

# **TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**

**VIDA NUEVA**

**SEDE MATRIZ**



**TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA**

**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ACCESO AUTOMÁTICO EMPLEANDO UNA  
PLACA ORDENADOR RASPBERRY PI PARA CASILLEROS**

**PRESENTADO POR**

**BORJAS GARCIA HENRY ALBERTO**

**CORONEL DAVALOS PABLO SANTIAGO**

**TUTOR**

**ING. TITUAÑA DIAZ DARWIN VINICIO MG.**

**FECHA**

**JULIO 2023**

**QUITO – ECUADOR**

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Certificación del Tutor**

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Construcción de un sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry pi para casilleros”, presentado por los ciudadanos Borjas Garcia Henry Alberto y Coronel Davalos Pablo Santiago, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

---

Tutor: Ing. Tituaña Diaz Darwin Vinicio Mg.

C.I.: 1716233539

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Aprobación del Tribunal**

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Construcción de un sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry pi para casilleros”, presentado por los ciudadanos Borjas Garcia Henry Alberto y Coronel Davalos Pablo Santiago, facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

---

Ing.

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

Ing.

C.I.:

**DOCENTE TUVN**

---

**Tecnología Superior en Electromecánica**

---

**Cesión de Derechos de Autor**

Yo, Borjas Garcia Henry Alberto portador de la cédula de ciudadanía 175867077-0 y Coronel Davalos Pablo Santiago portador de la cédula de ciudadanía facultados en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, autores de esta obra, certificamos y proveemos al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Construcción de un sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry pi para casilleros”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de nuestro proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de julio de 2023.

---

Borjas Garcia Henry Borjas

C.I.: 1758670770

---

Coronel Davalos Pablo Santiago

C.I.: 1716252463

## **Dedicatoria**

Primeramente a Dios todopoderoso, que siempre me ha guiado a lo largo de mi vida, le doy mi sincero agradecimiento por haberme permitido alcanzar este paso significativo.

También a mi familia, quienes me apoyaron incondicionalmente durante los años de mi carrera. A mi madre, por su infinito amor y por su constante aliento para que siga adelante. A mi padre por enseñarme que nada es imposible si trabajo duro. A mis hermanos, en especial Henry José por estar a mi lado en los momentos difíciles y brindarme todo el apoyo para llevar a cabo este trayecto. Muchas gracias por su amor incondicional.

A mi esposa e hijos, quienes me han dado la mayor alegría y motivación para alcanzar mis metas. Su aliento y apoyo me han dado la fuerza para seguir adelante. Con amor y orgullo dedico esta tesis que es una pequeña muestra de mi gratitud por todo lo que me han dado, con sus ánimos me han permitido vencer los desafíos y alcanzar la satisfacción de concluir esta etapa. Gracias por su amor incondicional.

Y todo lo que hagáis, hacedlo de corazón, como para el Señor, y no para los hombres.

Colosenses 3:23

Henry Borjas

Este trabajo de titulación es un trabajo que he realizado con el corazón y el alma, y por supuesto, con todo el apoyo y amor que me ha proporcionado mi familia durante todos estos años.

A mi papá, por ser el faro que me guio durante mis primeros pasos en la vida, por ayudarme a ver más allá de los límites. A mi mamá, por ser mi mejor amiga, por animarme a seguir adelante, por su incondicional apoyo. Y a mis hijas, por el agradecimiento y el orgullo que me hacen sentir todos los días. Esta dedicatoria es para ustedes, mi familia. Con todo mi amor.

Pablo Coronel

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profunda gratitud a todos aquellos que me han ayudado durante la realización de mi tesis de grado. En primer lugar, quisiera agradecer a mi asesor académico por su apoyo incondicional, entusiasmo y generosidad con su tiempo y conocimiento. También quiero agradecer a todas aquellas personas que ofrecieron su apoyo y aliento durante el proceso de investigación. Algunos de ellos me ofrecieron recursos valiosos, contribuyeron con sus conocimientos y me ayudaron a profundizar mi comprensión. Estoy especialmente agradecido con mi familia por su incondicional apoyo y comprensión. No podría haber completado esta tesis sin su ayuda.

Henry Borjas

### **Agradecimiento**

Quiero agradecer primero a Dios y a mis padres, mi papá y mi mamá, por su amor incondicional, su apoyo y su constante motivación. Sin ellos, esta tesis no habría sido posible. También quiero agradecer a mis hijas por su paciencia y apoyo durante todo este proceso. Estoy muy agradecido por el cariño y la alegría que me han dado. Finalmente, quiero agradecer a todos aquellos que me han apoyado a lo largo de este camino. Esta tesis es una muestra de lo que se puede lograr con el apoyo de personas increíbles. Muchas gracias.

Pablo Coronel



**Tabla de Contenido**

Resumen	11
Abstract	12
Introducción	13
Antecedentes	15
Justificación	17
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	18
Marco Teórico	19
Marco Histórico	19
Marco Conceptual	20
Definición de Términos Básicos	24
Sistema Teórico	36
Marco Referencial	38
Presupuesto	40
Metodología y Desarrollo del Proyecto	41
Enfoque de la Investigación	41
Diseño de la Investigación	41
Diseño Muestral	42
Técnicas de Recolección de Datos	42
Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	42
Procedimiento de Medición y Toma de Valores	43
Desarrollo y Procedimiento	44

	10
Propuesta	52
Funcionamiento	52
Comprobación y Resultados	57
Correcciones	60
Aplicaciones	61
Conclusiones	63
Recomendaciones	64
Referencias	65
Anexos	68

## Resumen

El presente proyecto tiene como propósito construir un sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry pi para casilleros, es de hacer notar que en los talleres de electromecánica del Instituto Universitario Vida Nueva requiere un espacio personalizado y seguro para el resguardo de materiales y equipos de trabajo utilizados por el docente bajo un sistema automatizado.

De esta manera para la implementación del sistema automático se utiliza una placa Raspberry PI, conectada a una tarjeta de RFID para la lectura de tarjetas, un relé para abrir los compartimientos, y una pantalla LCD para mostrar los mensajes. El sistema se programará usando el lenguaje de programación Python.

En este sentido para la realización de la investigación se siguió el enfoque cuantitativo, diseño transversal y alcance exploratorio. Con lo cual se estudia el proceso de automatización de casilleros en un lugar y espacio determinado, así como también las relación de las variables determinadas.

Asimismo durante la construcción del prototipo se corrobora que la automatización de la apertura de casilleros ofrece una gran cantidad de ventajas para el usuario como lo son la seguridad, la facilidad de uso, la rapidez y la simplicidad de los procesos de apertura. Esto significa que los usuarios no tienen que estar presentes para abrir sus casilleros, lo cual elimina la necesidad de estar al pendiente de la misma. Además, debido a que los procesos son automatizados, la posibilidad de errores humanos se reduce al mínimo y se asegura que los casilleros se abran de forma segura y eficiente.

Para finalizar se comprobó la funcionabilidad del proyecto a través de diferentes pruebas en tiempo real, y la medición de ciertos valores que soportan la validez de la investigación.

**Palabras Clave:** RASPBERRY, AUTOMATIZACIÓN, SISTEMA DE ACCESO, CASILLEROS.

### **Abstract**

The present project aims to build an automatic access system using a computer board Raspberry pi for lockers, it should be noted that in the electromechanical workshops of the Instituto Universitario Vida Nueva requires a personalized and safe space for the safeguarding of materials and work equipment used by the teacher under an automated system.

In this way for the implementation of the automatic system is used a Raspberry PI board, connected to an RFID card for card reading, a relay to open the compartments, and an LCD screen to show the messages. The system will be programmed using the Python programming language.

In this sense, the quantitative approach, cross-sectional design and exploratory scope were followed in conducting the research. This studies the process of automating boxes in a given place and space, as well as the relationship of the determined variables.

Also during the construction of the prototype it is confirmed that the automation of the opening of lockers offers a lot of advantages for the user such as the security, the ease of use, the speed and the simplicity of the opening processes. This means that users do not have to be present to open their lockers, which eliminates the need to be aware of it. In addition, because the processes are automated, the possibility of human error is minimized and it is ensured that the lockers are opened safely and efficiently.

In order to finish, the functionality of the project was verified through different tests in real time, and the measurement of certain values that support the validity of the research.

**Keywords:** RASPBERRY, AUTOMATION, ACCESS SYSTEM, LOCKERS.

## Introducción

En la actualidad son diversos los procesos y los espacios en donde se implementan sistemas automáticos para ejecutar ciertos procesos, la automatización está cambiando la forma en que se hacen las cosas, mejorando los procesos operativos, reduciendo los costos y aumentando la eficiencia. Está permitiendo a las empresas automatizar tareas complejas, como la gestión de bases de datos, la extracción de datos y el análisis de información, así como también mejora la seguridad al incorporar controles automatizados.

Luego de realizar observaciones directas en los talleres de la carrera de Electromecánica del Instituto Universitario Vida Nueva se pudo identificar que no cuentan con un espacio personalizado y seguro para el resguardo de materiales y equipos de trabajo utilizados por el docente, lo cual puede causar en cierta medida algún inconveniente ya que los profesores debe llevar consigo todos estos materiales.

En este sentido se plantea como eje principal de esta investigación la necesidad de construir un sistema de casilleros automatizados haciendo uso de una placa ordenador Raspberry PI, para resguardar materiales y equipos en los talleres de la carrera de Electromecánica, estos espacios beneficiaran a los usuarios de los talleres antes mencionados en cuanto al uso eficiente y seguro de los espacios para el orden y resguardo de pertenencias en casilleros asignados de forma segura sin necesidad de estar presentes en el lugar.

A esto se agrega que los beneficios de la automatización de casilleros son muchos y variados. En primer lugar, se trata de una forma eficiente y segura de gestionar los casilleros, ya que el sistema automatizado se encarga de todo el proceso de forma completamente autónoma. Asimismo, la automatización de casilleros permite una mayor eficiencia en la gestión de uso y almacenamiento, de estas ventajas que ofrece el sistema, es de hacer notar que la placa ordenador

Raspberry PI será el encargado de gestionar el sistema, asignar los casilleros y registrar las entradas y salidas de los usuarios brindando un uso óptimo de las áreas.

Este proyecto trata de la construcción de un sistema de acceso automático a casilleros, usando una placa computadora Raspberry PI. Esto permitirá a los usuarios controlar la apertura de los compartimientos de forma remota, sin necesidad de una persona física. El sistema se compondrá de una placa Raspberry PI, conectada a una tarjeta de RFID para la lectura de tarjetas, un relé para abrir los compartimientos, y una pantalla LCD para mostrar los mensajes. El sistema se programará usando el lenguaje de programación Python. Una vez completado, el sistema de acceso automático permitirá a los usuarios abrir los casilleros de forma segura y eficiente.

En este orden de idea la investigación se encuentra estructurada en cuatro capítulos de trabajo, capítulo I Marco teórico el cual incluye marco histórico, marco conceptual, sistema teórico y marco referencial. Seguidamente el capítulo II Metodología de la Investigación, dentro de este apartado se describe el enfoque de la investigación, tipo y diseño de la investigación y técnicas de investigación. Finalmente el capítulo III se desarrolla en base a la propuesta del prototipo incluyendo funcionamiento, comprobación, correcciones aplicaciones, conclusiones y recomendaciones.

### **Antecedentes**

En cuanto a los diferentes antecedentes relacionados con el estudio que se presenta, es importante resaltar que se tomaron en consideración diferentes tesis y artículos relacionados con la automatización de casilleros, los cuales aportan una base para el desarrollo de la investigación.

Dentro de la revisión realizada se puede nombrar los siguientes basamentos:

En primer lugar la tesis Diseño de un prototipo de casilleros inteligentes, utilizando el carnet universitario y clave de seguridad para el control de acceso a través de una red inalámbrica, en la cual se emitieron las siguientes conclusiones:

El diseño del prototipo del casillero inteligente se realizó sobre dos placas, ARDUINO y RASBERRY, los cuales permitieron la integración de diferentes componentes de tal manera que se logró las funcionalidades necesarias del casillero como:

- Lectura de código QR, a través de una cámara instalada en el Raspberry Pi.
- Conexión inalámbrica con la BD, a través de la tarjeta Wifi integrada en el Raspberry
- El ingreso de clave, logrado con la adaptación de un teclado matricial en Arduino.
- Apertura de chapa, realizado por las salidas del Arduino.
- Visualización de mensajes, a través de una pantalla LCD configurada con el Arduino.

(Cerezo & Ortega, 2018, p. 132)

De esta manera el aporte realizado por el estudio sirvió como guía para visualizar las diferentes opciones que se pueden ofrecer gracias a la automatización de los casilleros.

Seguidamente con relación a la automatización de casilleros se realizó el estudio del proyecto Implementación de un sistema automatizado de lockers para la gestión de proyectores, en donde se recomienda lo siguiente:

Es importante tener en cuenta las características técnicas de los dispositivos electrónicos utilizados, ya que por falta de información pueden no resultar útiles o ser empleados de manera incorrecta sin poder utilizar las prestaciones de estos.

Se debe tener en cuenta, los valores de los fusibles puestos en cada una de las diferentes fuentes, sobre todo en el caso de la fuente de 12 voltios, que maneja las cerraduras del sistema. Esto en función de que, al retirar la energía del sistema de una forma inadecuada, causa que todas las cerraduras se abran, presentando fallas en las puertas de los casilleros. (Calvache & Carrion, 2020, p.31 )

En este caso gracias a este estudio se tomó en cuenta los detalles de cada uno de los dispositivos para su correcta implementación manteniendo estándares de seguridad apropiados.

Finalmente y para complementar el área de la programación que se utilizó en el proyecto, se analizó el estudio Diseño e implementación de un prototipo de Entrenador de módulo Raspberry Pi. donde se menciona que:

Se estudió el manejo de la placa Raspberry Pi, tanto para cargar el sistema operativo en la memoria SD, y se determinó que el lenguaje Phyton es el mejor recurso como plataforma de programación. Si hay la presencia de algún mal funcionamiento de un circuito implementado en el entrenador para Raspberry revisar primero la parte de conexiones electrónicas con la fuente de alimentación apagada, y luego revisar el software.(Herrera, 2014, p.46)

En este sentido las conclusiones presentadas por el autor son de gran valor ya que marca un punto de referencia para las labores efectuadas con la placa de Raspberry Pi y su programación para la implementación en el sistema automatizado.



## Justificación

Para comenzar en el mundo actual los avances tecnológicos marcan la pauta para hacer más eficiente y práctico una serie de procesos que se llevan a cabo tanto en el ámbito industrial así como también en la vida cotidiana. Dentro del área de la electromecánica se estudia una diversidad de procesos relacionados con la mecánica, electricidad y electrónica, todo esto al ser llevado a la práctica ofrece un sin número de alternativas para solventar u optimizar procesos comunes.

En este sentido se plantea como eje principal de esta investigación la necesidad de construir un sistema de casilleros automatizados haciendo uso de una placa ordenador Raspberry PI, para resguardar materiales y equipos en los talleres de la carrera de Electromecánica del Tecnológico Universitario Vida Nueva, estos espacios beneficiaran a los usuarios de los talleres antes mencionados en cuanto al uso eficiente y seguro de los espacios para el orden y resguardo de pertenencias en casilleros asignados de forma segura sin necesidad de estar presentes en el lugar.

A esto se agrega que los beneficios de la automatización de casilleros son muchos y variados. En primer lugar, se trata de una forma eficiente y segura de gestionar los casilleros, ya que el sistema automatizado se encarga de todo el proceso de forma completamente autónoma. Asimismo permite una mayor eficiencia en la gestión de uso y almacenamiento, de estas ventajas que ofrece el sistema, es de hacer notar que la placa ordenador Raspberry PI será el encargado de gestionar el sistema, asignar los casilleros y registrar las entradas y salidas de los usuarios brindando un uso óptimo de las áreas.

En cuanto a las posibles mejoras o futuros proyectos que se pueden implementar a partir de la investigación se pueden mencionar, la posibilidad de conexión a internet por medio de un dispositivo con conexión a wifi, igualmente se puede incrementar de forma modular la cantidad de casilleros para beneficiar una mayor cantidad de usuarios.

## Objetivos

### Objetivo General

Construir un sistema de acceso automático de apertura para casilleros empleando una placa ordenador Raspberry PI, HMI Nextion haciendo uso de claves y sensor RFID.

### Objetivos Específicos

- Investigar acerca de la funcionalidad del ordenador Raspberry PI para la correcta aplicación del software en la automatización de los casilleros con una interfaz de usuario intuitiva y de fácil utilización.
- Diseñar el sistema mecánico y electrónico mediante la utilización de los software AutoCAD y Proteus Design Suite respectivamente.
- Armar los sistemas electrónicos y mecánicos mediante los planos diseñados bajo normas técnicas de la IEC y NEMA.
- Evaluar el sistema de acceso automático mediante un test de prueba en tiempo real de funcionamiento.

## Marco Teórico

### Marco Histórico

Inicialmente la automatización en el control de acceso se remonta a principios de la década de 1950 con la introducción de tarjetas de fichas magnéticas para controlar el acceso a edificios y recursos compartidos. Estas tarjetas ofrecían una forma más segura de autenticación para los usuarios y permitían que sólo los usuarios autorizados pudieran acceder a los recursos.

En este sentido a principios de la década de 1960, la tecnología de seguridad comenzó a avanzar con el desarrollo de dispositivos de lectura de huella dactilar. Estos dispositivos permitían a los usuarios acceder a los recursos mediante la autenticación de sus huellas dactilares. Esta tecnología se volvió cada vez más común en los años siguientes, y se utilizó en una variedad de aplicaciones, desde el control de acceso a instalaciones militares hasta el control de acceso a bancos y otros edificios comerciales.

Seguidamente desde el 1990, la tecnología de seguridad avanzó aún más con el desarrollo de sistemas de control de acceso basados en tarjetas de identificación. Estos sistemas utilizaban tarjetas con un chip integrado que contenía información específica, como un número de identificación único, para permitir que los usuarios ingresaran a un edificio. Estos sistemas también se utilizaron en aplicaciones de seguridad de red, como el control de acceso a redes informáticas, el control de acceso a recursos compartidos y el control de acceso a bases de datos.

Posteriormente a partir del 2000, la tecnología comenzó a avanzar aún más con el desarrollo de la tecnología de reconocimiento facial. Esta tecnología permitía a los usuarios acceder a los recursos mediante el reconocimiento de su cara. Esta tecnología se volvió cada vez más común en los años siguientes, y se utilizó en una variedad de aplicaciones, desde el control

de acceso a instalaciones militares hasta el control de acceso a bancos y otros edificios comerciales.

Asimismo desde el 2010, la tecnología de control de acceso avanzó aún más con el desarrollo de sistemas basados en el reconocimiento de patrones. Estos sistemas utilizan patrones únicos, como los ojos, la cara, las huellas dactilares o la voz, para autenticar a los usuarios. Esta tecnología se ha convertido en una herramienta integral para la seguridad de las empresas, ya que ofrece una forma segura de autenticar a los usuarios y controlar el acceso a los recursos.

Finalmente en la actualidad existe una amplia variedad de dispositivos para la implementación de sistemas de automatización para el control de acceso, como lo son microcontroladores en el caso de Raspberry Pi, esta tecnología fue desarrollada para simplificar los procesos de control de acceso y reducir costos. Gracias a la portabilidad de Raspberry Pi, se pudo implementar en entornos de todo tipo, proporcionando seguridad a empresas, instituciones y hogares. En los últimos años, Raspberry Pi se ha convertido en la plataforma favorita para el control de acceso debido a su versatilidad y bajo costo. Esta tecnología permite el control de acceso a través de dispositivos de lectura de tarjetas, reconocimiento facial, huellas digitales, códigos de barras y otros sistemas.

### **Marco Conceptual**

Para comenzar la realización de esta investigación es necesario estudiar y comprender una serie de fundamentos que soportan el desarrollo del trabajo, dentro de las cuales se pueden mencionar las siguientes:

#### ***Control Industrial***

El control industrial se refiere al uso de tecnologías de control y automatización para optimizar los procesos de producción, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia en la

fabricación. Esto incluye la automatización de procesos, el uso de dispositivos de control, la supervisión remota de procesos, el uso de sensores Figura 1, así como la indica:

Un proceso industrial es un conjunto de pasos a seguir con el fin de elaborar un producto o desarrollar una activada ligada a la productividad. Implementar sistemas de control demanda el uso de maquinaria, equipos y tecnología acorde al objetivo o fin el proceso. (Ordóñez, 2021, p. 15)

### **Figura 1**

#### *Control industrial*



*Nota.* Hardware y software con conectividad de red. Adaptado de *¿Qué es un sistema de control industrial?*, por GSL industrias, 2020, (<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-sistema-de-control-industrial>).

#### ***Ley de Faraday de la Inducción Electromagnética***

En términos generales la ley de Faraday de la inducción electromagnética, también conocida como ley de inducción de Faraday, es una ley de la física que describe cómo una corriente eléctrica cambia en un circuito cuando se aplica un campo magnético externo variando

con el tiempo, en que tiempo fue descubierta y cuál es su enunciado general se define a continuación.

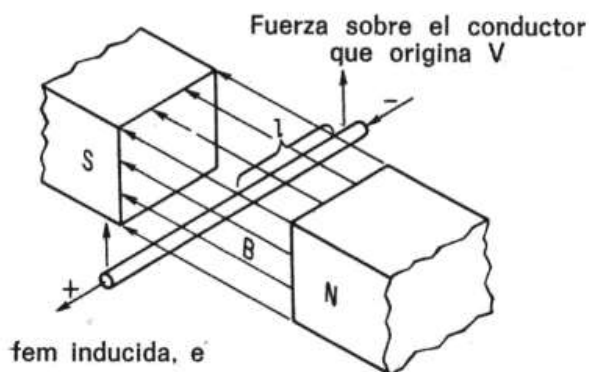
La contribución singular del descubrimiento de Faraday en 1831 fue la generación de una tensión debida al movimiento relativo entre un campo magnético y un conductor de electricidad. Faraday denominó a esta tensión, tensión «inducida» debido a que sólo se produce cuando existe un movimiento relativo entre el conductor y el campo magnético sin contacto «físico» real entre ellos.

El enunciado general de la ley de Faraday puede expresarse así: El valor de la tensión inducida en una sola espira de hilo es proporcional a la velocidad de variación de las líneas de fuerza que la atraviesan (o concatenan con ella). (Kosow, 2021, p 04)

Particularmente para comprender este principio de inducción electromagnética de una forma gráfica véase la siguiente Figura 2.

## Figura 2

### *Principio de inducción electromagnética*



*Nota.* Se puede apreciar un conductor que se mueve a través de un campo magnético generándose así una fuerza electro motriz. Adaptado de *Máquinas eléctricas transformadoras* (p. 04), por I. Kosow, 2021, Reverté.

## *La Electrónica*

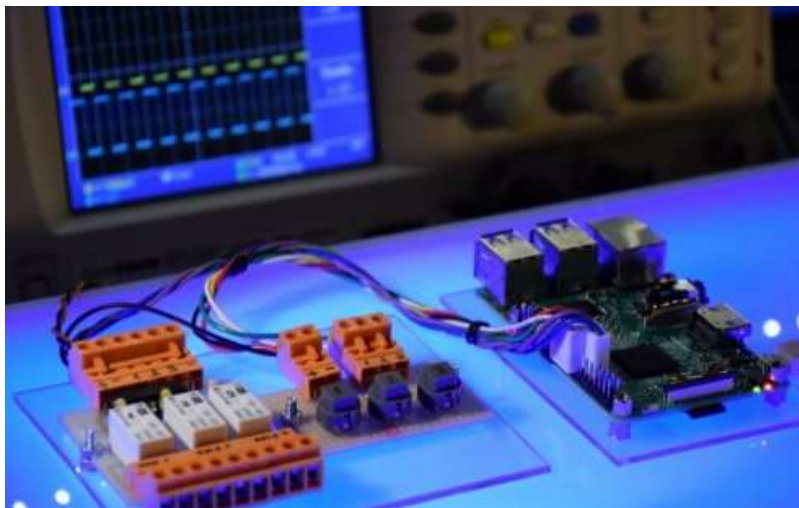
Es importante destacar que la electrónica es una rama de la tecnología que se ocupa del manejo y control de la energía eléctrica para la producción, transmisión, procesamiento, almacenamiento y uso de la información. Esta disciplina se ha desarrollado a partir de la electricidad, la magnetismo, la mecánica, la óptica, la computación y la tecnología química. La electrónica se divide en dos ramas principales: electrónica analógica y electrónica digital Figura 3, como impacta la vida de los seres humanos hoy en día lo indica:

La electrónica es la rama de la ciencia que se ocupa del estudio del flujo y control de electrones (electricidad) y del estudio de su comportamiento y efectos en gases, semiconductores y al vacío, y con dispositivos que utilizan dichos electrones.

(Electrónica online, 2022)

### **Figura 3**

*Hardware para un módulo relé*



*Nota.* En la gráfica se puede apreciar como mediante la utilización de diferentes módulos electrónicos se pueden controlar relés. Adaptado de *Controlando leds con Raspberry Pi*, por Inventable.ue, 2018, (<https://www.inventable.eu/2018/02/01/in-out-raspberry-pi-python-parte1/>).

## Definición de Términos Básicos

### *Raspberry Pi*

Antes que nada se debe indicar que el Raspberry Pi es una placa de ordenador de bajo coste y tamaño reducido desarrollada por el Fabricante de hardware británico Raspberry Pi Foundation. Está diseñada principalmente para uso educativo, y para permitir a los usuarios profesionales y aficionados exprimir al máximo su potencial. En el mercado existe una amplia gama de modelos según las necesidades de las aplicaciones, ver Figura 4. La Fundación Raspberry Pi (2021) define algunas de las características de la placa como “potente rendimiento, a tu manera Raspberry Pi tiene soluciones informáticas que se adaptan a una amplia gama de aplicaciones. Desde microcontroladores hasta computadoras basadas en ARM, Raspberry Pi brinda hasta la última gota de energía para su aplicación”.

### **Figura 4**

#### *Placas Raspberry Pi*



*Nota.* En el mercado existes diferentes tipos de placas según sea su uso. Adaptado de *Raspberry Pi para la industria*, por Fundación Raspberry Pi, 2021, (<https://www.raspberrypi.com/for-industry/>).



## ***Microprocesadores***

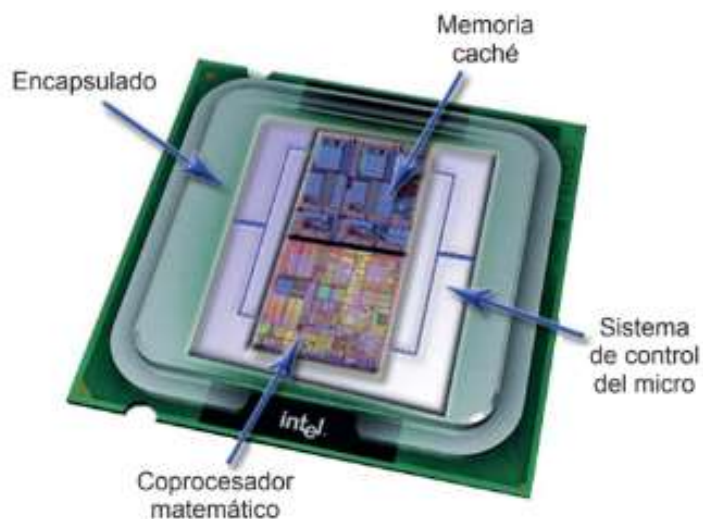
Conviene especificar que un microprocesador es un circuito integrado que contiene todos los elementos necesarios para interpretar y ejecutar instrucciones de software Figura 5, convirtiéndose así en el corazón de una computadora, a continuación una breve definición.

El microprocesador, o simplemente el micro, es el cerebro del ordenador. Es un chip, un componente electrónico cuyo interior está formado por miles o millones de transistores, cuya combinación permite realizar el trabajo que tenga encomendado el circuito o chip.

(Berral et al., 2020, p. 98)

### **Figura 5**

#### *El microprocesador*



*Nota.* En la gráfica se puede apreciar la arquitectura interna del microprocesador. Tomado de *Montaje y mantenimiento de equipos* (p. 98), por Berral et al., 2020, Paraninfo S.A..

## ***Programación***

En general la programación es el proceso de diseñar, codificar, depurar y mantener el software, utilizando lenguajes de programación. Se trata de una disciplina científica que incluye

la creación de algoritmos, diseño de estructuras de datos, análisis de algoritmos, pruebas y codificación ver Figura 6, una explicación sencilla la expresa:

La programación no es más que una explicación a la computadora de qué, en qué forma y cómo llegar al usuario. En otras palabras, es una especie de arte de traducir los deseos de una persona al lenguaje de la máquina. (Ceupe magazine, 2021)

## **Figura 6**

### *Programación*



*Nota.* En la gráfica se puede ver el proceso de programación en un computador. Adaptado de *¿Qué es la programación?*, por Ceupe magazine, 2021, (<https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-programacion.html>).

### **Relés**

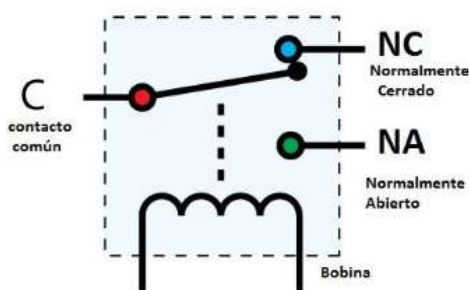
Con la finalidad de controlar un circuito eléctrico mediante una señal de control se utiliza un relé, el cual está compuesto por uno o más devanados de bobinas con un circuito magnético ver Figura 7, que al activarse permiten que la corriente eléctrica circule por otros devanados, así como lo señala:

Es un aparato eléctrico que funciona como un interruptor, abriendo y cerrando el paso de la corriente eléctrica, pero accionado eléctricamente.

El relé permite abrir o cerrar contactos mediante un electroimán, por eso también se llaman relés electromagnéticos o relevadores. (Área de tecnología, 2022)

### Figura 7

*El relé*



**Nota.** Diagrama de un relé. Tomado de El relé, por Área de tecnología, 2022, (<https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>).

### **Modulo RIFD-RC522**

Dentro de los dispositivos utilizados para el control de acceso está el módulo RC522 el cual es un transceptor de radio de bajo costo, de bajo consumo de energía y de alto rendimiento. Está diseñado para funcionar con tarjetas RFID (Identificación por radio frecuencia) de 13.56 MHz, este módulo se utiliza ampliamente en aplicaciones de control de acceso, tarjetas inteligentes, tarjetas de identificación, tarjetas de seguridad, tarjetas de pago, etc. El módulo RC522 se puede conectar a una PC o microcontrolador a través de los puertos SPI o UART. Esto permite que el dispositivo se conecte a una variedad de dispositivos para leer y escribir tarjetas RFID. El módulo RC522 es un dispositivo robusto y seguro a pesar de ser pequeño ver Figura 8, que se puede usar para aplicaciones de control de acceso, seguridad, identificación y pago.

Una breve definición y funcionamiento la menciona:

Los lectores RFID (Radio Frequency IDentification) en la actualidad están teniendo bastante acogida en los sistemas de identificación, su uso abarca desde sistemas de seguridad, acceso de personal, identificación y logística de productos, como llaves de puertas eléctricas, entre otras aplicaciones.

Su principio de funcionamiento consiste en pasar un TAG, cerca de un lector RFID, el TAG tiene la capacidad de enviar información al lector. Dicha información puede ser desde un simple código o todo un paquete de información guardado en la memoria del Tag. (Naylamp Mechatronics SAC, 2022)

### **Figura 8**

*Modulo RIFD-RC522*



*Nota.* Este módulo a pesar de ser económico es muy útil y seguro en un sistema de control de acceso. Adaptado de *Tutorial módulo lector RIFD RC-522*, por , ([https://naylampmechatronics.com/blog/22\\_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html](https://naylampmechatronics.com/blog/22_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html)).

### ***Modulo Reductor de Voltaje LM2596***

En la realización de proyectos que involucren la electrónica en ocasiones es necesario controlar el voltaje, para lo cual se utilizan módulos que regulen el mismo, un regulador de

voltaje de circuito integrado de alta eficiencia está diseñado para suministrar hasta 3A de corriente de salida con una baja caída de voltaje. Su función es proporcionar una salida ajustable desde 1.5V hasta 37V. El módulo está diseñado para reducir la tensión de entrada a la tensión de salida deseada, es utilizado para aplicaciones de baja potencia como fuentes de alimentación de computadora, adaptadores de alimentación, fuentes de alimentación regulables y fuentes de alimentación de batería. El LM2596 ofrece una alta eficiencia, una baja caída de voltaje y una salida de alta corriente. Está diseñado para aplicaciones en las que una fuente de alimentación debe tener una salida ajustable y una salida estable, así como se indica a continuación.

El módulo LM2596 es un convertidor de voltaje DC-DC step-down de 3A con salida ajustable. Es un regulador de conmutación reductor de voltaje con excelente regulación de línea y carga. Puede emplearse en fuentes de alimentación, fuentes de laboratorio, proyectos con microcontroladores PIC, AVR y Arduino. (TECmikro, 2022)

### **Figura 9**

#### **Modulo LM2596**



*Nota.* El módulo cuenta con un display que muestra tanto el voltaje de entrada como el de salida.

Adaptado de *Electrónica y Robótica*, por Robotics Ecuador, 2022,

(<https://roboticsec.com/producto/reductor-de-voltaje-lm2596-con-voltimetro/>)

## ***HMI Nextion***

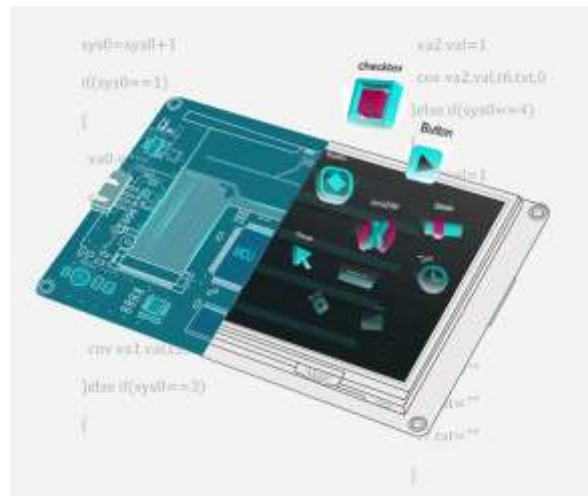
Con respecto al uso de HMI en proyectos de aplicación tecnológica se tiene la pantalla Nextion la cual es un interfaz de usuario táctil resistiva de bajo costo desarrollada por ITEAD Studio. Es una solución de hardware y software integrada que permite a los usuarios crear interfaces táctiles interactivas para aplicaciones, así como la describe:

Nextion es una solución de interfaz hombre-máquina (HMI) que combina un procesador integrado y una pantalla táctil con memoria con el software Nextion Editor para el desarrollo de proyectos de GUI HMI.

Con el software Nextion Editor, puede desarrollar rápidamente la GUI (Interfaz Gráfica de Usuario) de HMI arrastrando y soltando componentes (gráficos, texto, botón, control deslizante, etc.) e instrucciones basadas en texto ASCII para codificar cómo interactúan los componentes en el lado de la pantalla. (Itea Studio, 2022)

### **Figura 10**

#### *Pantalla Nextion*



*Nota.* Representación de la pantalla táctil Nextion de su diseño, electrónica y programación.

Adaptado de *Novedades en Nextion*, por Itea Studio, 2022, (<https://nextion.tech/>).

### ***Fuente de Poder Conmutada 12V 3A***

En relación a los dispositivos de transformación de corriente está la fuente de poder conmutada, la cual es un dispositivo electrónico que se utiliza para proporcionar alimentación eléctrica a otros dispositivos. Esta fuente de alimentación es capaz de convertir la energía eléctrica de la red eléctrica (CA) a una corriente continua (CC) de 12V y 3A. Esta fuente de alimentación también es conocida como fuente de alimentación de 12V 3A. UNIT Electronics (2022) define que:

Una fuente conmutada 12V 3A es un dispositivo electrónico comúnmente llamado fuente de alimentación, fuente de poder o fuente conmutada. En electrónica se define como el instrumento que transforma corriente alterna en corriente continua en una o varias salidas.

La fuente conmutada 12V 3A permite transformar la energía eléctrica de VCA a VCD puede alimentar a diferentes dispositivos electrónicos por ejemplo: motor de CD, leds de potencia, tira de leds, cámaras de CCTV, tarjetas o módulos Arduino, sensores, actuadores, amplificadores, circuitos integrados, etc.

### **Figura 11**

*Fuente de poder conmutada*



*Nota.* En la gráfica se puede observar el diseño compacto y robusto de la fuente de poder.

Adaptado de *Fuente Conmutada 12V 3A*, por UNIT Electronics, 2022,

(<https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-12v-3a/>).

### ***AutoCAD***

Entre los programas de diseño más utilizados por ingenieros, arquitectos y profesionales del dibujo se encuentra el AutoCAD. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk, se trata de un programa de diseño por vectores, así como lo menciona:

Es un programa de diseño asistido por computadora (CAD: Computer Aided Design) para dibujos en dos dimensiones (2D) y en tres dimensiones (3D), herramienta básica para dibujar en arquitectura, ingeniería, diseño industrial, topografía, cartografía, geología, electricidad, electrónica; permite dibujar con precisión, corregir, copiar y modificar, los elementos gráficos. (Maluenda & Valderrama, 2019, p. 114)

### ***Proteus***

En la actualidad existen muchos programas informáticos capaces de facilitar el proceso de diseño y prueba de los diferentes circuitos a implementar en las diferentes aplicaciones, el poder simular dichos circuitos permite entender mejor el mecanismo que se desea crear, de tal manera que el programa ayuda a detectar errores en el montaje de los componentes mucho antes de ensamblar físicamente el circuito. Uno de los programas más utilizados tenemos:

Proteus Design Suite combina la facilidad de uso con un poderoso conjunto de características para permitir el diseño, prueba y disposición rápidos de placas de circuito impreso profesionales. Diseña, prueba y depure sistemas integrados completos dentro de la captura esquemática antes de solicitar un prototipo físico. VSM lleva el desarrollo AGILE al flujo de trabajo integrado. (Labcenter, 2021)



## Figura 12

*Proteus*



*Nota.* Logotipo del Software Proteus en sus 30 años. Adaptado de *PCB Design & Simulation Made Easy*, por Labcenter, 2021, (<https://www.labcenter.com>).

### ***Norma Técnica de la IEC***

Las normas IEC (International Electrotechnical Commission) son un conjunto de estándares internacionalmente aceptados que rigen la seguridad, la calidad y el rendimiento de los productos eléctricos y electrónicos. Estos estándares abarcan desde los requisitos de seguridad hasta los procesos de fabricación. Estas normas establecen los requisitos de desempeño, seguridad y calidad para una amplia variedad de productos eléctricos y electrónicos, como equipos médicos, dispositivos de control industrial, herramientas eléctricas y equipos de telecomunicaciones, Aldelta technologies, (2023) menciona que “IEC son las siglas de International Electrotechnical Commission, es la organización mundial de normalización para las tecnologías eléctricas, electrónicas y demás relacionadas, fundada en 1906. La IEC está integrada por los organismos nacionales de normalización de 169 países.

En el presente proyecto se utiliza la siguiente norma IEC:

IEC 61499 es una norma internacional para la aplicación de control automático a sistemas distribuidos. Esta norma proporciona un marco para la construcción de sistemas de control distribuidos basados en una arquitectura de servicio de objetos distribuidos (DOSA). Esta

arquitectura se basa en la definición de una jerarquía de servicios, interfaces y objetos que se encuentran en una red industrial. Esta red industrial se organiza en una estructura de árbol jerárquico, en la que los elementos de la red de control se conectan a un nivel superior de control. La norma IEC 61499 define los requisitos para la definición, las características y los requisitos de funcionamiento de los elementos de la red de control distribuida.

### ***Norma Técnica NEMA***

La Norma Técnica NEMA es una norma de la Asociación de Industrias Eléctricas de los Estados Unidos (NEMA) que define los requisitos y los métodos de prueba para la seguridad de los productos eléctricos y electrónicos. Esta norma establece los requisitos de seguridad para los equipos con una amplia variedad de usos, desde aplicaciones domésticas hasta aplicaciones industriales. Esta norma cubre los requisitos de seguridad para los productos eléctricos y electrónicos, incluyendo la protección contra los riesgos eléctricos, la protección contra el riesgo mecánico, la protección contra el exceso de temperatura y la protección contra el riesgo de incendio, Bollaín (2019) menciona que “Las definiciones de protección NEMA no tiene una equivalencia exacta con las definiciones IP ya que las normas NEMA contemplan otros conceptos de las propiedades de las envolventes incluida la protección frente al riesgo de explosión”(p.501).

### ***Editor de Programación MU***

MU es un editor de código de programación de Python de código abierto que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE). El IDE le permite crear, editar y depurar su código de Python con herramientas eficientes y fáciles de usar. También le permite acceder a recursos de ayuda para mejorar su experiencia de programación. Tollervey, (2022) señala que “MU es una herramienta ideal para principiantes y avanzados, Mu es un editor de código Python para

programadores principiantes basado en una amplia retroalimentación dada por profesores y alumnos”.

### Figura 13

*Imagen global del Editor MU*



*Nota.* MU un editor de código Python fácil de utilizar y de código abierto. Adaptado de *Acerca de MU*, por Tollervey, 2022, (<https://codewith.mu/en/about>).

### *Automatización de Casilleros*

Los casilleros automatizados proporcionan una forma segura y conveniente de almacenar objetos. Ofrecen seguridad a través de un sistema de código de acceso, lo que permite a los usuarios controlar quién accede al contenido de sus casilleros. Además, son fáciles de usar y permiten a los usuarios recoger sus objetos de forma rápida y sencilla, así como lo menciona:

Los Casilleros Inteligentes son una innovadora combinación de espacio de almacenamiento flexible en el lugar de trabajo y la más moderna tecnología de conectividad. Proporcionan soluciones de almacenamiento avanzadas que ofrecen acceso permanente, seguimiento completo de uso, nuevos y más eficientes procesos, automatización y plena capacidad de generación de informes de gestión. (Ricoh Europe PLC, 2019)

## **Sistema Teórico**

Es fundamental realizar una profunda investigación para entender y comprender las distintas variables que se encontrarán durante el desarrollo del proyecto. El análisis de cada una de estas variables y el uso de las herramientas adecuadas son primordiales para poder interpretar de manera correcta los resultados obtenidos y determinar la factibilidad del proyecto.

### ***Tiempo***

En referencia al tiempo se puede decir que es un concepto fundamental en las ciencias naturales y sociales, entre otras cosas, para medir la duración de un evento o la separación entre dos eventos sucesivos. Se refiere a la cantidad de duración que transcurre entre dos momentos o instantes. El tiempo se mide en unidades como años, días, horas, minutos, segundos y milisegundos, es el continuo transcurso de los hechos, acontecimientos o sucesos que se van sucediendo en el pasado, el presente y el futuro. Es una de las dimensiones más importantes para el ser humano, ya que sirve para medir los periodos, establecer plazos, determinar el orden de los acontecimientos, y para realizar una planificación de entre otros muchos usos, como referencia del sobre el origen del tiempo cronológico se menciona a continuación.

Las unidades grandes de medición del tiempo, el año y el día, fueron siempre proporcionadas por la misma Naturaleza. Pero la hora, el minuto y el segundo, son inventos del hombre. La división actual del día proviene de tiempos muy remotos. Según Hommel (2013) "A Babilonia le debemos la semana de siete días con los nombres de los planetas para los días y la división en horas y meses". Allí no se empleaba el sistema decimal, sino el sexagesimal<sup>3</sup>. Sesenta es divisible por doce; de aquí que en Babilonia dividieran el día en doce partes iguales que se marcaban en primitivos relojes solares. Posteriormente, las violentas crecidas del Nilo obligaron a los

habitantes del Egipto antiguo a dividir el día en 24 horas. Más tarde aparecieron los minutos y los segundos. De modo que el hecho de que actualmente la hora tenga 60 minutos y el minuto 60 segundos, se debe al sistema sexagesimal de Babilonia. (Katz, 2018, p. 2)

### ***Corriente de Funcionamiento***

Como su nombre lo indica la corriente de funcionamiento es la cantidad de corriente eléctrica que un dispositivo consume para realizar su función la cual es esencial para el funcionamiento de los dispositivos, ya que es la fuente de energía que los hace funcionar. La corriente de funcionamiento varía dependiendo del dispositivo y se puede medir con una pinza amperimétrica para obtener una lectura precisa, como se puede medir esta variable lo define:

La forma más común de medir la corriente es conectar el amperímetro (un medidor para medir la corriente) o la resistencia de derivación en serie con el circuito. Un amperímetro o derivación de amperímetro no es más que una resistencia de alta precisión. Cuando colocamos una resistencia de precisión a través de un circuito, se producirá una caída de voltaje a través de él. La salida del sensor de derivación se mide mediante el sistema de adquisición de datos, que aplica la ley de Ohm para determinar el amperaje que fluye a través del circuito. (Smith, 2020)

### **Sistema de Variables**

Para la realización de este proyecto de investigación se deben conocer la variables que intervienen en el mismo, de igual forma se necesita contar con las herramientas y técnicas según las cuales se realizaran las mediciones pertinentes, con lo cual se llevará a cabo la evaluación del sistema de acceso automático mediante un test de prueba en tiempo real de funcionamiento.

**Tabla 1***Sistema de variables*

VARIABLE	DIMENSIÓN	ÍTEM	ESCALA	EQUIPO
Tiempo	Tiempo que demora desde pulsar el botón hasta que inicie el sistema.	Tiempo que demora el sistema en iniciar.	Segundos	Cronómetro
Corriente funcionamiento.	Cantidad de electricidad que consume el dispositivo en funcionamiento.	Amperios que consume el sistema funcionando.	Amperios	Pinza amperimétrica
Seguridad del sistema electrónico	Este concierne a la protección que ofrece el sistema a los casilleros.	Voltios que indica que la cerradura funciona bien.	Voltaje	Voltímetro
Amigabilidad del sistema	Se refiere a la facilidad con la que un usuario puede interactuar con el sistema.	Que tan fácil es utilizar el sistema de casilleros	Difícil, Regular, Fácil.	Encuesta
Satisfacción de los usuarios	Se refiere a cómo los usuarios perciben el grado en que el sistema cumple con sus necesidades.	El sistema cumple con las necesidades de los usuarios.	Valoración verbal	Encuesta

*Nota.* Tabla de variables que se medirán en el proyecto para determinar su correcto funcionamiento.

### **Marco Referencial**

En el desarrollo del presente proyecto se toma como referencia los conceptos básicos de las diferentes materias estudiadas en el transcurso de la carrera de tecnología en electromecánica,

a través de las cuales se han logrado desarrollar habilidades y destrezas para la puesta en marcha de propuestas innovadoras que articulan lo teórico con lo práctico.

### ***Electrónica General***

La Electrónica General se refiere a la rama de la ingeniería que se ocupa del diseño y construcción de circuitos electrónicos. Los circuitos electrónicos se componen de componentes electrónicos como resistencias, condensadores, transistores, diodos y circuitos integrados. Estos se conectan entre sí para formar circuitos que pueden ser utilizados para realizar una variedad de tareas. La Electrónica General es una disciplina muy amplia, que abarca desde el diseño de circuitos básicos hasta la construcción de circuitos complejos que pueden ser utilizados en sistemas electrónicos. Esta disciplina incluye también el estudio de la propagación de señales a través de los circuitos, la teoría de circuitos y la teoría de la señal.

### ***Programación y Simulación***

La programación y simulación hace referencia al uso de software para modelar y simular el comportamiento de sistemas electromecánicos en un entorno virtual. Esta técnica se utiliza para probar y desarrollar sistemas antes de la fabricación, lo que permite identificar y solucionar problemas de forma rápida y eficiente. El software también permite que se visualicen los resultados de la simulación para comprender mejor el comportamiento de los sistemas. La programación y simulación electromecánica es una herramienta útil para el diseño, prueba y desarrollo de sistemas electromecánicos.

### ***Dibujo Asistido por Computadora***

El dibujo asistido por computadora (CAD, por sus siglas en inglés) es un tipo de software de diseño usado para crear y editar dibujos técnicos. Esta herramienta se utiliza para diseñar artefactos electrónicos, maquinaria, edificios, sistemas de transporte, productos y muchas otras

cosas, es muy importante para ingenieros, diseñadores, arquitectos y otros profesionales. El software permite a los usuarios crear, editar y compartir dibujos técnicos en un formato digital. El CAD también puede ser utilizado para crear herramientas de simulación virtual, diseño industrial y modelado 3D.

## Presupuesto

A continuación se presenta la lista de componentes y valores necesarios para la construcción de un sistema de acceso automático usando una placa ordenador Raspberry Pi para casilleros.

**Tabla 2**

*Presupuesto del Proyecto*

Ítem	Rubro	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Raspberry Pi Pico	1	\$25	\$25
2	Cerradura electromagnética	4	\$15	\$60
3	Modulo relés 5 V 2 canales	2	\$9	\$18
4	Pantalla Nextion	1	\$95	\$95
5	Lector de tarjetas RIFD 13.56 MHz	1	\$8	\$8
6	Fuente de poder 12VDC 5 A	1	\$15	\$15
7	MDF Melamina	2	\$75	\$150
8	10% de imprevistos	1	\$37	\$37
			<b>Inversión Total</b>	<b>\$408</b>

*Nota.* En la tabla se detalla el costo de los materiales y equipos que serán utilizados para la construcción del proyecto.



## **Metodología y Desarrollo del Proyecto**

### **Enfoque de la Investigación**

Para dar inicio a este capítulo es importante definir el término investigación, el cual se puede describir como un proceso de recopilación sistemática de información para responder a preguntas o para resolver problemas. Esto implica recopilar información, analizarla y luego interpretarla para ofrecer conclusiones y/o recomendaciones. Hernández (2018) expresa que “la investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema” (p.4).

Seguidamente se plantea que en esta investigación se realizará la medición del proceso de automatización de casilleros mediante el uso de una placa ordenador Raspberry Pi, por lo cual se realizará bajo el enfoque Cuantitativo atendiendo a lo que dice Ramirez & Calles (2021) “la investigación cuantitativa se basa en la medición de un proceso, que se expresa o describe en términos de una o más cantidades. El resultado de este tipo de investigación es, esencialmente, un numero o conjunto de números” (p.10).

### **Diseño de la Investigación**

En este mismo sentido durante el trabajo se recogerán datos a lo largo de un periodo de tiempo determinado para evaluar la relación entre la variable independiente y la variable dependiente. Por consiguiente se desarrollará atendiendo al diseño transversal exploratorio como lo explica:

El diseño no experimenta transeccional, este tipo de diseño es también conocido como transversal y tiene como propósito analizar el estado de una o diversas variables en un momento dado o la relación entre variables en un punto único en el tiempo. (Issuu, 2022)

En síntesis esta investigación se ejecutará bajo un enfoque cuantitativo, siguiendo un diseño no experimental, transversal, exploratorio.

### **Diseño Muestral**

Para el desarrollo de esta investigación es de suma importancia obtener resultados reales y confiables para lo cual se utilizará un único prototipo con cuatro casilleros donde se implementará el sistema de automatización, el mismo se instalará en los talleres de electromecánica del Tecnológico Universitario Vida Nueva , por lo tanto no se utilizará ninguna muestra específica para el proyecto.

### **Técnicas de Recolección de Datos**

Dentro de la realización del proyecto es pertinente delimitar las variables que se puedan medir, a través de las cuales se compruebe y evalúe el funcionamiento del sistema automatizado, para posteriormente verificar que los resultados coincidan con la propuesta del proyecto.

Para estas mediciones se utilizarán equipos adecuados según lo amerite el caso, de estos se pueden mencionar el cronómetro, voltímetro y pinza amperimétrica.

De igual forma se registrarán datos de variables cualitativas haciendo uso de la encuesta para verificar tales como la amigabilidad del sistema y el nivel de satisfacción del usuario. Además se utilizará una ficha de observación donde se tomarán en cuenta los indicadores correspondientes que puedan arrojar un resultado concreto por medio del cual se comprobará el correcto funcionamiento, lo cual servirá como material para la redacción de conclusiones y recomendaciones del proyecto.

### **Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información**

En cuanto a las técnicas para analizar y procesar los datos recabados, se llevarán a la práctica ciertas estrategias que permitan observar de manera objetiva los resultados obtenidos,

para esto se hará el cálculo de la media aritmética que proporcionará un promedio de los valores obtenidos y por consiguiente permitirá emitir conclusiones concretas con respecto al proyecto.

La media aritmética es una medida de tendencia central que se obtiene al sumar todos los valores de una distribución de datos y dividirlos entre el número de valores. Esta medida se utiliza para obtener una estimación de la media o el promedio de un conjunto de datos, Superprof (2022) la define como “la media aritmética es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos”.

### **Procedimiento de Medición y Toma de Valores**

Dentro de este marco de ideas se puede mencionar que, el procedimiento de medición y toma de valores es un proceso que se utiliza para determinar los resultados de una medición o evaluación. Su objetivo es asegurar que los datos recopilados sean exactos y representativos de la situación o fenómeno que se está estudiando. El proceso generalmente consiste en seleccionar el equipo y los instrumentos adecuados para recopilar los datos, tomar los valores necesarios y registrar los resultados de manera precisa. Es importante tener en cuenta que el procedimiento de medición y toma de valores debe seguir los protocolos establecidos para asegurar que los resultados sean fiables y precisos.

En cuanto a la variables cuantitativas, se registrará el tiempo de activación del sistema el cual será medido haciendo uso de un cronómetro el tiempo a estimar será desde el momento que se pulse el botón de encendido has que se inicie el sistema.

Seguidamente se tomará el valor de la cantidad de amperios del consumo de corriente del sistema en reposo y en funcionamiento utilizando el voltímetro y finalmente se medirá la seguridad del sistema utilizando pinza amperimétrica, registrando los voltios que indican cuando la cerradura se activa.

Por lo tanto en este proyecto se utilizarán los instrumentos más adecuados para realizar las mediciones, los cuales se describen a continuación:

**Cronómetro:** es un dispositivo o aplicación que mide el tiempo transcurrido con precisión, generalmente en intervalos de milisegundos o segundos. Se utiliza para medir el tiempo que tarda algo en completarse, como una carrera o una prueba, o para medir el tiempo que toma realizar una tarea.

**Pinza amperimétrica:** es un elemento que se utiliza para medir la corriente eléctrica. Está formada por dos alambres conductores, generalmente de cobre, montados en un cuerpo de plástico con una abertura para el paso de los cables conectados a la fuente de alimentación. El alambre más delgado se conoce como el alambre de medición y el más grueso se conoce como el alambre de referencia, esta se conecta a la corriente a través de los cables y mide la diferencia de potencial entre los dos alambres. La información se utiliza para calcular la corriente que circula por la línea.

**Voltímetro:** es un aparato de medición eléctrica que mide la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos. Se conecta en serie en un circuito con la ayuda de cables conductores. El voltímetro mide la diferencia de potencial en unidades de voltaje (V). El voltímetro permite que los técnicos midan la diferencia de potencial entre dos puntos para detectar fallas en el circuito y verificar que el sistema funcione correctamente.

## **Desarrollo y Procedimiento**

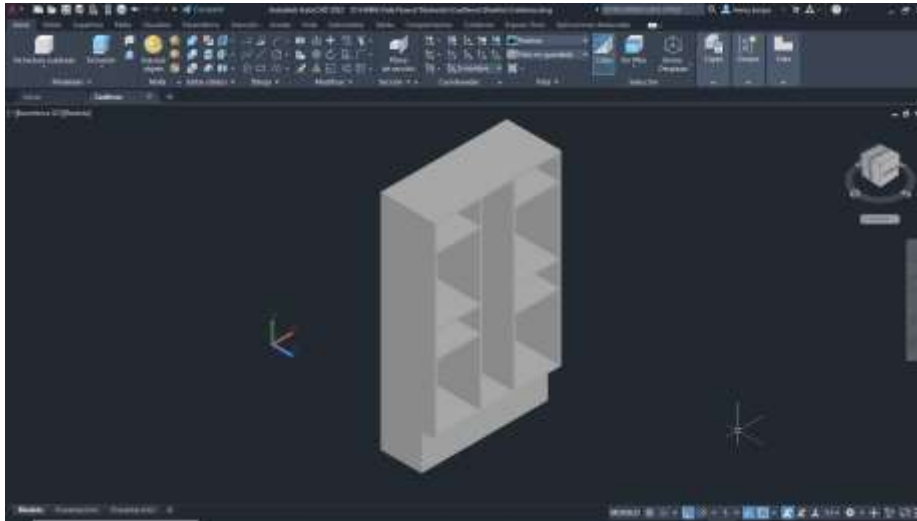
### ***Diseño de Casilleros***

Para cumplir con este paso es de suma importancia utilizar el software AutoCAD en el cual se colocan todos los elementos del casillero con sus espacios bien definidos como lo son puertas y divisiones internas para así garantizar que todo encaje de manera correcta, poder

realizar un despiece adecuado y una lista de cortes, paso previo al ensamblaje del mismo. Con una imagen en 3D, ver Figura 14, se puede ver claramente el prototipo y sus dimensiones finales dando una idea clara de lo que se quiere construir.

### **Figura 14**

#### *Diseño en AutoCAD*



*Nota.* Utilizando este potente software se realiza el diseño para poder elaborar una lista de cortes del material a utilizar.

#### ***Ensamblaje de Casilleros***

Posterior a realizar el diseño y tener cada una de las piezas en las medidas necesarias se procede al ensamblaje del módulo de casilleros, el cual se fabrica utilizando MDF melamina material resistente con el cual se pueden construir cocinas modulares, closet y diferentes mobiliarios para el hogar u oficina, cada una de las piezas son cortadas milimétricamente para lograr un encaje perfecto entre la piezas. Una vez cortadas, se colocan los bordes con cantoneras de mismo material que recubre la lámina para reforzar los encajes, se colocan bisagras metálicas con los cuales se puede abrir y cerrar las puertas, se incrustan las cerraduras para garantizar la seguridad de los objetos guardados en los casilleros, y se colocan los herrajes para su apertura.

**Figura 15**

*Ensamblaje de los casilleros*



*Nota.* Cada una de las piezas se colocan de igual manera que en el diseño en 3D.

**Figura 16**

*Módulo de casilleros*



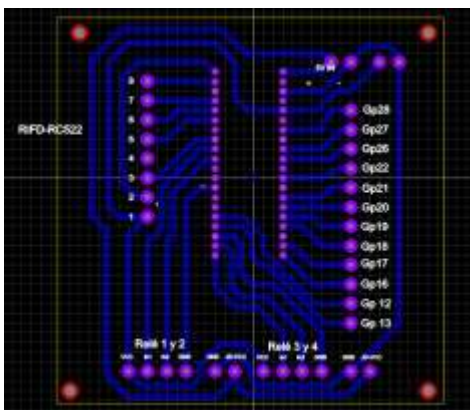
*Nota.* En la gráfica se presenta el módulo completamente ensamblado.

**Figura 17***Rotulación de casilleros*

*Nota.* Casilleros con sus respectivos números e indicaciones.

***Diseño de Tarjeta PCB***

Seguidamente se procede a realizar el diseño de la tarjeta PCB específica para este proyecto, a través de la cual se pueden interconectar todos los módulos y tarjetas que intervienen en el circuito. El diseño se desarrolla bajo la utilización del software Proteus garantizando esto una correcta conexión entre los componentes.

**Figura 18***Diseño de tarjeta PCB*

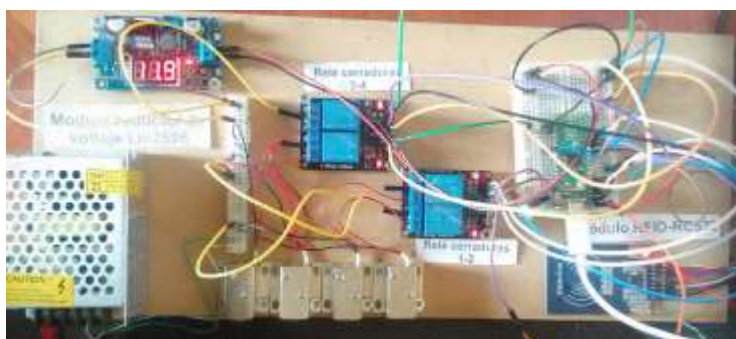
*Nota.* Diagrama de conexiones entre los diferentes componentes del sistema.

**Figura 19***Tarjeta PCB*

*Nota.* En la gráfica se muestra la tarjeta PCB con el Raspberry PI PICO y sus diferentes conexiones.

### ***Instalación de Componentes Electrónicos***

Cada uno de los componentes electrónicos se interconectan entre sí para así lograr un adecuado funcionamiento del sistema de apertura ver Figura 20, para cumplir este paso se utiliza la referencia del diseño de la tarjeta PCB, cada uno de los componentes deben estar bien conectados para así lograr un funcionamiento del sistema.

**Figura 20***Conexión y Prueba de Componentes*

*Nota.* Conexiones y realización de pruebas de funcionamiento en un prototipo de pruebas.



### ***Cableado***

Cada uno de los componentes se instala en su lugar definido a fin de que cumpla su función, por lo cual este paso es de suma importancia ya que mediante un buen cableado va a permitir un funcionamiento correcto del sistema permitiendo el acceso a los materiales depositados en cada uno de los espacios por parte de los usuarios del casillero.

### **Figura 21**

*Cableado de componentes*



*Nota.* Cada uno de los componente se encuentran interconectados entre sí.

### ***Instalación de Fuente de Poder***

El primer elemento de alimentación entre la corriente alterna de la red y el sistema electrónico es la fuente de poder la cual transforma la corriente alterna a continua y disminuye el voltaje a 12VDC para así distribuirla a los diferentes elementos.

**Figura 22***Fuente de Poder*

*Nota.* Primer elemento de conexión y seguridad del sistema al contar esta fuente con un fusible.

***Instalación de HMI Nextion y Sensor RFID***

Se procede a instalar la pantalla Nextion y el sensor RFID, elementos estos de comunicación entre el usuario y el sistema de automatización de apertura en el espacio central ya que el mismo en su interior alberga la instalación de componentes de control, electrónica, reductor de voltaje y fuente de poder.

**Figura 23***Instalación de Elementos*

*Nota.* Tanto la pantalla como el sensor RFID son instalados en la puerta central del módulo.

### ***Programación de Pantalla Nextion***

Posterior a la instalación de todos los componentes del hardware se procede a realizar la programación de la pantalla Nextion mediante el software Nextion editor, en este paso se diseñan cada una de las páginas que va a mostrar el HMI según las selecciones del usuario y los resultados de cada una. A continuación se presentan la carga del programa, pantallas y resultados.

#### **Figura 24**

*Carga del programa en la pantalla Nextion*



*Nota.* Proceso de carga del programa con su respectivo porcentaje.



**Figura 26***Pantalla principal*

*Nota.* Luego de la activación de la pantalla se muestra la pantalla principal y los dos opciones del usuario para la apertura del casillero.

Si el usuario selecciona “Clave” el sistema cambia a otra pantalla en la cual se debe seleccionar el casillero que se desea abrir, ver Figura , luego de esta selección se deber ingresar la clave seguido de el botón “Ok”, ver Figura 28, para que el sistema active la cerradura del casillero seleccionado y posterior muestra el mensaje de “Acceso concedido” ver Figura 29, en caso de que la clave no sea la correcta la pantalla mostrara un mensaje de “Acceso denegado” ver Figura 30.

**Figura 27***Pantalla de selección de casillero*

*Nota.* El usuario debe seleccionar el número del casillero que desee abrir.

**Figura 28**

*Pantalla para el ingreso de clave*



*Nota.* Luego de ingresar la clave se debe presionar el botón Ok, si el usuario introdujo un número no deseado se debe presionar Borrar.

**Figura 29**

*Mensaje de Acceso concedido*



*Nota.* Cuando la clave ingresada es la correcta se muestra este mensaje.

**Figura 30**

*Mensaje de Acceso denegado*



*Nota.* Cuando la clave ingresada es incorrecta se muestra este mensaje.

En caso contrario el usuario desea abrir el casillero con su TAG debe seleccionar de la pantalla inicial el botón TAG, a continuación se muestra una pantalla con la indicación Coloque su TAG, ver Figura 31, paso siguiente debe acercar el mismo al espacio rotulado ver Figura 32.

**Figura 31**

*Mensaje para colocar el TAG en el sensor RFID*



*Nota.* Luego de que la pantalla muestra el mensaje se debe acercar el TAG lo más posible al sensor.

**Figura 32***Sensor RFID*

*Nota.* El usuario deberá acercar su TAG al sensor RFID debidamente rotulado.

Las claves podrán ser suministrados por parte del usuario principal a terceras personas según sea la necesidad de guardar algún material en el casillero o retirar otro, esta clave podrá ser utilizada una sola vez por parte del usuario autorizado, adicional el usuario principal posee una clave maestra que reinicia el contador de las claves a fin de que se puedan utilizar nuevamente.

Finalmente el usuario procede a cerrar la puerta, paso este que no requiere de activación alguna ya que el pestillo de la cerradura funciona como las cerraduras convencionales que se conocen, como se muestra en la Figura 33, ya que esta pieza mecánica sobresale para así bloquear la puerta del casillero.



**Figura 33***Pestillo de cerradura*

*Nota.* En la imagen se muestra el elemento mecánico encargado de realizar el cierre de la puerta sin necesidad de activación de la cerradura.

**Comprobación y Resultados**

Mediante la realización de pruebas se procede a realizar la comprobación del sistema de apertura automática de casilleros, algunos de los componentes utilizados en el sistema cuentan con aparatos de medición los cuales muestran los valores como por ejemplo el del voltaje de entrada y voltaje de salida en el reductor de voltaje a fin de garantizar el correcto y seguro funcionamientos del mismos, como se puede observar el la Figura 23, en donde se muestra el voltaje de salida del reductor de voltaje.

**Figura 34***Indicador de Voltaje*

*Nota.* El módulo reductor LM2596 cuenta con un indicador de voltaje, se muestra un valor de 4.9 VDC el cual es verificado mediante el uso de un multímetro.

En este mismo sentido se deben realizar mediciones de consumo mediante el multímetro, en este caso se utiliza un multímetro digital de la marca FLUKE específicamente el modelo 179 Multímetro de valor eficaz verdadero. En los datos técnicos proporcionados por los fabricantes de los componentes utilizados en el sistema indican que dichos valores son bajos (en algunos casos menores a 1 Amperio) por lo cual resulta difícil obtener un valor real con la pinza amperimétrica.

**Figura 35***Medición de Amperaje*

*Nota.* Se procede a realizar medición de amperaje de algunos componentes.

En resumen, luego de realizar las mediciones correspondientes, así como también aplicar los instrumentos de recolección de datos para verificar la funcionabilidad del sistema automatizado para los casilleros, se pudo observar que las variables medidas coinciden con la propuesta del proyecto, en cuanto a tiempo, consumo de corriente, voltaje, interfaz del sistema y satisfacción de los usuarios.

Para finalizar se puede decir que el módulo de sistema de casilleros se encuentra funcionando de acuerdo a los parámetros establecidos en la tabla de variables tales como tiempo tardando en iniciar el sistema 1 segundo, apertura del casillero con TAG 1 segundo, apertura del casillero con clave 1 segundos. En cuanto a Corriente de funcionamiento arrojó 0.05 Amperios, el sistema de seguridad de la cerradura 5 VDC.

Además la encuesta y test de observación aplicados indicaron la utilidad veraz y optima que presenta el sistema por lo cual se concluye que el sistema es apropiado y útil para implementar y resguardar materiales en los talleres de electromecánica. Esto se puede visualizar en la tabla N° 3 que se presenta a continuación.

**Tabla 3***Comprobaciones de funcionamiento*

Variable	ITEM	Escala	Resultado
Tiempo	Inicialización del sistema	1 – 10 segundos	1 segundo
	Apertura del casillero con TAG	1-10 segundo	1 segundo
	Apertura del casillero con código y clave	20 – 60 segundos	50 segundos
Corriente de funcionamiento	Consumo de corriente al accionar la cerradura	1-3 Amperios	0.05 Amperios
Seguridad del sistema electrónico	Cantidad de voltaje medido	1.8V – 5 VDC	5 VDC
Amigabilidad del sistema	Que tan fácil es utilizar el sistema de casilleros	Difícil, Regular, Fácil.	Fácil
Satisfacción de los usuarios	El sistema cumple con las necesidades de los usuarios.	Valoración verbal Si-No	Si cumple con las necesidades

*Nota.* La tabla muestra el resultado de los valores de funcionamiento del sistema.

**Correcciones**

En todo proyecto de aplicación práctica se pueden presentar diferentes inconvenientes de funcionamiento que dependen de ajustes para así garantizar un óptimo funcionamiento de forma segura, a continuación se detalla los más relevantes.

Se procede a realizar pequeños cambios en la programación de la tarjeta Raspberry ya que el tiempo de la activación era de 1 segundo así como se muestra en la Figura 26, este no era

suficiente para que le usuario pudiera abrir la puerta para así utilizar el espacio. El mismo se modificó dejando una activación por 2 segundos, mediante pruebas de apertura se pudo constatar que el tiempo de 2 segundos era suficientes para abrir y posteriormente era la puerta para así resguardar el material que se desee. Una de las ventajas de la programación es que los diferentes ajustes no requieren de materiales solo se deben realizar pequeños cambios al código sin la inversión de mucho tiempo.

### Figura 36

*Modificación de la programación*



The image shows two screenshots of code snippets. The top snippet shows a code block with a yellow box highlighting the line `time.sleep(1)`. The bottom snippet shows the same code block but with the line `time.sleep(2)` highlighted in yellow, indicating the modification of the sleep duration.

*Nota.* Ajustes del tiempo de la activación de la cerradura.

En este mismo sentido con respecto a la programación se pudo evidenciar que las librerías oficiales para Raspberry Pi no funcionaban adecuadamente ya que la comunicación entre el HMI y el Raspberry PI PICO no era posible por lo cual se procedió a realizar la codificación necesaria para que los GP16 y GP17 funcionaran como TX0 y RX0 respectivamente.

### Aplicaciones

Un casillero con control automático de apertura ofrece una solución segura para el almacenamiento de productos y documentos. Aplicaciones comerciales incluyen el almacenamiento de documentación importantes, recursos de marketing o archivos, almacenamiento de productos de alto valor, así como el envío y recibo de documentación y productos de manera segura. Esta solución puede ser especialmente útil en entornos corporativos,

institucionales, garantizando una mayor seguridad para los productos y documentos almacenados, al minimizar el riesgo de robo o pérdida.

## Conclusiones

Posteriormente a la realización de la investigación se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

Para comenzar es importante decir que gracias a la revisión bibliográfica referente al proyecto se encontró una extensa y actualizada información sobre las diferentes utilidades que ofrece la placa Raspberry PI, igualmente se encontró que esta es una excelente opción para la automatización de los casilleros, ya que ofrece una interfaz de usuario intuitiva y de fácil utilización, además de una gran funcionalidad para la correcta aplicación del software. Esta herramienta resulta ser una excelente alternativa para la automatización de los procesos de los casilleros.

Continuando, con referencia al diseño de un sistema mecánico y electrónico a través de AutoCAD y Proteus Design Suite, estos ofrecen una solución eficiente para lograr los objetivos deseados. La flexibilidad y la facilidad de uso de estos programas permiten a los usuarios desarrollar y modificar fácilmente los sistemas mecánicos y electrónicos según sus necesidades. Además, se pueden crear diferentes prototipos de diseño para optimizar los resultados finales.

De igual forma el uso de las norma IEC 61499 y NEMA 250 clasificación NEMA 1, ayudan a regular el ensamblaje de los sistemas electrónicos y mecánicos con las indicaciones pertinentes que previenen fallas o errores al construir el prototipo.

Finalmente, en cuanto a la verificación del sistema de acceso automático a través del test de prueba en tiempo real mostró que el sistema de acceso automático es seguro, resistente y confiable. Esto significa que el sistema de acceso automático es una solución adecuada para satisfacer las necesidades de seguridad de cualquier entorno.

## Recomendaciones

En esta sección se exponen las recomendaciones planteadas como resultado de los análisis realizados durante la investigación. Estas recomendaciones buscan contribuir al mejoramiento de las condiciones de la problemática estudiada.

Se recomienda el uso de la placa Raspberry PI para la automatización de los casilleros por su interfaz intuitiva, fácil utilización y gran funcionalidad. La información encontrada en la revisión bibliográfica es extensa y actualizada, mostrando que se trata de una excelente alternativa para los procesos de automatización.

El uso de los software AutoCAD y Proteus Design Suite ya que ofrecen una excelente opción para el diseño de sistemas mecánicos y electrónicos, estos han demostrado ser herramientas indispensables para lograr un producto final funcional y eficiente, por lo que se recomienda su uso para cualquier proyecto en este ámbito.

Es recomendable el uso de normativas para el ensamblaje de circuitos mecánicos y electrónicos. Estas normativas proporcionan una guía clara y específica para los procesos de ensamblaje permitiendo que los productos sean contruidos y ensamblados de manera segura, precisa y eficiente, además pueden asegurar que los productos cumplan con los estándares de seguridad establecidos.

Por último, sería muy acertado el uso del sistema de acceso automático para satisfacer las necesidades de seguridad de cualquier entorno. El test de prueba en tiempo real ha demostrado que el sistema es seguro, resistente y confiable, por lo que es una solución ideal para una variedad de situaciones de seguridad.



## Referencias

- Aldelta technologies. (2023). *Norma IEC para Aparatos y equipos Electrónicos*.  
<https://www.aldeattec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/norma-iec-para-equipos-y-aparatos-electronicos/>
- Área de tecnología. (2022). *El relé*. <https://www.areatecnologia.com/electricidad/rele.html>
- Berral, I., Oliva, J., & Mate, F. (2020). *Montaje de componentes y periféricos microinformáticos* (Ediciones).
- Bollaín, M. (2019). *Ingeniería de instrumentación de plantas de proceso* (Ediciones Diaz de Santos S.A. (ed.)).
- Calvache, S., & Carrion, D. (2020). *Implementación de un sistema automatizado de lockers para la gestión de proyectores*.
- Cerezo, B., & Ortega, E. (2018). *"Diseño de un prototipode casilleros inteligentes, utilizando el carnet universitario y clave de seguridad para el control de acceso a través de una red inalámbrica*.
- Ceupe magazine. (2021). *¿Qué es la programación?* <https://www.ceupe.com/blog/que-es-la-programacion.html>
- Electrónica online. (2022). *¿Qué es la electrónica?* <https://electronicaonline.net>
- Fundación Raspberry Pi. (2021). *Raspberry Pi para la industria*.  
<https://www.raspberrypi.com/for-industry/>
- GSL industrias. (2020). *¿Qué es un sistema de control industrial?*  
<https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/que-es-un-sistema-de-control-industrial>
- Hernández, R. (2018). *Metodología de la Investigación: Vol. Sexta Edic.*
- Herrera, E. X. (2014). *Estudio, diseño e implementación de un prototipo de Entrenador de*

*módulo Raspberry Pi.*

Hommel, F. (2013). *Historia de Babilonia y Asiria*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:101:1-201609021921>.

Inventable.ue. (2018). *Controlano leds con Raspberry Pi*.

<https://www.inventable.eu/2018/02/01/in-out-raspberry-pi-python-parte1/>

Issuu. (2022). *Diseño de investigación enfoque cuantitativo*. <https://n9.cl/olenq>

Itea Studio. (2022). *Novedades en Nextion*. <https://nextion.tech/>

Katz, M. (2018). *¿Que es esa cosa que llamamos tiempo ?* (Asociación Química de Argentina (ed.); Issue August).

Kosow, I. (2021). *Máquinas eléctricas y transformadores* (Reverté (ed.)).

Labcenter. (2021). *PCB Design & Simulation Made Easy*. <https://www.labcenter.com/>

Maluenda, I., & Valderrama, F. (2019). *Curso de Autocad para arquitectos* (Reverté (ed.)).

Naylamp Mechatronics SAC. (2022). *Tutorial módulo lector RIFD RC-522*.

[https://naylampmechatronics.com/blog/22\\_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html](https://naylampmechatronics.com/blog/22_tutorial-modulo-lector-rfid-rc522.html)

Ordóñez, J. (2021). *Guía didáctica máquinas y control industrial*. April.

<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10294.22088>

Ramirez, J., & Calles, R. (2021). *Manual de metodología de la investigación en negocios internacionales* (Ecoe Ediciones (ed.)).

Raspberry Pi Ltd. (2023). *Raspberry Pi Pico Datasheet*.

<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf>

Ricoh Europe PLC. (2019). *Casilleros Inteligentes Contenido*. 16.

[https://www.ricoh.es/media/Ricoh-Smart-Lockers-All-ES-online\\_tcm77-36004.pdf](https://www.ricoh.es/media/Ricoh-Smart-Lockers-All-ES-online_tcm77-36004.pdf)

Robotics Ecuador. (2022). *Electrónica y robótica*. <https://roboticsec.com/producto/reductor-de->

voltaje-lm2596-con-voltimetro/

Smith, G. (2020). *Cómo Medir la Corriente Usando Sensores y Transductores de Corriente*.

<https://dewesoft.com/es/daq/como-medir-corriente-usando-sensores-de-corriente#direct-contact>

Superprof. (2022). *La media aritmética*.

<https://www.superprof.es/apuntes/escolar/matematicas/estadistica/descriptiva/media-aritmetica.html>

TECmikro. (2022). *Modulo LM2596 - regulador step down*. <https://tecmikro.com/alimentacion-pilas-baterias/616-lm2596-modulo-regulador-step-down.html>

Tollervey, N. (2022). *Acerca de Mu*. <https://codewith.mu/en/about>

UNIT Electronics. (2022). *Fuente Conmutada 12V 3A*. <https://uelectronics.com/producto/fuente-conmutada-12v-3a/>

## Anexos

### Anexo 1

#### *Ficha de observación de funcionamiento del sistema*

##### FICHA DE OBSERVACIÓN

**Nombre del equipo:** Sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry PI para la automatización de apertura de casilleros.

**Fecha de la observación:** \_\_\_\_\_

**Objetivo:** Verificar el correcto funcionamiento del sistema automatizado en casilleros.

**Procedimiento:**

1. Inspeccionar la instalación eléctrica para verificar su correcto funcionamiento.
2. Verificar el estado de los componentes del sistema para asegurarse de que estén en buen estado.
3. Probar el funcionamiento del sistema a través de la consola de control.
4. Verificar la conectividad entre los dispositivos que forman parte del sistema.
5. Realizar pruebas de funcionamiento del sistema en diferentes situaciones.

**Conclusiones:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

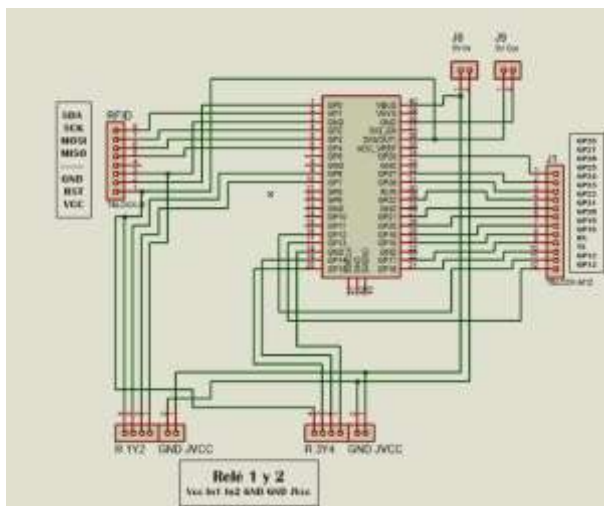
**Recomendaciones:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Firma del observador

*Nota.* Formato de ficha de observación para evaluar el funcionamiento del casillero.

## Anexo 2

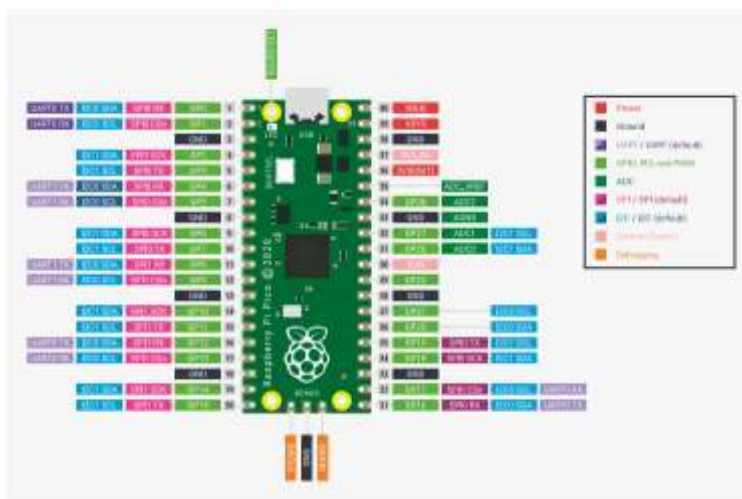
### Esquemático de conexiones



*Nota.* Conexiones de cada uno de los componentes hacia la placa Raspberry PI PICO el cual se realizó en el software Proteus.

## Anexo 3

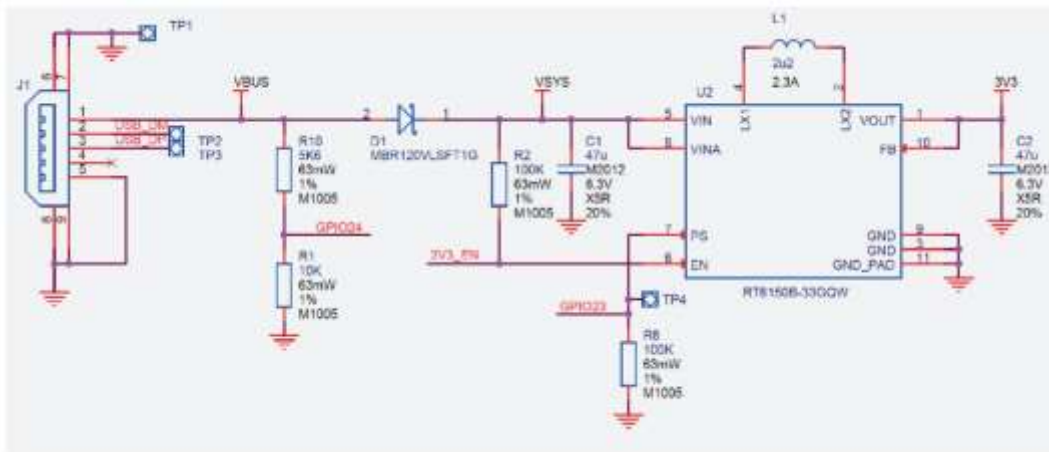
### Pines del Raspberry PI PICO



*Nota.* En la gráfica los pines de conexión del Raspberry PI PICO. Adaptado de *Raspberry Pi Pico Datasheet*, por Raspberry Pi Ltd, 2023, (<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf>).

## Anexo 4

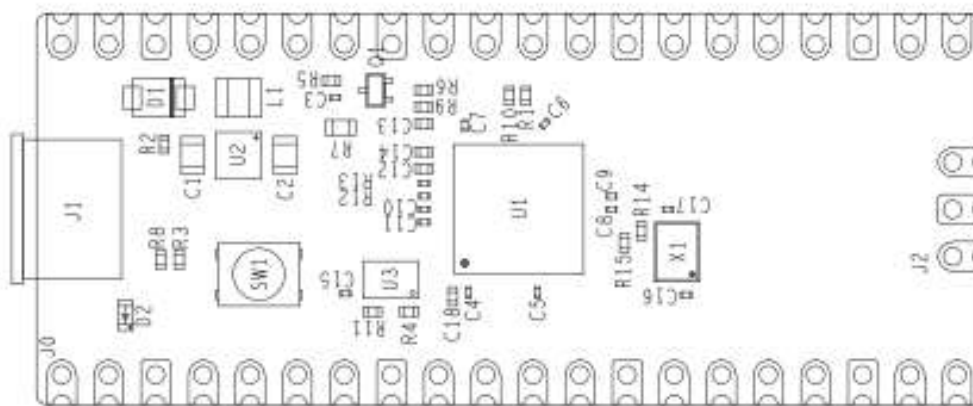
### Cadena de alimentación del Raspberry Pi PICO



*Nota.* El diagrama de la cadena de alimentación se utilizó para poder realizar la alimentación externa de la placa. Adaptado de *Raspberry Pi Pico Datasheet*, por Raspberry Pi Ltd, 2023, (<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf>).

## Anexo 5

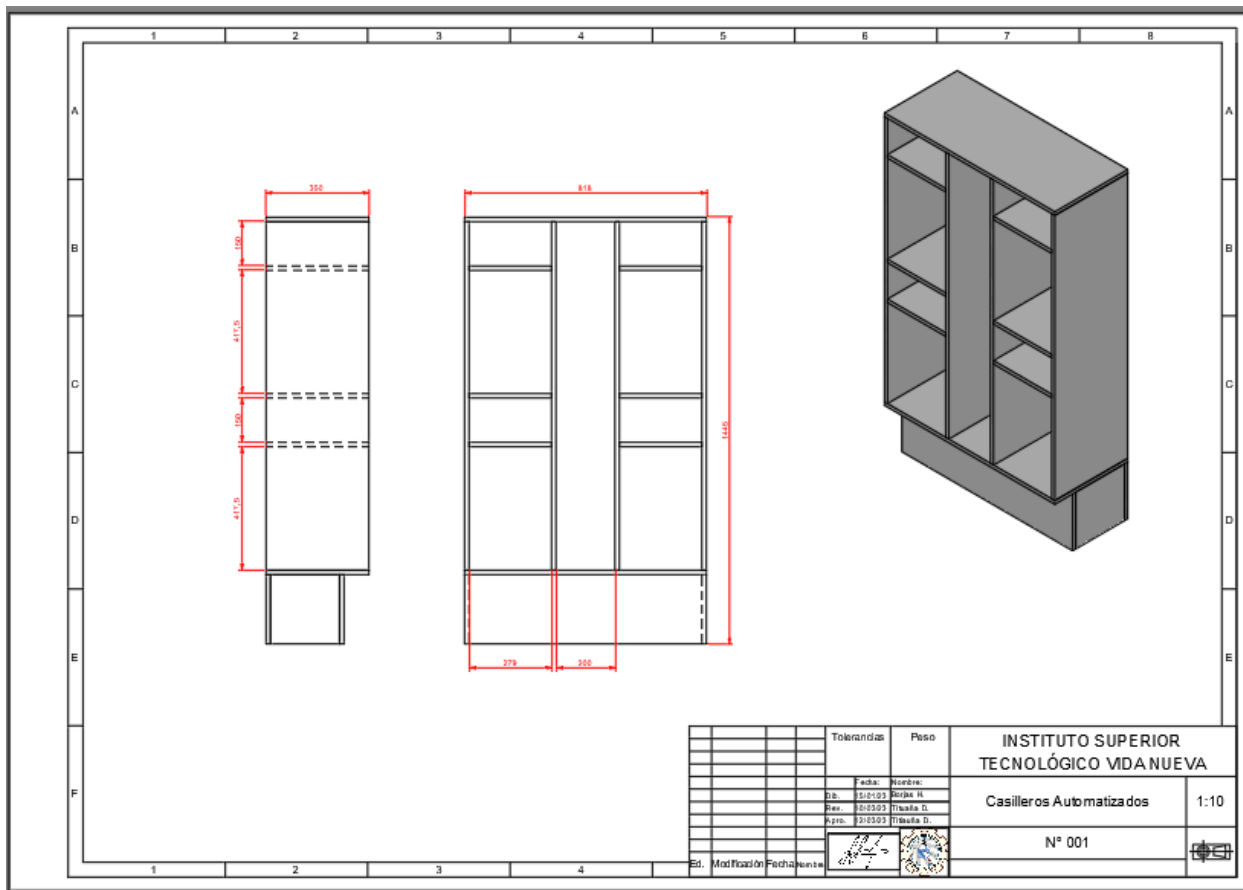
### Localización de componentes



*Nota.* En la imagen se muestra la ubicación de los componentes en la placa. Adaptado de *Raspberry Pi Pico Datasheet*, por Raspberry Pi Ltd, 2023, (<https://datasheets.raspberrypi.com/pico/pico-datasheet.pdf>).

## Anexo 6




*Plano en AutoCAD del casillero*



*Nota.* Plano normalizado del casillero con sus respectivas cotas.

## Anexo 7

## Ficha de Observación

<p style="text-align: center;"><b>TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO</b> <b>VIBA NUEVA</b> <b>SEDE MATRIZ</b></p>  <p style="text-align: center;"><b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b></p> <p><b>Nombre del equipo:</b> Sistema de acceso automático empleando una placa arduino Raspberry Pi para la automatización de aperturas de casilleros.</p> <p><b>Fecha de la observación:</b> Mayo 2023</p> <p><b>Objetivo:</b> Verificar el correcto funcionamiento del sistema automatizado en casilleros.</p> <p><b>Procedimiento:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Inspeccionar la instalación eléctrica para verificar su correcto funcionamiento. Todas las componentes funcionan correctamente. El sistema inicia según lo esperado / segundo, el sistema abre automáticamente al</li> <li>Verificar el estado de los componentes del sistema para asegurarse de que están en buen estado. Es correcto, funciona de manera correcta.</li> <li>Probar el funcionamiento del sistema a través de la consola de comandos. La consola se activa inmediatamente al oírse el tono del sensor RFID. Arrojando un consumo de corriente de 0,07 Amperios.</li> <li>Verificar la conectividad entre los dispositivos que forman parte del sistema. En los dispositivos de control se verifica que está en voltaje de 5 VDC, lo cual indica un buen funcionamiento del sistema.</li> <li>Realizar pruebas de funcionamiento del sistema en diferentes situaciones. Iniciación del sistema: Correción tiempo / segundo Apertura del casillero: Correción tiempo / segundo Apertura del casillero con tarjeta: Correción tiempo / segundo Nivel de funcionamiento: 0,07 Amperios Voltaje medida: 5VDC</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO</b> <b>VIBA NUEVA</b> <b>SEDE MATRIZ</b></p>  <p><b>Conclusiones:</b> El sistema de acceso se encuentra funcionando correctamente según el diseño del proyecto.</p> <p><b>Recomendaciones:</b></p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: right;"> Firma del observador</p>
---	--

*Nota. En la imagen se muestra la ficha de observación en donde se evidencia el correcto funcionamiento del sistema, en este caso la persona que llena la ficha es uno de los autores del proyecto.*



## Anexo 8

## Encuesta 1

**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**  
**VIDA NUEVA**  
**SEDE MATRIZ**



Encuesta

Fecha: Marzo 2021

**Propósito:** Construir un sistema de acceso automático empleando una placa ordenador Raspberry Pi para la automatización de aperturas de casilleros.

**Objetivo de la encuesta:** El objetivo de la encuesta es evaluar la funcionalidad del sistema automatizado de casilleros para comprender el nivel de satisfacción de los usuarios con los procesos accesibilidad, utilidad y seguridad del sistema.

**Indicadores:** 1. Los estudiantes las preguntas de la encuesta. 2. Asignarse de responder a todas las preguntas. 3. Ser específicos y detallados en su respuesta para que los resultados sean lo más precisos posibles. 4. Si tiene alguna pregunta o inquietud sobre el sistema automatizado de casilleros, no dude en hacerla saber en la encuesta.

1. ¿Cuánto tiempo lleva utilizar este sistema de casilleros? Usando el menú de Android

2. ¿Cuál es su experiencia con el sistema de casilleros? Es una experiencia satisfactoria

3. ¿Cómo calificaría la facilidad de uso del sistema de casilleros? (May difícil, difícil, regular, fácil, muy fácil) Es muy fácil

**TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO**  
**VIDA NUEVA**  
**SEDE MATRIZ**



4. ¿Se presentaron problemas al acceder al sistema de casilleros? No se presentó ningún inconveniente

5. ¿Cree que el sistema de casilleros funciona de manera eficiente? Por supuesto existe usar los datos tradicionales y es más fácil

6. ¿Ha sentido alguna dificultad al usar el sistema de casilleros? Ninguna dificultad

7. ¿Recomendaría este sistema de casilleros en otras áreas de la institución? Sería ideal para todos los estudiantes

Observaciones: \_\_\_\_\_



Nombre y apellido: Jeffrey Arce

Fecha: 2021

Nota. Encuesta de funcionamiento a usuario 1.

## Anexo 9

## Encuesta 2

<p><b>TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO</b> VIDA NUEVA SEDE MATRIZ</p>  <p><b>Encuesta</b></p> <p>Fecha: <u>Mayo 2023</u></p> <p><b>Proyecto:</b> Construir un sistema de acceso automático empleando una placa controladora Raspberry Pi para la automatización de apertura de casilleros.</p> <p><b>Objetivo de la encuesta:</b> El objetivo de la encuesta es evaluar la funcionalidad del sistema automatizado de casilleros para corroborar el nivel de satisfacción de los usuarios con los procesos accesibilidad, utilidad y seguridad del sistema.</p> <p><b>Indicaciones:</b> 1. Leer atentamente las preguntas de la encuesta. 2. Asegúrese de responder a todas las preguntas. 3. Ser específico y detallado en su respuesta para que los resultados sean lo más precisos posible. 4. Si tiene alguna pregunta o inquietud sobre el sistema automatizado de casilleros, no dude en hacerla saber en la encuesta.</p> <p>1. ¿Cuánto tiempo le toma utilizar este sistema de casilleros? _____ <u>Se llora aproximadamente 40 minutos código y clave.</u></p> <p>2. ¿Cuál es su experiencia con el sistema de casilleros? <u>Al principio es necesario adaptarse a esta tecnología, pero luego es fácil usarlo.</u></p> <p>3. ¿Cómo calificaría la facilidad de uso del sistema de casilleros? (Muy difícil, difícil, regular, fácil, muy fácil) <u>Al inicio se familiariza con el sistema para lo cual es regular.</u></p>	<p><b>TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO</b> VIDA NUEVA SEDE MATRIZ</p>  <p>4. ¿Se presentaron problemas al acceder al sistema de casilleros? <u>No se presentó ningún problema, solo hay que seguir las indicaciones.</u></p> <p>5. ¿Cree que el sistema de casilleros funciona de manera eficiente? <u>Si es muy eficiente ya que se usa este sistema de forma práctica.</u></p> <p>6. ¿Ha notado alguna dificultad al usar el sistema de casilleros? <u>Solo la adaptación a la nueva herramienta.</u></p> <p>7. ¿Recomendaría este sistema de casilleros en otros áreas de la institución? <u>Se recomendaría para otros casos comunes en donde sea necesario guardar materiales.</u></p> <p>Observaciones: _____</p> <p>Nombre y apellido: <u>José José Villalobos</u></p> <p>Correo: <u>joselov@unv.edu.ec</u></p>
---	--

Nota. Encuesta de funcionamiento a usuario 2.