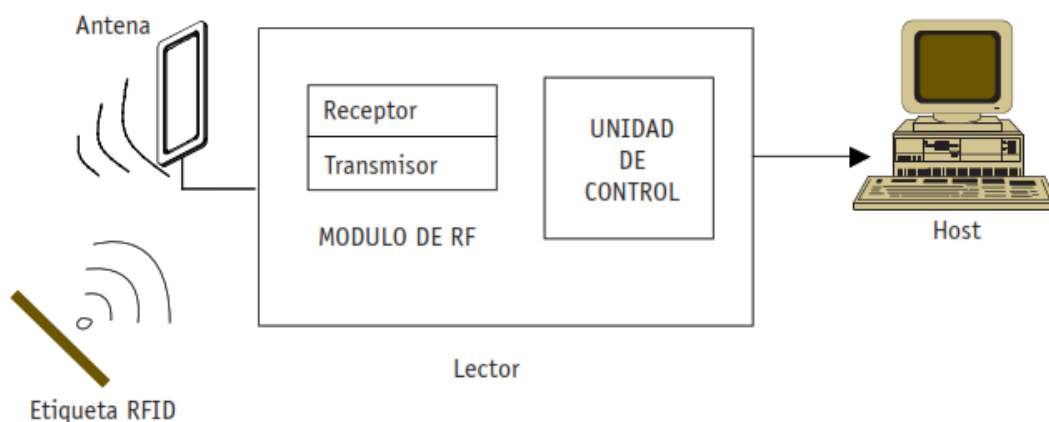
ETIQUETAS DE RFID PASIVAS	ETIQUETAS DE RFID SEMI - PASIVAS	ETIQUETAS RFID ACTIVAS
No poseen ningún tipo de alimentación. La señal que les llega de los lectores induce una corriente eléctrica mínima que basta para operar el circuito integrado del tag para generar y transmitir una respuesta.	Poseen una fuente de alimentación propia, aunque en este caso se utiliza principalmente para alimentar el microchip y no para transmitir una señal. La energía contenida en la radiofrecuencia se refleja hacia el lector como en un tag pasivo.	Los tags activos poseen su propia fuente autónoma de energía que utilizan para dar corriente a sus circuitos integrados y propagar su señal al lector. Estos tags son mucho más fiables que los pasivos debido a su capacidad de establecer sesiones con el lector.

Fuente: (Perez Acosta, 2017)

**b. LECTOR RFID**

(Portillo García et al., 2008) Un lector o interrogador es el dispositivo que proporciona energía a las etiquetas, lee los datos que le llegan de vuelta y los envía al sistema de información. Asimismo, también gestiona la secuencia de comunicaciones con el lector. Con el fin de cumplir tales funciones, está equipado con un módulo de radiofrecuencia (transmisor y receptor), una unidad de control y una antena. Además, el lector incorpora 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.


Figura 2 9 - Transmisión inductivo de Energía



Fuente: (Portillo García et al., 2008)

(Perez Acosta, 2017) Un lector de RFID es el encargado de alimentar las etiquetas (tags) a través de las antenas, al mismo tiempo que capturan sus datos, los decodifican y los transmiten al software correspondiente para su interpretación. A continuación, se muestran los tipos de lectores RFID.

Tabla 2 2 - Tipos de lectores RFID

TIPO DE LECTOR	DESCRIPCION
<p style="text-align: center;"><b>Fijo</b></p> 	<p>Ideales pasra utilizarlos en la mayoría de situaciones donde se requiera la captura de datos automatizada como por ejemplo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Portales para el paso de mercancías o personas.</li> <li>• Puntos fijos de lectura en producción.</li> <li>• Puntos fijos de lectura en logística.</li> <li>• Puntos fijos de lectura en almacenaje.</li> <li>• Carretillas elevadoras.</li> <li>• Punto de venta para el checking.</li> </ul>

<p style="text-align: center;"><b>Portátiles</b></p> 	<p>Facilitan la captura de datos manual de forma masiva y con mayor rapidez que con código de barras. Los modelos integrados en la propia PDA son los más fiables, obteniéndose el máximo rendimiento.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Lectores USB, desktop</b></p> 	<p>Utilizados para aplicaciones simples, sencillas, donde no se requieran grandes prestaciones tecnológicas de las lecturas. Su utilización básica es de corto alcance o Near-Field.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Lectores de carretilla</b></p> 	<p>Utilizados para capturar los datos del palet de los productos de su interior de las ubicaciones en estanterías o en el suelo, del muelle de carga o cualquier punto de referencia.</p>

Fuente: (Perez Acosta, 2017)

**c. ANTENA**

(Perez Acosta, 2017) Las antenas son el elemento esencial entre la etiqueta RFID (tag) y el lector que transmite la potencia y capta la señal de devolución del tag con su código.

También se tiene la siguiente definición según (Alejandro Meneses, 2013) Una antena crea un campo de acción tridimensional a su alrededor que se llama "patrón de radiación" o "bulbo". Las diferencias entre las distintas antenas RFID existentes se resumen en dos características: Para acción corta o acción larga, a escoger en función de la amplitud que deseemos leer; para alta o baja densidad de campo, a escoger en función de la naturaleza de los productos a leer y de la cantidad a leer al mismo tiempo.

#### **d. SOTFWARE DE CONTROL**

(Alejandro Meneses, 2013) El cual consta por lo general de una PC o estación de trabajo con una base de datos y control (a menudo llamado middleware) de software.

(Chang Falconi & Lozano Solis, 2013) Es necesario una plataforma de software para la captura y gestión inteligente de datos. Una vez que el lector captura la información brindada por los tags, estos datos son enviados a un programa que puede interpretar y traducir a un lenguaje entendible para el hombre. El software es capaz de controlar en tiempo real todos los movimientos que puedan ser detectados por el lector e informar al usuario sobre dicho cambio y de acuerdo a eso realizar una acción.

#### **2.2.5. FRECUENCIAS DE OPERACIÓN**

(Alejandro Meneses, 2013) Las etiquetas RFID operan principalmente en cuatro bandas de frecuencia: baja frecuencia (LF) que opera en el rango de 125 a 140 KHz.; alta frecuencia (HF), que funciona a 13,56 MHz.; ultra alta frecuencia (UHF) operando dentro de los 400 a 960 MHz. y ultra alta frecuencia (microondas) que opera a 2.45 GHz. (o por encima).

La frecuencia es un factor importante para la selección de una etiqueta RFID, porque decide la distancia de comunicación entre las etiquetas y los

lectores, donde se ve cuál de estos pueden satisfacer los requerimientos para el problema que se formula.

**a. Baja Frecuencia (BF).** - Las etiquetas de baja frecuencia (LF) utilizan la frecuencia de 125 a 140 KHz. Y operan por acoplamiento inductivo para obtener energía de un lector. Las etiquetas LF tienen una bobina de inducción en lugar de una antena. Son adecuados para aplicaciones que requieren lectura de pequeñas cantidades de datos a baja velocidad. Las etiquetas pasivas LF pueden ser leídas desde una distancia inferior a 0.45 metros.

Las ondas de radio de baja frecuencia pueden penetrar con facilidad materiales como el agua, tejidos, madera y aluminio, entre otros. Por lo tanto, las etiquetas LF se pueden utilizar para etiquetar productos de metal o que contengan líquidos.

Las etiquetas LF son relativamente más costosas, ya que requieren bobinas de inducción con un diámetro más grande. Esto implica utilizar más metal de cobre, que habitualmente resulta más costoso. Aplicaciones comunes de las etiquetas LF son la identificación de animales, aplicaciones de seguridad para automóviles como los llaveros electrónicos para el control de encendido y la vigilancia electrónica de artículos. (Alejandro Meneses, 2013)

**b. Alta Frecuencia (HF).** - Las etiquetas de alta frecuencia (HF) utilizan 13,56 MHz. y operan por acoplamiento inductivo. Las etiquetas HF tienen una

bobina de inducción en lugar de una antena. Al igual que ocurre con las etiquetas LF, las de alta frecuencia son también adecuados para aplicaciones que requieren lectura de pequeñas cantidades de datos a baja velocidad, siendo leídos a cortas distancias. La distancia de lectura por lo general se encuentra entre 1 metro y los 3 metros.

Las ondas de radio de alta frecuencia pueden penetrar relativamente bien, materiales como el agua, tejidos, madera y aluminio. Por lo que las etiquetas HF, pueden utilizarse para el etiquetado de productos que contienen metales, líquidos, etc. Las etiquetas HF son relativamente menos costosas si se compara con las etiquetas LF, debido al menor diseño de su bobina de inducción. Una de las aplicaciones más comunes de las etiquetas de alta frecuencia se encuentra en tarjetas inteligentes y control de acceso de personas utilizando un lector de tarjetas de identificación. (Alejandro Meneses, 2013)

- c. Ultra Alta Frecuencia (UHF).** - Las etiquetas UHF funcionan en un rango de 400 a 960 MHz. de frecuencia. Las etiquetas pasivas UHF se acoplan con el campo del lector de forma capacitiva utilizando el campo eléctrico. En algunos casos las etiquetas pueden utilizar el campo magnético de inducción cuando están cerca del transmisor. Estos diseños de etiquetas poseen antenas en lugar de bobinas de inducción. Las etiquetas UHF tienen un rango de lectura de 3 m hasta los 10m.

Las ondas de radio UHF se curvan o refractan fácilmente en torno a materiales sólidos. Por lo tanto, las etiquetas UHF no necesitan una línea de visión para la comunicación con los lectores RFID. Las ondas de radio UHF son absorbidas por el agua y se reflejan en los metales.

Por lo tanto, las etiquetas UHF pasivos no pueden utilizarse directamente para identificar productos líquidos o elementos metálicos. Actualmente existen diseños inteligentes de etiquetas e ingeniosas ideas se han generado para superar este problema, como la técnica de separar la antena de la superficie metálica, sintonizar específicamente la etiqueta para operar en estrecha proximidad con metales y crear un plano metálico dentro del diseño de la etiqueta. Un ejemplo de estas etiquetas es la Metal Tag XCTF-8402-C03, la cual ha sido diseñada para uso sobre superficies de metal.

Debido a los avances en diseño de los chips de las etiquetas UHF éstas resultan menos costosas. Las etiquetas UHF pasivos generalmente se utilizan para identificar cajas y pallets y realizar su seguimiento en la cadena de suministro. (Alejandro Meneses, 2013)

- d. Microondas.** - Las etiquetas de microondas utilizan la frecuencia de 2.45 GHz – 5.4 GHz y tienen un rango de lectura de hasta más de 10 m. Las ondas de radio microondas al igual que las UHF no pueden penetrar agua ni metales. Las etiquetas microondas se usan para registrar vehículos en movimiento. (Alejandro Meneses, 2013)

Tabla 2 3 - Bandas de frecuencia utilizadas en RFID

<b>Bandas de Frecuencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Rango</b>
125 KHz – 140 KHz	LF (Baja Frecuencia)	Hasta 45 cm.
13.553 MHz – 13.567 MHz	HF (Alta Frecuencia )	De 1 m a 3 m.
400 MHz – 960 MHz	UHF (Ultra Alta Frecuencia)	De 3 m a 10 m.
2.45 GHz – 5.4 GHz	Microondas	Más de 10 m.

Fuente: (Molina Pardo, 2015)

### 2.2.6. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON

Python es una herramienta que cuenta con facilidades para la programación orientada a objetos, imperativa y funcional, por lo que se considera un lenguaje multi-paradigmas. Fue basado en el lenguaje ABC y se dice que fue influenciado por otros como C, Algol 60, Modula-3 e Icon según su propio autor.

Es un lenguaje de alto nivel ya que contiene implícitas algunas estructuras de datos como listas, diccionarios, conjuntos y tuplas, que permiten realizar algunas tareas complejas en pocas líneas de código y de manera legible. (Challenger Perez, Díaz Ricardo, & Becerra Garcia, 2014)

#### 2.2.6.1.SINTAXIS

La sintaxis de Python es muy sencilla, tanto que en algunas ocasiones parece pseudocódigo. Es muy interesante observar las diferencias que existen



entre el programa Hola Mundo de Python y el de otro lenguaje de alto nivel como C++.

Figura 2 10 - Programa Hola Mundo en C++

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main()
{
    cout << "Hello World" <<
endl;
    return 0;
}
```

Fuente: (Challenger Perez et al., 2014)

Y ahora se ve cómo lograr esta misma tarea en Python:

Figura 2 11 - Programa Hola Mundo en Python

```
print "Hello World"
```

Fuente: (Challenger Perez et al., 2014)

Python cuenta con un intérprete o consola que permite probar ciertas capacidades del lenguaje sin tener que crear un módulo de `0e00ste`. Incluso, en ocasiones se utiliza como una poderosa calculadora, con capacidades muy similares a las que ofrece el lenguaje Matlab para la realización de ciertas tareas.

### 2.2.7. LANGUAGE DE PROGRAMACIÓN PHP

Según (Arce, 2018) PHP es un acrónimo recursivo en inglés de PHP: Hypertext Preprocessor (preprocesador de hipertexto) es un lenguaje diseñado para crear contenido HTML. PHP puede ser ejecutado de tres formas: en un

servidor web, a través de la línea de comandos, o mediante un cliente GUI. El lenguaje puede ejecutarse en prácticamente todos los sistemas operativos actuales y en múltiples servidores web. Este también soporta una amplia variedad de bases de datos y cuenta con múltiples librerías para ejecutar procesos comunes.

(Arce, 2018) Una página PHP generalmente consiste de una página HTML con comandos PHP incrustados en ella. El servidor web procesa los comandos PHP y envía la salida al visualizador (browser). Un ejemplo de una página PHP sencilla sería la siguiente: Una página PHP generalmente consiste de una página HTML con comandos PHP incrustados en ella.

El servidor web procesa los comandos PHP y envía la salida al visualizador (browser). Un ejemplo de una página PHP sencilla sería la siguiente:

Figura 2 12 - Ejemplo de PHP

```
<html>
<head> <title>Hello, world</title> </head>
<body>
  <?php echo "Hello, world!"; ?>
</body>
</html>
```

Fuente: (Arce, 2018)

### 2.2.7.1.GESTION DE BASE DE DATOS: MySQL

Según (Sanchez, 2004) MySQL es un sistema gestor de bases de datos. Pero la virtud fundamental y la clave de su éxito es que se trata de un sistema de libre distribución y de código abierto. Lo primero significa que se puede descargar libremente de Internet (por ejemplo, de la dirección [www.mysql.com](http://www.mysql.com));

lo segundo (código abierto) significa que cualquier programador puede remodelar el código de la aplicación para mejorarlo.

### **2.2.8. LICENCIA LIBRE**

Debemos mencionar que todo este proyecto de investigación está desarrollado con software libre tanto la base de datos como los interfaces gráficos para los usuarios esto nos permite tener un costo más económico respecto a un software licenciado, debido a que no tenemos patentes que pagar, otra ventaja muy importante es que también cuenta con el respaldo de una comunidad que constantemente realiza mejoras en estos sistemas lo que nos permite estar siempre actualizados.

### **2.2.9. DOMINIO Y HOSTING**

#### **2.2.9.1.DOMINIO**

Según la página web (OK Hosting, 2018) Es una forma de identificación que está asociada a un grupo de computadoras conectadas a Internet. El propósito de los nombres de dominio de Internet y del sistema de nombres de dominio (DNS) es traducir una dirección IP (Es una etiqueta numérica que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una interfaz de un dispositivo habitualmente una computadora dentro de una red que utilice el protocolo IP (Internet Protocol), que corresponde al nivel de red del protocolo TCP/IP.) de cada computadora conectada a ellos a términos fáciles de encontrar.

Este tipo de abstracción posibilita que cualquier servicio de red pueda moverse de un lugar a otro en la red. Un nombre de dominio es el nombre con que es identificado un sitio Web. Cada dominio tiene que ser único en Internet. No está permitida la duplicidad, por ejemplo, el dominio <http://www.hola.com>, es diferente al dominio <http://www.hola.org>. Un servidor único de la Web puede alojar y servir a muchas páginas Web de diferentes dominios, pero un dominio puede apuntar solo a un servidor.

Si no hubiese sido ideado el sistema de nombres de dominio, los usuarios de Internet tendrían que acceder a la página Web tecleando la dirección IP de la página Web. Cuando inicio el servicio de Internet, se tenía que hacer de esta forma, puesto que no eran muchas páginas que estaban activas en la Web. Un ejemplo de ello es en vez de utilizar <http://213.67.91.175> en lugar de <http://www.prueba.com>. Los dominios están compuestos de tres partes. Las tres W que significan World Wide Web, el nombre del dominio (HOLA) y el tipo de organización (.COM).

Existen diversos tipos de organizaciones, los más comunes son .com (comercial), .net (Network), .edu (educación), .org (organización). Internet se basa en direcciones IP y no de dominio, cada servidor Web necesita de un servidor de nombres de dominio (DNS) para poder traducir de los nombres de los dominios a direcciones IP. Un dominio tiene un servidor de nombre de dominio primario y uno secundario.

### 2.2.9.2.HOSTING

Según la página web (Sistemas, 2016) El hosting, web hosting o alojamiento web es un servicio ofrecido por muchas compañías mediante el cual podemos poner una página web o un conjunto de datos en un servidor remoto para que puedan ser usados y/o consultados por usuarios de internet. Este servicio se basa en que un usuario que quiera utilizarlo suba los datos a un host o servidor ofrecido por la compañía. A partir de entonces el usuario podrá consultar o ver sus datos directamente desde internet desde cualquier lugar del mundo y si así lo desea, también podrán verlos el resto de usuarios de la red.

La principal y más inmediata aplicación del hosting es el hospedaje de páginas web. Un autor de una página web obtiene grandes ventajas de hospedarla en un servidor remoto. En primer lugar, estos servidores son en general superordenadores de gran capacidad y velocidad. Por ello permiten que la página esté operativa ininterrumpidamente, y además el acceso a los datos de esa página será mucho más rápido que en un ordenador normal. También pueden evitar la sobrecarga de las paginas si muchos usuarios intentan acceder a ella simultáneamente, y gestionar las conexiones de forma óptima.

## CAPITULO III

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO

El presente proyecto se estará realizando en todo el ámbito de la UNA – Puno, más específico en el Laboratorio de Control y Automatización de la EPIME, ubicado en la Región de Puno, de la República del Perú.

Figura 3 1 - Ubicación del Estudio



Fuente: (depuno, 2016)

### 3.2.PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

Tabla 3 1 - Cronograma de ejecución del estudio

Actividad	Trimestres								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Planteamiento del Problema	X								
Identificación del tema de investigación.	X	X							
Ampliación del marco teórico y conceptual			X						
Diseño del sistema de monitoreo y control de almacén				X	X				
Recolección de información y/o datos					X	X	X		
Procesamiento de información y/o datos						X	X		
Redacción del trabajo de investigación.								X	X
Resultados esperados.									X

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.3.PROCEDENCIA DEL MATERIAL UTILIZADO

Para el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control utilizando rfid e IoT que se realizó en el laboratorio control y automatización – EPIME, se realizó la adquisición del material mediante la compra por internet, tales son el caso de la antena RFID, raspberry Pi model B, etiquetas RFID, estos se obtuvieron de una tienda electrónica: AMAZON.

### 3.4.POBLACIÓN Y MUESTRA DEL ESTUDIO

#### 3.4.1. POBLACIÓN

Equipos del laboratorio de control y automatización de la EPIME.

### 3.4.2. MUESTRA

Para la implementación del sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT se realizó en el laboratorio control y automatización – EPIME, se tuvo acceso a todos los equipos para el inventariado requerido.

### 3.5.PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA

Para optimizar un mejor inventariado y control de los equipos que salen del laboratorio por temas de préstamos a los alumnos o en el peor de los casos el hurto de estos, se realizara el siguiente procedimiento.

- PRIMERO: Se realizará la adquisición de la antena rfid, las etiquetas rfid, raspberry Pi 3 Model B, adaptador wifi usb, memoria usb de 16 gb.
- SEGUNDO: Elaboración de la base de datos de los equipos de laboratorio.
- TERCERO: Instalación del sistema RFID en el laboratorio de control y automatización.
- CUARTO: Validar la hipótesis planteada.

Una vez planteada la solución para la mejora del inventariado del sistema, se procedió con las siguientes etapas:

#### 3.5.1. ETAPA I

Se procedió a la adquisición de algunos equipos como la antena rfid, etiquetas rfid, raspberry Pi 3 Model B, adaptador wifi usb, memoria usb de 16 gb,



donde los detalles se muestran a continuación, además más adelante se verá el costo de cada producto:

#### a) ANTENA RFID

##### White ABS Plastic UHF RFID Reader

Siendo sus características las siguientes:

Tabla 3 2 - Características de la Antena RFID

<b>Tipo de Lector</b>	Lector RFID
<b>Temperatura de Funcionamiento</b>	-20 to +50 Degree Celcius
<b>Fuente de Alimentacion</b>	9 - 12V
<b>Color</b>	Blanco
<b>Interfaces</b>	RS485
<b>Rango de Lectura</b>	4 - 10 m
<b>Peso</b>	900 g
<b>Material del Cuerpo</b>	Plactico ABS

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Figura 3 2 - Antena RFID usada en el sistema



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Al momento de recibir la antena, esta contenía en su interior la propia antena y otros materiales para su operación, los cuales se muestran a continuación:

Figura 3 3 - Componentes de la antena RFID



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

#### **b) ETIQUETAS RFID**

Se usó las siguientes etiquetas RFID modelo AZ – 9654, se buscaron otras opciones, pero los costos de otras etiquetas eran muy elevados al presupuesto que se destinó al proyecto por lo tanto se optó por estas etiquetas, además de un buen precio las características que esta tenía cumplían con lo que el proyecto pide.

“El AZ-9654 - G es una incrustación RFID de propósito general de ultra alto rendimiento especialmente adecuada para materiales de alta dieléctrica, como parabrisas y paletas o contenedores de plástico reutilizables. Con su núcleo Higgs-3, el "G" ofrece un rendimiento ultra alto, "el mejor de su clase". Es especialmente adecuado para materiales difíciles con dieléctricos altos, como plástico y vidrio (de ahí el apodo "G"). La incrustación "G" comprende un rico conjunto de características que incluye un TID de 32 bits, un TID único de 64 bits para aplicaciones de autenticación y serialización, un banco de memoria EPC extensible, 512 bits de memoria de usuario para aplicaciones de datos distribuidos y lectura protegida por contraseña y capacidades de soporte de escritura para evitar la visualización no autorizada y la modificación de los datos de la etiqueta. La incrustación húmeda RFID tiene amplios usos, generalmente se usa en transporte público, gestión de acceso, boleto electrónico, logística y gestión de suministros, fabricación y montaje, seguimiento de documentos, gestión de bibliotecas.” (Sunorient, 2017)

Tabla 3 3 - Características de la Etiqueta RFID

<b>Clasificación de Etiqueta</b>	General / Windshield glass Tag
<b>Norma de Cumplimiento</b>	EPC Class1 Gen2
<b>Frecuencia de Operación</b>	860-960 MHz
<b>Modo Operativo</b>	Pasivo
<b>Fabricación</b>	Grabado de Aluminio
<b>Dimensión de la antena</b>	93 mm × 19 mm
<b>Wet inlay Dimension:</b>	97 mm × 23 mm
<b>Temperatura de Almacenamiento</b>	- 40 a 85 <sup>0</sup> C sin condensación
<b>Temperatura de Funcionamiento</b>	- 40 a 65 <sup>0</sup> C sin condensación

<b>Almacenamiento Recomendado</b>		+25°C @ 40%RH
<b>ESD (HBM):</b>		2,000 V
<b>Distancia de Lectura</b>		1 a 7 metros
<b>Tipo de Chip IC</b>		Alien Higgs-3
<b>Memoria</b>	<b>EPC:</b>	96-EPC Bits, extensible a 480 Bits
	<b>Usuario:</b>	512 bit
	<b>Contraseña:</b>	Acceso de 32 bits y contraseñas de eliminación de 32 bits

Fuente: (“RFID UHF Tag Data Sheet”, s/f)

Figura 3 4 - Etiqueta RFID usado en el sistema



Fuente: (“RFID UHF Tag Data Sheet”, s/f)

**c) RASPBERRY**

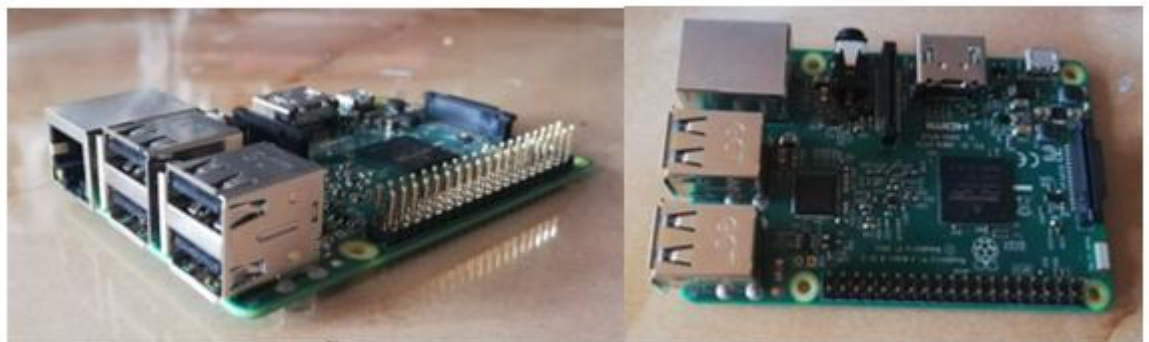
Más concretamente se usará el tipo de Raspberry Pi Model B, cuyo dispositivo en términos más simples se trata sobre un mini ordenador completo de bajo consumo, ya que su alimentación es de por medio del enchufe de un celular, con esto se puede tener bajos consumos de energía que, con un ordenador de mesa, así se reduce el consumo en la tarifa eléctrica más adelante se mostrara las características técnicas de este dispositivo.

La pequeña placa en la que encontramos los distintos circuitos, chips y conectores tiene una disposición prácticamente idéntica a la de su

predecesora, pero hay algunos cambios significativos. El más llamativo es probablemente la presencia de un disipador situado encima del SoC, algo que permite ayudar a controlar las temperaturas generadas por la CPU ahora que su frecuencia de trabajo es algo mayor.

También encontramos una placa metálica que también protege el chip de conectividad inalámbrica, tanto para la red WiFi como para Bluetooth. Esa protección tiene además un elemento diferencial: el célebre logotipo en forma de frambuesa de las Raspberry Pi está grabado en esa placa.

Figura 3 5 - Raspberry Pi Model B



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

La disposición de los conectores coincide con la del modelo anterior, y seguimos teniendo cuatro puertos USB 2.0, el puerto RJ45 para conexiones Ethernet, la toma de auriculares, el conector HDMI, el puerto MicroUSB para la alimentación o el ya clásico puerto GPIO. Las diferencias, eso sí, vienen en el hardware.

Tabla 3 4 - Detalles técnicos Raspberry Pi 3 model B

<b>Marca</b>	Raspberry Pi Spain
<b>Peso del producto</b>	4.54 g
<b>Dimensiones del producto</b>	9 x 6 x 2 cm
<b>Numero de modelo del producto</b>	Raspberry Pi 3 Model B+
<b>Dimension de la pantalla</b>	0.01
<b>Numero de procesadores</b>	4
<b>Capacidad de memoria RAM</b>	1 GB
<b>Tipo de memoria del ordenador</b>	DDR2 SDRAM
<b>Interfaz de la tarjeta grafica</b>	Integrado
<b>Tipo de conexión inalámbrica</b>	802.11bgn, 802.11ac
<b>Numero de puertos USB 2.0</b>	4
<b>Voltaje</b>	5 voltios

Fuente: (Spain Raspberry Pi, 2018)

Cabe mencionar que este mini ordenador no tiene memoria interna, por tanto, la memoria la pondremos nosotros por medio de una tarjeta micro SD, que es en ella donde se instale el sistema operativo que se usara para la instalación del sistema RFID en el laboratorio de control y Automatización.

El raspberry que se usara en la instalación de este sistema, realizara la función de lector RFID, por motivos de reducir costos para este sistema, así demostrar que la implementación del sistema no es elevada en cuanto a los materiales usados, y así poder ser viable para la instalación de este sistema en varias partes de la UNA – Puno, como son los almacenes y bibliotecas con los que cuentan las diferentes Escuelas Profesionales.

En otra parte se diseñó un soporte para anclar la antena RFID, se tomaron las medidas correctas para este soporte y se procedió a manufacturar la pieza (más concretamente se llevó a un taller de estructuras metálicas para tal fin) a continuación se muestran la siguiente figura 3.6.

Figura 3 6 - Soporte Diseñado para la antena



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

NOTA: Una vez adquirida los elementos más relevantes para que funcione el sistema, el resto de elementos que se usarán para la instalación de este sistema se irán describiendo en la Etapa 3 del proceso de instalación de este sistema de este proyecto.

### 3.5.2. ETAPA 2

En esta etapa se procedió a inventariar los equipos con los que cuenta el laboratorio de control y automatización, y se procedió a realizar un formato donde se anotó las características de los equipos. También se procedió a pegar

las etiquetas (TAGS) en los respectivos equipos inventariados, para que así la antena RFID pueda dar lectura a dichos equipos.

En la figura 3.7 se aprecia que la etiqueta (TAG) fue pegado y codificado para sea introducido en el inventariado.

Figura 3 7 - Etiqueta (TAG) pegada en módulo de laboratorio



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Se debe mencionar que, al elaborar la siguiente tabla 3.5, se considerara como una acción de inventariar los equipos de laboratorio donde se toma una buena cantidad de tiempo, por motivos que se buscó información de ciertos elementos que no conocía sobre su función y el nombre de estos, para ello se necesitó consultar al Ingeniero encargado del laboratorio para despejar dudas sobre tales equipos, además de usar internet para obtener mejores detalles de estos equipos y así poder dar más detalles de los equipos que hay en el laboratorio; el tiempo que tomo la recolección de datos es de tres días,



considerando que no se disponía de tiempo completo por motivos de trabajo haciendo que se demore más el tiempo de inventariado.

Se recalca que el encargado de inventariar los equipos, le tomaba unas 4 horas hacer el trabajo, ya que solo colocaba el código patrimonial a los equipos por medio de una etiqueta y los enlistaba en unos formularios para tal fin, donde se puede apreciar que estos formularios no daban mucha precisión de los equipos que se encontraban en el laboratorio.

Pero con este nuevo inventario se tiene un mejor control de lo que realmente hay en el laboratorio, además con la implementación del sistema RFID este inventario (base de datos) se podrá modificar, ampliar o eliminar datos que estarán a cargo del jefe de laboratorio de Control y Automatización. En la tabla 3.5 se muestra el inventario de los equipos:

Tabla 3 5 - Equipos de Laboratorio de Control y automatización

EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION							
NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
1	61.09.952257560004-5		Componentes de Circuito de Control	Lucas Nulle Technical Training Systems	Contiene: * (01) Simulacion de linea SO4201-5U * (01) Controlador de accion de 2 y 3 posiciones SO4201-5S	SO 4202 - 8F	LCA - 001

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Como se puede apreciar en la Tabla 3.5, se tiene el nombre del equipo, el código patrimonial con el que cuenta (código que otorga la universidad para llevar un inventario de los equipos con los que cuenta esta entidad), se adjuntó una imagen real de cada equipo para tener una mejor idea de este, se colocó el nombre del equipo o modulo respectivamente, se colocó la marca de cada uno, una breve descripción de lo que es el equipo, también se agregó el código de los equipos para una mejor identificación de ellos, y por ultimo un número de serie que se designó para identificar las etiquetas RFID, se agregó una pequeña parte de este cuadro para muestra de cómo se elaboró el formato, el cuadro se puede apreciar por completo en el Anexo E.

### **3.5.3. ETAPA 3**

Una vez con los equipos necesarios para la instalación del sistema, se procede a la instalación de esta en el laboratorio, siguiendo los siguientes pasos para tal fin.

#### **3.5.3.1.PASO N° 1**

Se procede a empotrar el soporte metálico en la pared del laboratorio de control y automatización (LCA), para ello se necesitó de herramientas para este proceso, las cuales son las siguientes:

- Taladro.
- Cinta métrica.
- Tornillos

- Broca de 1/4 “.
- Marcador.
- Tarugos

El proceso para este fin es simple, se procede a ubicar en una esquina el soporte metálico para que así la antena RFID pueda tener una mejor lectura de las etiquetas que se encuentran en los equipos, una vez identificado el espacio para el soporte se procede a marcar los puntos donde se taladrara para la fijación de los tornillos y el soporte, el siguiente paso a realizar es colocar los tarugos en los orificios donde van a ir los tornillos para una mejor fijación del soporte, y como último paso a realizar se procede a la instalación del soporte metálico, en la siguiente figura se muestra el resultado final.

Figura 3 8 - Soporte empotrado en la pared



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.5.3.2.PASO N° 2

Una vez el soporte metálico se encuentra empotrado se procede a instalar la antena RFID, esto se realiza por medio de los elementos con los que viene esta antena al momento de su compra, ver Figura 3.8.

Figura 3 9 - Elementos de la antena



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Con los elementos presentados en las figuras anteriores se procede a instalar en la antena quedando de la siguiente manera.

Figura 3 10 - Antena RFID con sus elementos



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Una vez la antena se acople los elementos de la antena como muestra la figura 3.10, se procede a la colocación con el soporte metálico ubicado en la pared del laboratorio de control y automatización.

Figura 3 11 - Antena RFID empotrado a la pared



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

La antena una vez colocada se procede a conectar a una fuente de alimentación (tomacorriente) para luego proceder a colocar el Raspberry Pi 3 en la parte inferior de la antena.

### 3.5.3.3.PASO N° 3

El raspberry al ser adquirido no cuenta con una caja (case) para la protección de este dispositivo, así evitaremos a que se empolve el sistema, por el tiempo que estará en funcionamiento, además de prevenir alguna ruptura este por

motivos diferentes, así que se compró esta caja para tal fin y se procede a cubrir el raspberry tal como se muestra en la siguiente figura 3.12.

Figura 3 12 - Raspberry Pi 3 con Case

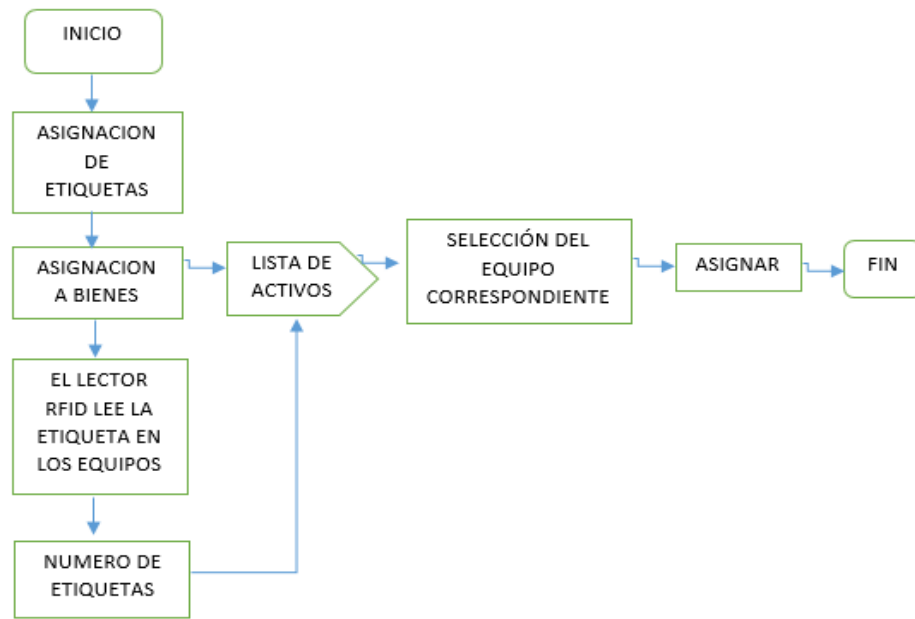


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Para el funcionamiento del raspberry, se adquiere una tarjeta de memoria SD de 16 GB, puesto que, el mino ordenador no cuenta con una memoria interna, en esta memoria SD se procede a instalar el sistema operativo con el que se va a trabajar, estos sistemas operativos son Python, php y MySQL programas que se detallaron en el capítulo anterior para su mejor comprensión.

Para que un sistema RFID funcione adecuadamente es necesario contar con un software que ayude a gestionar la comunicación entre el lector y las etiquetas, es por ello que a continuación se muestra los siguientes diagramas de flujo en el cual servirá de guía para conocer las secuencias de operación, que usualmente se utilizan en los softwares RFID.

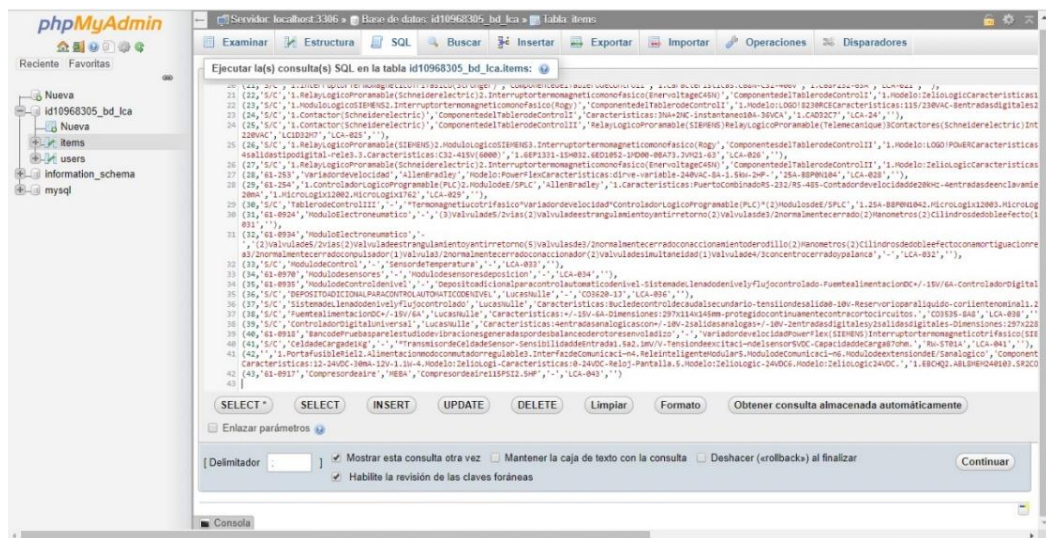
### DIAGRAMA DE FLUJO – ASIGNACIÓN DE ETIQUETAS



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Para esto se procede a la programación del lenguaje con php y MySQL, donde se procede al diseño del software que usara el sistema RFID, una muestra del lenguaje que se usó para este diseño se muestra en la siguiente figura 3.13:

Figura 3 13 - Ingreso de datos asignados en las etiquetas



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 3.14 se realiza la personalización y programación de la lectura que hace la antena rfid a la etiqueta asignada a cada instrumento, para así procesarla en una base de datos.

Figura 3 14 - Código Fuente

```

1  <?php
2  $page_title = 'Agregar producto';
3  require_once('includes/load.php');
4  // Checkin What level user has permission to view this page
5  page_require_level(2);
6  $all_categories = find_all('categories');
7  $all_photo = find_all('media');
8  ?>
9  <?php
10 if(isset($_POST['add_product'])){
11     $req_fields = array('product-title','product-categorie','product-quantity','buying-price', 'saleing-price' );
12     validate_fields($req_fields);
13     if(empty($errors)){
14         $p_name = remove_junk($db->escape($_POST['product-title']));
15         $p_cat = remove_junk($db->escape($_POST['product-categorie']));
16         $p_qty = remove_junk($db->escape($_POST['product-quantity']));
17         $p_buy = remove_junk($db->escape($_POST['buying-price']));
18         $p_sale = remove_junk($db->escape($_POST['saleing-price']));
19         if (is_null($_POST['product-photo']) || $_POST['product-photo'] == "" ) {
20             $media_id = '0';
21         } else {
22             $media_id = remove_junk($db->escape($_POST['product-photo']));
23         }
24         $date = make_date();
25         $query = "INSERT INTO products (";
26         $query .= " name,quantity,buy_price,sale_price,categorie_id,media_id,date";
27         $query .= ") VALUES (";
28         $query .= " '{$_POST['product-title']}' , '{$_POST['product-quantity']}' , '{$_POST['buying-price']}' , '{$_POST['saleing-price']}' , '{$_POST['product-categorie']}' , '{$_POST['product-photo']}' , '{$_POST['product-photo']}'";
29         $query .= ")";
30         $query .= " ON DUPLICATE KEY UPDATE name='{$_POST['product-title']}'";
31         if ($db->query($query)){
32             $session->msg('s','Producto agregado exitosamente. ');

```

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

El lenguaje mostrado en el Anexo C es solo una muestra de lo que se realizó para su diseño, colocarlo completo ocuparía una gran cantidad de hojas por lo que es poco relevante para el proyecto que se está realizando.

Una vez diseñado el lenguaje se hace correr el sistema en la computadora con el que cuenta el laboratorio (LCA) una vez realizada esta acción el resultado que muestran las ventanas originadas a partir de esto, son las siguientes.



Figura 3 15 - Ingreso al Sistema Local

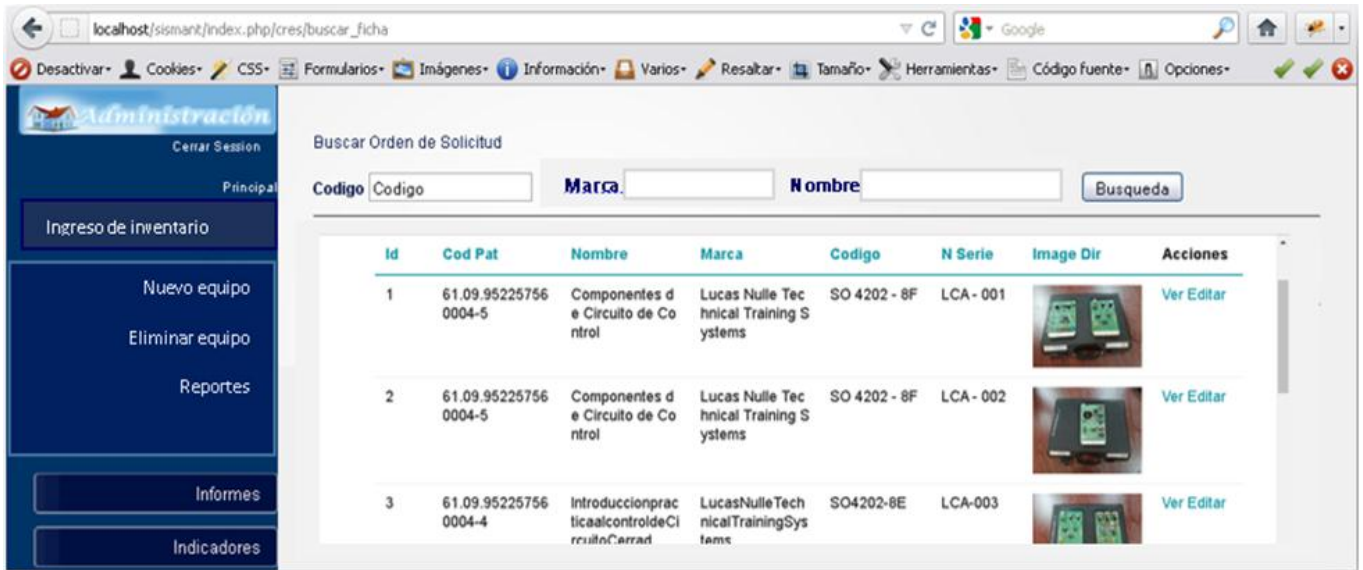


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Una vez designado el usuario y la contraseña para ingresar a la base de datos del laboratorio (LCA), recalando que las contraseñas y el usuario son netamente privadas de uso del personal autorizado, en este caso el responsable de esto es el Ingeniero José Ramos, al ser la persona responsable del laboratorio y el encargado de supervisar la entrada y salida de los equipos que hay en este ambiente.




Al momento de ingresar el usuario y contraseña, se nos abre una nueva ventana en donde se puede visibilizar claramente el inventario en tiempo real con el que cuenta el laboratorio, mostrando su estado en que se encuentran los equipos, si estos se encuentran allí o no.

Figura 3 16 - Inventario en el servidor local



Buscar Orden de Solicitud

Codigo  Marca  Nombre

Id	Cod Pat	Nombre	Marca	Codigo	N Serie	Image Dir	Acciones
1	61.09.95225756 0004-5	Componentes d e Circuito de Co ntrol	Lucas Nulle Tec hnical Training S ystems	SO 4202 - 8F	LCA - 001		<a href="#">Ver Editar</a>
2	61.09.95225756 0004-5	Componentes d e Circuito de Co ntrol	Lucas Nulle Tec hnical Training S ystems	SO 4202 - 8F	LCA - 002		<a href="#">Ver Editar</a>
3	61.09.95225756 0004-4	Introduccionprac ticaalcontroideCi rruiloCarrad	LucasNulleTech nicalTrainingSys tams	SO4202-8E	LCA-003		<a href="#">Ver Editar</a>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Con esto se logra automatizar y controlar los equipos en tiempo real, si en caso de que uno de los equipos no se encuentre en el laboratorio, al momento de verificar con el sistema operativo la antena emitirá una radio frecuencia que llegara a las etiquetas RFID presentes estas rebotaran las frecuencias con los datos que estas almacenan, la antena recepcionara estos nuevos datos por medio de la radio frecuencia y lo almacenara en el lector cuyo rol lo desempeña el Raspberry Pi 3 model B, y este con el sistema operativo que tiene en su memoria interna (memoria SD) procederá a enviar esta información a la computadora (PC) del laboratorio por medio de la red Wi – Fi, que tiene el Raspberry, y la computadora lo recepcionara por este medio (la PC cuenta con wi – fi con un adaptador USB) la computadora tendrá listo la información que se solicitó, el encargado ingresa su usuario y contraseña, y podrá ver los equipos presentes en

el laboratorio, si no se ubica el equipo el encargado procederá a revisar qué equipo falta en la misma ventana por el número de serie con el que se designó al equipo, una vez identificado el equipo faltante, el encargado tomara las acciones necesarias para buscar el equipo si en caso se prestó a un alumno o un docente de la escuela profesional, o en el peor de las casos que haya sido hurtado del laboratorio.

Además, de identificar los equipos faltantes, se puede usar para inventariar los equipos sin tener que gastar buen tiempo para este fin como se mostró anteriormente, y este inventario se puede actualizar cada mes, semanal, o si gustan diario, facilitando una mejor interacción con los equipos.

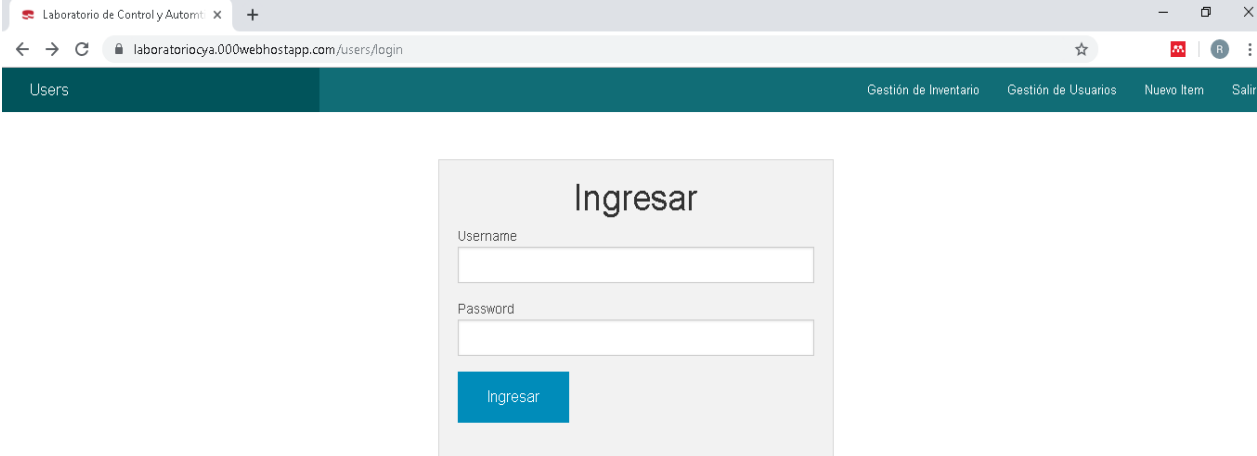
#### **3.5.4. PASO N° 4**

En este apartado se ve el tema del internet de las cosas (IoT), toda la base de datos que va almacenar el raspberry, además de desempeñar el papel de procesador RFID, hará de servidor, donde este como bien se menciona en paso anterior enviará los registros que obtiene de las etiquetas RFID a la PC con el fin de que el responsable realice una consulta de los equipos, en esta PC se puede subir toda esta información a un servidor virtual, y esta pueda ser verificada desde cualquier celular o laptop, siempre y cuando la PC con el celular y/o laptop de donde se hace la consulta estén compartiendo la misma red Wi – Fi, en este caso se usaría el Wi – Fi con el que cuenta la universidad, así solo con ingresar el usuario y contraseña desde el teléfono móvil y/o laptop, se puede tener a la mano

la información del laboratorio, siempre y cuando esta haya sido actualizado al realizar la consulta desde la PC del laboratorio y subido a servidor virtual (nube).

Para poder subir la base de datos al servidor virtual (nube), se debe contar con un Hosting y Dominio. En nuestro caso se alquiló un hosting con dominio, donde se pudo subir toda información del servidor local en diferente configuración. A continuación, se muestra la base de datos del sistema en un servidor en línea.

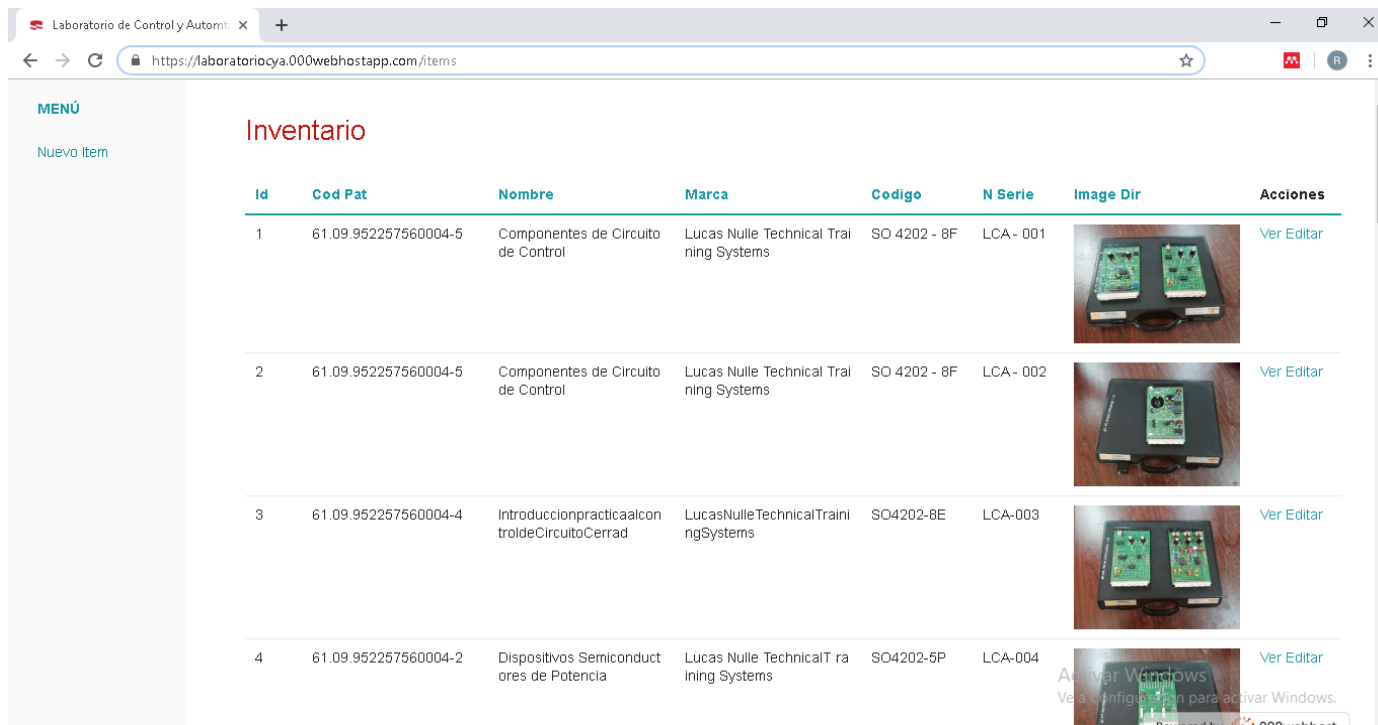
Figura 3 17 - Ingreso al Sistema en Línea




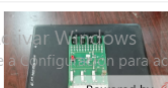


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Para la seguridad del servidor se crea nuevamente un usuario y contraseña que se muestra en la figura 3.17.

Figura 3 18 - Inventario en el servidor en línea (nube)



Id	Cod Pat	Nombre	Marca	Código	N Serie	Image Dir	Acciones
1	61.09.952257560004-5	Componentes de Circuito de Control	Lucas Nulle Technical Training Systems	SO 4202 - 8F	LCA - 001		<a href="#">Ver Editar</a>
2	61.09.952257560004-5	Componentes de Circuito de Control	Lucas Nulle Technical Training Systems	SO 4202 - 8F	LCA - 002		<a href="#">Ver Editar</a>
3	61.09.952257560004-4	Introduccionpracticaalcon troldeCircuitoCerrad	LucasNulleTechnicalTrain ingSystems	SO4202-8E	LCA-003		<a href="#">Ver Editar</a>
4	61.09.952257560004-2	Dispositivos Semiconductores de Potencia	Lucas Nulle Technical Training Systems	SO4202-5P	LCA-004		<a href="#">Ver Editar</a>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

En la figura 3.18 mostramos la etapa final del sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT, caso laboratorio control y automatización, donde podemos ingresar al sistema desde cualquier dispositivo electrónico con acceso a internet.

### 3.5.5. COSTOS DE MATERIALES

Para el diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT que se instaló en el laboratorio control y automatización –

EPIME, se realizó la compra de los materiales como se muestran en la siguiente tabla 3.6:

Tabla 3 6 - Costo de materiales del proyecto

DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO UNT.	SUB TOTAL
HOSTING Y DOMINIO	1	S/ 400.00	S/ 400.00
RASBERRY Pi 3	1	S/ 350.00	S/ 350.00
ANTENA RFID	1	S/ 1,800.00	S/1,800.00
TAGS	50	S/ 0.50	S/ 25.00
ADAPTADOR VGA A USB	1	S/ 30.00	S/ 30.00
SOPORTE METALICO	1	S/ 30.00	S/ 30.00
CASE	1	S/ 20.00	S/ 20.00
MEMORIA MICRO SD 16 GB	1	S/ 25.00	S/ 25.00
EXTENSION DE TOMACORRIENTE	1	S/ 20.00	S/ 20.00
ADAPTADOR WIFI USB	1	S/ 45.00	S/ 45.00
<b>TOTAL</b>			<b>S/2,745.00</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.5.6. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para la aplicación de este proyecto a otros entornos como almacenes, laboratorios bibliotecas donde se tenga que controlar la cantidad de elementos que hay en determinado lugar, como las características que estos tienen, además de controlar la entrada y salida de un ambiente en el que se encuentran, en la siguiente tabla se muestra el costo de operación mensual donde los ítems más relevantes son el hosting y el internet para el correcto funcionamiento del sistema RFID.

Tabla 3 7 - Costos de Operación

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	SUB TOTAL
Alquiler del Hosting	-	S/45.00
Consumo de energia	KW	S/5.00
Internet	Gb	S/30.00
Operario	-	S/20.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/100.00</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Ahora en la tabla 3.8 se muestra el costo de mantenimiento anual que se realizara al sistema, como es el caso del cambio de las etiquetas RFID pasivas, ya que en este tiempo se pueden deteriorar y el costo de estas es menor, lo correcto seria cambiar por unas nuevas para que opere con normalidad el sistema.

Tabla 3 8 - Costos de Mantenimiento

DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	SUB TOTAL
Mantenimiento sistema RFID	-	S/100.00
Etiquetas RFID (Tags)	Unidad	S/25.00
<b>TOTAL</b>		<b>S/125.00</b>

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

### 3.6.VARIABLES

En este proyecto se consideró variables Cuantitativas, porque se usó, la recolección de datos para crear una base de datos de los objetos existentes en el laboratorio.

Descriptivo, debido a que la investigación descriptiva ofrece la posibilidad de predicción y requiere considerable conocimiento del área que se investiga para formular las preguntas específicas que se busca responder. Por otro lado, el método

va más allá de la descripción de conceptos o el establecimiento entre conceptos, están dirigidos a responder las causas de los eventos físicos o sociales, que, para este trabajo, se hará uso de diferentes fuentes de información que garantizarán el punto de partida de la investigación, que ayudará a la creación de diferentes propuestas que facilitaran el mejor inventariado y control de los objetos que se tiene en el laboratorio de control y automatización.



## CAPITULO IV

### IV. RESULTADOS

El sistema RFID que se implementó en el laboratorio para el control e inventario de los equipos muestra una manera más rápida de controlar los equipos que hay en el laboratorio, demorando un minuto a 2 minutos para la obtención de la información de los equipos, solo el ingresar el usuario y la contraseña en la computadora de consulta ya se obtiene la información en tiempo real, cosa que no ocurría cuando el encargado se tomaba buen tiempo para el inventario manual llenando un formulario, al hacer esta este método, se demora unas 3 a 4 horas en la toma de los datos de los equipos, eso que no se especifica los detalles de cada equipo, solo mostrando el nombre y el código patrimonial que se le asigna a dichos equipos, la comparación entre los métodos salta a la vista siendo la implantación del sistema RFID, una mejor solución a este problema de inventario y/o pérdida de equipos de laboratorio. Se alquiló un dominio y hosting para el almacenamiento de la información que se obtenga del laboratorio al monitorear los equipos, el acceso de información al hosting.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** El sistema de monitoreo y control de almacén, utilizando RFID e internet de las cosas (IoT) para el laboratorio de control y automatización de la EPIME mejora significativamente al implementar este sistema en el laboratorio, además el tiempo de inventario de los objetos existentes se reduce drásticamente, no demora de 3 a 4 horas el trabajo efectivo sino en menos de 10 minutos se tiene el inventario; solo basta ingresar datos y se tiene la información exacta de los equipos en la institución.

**SEGUNDO:** El estudio de arte de RFID e internet de las cosas (IoT) permitió realizar con eficacia el proyecto en el apartado de literatura se ahonda sobre la importancia de la tecnología RFID en la vida cotidiana más en concreto en el tema de inventario de objetos en almacenes o laboratorios como es nuestro caso, por otra parte, el IoT (internet de las cosas) brinda información a la mano cuando esta se encuentra en la nube.

**TERCERO:** El diseño del sistema de monitoreo y control con internet de las cosas permitió utilizar un lenguaje de programación basado en software libre para la lectura de la antena sobre las etiquetas RFID, y a su vez esta antena por medio del raspberry Pi 3, mande los datos a la computadora que se encuentra en el laboratorio, donde el encargado solo debe ingresar su usuario y contraseña para la ejecución de este sistema.

**CUARTO:** La implementación del sistema de monitoreo y control utilizando RFID e IoT en el laboratorio de control – automatización de la EPIME ubica la antena en lugar bueno en el laboratorio para que esta pueda tener un mejor campo de lectura de las etiquetas RFID pegadas a los equipos que se inventariaron

## RECOMENDACIONES

**PRIMERO:** Se recomienda tener un auspiciador que pueda costear el pago mensual del hosting, se compró el dominio y hosting por un periodo de tres meses, haciendo que el internet de las cosas desarrollado para el sistema RFID en el laboratorio solo pueda ser usado en ese lapso de tiempo, pasado el tiempo la característica principal de este proyecto perderá su objetivo, por ese motivo se debe hacer un pago mensual para el alquiler del hosting.

**SEGUNDO:** Este mismo trabajo se puede ampliar al campo de aplicaciones para celulares, donde se puede desarrollar una app que muestre los equipos que hay en el laboratorio cuando uno se encuentre en un lugar distante al laboratorio siempre que se encuentre dentro de la universidad, sin necesidad de ingresar a la computadora que se encuentra en laboratorio.

**TERCERO:** Se puede implementar un sistema de rastreo usando las etiquetas RFID para este caso, en casos que sufra un robo los equipos del laboratorio.

**CUARTO:** Este tipo de sistema se puede aplicar en varios ámbitos como se discutió anteriormente, como es el caso de aplicarlo a una biblioteca, tener todos los libros conectados al internet, haciendo que esta sea una acción satisfactoria sin necesidad de desperdiciar tiempo, y aplicar ese tiempo en otros temas; además esto también es viable en el control de un rebaño de ovejas y otros animales; siendo este sistema RFID con un campo de aplicación amplio. Se debe de recalcar que el tema de control de rebaños es realizado a través de una

antena de mayor potencia como es el microondas donde esta antena tiene un rango mayor a 10 metros, en nuestro caso la antena usada en el proyecto es UHF con un rango de 8m a 10 m, como muestra las especificaciones técnicas, por ese motivo este trabajo en un futuro puede ser mejorado con una antena de mayor potencia, cabe precisar que esta antena tiene un costo elevado y no está dentro de nuestro presupuesto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejandro Meneses, C. P. (2013). Diseño de un Sistema de Control de Activos para el Almacen de Electronica de la Pontificia Universidad Catolica del Perú utilizando RFID, 65.
- Arce, A. (2018). Programación PHP. Recuperado de <https://media.readthedocs.org/pdf/programacion-php/latest/programacion-php.pdf>
- Barrios Andres, M. (2018). Internet de las cosas. Recuperado de <https://drive.google.com/folderview?id=0B2HG5ipTZoYyRi1XUER5cGNDckk&usp=sharing>
- Challenger Perez, I., Díaz Ricardo, Y., & Becerra Garcia, R. A. (2014). El lenguaje de programación Python. *Red de Revistas Científicas de América Latina*, XX, 1–13. Recuperado de <http://www.linuxjournal.com/article/2959>
- Chang Falconi, D., & Lozano Solis, A. (2013). Desarrollo E Implementación De Un Sistema Para El Control E Inventario Continuo, Utilizando Tecnología Rfid, Para La Biblioteca De La Ups Sede Guayaquil, 1–197. Recuperado de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5521>
- Código de barras - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s/f). Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Código\\_de\\_barras](https://es.wikipedia.org/wiki/Código_de_barras)
- Código QR - Wikipedia, la enciclopedia libre. (s/f). Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Código\\_QR](https://es.wikipedia.org/wiki/Código_QR)

Deconinck, G., & Grynczel, W. (2017). Open Source RFID Race Timing System.

depuno. (2016). Mapa del departamento de Puno mapa político de Puno Perú. Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de <http://www.depuno.com/mapas/mapa-departamento-puno/>

Dipole Analyst SL. (s/f). Tag NFC Metal Smartrac Circus NXP NTAG 213. Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de <https://www.dipolerfid.es/Tag-RFID/Tag-NFC-Metal-Smartrac-Circus-NXP-NTAG-213>

Guijosa Aranda, M. (2014). *Sistema de control de parking basado en RFID*. Universidad Autonoma de Barcelona.

Ligonio, N. (2007). Tecnología RFID. El rincón de la Ciencia. Recuperado el 19 de octubre de 2019, de <http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Curiosid2/rc-98/rc-98.html>

Molina Pardo, E. A. (2015). *Diseño de un Sistema de Seguridad Aplicado al Laboratorio de Ingenieria Electronica y Telecomunicaciones Usando Tecnologia RFID y GSM.pdf*. Universidad Nacional de Piura.

OK Hosting. (2018). ¿Qué es un Dominio? | Conoce el Concepto y Definición de Dominio. Recuperado el 25 de septiembre de 2019, de <https://okhosting.com/dominios/que-es-dominio-web-funcion-y-definicion/>

Perez Acosta, J. (2017). *Diseño y desarrollo de un sistema informatico para su uso en los aeropuertos empleando la tecnologia de radiofrecuencia (RFID) su seguridad y el adecuado control de los pasajeros y su equipaje*. Universidad de Guayaquil.

Portillo García, J. I., Bermejo Nieto, A. B., & Bernardos Barbolla, A. M. (2008). *Informe de*

*vigilancia tecnológica: tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID).*

Recuperado de [http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/vt13\\_rfid\\_0.pdf](http://www.tagingenieros.com/sites/default/files/vt13_rfid_0.pdf)

RFID UHF Tag Data Sheet. (s/f). Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de

<http://www.ugrid.com.tw/download/Inlay/AZ9654/AZ-9654 data sheet v1.0.pdf>

Rodríguez Moreno, E. S., & López Ordoñez, V. F. (2017). *Diseño e Implementación de un*

*Sistema Inteligente para un Edificio Mediante IOT Utilizando el Protocolo de*

*Comunicación LORAWAN.* Recuperado de

<http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7394>

Rose, K., Eldridge, S., & Chapin, L. (2015). La Internet De Las Cosas — Una Breve Reseña.

*Internet Society-ISOC*, 83. Recuperado de [https://www.internetsociety.org/wp-](https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf)

[content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf](https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf)

Salazar, J., & Silvestre, S. (2014). Internet de las cosas. *Internet de las Cosas*, 24.

<https://doi.org/10.1016/j.cirp.2011.03.145>

Sanchez, J. (2004). MySQL guía rápida.

Sistemas. (2016). Definición de Hosting - Significado y definición de Hosting. Recuperado

el 25 de septiembre de 2019, de <https://sistemas.com/hosting.php>

Spain Raspberry Pi. (2018). Raspberry Pi 3 Modelo B+: Amazon.es: Amazon.es. Recuperado

el 25 de septiembre de 2019, de [https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-3-Model-3-](https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-3-Model-3-Modelo/dp/B07BDR5PDW/ref=sr_1_3?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=HR2ODNCJ21I6&keywords=raspberry+pi+3+b&qid=1564002460&s=gateway&sprefix=raspberr)

[Modelo/dp/B07BDR5PDW/ref=sr\\_1\\_3?\\_\\_mk\\_es\\_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=HR2ODNCJ](https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-3-Model-3-Modelo/dp/B07BDR5PDW/ref=sr_1_3?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=HR2ODNCJ21I6&keywords=raspberry+pi+3+b&qid=1564002460&s=gateway&sprefix=raspberr)

[21I6&keywords=raspberry+pi+3+b&qid=1564002460&s=gateway&sprefix=raspberr](https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-3-Model-3-Modelo/dp/B07BDR5PDW/ref=sr_1_3?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=HR2ODNCJ21I6&keywords=raspberry+pi+3+b&qid=1564002460&s=gateway&sprefix=raspberr)

[y+pi+3+%2Caps%2C371&sr=8-3](https://www.amazon.es/Raspberry-Pi-3-Model-3-Modelo/dp/B07BDR5PDW/ref=sr_1_3?__mk_es_ES=ÅMÅŽÕÑ&crd=HR2ODNCJ21I6&keywords=raspberry+pi+3+b&qid=1564002460&s=gateway&sprefix=raspberr)

Teran Varela, O. E., Espinosa Ayala, E., Hernandez Garcia, P. A., & Flores Lopez, J. cesar.

(2017). Internet de las cosas (Iot) como herramienta para la optimización de la cadena de suministro del sector secundario, *5*(6), 107–118.

Urueña, A., & Ferrari, A. (2009). *La Tecnología RFID: Usos y Oportunidades*. (Red.es, Ed.).

Madrid.



## ANEXOS

**ANEXO A:** Características de la Etiqueta RFID

**ANEXO B:** Plano Del Laboratorio De Control Y Automatización

**ANEXO C:** Lenguaje usado en el código fuente

**ANEXO D:** Panel fotográfico

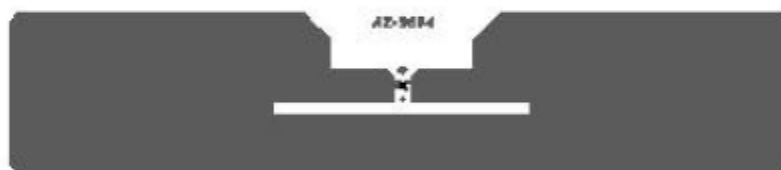
**ANEXO E:** Tabla de Equipos del Laboratorio de Control y Automatización

ANEXO A

**AZ-9654**

RFID UHF Tag Data Sheet

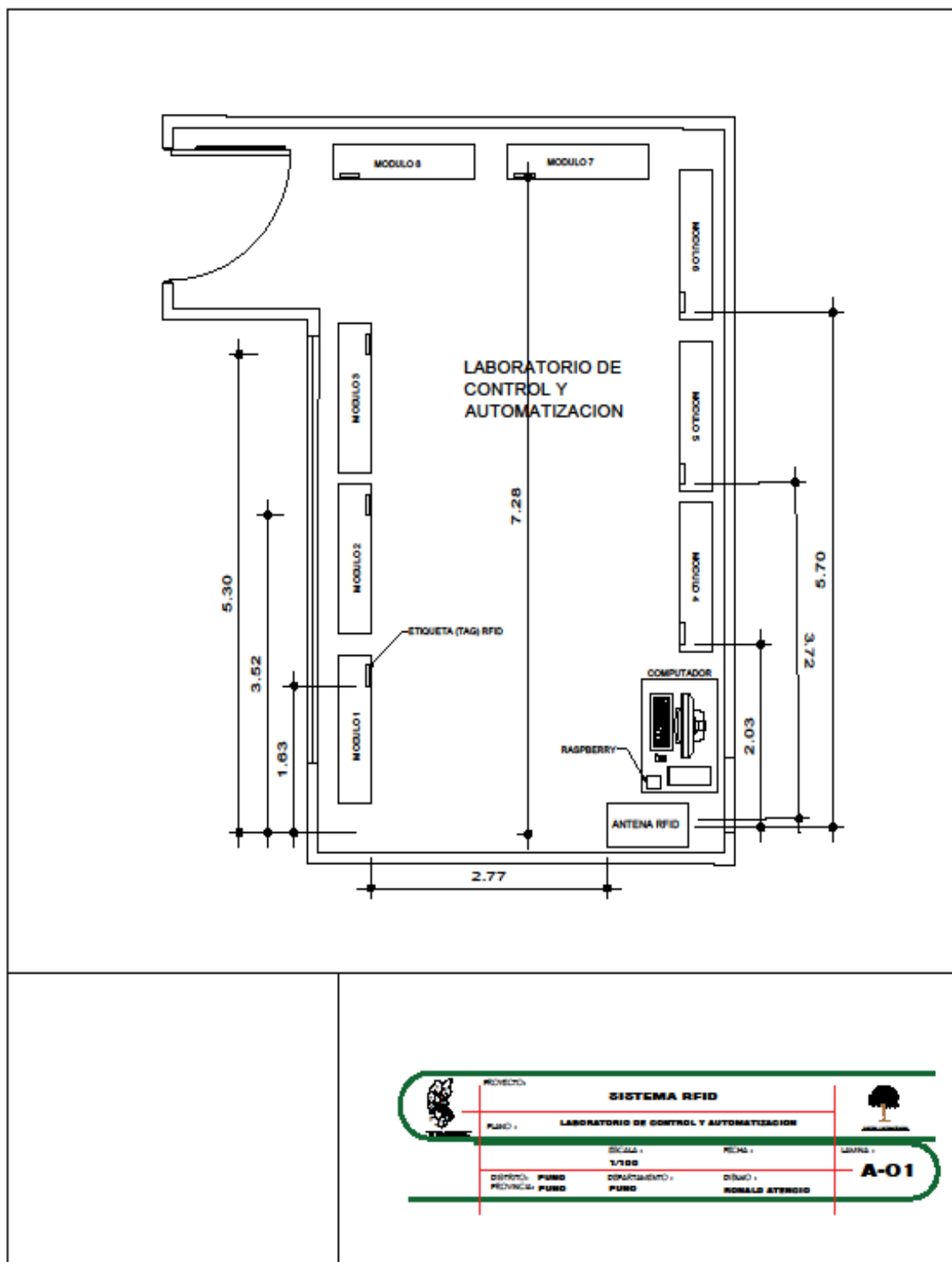
Tag Classification	General / Windshield glass Tag	
Compliance Standard	EPC Class1 Gen2	
Operating Frequency	860-960 MHz	
Operating Mode	Passive	
Manufacture	Aluminum etching	
Antenna Dimension	93 mm × 19 mm	
Wet inlay Dimension	97 mm × 23 mm	
Storage Temperature	-40 to 85 °C Non-condensing	
Operating Temperature	-40 to 65 °C Non-condensing	
Recommended Storage	+25°C @ 40%RH	
ESD (HBM)	2,000 V	
Read Distance <sup>1</sup>	up to 7 Meter	
Chip IC type	Alien Higgs-3	
Memory	EPC	96-EPC Bits, extensible to 480 Bits
	User	512 bit
	Password	32 Bit Access and 32 bit Kill Passwords



Note 1 The Read Distance is measured over free space with 4 watt EIRP, and it may be different in real applications. The below figures are orientation sensitivity patterns of horizontal and vertical.

Fuente: (“RFID UHF Tag Data Sheet”, s/f)

ANEXO B



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

## ANEXO C

```
<?php

$page_title = 'Agregar producto';

require_once('includes/load.php');

// Checkin What level user has permission to view this page

page_require_level(2);

$all_categories = find_all('categories');

$all_photo = find_all('media');

?>

<?php

if(isset($_POST['add_product'])){

$req_fields = array('product-title','product-categorie','product-quantity','buying-price',
'saleing-price ');

validate_fields($req_fields);

if(empty($errors)){

$p_name = remove_junk($db->escape($_POST['product-title']));

$p_cat = remove_junk($db->escape($_POST['product-categorie']));

$p_qty = remove_junk($db->escape($_POST['product-quantity']));

$p_buy = remove_junk($db->escape($_POST['buying-price']));

$p_sale = remove_junk($db->escape($_POST['saleing-price']));

if (is_null($_POST['product-photo']) || $_POST['product-photo'] === "") {

$media_id = '0';

} else {

$media_id = remove_junk($db->escape($_POST['product-photo']));
```

```

}

$date = make_date();

$query = "INSERT INTO products (";

$query .= " name,quantity,buy_price,sale_price,categorie_id,media_id,date";

$query .=") VALUES (";

$query .= " '{$p_name}', '{$p_qty}', '{$p_buy}', '{$p_sale}', '{$p_cat}', '{$media_id}',

 '{$date}'";

$query .=)";

$query .= " ON DUPLICATE KEY UPDATE name='{$p_name}'";

if($db->query($query)){

    $session->msg('s',"Producto agregado exitosamente. ");

    redirect('add_product.php', false);

} else {

    $session->msg('d',' Lo siento, registro falló.);

    redirect('product.php', false);

}

} else{

    $session->msg("d", $errors);

    redirect('add_product.php',false);

}

}

?>

<?php include_once('layouts/header.php'); ?>

<div class="row">

```

```

<div class="col-md-12">
<?php echo display_msg($msg); ?>
</div>
</div>
<div class="row">
<div class="col-md-9">
<div class="panel panel-default">
<div class="panel-heading">
    <strong>
        <span class="glyphicon glyphicon-th"></span>
        <span>Agregar producto</span>
    </strong>
</div>
<div class="panel-body">
<div class="col-md-12">
<form method="post" action="add_product.php" class="clearfix">
<div class="form-group">
<div class="input-group">
<span class="input-group-addon">
<i class="glyphicon glyphicon-th-large"></i>
</span>
<input type="text" class="form-control" name="product-title" placeholder="Descripción">
</div>
</div>

```

```
<div class="form-group">
<div class="row">
<div class="col-md-6">
<select class="form-control" name="product-categorie">
<option value="">Selecciona una categoría</option>
<?php foreach ($all_categories as $cat): ?>
<option value="<?php echo (int)$cat['id'] ?>">
<?php echo $cat['name'] ?></option>
<?php endforeach; ?>
</select>
</div>
<div class="col-md-6">
<select class="form-control" name="product-photo">
<option value="">Selecciona una imagen</option>
<?php foreach ($all_photo as $photo): ?>
<option value="<?php echo (int)$photo['id'] ?>">
<?php echo $photo['file_name'] ?></option>
<?php endforeach; ?>
</select>
</div>
</div>
</div>
<div class="form-group">
<div class="row">
```

```

<div class="col-md-4">
  <div class="input-group">
    <span class="input-group-addon">
      <i class="glyphicon glyphicon-shopping-cart"></i>
    </span>
    <input type="number" class="form-control" name="product-quantity" placeholder =
"Cantidad">
  </div>
</div>
<div class="col-md-4">
  <div class="input-group">
    <span class="input-group-addon">
      <i class="glyphicon glyphicon-usd"></i>
    </span>
    <input type="number" class="form-control" name="buying-price" placeholder="Precio de
compra">
    <span class="input-group-addon">.00</span>
  </div>
</div>
<div class="col-md-4">
  <div class="input-group">
    <span class="input-group-addon">
      <i class="glyphicon glyphicon-usd"></i>
    </span>

```



```
<input type="number" class="form-control" name="saleing-price" placeholder="Precio de
venta">

    <span class="input-group-addon">.00</span>

</div>

</div>

</div>

</div>

<button type="submit" name="add_product" class="btn btn-danger">Agregar
producto</button>

</form>

</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

</div>

<?php include_once('layouts/footer.php'); ?>
```

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo





**ANEXO D**

















Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo




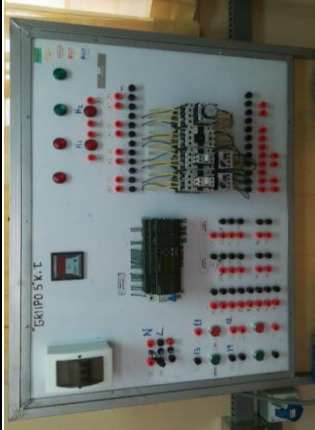
**ANEXO E**

EQUIPOS DEL LABORATORIO DE CONTROL Y AUTOMATIZACION							
NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
1	61.09.952257560004-5		Componentes de Circuito de Control	Lucas Nulle Technical Training Systems	Contiene: * (01) Simulacion de linea SO4201-5U * (01) Controlador de accion de 2 y 3 posiciones SO4201-5S	SO 4202 - 8F	LCA - 001
2	61.09.952257560004-5		Temperatura Automatica, Velocidad y control de Iluminacion	Lucas Nulle Technical Training Systems	Contiene: *(02) Temperatura, velocidad y Linea de luz regulada SO4201-5V	SO 4202 - 8G	LCA - 002
3	61.09.952257560004-4		Introduccion practica al control de Circuito Cerrado	Lucas Nulle Technical Training Systems	Contiene: (01) controlador de accion de 2 y 3 posiciones SO4201-5S (01) Controlador PID SO4201-5R	SO 4202 - 8E	LCA - 003
4	61.09.952257560004-2		Dispositivos Semiconductores de Potencia	Lucas Nulle Technical Training Systems	Contiene: (01) Componente Electronico de Poder-SO4201-7H (01) Controlador PID SO4201-5R	SO 4202 - 5P	LCA - 004

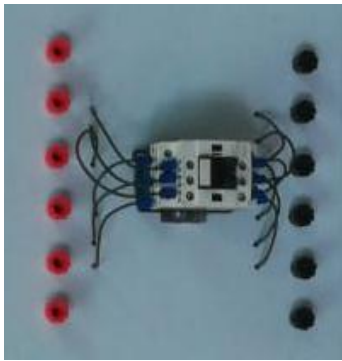
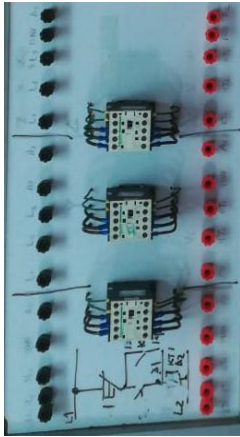

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
5	61-0929		Multimetro Digital	Lucas Nulle Technical Training Systems	Multimetro digital	LM 2330 Multi 13S	LCA - 005
6	952257560004-10		Interfaz Analogico - Digital	Lucas Nulle Technical Training Systems	Unidad de alimentacion estandar, cable USB, cable principal	SO 4203 - 2A	LCA - 006
7	952257560004-11		Interfaz Analogico - Digital	Lucas Nulle Technical Training Systems	Unidad de alimentacion estandar, cable USB, cable principal	SO 4203 - 2A	LCA - 007
8	952257560004-8		Experimentador	Lucas Nulle Technical Training Systems	UniTrain - I Experimenter	SO 4203 - 2B	LCA - 008


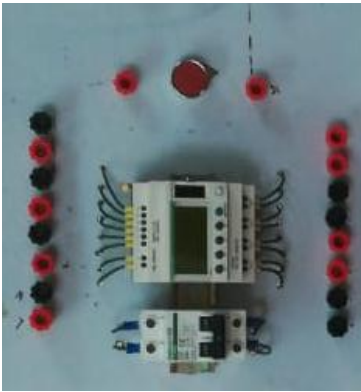
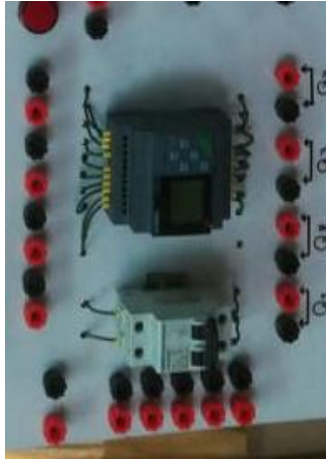
NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
9	95257560004-9		Experimentador	Lucas Nulle Technical Training Systems	UniTrain - I Experimenter	SO 4203 - 2B	LCA - 009
10	61.09.60267250004		Osciloscopio Digital de banco	GW Instek	Digital Storage Oscilloscope 250 MHz 5GS/S	GDS - 3254	LCA - 010
11	61 - 0942		CPU	avatec	Intel Core i2 Duo	-	LCA - 011
12	61.01.740877002059		Monitor	Benq	LCD Monitor 16 pulgadas	G900 WAD	LCA - 012

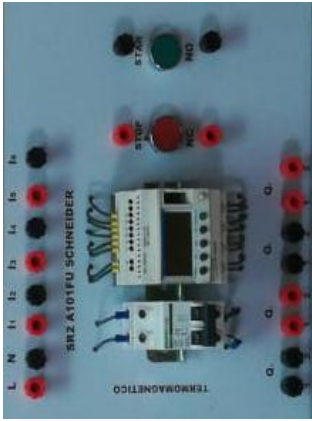


NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
13	61.12.740877003433		Monitor	HP	Monitor LED de 20 pulgadas	LCD HP LV 2011	LCA - 013
14	61.12.740899503717		CPU	HP Compaq	Intel Core i7	C9G97LT#ABM	LCA - 014
15	61.12.740877003435		Monitor	HP	Monitor LED de 20 pulgadas	LCD HP LV 2011	LCA - 015
16	61.12.740899503795		CPU	HP Compaq	Intel Core i7	C9G97LT#ABM	LCA - 016

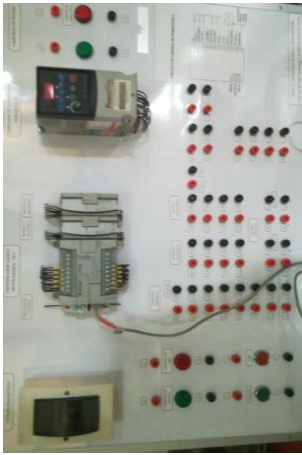

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
17	61.12.7408773437		Monitor	HP	Monitor LED de 20 pulgadas	LCD HP LV 2011	LCA - 017
18	61.12.740899503792		CPU	HP Compaq	Intel Core i7	C9697LT#ABM	LCA - 018
19	61.02.9105005492		Impresora	HP	HP Laserjet P1006	CB411A	LCA - 019
20	61-0948		Modulo de Control	-	* Relay Logico Programable (SIEMENS) modelo LOGO * Contactores (Stronger, Gebler) * Interruptor Termomagnetico Trifasico (Stronger) * Contador Digital (Stronger)	-	LCA - 020

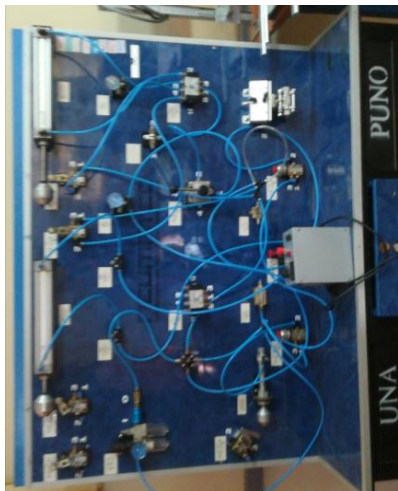





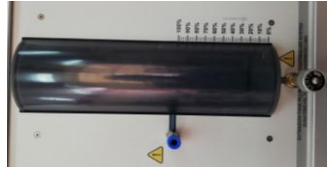
NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
24	S/C		1. Contactor (Schneider electric)	Componente del Tablero de Control I	<b>Características:</b> 3NA + 2NC, Instantaneo 10 A - 36 V CA	1. CAD32C7	LCA - 24
25	S/C		1. Contactor (Schneider electric)	Componente del Tablero de Control II	Relay Logico Programable (SIEMENS) Relay Logico Programable (Telemecanique) 3 Contactores (Schneider electric) Interruptor termomagnetico monofasico (RogylVM21-63) Interruptor termomagnetico monofasico (Energovoltage C45N) <b>Cantidad:</b> 3 <b>Características:</b> 32 A, 220V AC	LC1D32M7	LCA - 025
26	S/C		1. Relay Logico Programable (SIEMENS) 2. Modulo Logico SIEMENS 3. Interruptor termomagnetico monofasico (Rogyl)	Componentes del Tablero de Control II	<b>1.Modelo:</b> LOGO! POWER <b>Características:</b> 24V/1.3A, input 100-240V AC (DC-110-300V), output: DC 24V/ 1.3A <b>2.Modelo:</b> LOGO! 7 <b>Características:</b> Comunicación ethernet, 8 entradas tipo analogico, 4 salidas tipo digital, rele 3. <b>3. Características:</b> C32, 415 V (6000)	1. 6EP1331 - 1SH03 2. 6ED1052-1MD00-0BA7 3. JVM21-63	LCA - 026

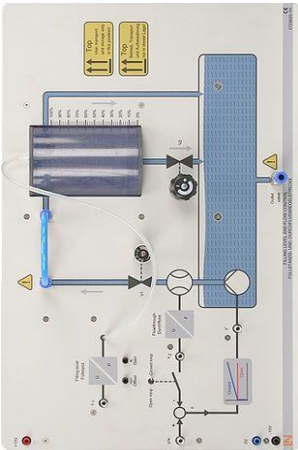
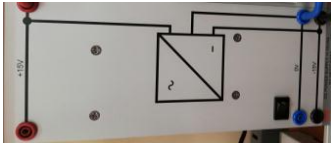
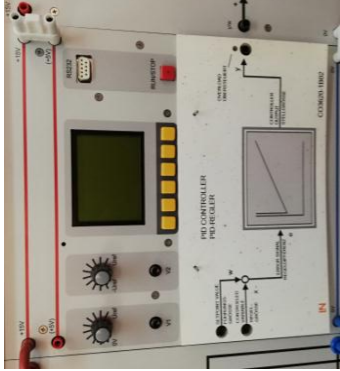
NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
21	S/C		1. Interruptor Termomagnetico Trifasico (Stronger)	Componente del Tablero de Control	1. Características: C68N, C32, 400 V	1. C68 P2 32-63A	LCA - 021
22	S/C		1. Relay Logico Proramable (Schneider electric) 2. Interruptor termomagnetico monofasico (Enervoltage C45N)	Componente del Tablero de Control	1. Modelo: Zello Logic Características 100 - 240 V AC - reloj - monitor 2. Características: C32, 415 V (6000)	1. SR38101FU 2. IEC 898	LCA - 022
23	S/C		1. Modulo Logico SIEMENS 2. Interruptor termomagnetico monofasico (Rogv)	Componente del Tablero de Control	1. Modelo: LOGO ! 8 230 RCE Características: 115/230 V AC, 8 entradas digitales 230 V AC, 4 salidas digitales a rele 10 A. 2. Características: C32, 415 V (6000)	1. 230 RCE 2. IV M21-63	LCA - 023



NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
27	S/C		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relay Logico Programable (Schneider electric)</li> <li>2. Interruptor termomagnetico monofasico (Enervoltage C45N)</li> </ol>	Componente del Tablero de Control II	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelo: Zelio Logic</li> <li>Características 100 - 240 V AC - reloj - monitor</li> <li>Características: C32, 415 V (6000)</li> </ol>	1.SR3B101FU 2.IEC 898	LCA - 027
28	61 - 253		Variador de Velocidad	Allen Bradley	<b>Modelo:</b> Power Flex <b>Características:</b> dirve, variable, 240V AC, 8A, 1.5 kW, 2HP,	25A-B8PON104	LCA - 028
29	61 - 254		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Controlador Logico Programable (PLC)</li> <li>2. Modulo de E/S PLC</li> </ol>	Allen Bradley	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características: Puerto Combinado RS-232/RS-485, Contador de velocidad de 20 kHz, 4 entradas de enclavamiento y 4 entradas de interrupcion.</li> <li>Características</li> <li>2. Cantidad: 2</li> </ol> <b>Características:</b> 1 entrada analogica, 0-10V, 4-20 mA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. MicroLogix 1200</li> <li>2. MicroLogix 1762</li> </ol>	LCA - 029

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
30	S/C		Tablero de Control III	-	*Termomagnetiico trifasico *Variador de Velocidad *Controlador Logico Programable (PLC) *(2)Modulos de E/S PLC	1.25A-B8PON104 2. MicroLogix 1200 3.MicroLogix 1762	LCA - 030
31	61-0924		Modulo Electroneumatico	-	(3) Valvula de 5/2 vias (2) Valvula de estrangulamiento y antirretorno (2) Valvulas de 3/2 normalmente cerrado (2) Manómetros (2) Cilindros de doble efecto (1) Cilindro neumatico de simple efecto con retroceso por muelle (1) Unidad de mantenimiento Relay Logico Proramable (Telemecanique)	-	LCA - 031



NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
32	61-0934		Modulo Electroneumatico	-	(2) Valvula de 5/2 vias (2) Valvula de estrangulamiento y antirretorno (5) Valvulas de 3/2 normalmente cerrado con accionamiento de rodillo (2) Manómetros (2) Cilindros de doble efecto con amortiguacion regulable en ambos sentidos (1) Cilindro neumatico de simple efecto con retroceso por muelle (1) Unidad de mantenimiento (1) Valvula antirretorno (2) Valvula 3/2 normalmente cerrado con pulsador (1) Valvula 3/2 normalmente cerrado con accionador (2) Valvula de simultaneidad (1) Valvula de 4/3 con centro cerrado y palanca	-	LCA - 032
33	S/C		Modulo de Control	-	Sensor de Temperatura	-	LCA - 033

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
34	61-0970		Modulo de sensores	-	Modulo de sensores de posicion	-	LCA - 034
35	61-0935		Modulo de Control de nivel	-	Deposito adicional para control automatico de nivel, Sistema de llenado de nivel y flujo controlado, Fuente alimentacion DC +/-15 V/6A, Controlador Digital Universal	-	LCA - 035
36	S/C		DEPOSITO ADICIONAL PARA CONTROL AUTOMATICO DE NIVEL	Lucas Nulle	-	CO3620 - 1J	LCA - 036

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
37	S/C		Sistema de Llenado de nivel y flujo controlado	Lucas Nulle	<b>Características:</b> Bude de control de caudal secundario, tension de salida 0-10V, Reservorio para liquido, corriente nominal 1.2A, tension de funcionamiento +/- 15V DC, Dimensiones: 297 x 456 x 160mm	CO3620 - 1H	LCA - 037
38	S/C		Fuente alimentacion DC +/- 15 V/6A	Lucas Nulle	<b>Características:</b> +/- 15V, 6A, Dimensiones: 297 x 114 x 145mm, protegido continuamente contra corto circuitos.	CO3535-8A8	LCA - 038
39	S/C		Controlador Digital Universal	Lucas Nulle	<b>Características:</b> 4 entradas analogicas con +/- 10V, 2 salidas analogas +/- 10V, 2 entradas digitales y 2 salidas digitales, Dimensiones: 297 x 228 x 110 mm	CO3620-2A	LCA - 039

NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
40	61-0918		Banco de Pruebas par el estudio de vibraciones generadas por desbalanceo de rotores en voladizo	-	Variador de velocidad Power Flex (SIEMENS) Interruptor termomagnético trifásico (SIEMENS 5SX13) MOTOR SINCRONO 0.75KW Voladizo	-	LCA - 040
41	S/C		Celda de Carga de 1 Kg	-	*Transmisor de Celda de Sensor, Sensibilidad de Entrada 1.5 a 2.1 mV/V, Tension de excitación del sensor 5V DC, Capacidad de Carga 87 ohm.	RW - ST01A	LCA - 041



NUMERO	CODIGO PATRIMONIAL	IMAGEN	NOMBRE	MARCA	DESCRIPCION	CODIGO	Nº SERIE
42			1. Portafusible Riel 2. Alimentación modo conmutador regulable 3. Interfaz de Comunicación 4. Relé inteligente 5. Modulo de Comunicación 6. Modulo de extensión de E/S analógico	Componentes del Tablero de Control IV	1. Características: 10x38 mm, 32A, 500 V, 2. Características: 1 o 2 fases, 100-240V CA, 24V, 1.2A 3. Modelo: Zelio Logic, Características: 12 - 24V DC, 30mA - 12V, 1.1 W, 4. Modelo: Zelio Logic, Características: 0-24V DC, Reloj, Pantalla. 5. Modelo: Zelio Logic, 24V DC 6. Modelo: Zelio Logic 24V DC.	1. EBCHQ 2. ABL8MEM24010 3. SR2 COM01 4. SR3B101BD 5. SR3MBU01BD 6. SR3XT43BD	LCA - 042
43	61-0917		Compresor de aire	MEBA	Compresor de aire 115 PSI 2.5 HP	-	LCA - 043

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo