



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO EN TALANQUERAS PARA LA EFICIENCIA Y  
SEGURIDAD DEL INGRESO VEHICULAR AL PARQUEO DEL CENTRO EDUCATIVO  
TÉCNICO LABORAL KINAL**

**Bryan Esaú Franco Clara**

Asesorado por el Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO EN TALANQUERAS PARA LA EFICIENCIA Y  
SEGURIDAD DEL INGRESO VEHICULAR AL PARQUEO DEL CENTRO EDUCATIVO  
TÉCNICO LABORAL KINAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BRYAN ESAÚ FRANCO CLARA**

ASESORADO POR EL ING. KENNETH ISSUR ESTRADA RUIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
EXAMINADOR	Ing. Natanael Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Kenneth Issur Estrada Ruíz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE UN SISTEMA EMBEBIDO EN TALANQUERAS PARA LA EFICIENCIA Y SEGURIDAD DEL INGRESO VEHICULAR AL PARQUEO DEL CENTRO EDUCATIVO TÉCNICO LABORAL KINAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 19 de abril de 2018.

**Bryan Esaú Franco Clara**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por todos los favores que me ha dado a lo largo de mi vida y por su continuo acompañamiento para alcanzar mis metas.
- Mis padres** Carlos Fernando Franco Castellanos y Blanca Isabel Clara de Franco, por su incondicional apoyo en mi formación humano y profesional.
- Mis hermanos** Angel Fernando Franco Clara y Johnatan Esaú Franco Clara, por su ejemplaridad en todos los ámbitos de la formación.
- Mi cuñada** Lorraine Valladares de Franco, por motivarme para la culminación de este logro alcanzado.
- Mis sobrinos** Fernando Franco Valladares, Isabella Franco Valladares y Lorraine Franco Valladares, por el cariño que me han brindado a lo largo de este tiempo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mis Asesores**

Por la experiencia brindada y por motivarme para la realización de este trabajo de graduación.

### **Mis compañeros de trabajo**

Ya que siempre me apoyaron y tomaron de su tiempo para compartirme sus conocimientos.

### **Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por abrirme las puertas y formarme como profesional, enseñándome que el aprendizaje no termina en sus aulas.

### **Facultad de Ingeniería**

Por transmitirme la experiencia y conocimientos necesarios para mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN .....	XI
1. ANTECEDENTES .....	1
1.1. Historia de Fundación Kinal.....	1
1.2. Misión .....	1
1.3. Visión.....	1
1.4. Problemática del parqueo vehicular .....	2
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Dispositivos <i>Raspberry Pi</i> .....	3
2.2. Tipos de placas <i>Raspberry Pi</i> .....	3
2.2.1. <i>Raspberry Pi Zero</i> .....	4
2.2.2. <i>Raspberry Pi Zero W</i> .....	5
2.2.3. <i>Raspberry Pi 1 Modelo A+</i> .....	6
2.2.4. <i>Raspberry Pi 1 Modelo B+</i> .....	7
2.2.5. <i>Raspberry Pi 2 Modelo B</i> .....	8
2.2.6. <i>Raspberry Pi 3 Modelo B</i> .....	10
2.2.7. <i>Raspberry Pi 3 Modelo B+</i> .....	11
2.2.8. <i>Raspberry Pi 3 Modelo A+</i> .....	12
2.2.9. <i>Raspberry Pi 4 Modelo B</i> .....	13
2.3. Lenguajes de programación de la placa <i>Raspberry Pi</i> .....	14
2.3.1. <i>JavaScript</i> .....	14

2.3.2.	Java.....	15
2.3.3.	<i>Python</i> .....	15
2.4.	Sensores.....	16
2.4.1.	Sensores de Masa metálica.....	16
2.4.2.	Sensores de contacto.....	16
2.4.3.	Sensores de imagen.....	17
2.4.4.	Sensores biométricos.....	17
2.5.	Motores.....	18
2.5.1.	Motor de corriente continua.....	18
2.5.2.	Motor de corriente alterna.....	19
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	21
3.1.	Localización.....	21
3.2.	Delimitación del campo de estudio.....	21
3.3.	Recursos humanos disponibles.....	22
3.4.	Tipos de dispositivos a utilizar.....	22
3.4.1.	Placa <i>Raspberry Pi 3</i> modelo B+.....	22
3.4.2.	Pantalla táctil para <i>Raspberry Pi 3</i> modelo B+.....	24
3.5.	Sensores.....	25
3.5.1.	Cámara para <i>Raspberry Pi 3 B+</i> .....	25
3.5.2.	Mini micrófono USB.....	27
3.5.3.	Mini altavoz con amplificador.....	27
3.5.4.	Botón pulsador.....	28
3.5.5.	Sensor lector de huella FPM11A.....	30
3.5.6.	Sensor de Masa metálica XBALDET.....	32
3.6.	Lenguaje de programación a utilizar.....	33
3.6.1.	<i>Python</i> .....	33
3.7.	Diseño de Estructura.....	34
3.8.	Diseño de un sistema electrónico.....	34



3.9.	Diagrama de automatización de bloques.....	35
4.	DISEÑO PROPUESTO .....	39
4.1.	Diseño propuesto .....	39
4.2.	Esquema de funcionamiento .....	40
4.3.	Arquitectura del control automatizado .....	41
4.4.	Diagrama de sensores.....	41
4.5.	Código de programación .....	42
4.6.	Diagrama de conexión de componentes .....	47
4.7.	Sistema de emergencia de suministro de energía.....	48
5.	MANUAL DE USUARIO .....	51
6.	PLAN DE MANTENIMIENTO .....	53
6.1.	Plan de mantenimiento preventivo .....	53
6.2.	Plan de mantenimiento correctivo .....	54
7.	ANÁLISIS FINANCIERO .....	55
7.1.	Factibilidad económica .....	55
	CONCLUSIONES .....	57
	RECOMENDACIONES .....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	61



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	<i>Raspberry Pi Zero</i> .....	4
2.	<i>Raspberry Pi Zero W</i> .....	5
3.	<i>Raspberry Pi 1 Modelo A+</i> .....	6
4.	<i>Raspberry Pi 1 Modelo B+</i> .....	7
5.	<i>Raspberry Pi 2 Modelo B</i> .....	9
6.	<i>Raspberry Pi 3 Modelo B</i> .....	10
7.	<i>Raspberry Pi 3 Modelo B+</i> .....	11
8.	<i>Raspberry Pi 3 Modelo A+</i> .....	12
9.	<i>Raspberry Pi 4 Modelo B</i> .....	13
10.	Localización .....	21
11.	<i>Raspberry Pi 3 modelo B+</i> .....	23
12.	Pantalla táctil para <i>Raspberry Pi 3 modelo B+</i> .....	25
13.	Cámara para <i>Raspberry Pi 3 B+</i> .....	26
14.	Mini micrófono USB.....	27
15.	Mini altavoz con amplificador .....	28
16.	Botón pulsador .....	29
17.	Sensor lector de huella FPM11A.....	30
18.	Adaptador USB TTL.....	31
19.	Sensor de Masa metálica XBALDET.....	33
20.	Diseño de Estructura.....	34
21.	Diseño de un sistema electrónico .....	35
22.	Flujo de pasos cuando el vehículo se retira del parqueo .....	36
23.	Flujo de pasos cuando el vehículo ingresa al parqueo.....	37

24.	Diseño propuesto.....	39
25.	Esquema de funcionamiento .....	40
26.	Diagrama de sensores.....	41
27.	Diagrama de conexión de componentes.....	48
28.	Conexión del banco baterías .....	49
29.	Interfaz física del diseño propuesto .....	51
30.	Mensaje que se muestra al recibir una llamada.....	52

## **TABLAS**

I.	Factibilidad económica .....	55
----	------------------------------	----

## RESUMEN

Fundación Kinal es un Centro Educativo Técnico de carácter privado, no lucrativo, dirigido a la formación técnica profesional. Está ubicado en una de las áreas más pobres de la ciudad de Guatemala. Tiene como visión ser líderes en la formación técnica, tecnológica y humana de la región, brindando una excelente preparación integral a jóvenes y adultos, logrando su superación personal y profesional. Como misión, busca formar a jóvenes y adultos a través de una educación integral, con énfasis en las áreas técnicas y tecnológicas, influyendo positivamente en su trabajo, su familia y la sociedad.

El Centro Educativo posee bibliotecas, salones de clase, talleres técnicos, laboratorios de computación, salas de estudio, canchas deportivas, salón multimedia, áreas con internet y un parqueo para visitantes, estudiantes y colaboradores de la Institución.

Actualmente, el parqueo cuenta con dos talanqueras que se aperturan de forma manual. El tener las plumillas sin automatizar vulnera la seguridad de las personas y bienes de la Institución ya que por la afluencia vehicular se es difícil llevar un control exacto de los usuarios. Así también, crea deficiencias en el manejo de cobros por parte del departamento de contabilidad.

El diseñar un sistema embebido para las talanqueras permitirá el control a distancia vía comunicación inalámbrica desde un dispositivo móvil. Al estar conectado a la infraestructura de red de la Institución se podrá manejar una base de datos con información del usuario, como la fecha y hora, tanto para la entrada como para la salida vehicular.



# OBJETIVOS

## General

Diseñar un sistema embebido en talanqueras para la eficiencia y seguridad del ingreso vehicular al parqueo del Centro Educativo Técnico Laboral Kinal usando una *Raspberry Pi 3* modelo b+, el lenguaje de programación *Python* y sensores compatibles.

## Específicos

1. Utilizar una *Raspberry Pi 3* modelo b+ para conectar la talanquera a la infraestructura de red de la Institución y poder llevar el registro de los usuarios que hacen uso del parqueo.
2. Utilizar el lenguaje de programación *Python* por la compatibilidad que se tiene con la *Raspberry Pi 3* modelo b+ y por sencillez de su sintaxis al programar soluciones complejas.
3. Utilizar diferentes sensores compatibles con las *Raspberry Pi 3* modelo b+ para permitir que los usuarios puedan ingresar con su huella dactilar y a la vez comunicarse por llamada al presionar un botón de contacto.





## INTRODUCCIÓN

Internet de las cosas (IdC), algunas veces denominado "Internet de los objetos". Las raíces del IdC se pueden remontar al Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), hasta llegar al trabajo del Auto-ID Center. Este grupo, fundado en 1999, realizaba investigaciones en el campo de la identificación por radiofrecuencia en red (RFID) y las tecnologías de sensores emergentes. Los laboratorios de investigación estaban conformados por siete universidades ubicadas en cuatro continentes, seleccionadas por Auto-ID Center para diseñar la arquitectura del IdC.

Según el Grupo de soluciones empresariales basadas en Internet (*IBSG*, *Internet Business Solutions Group*) de Cisco, IdC es sencillamente el punto en el tiempo en el que se conectaron a Internet más "cosas u objetos" que personas.

En 2003, había aproximadamente 6,3 mil millones de personas en el planeta, y había 500 millones de dispositivos conectados a Internet. Si dividimos la cantidad de dispositivos conectados por la población mundial, el resultado indica que había menos de un dispositivo (0,08) por persona. De acuerdo con la definición de Cisco IBSG, el IdC aún no existía en 2003 porque la cantidad de cosas conectadas era relativamente escasa, dado que apenas comenzaba la invasión de los dispositivos omnipresentes, como los *Smartphones*.

El crecimiento explosivo de los *Smartphones* y las *tablet* elevó a 12,5 mil millones en 2010 la cantidad de dispositivos conectados a Internet, en tanto que la población mundial aumentó a 6,8 mil millones, por lo que el número de dispositivos conectados por persona fue superior a 1 (1,84 para ser exactos) por

primera vez en la historia. Si se desglosan aún más estas cifras, Cisco IBSG estima que el IdC “nació” en algún punto entre 2008 y 2009.

Actualmente, IdC está compuesta por una colección dispersa de redes diferentes y con distintos fines. Por ejemplo, los automóviles actuales tienen múltiples redes para controlar el funcionamiento del motor, las medidas de seguridad, los sistemas de comunicación y así sucesivamente. De forma similar, los edificios comerciales y residenciales tienen distintos sistemas de control para la calefacción, el aire acondicionado, la seguridad, la iluminación, entre otros. A medida que el IdC evoluciona, estas redes y muchas otras estarán conectadas con la incorporación de capacidades de seguridad, análisis y administración. Esta inclusión permitirá que el IdC sea una herramienta aún más poderosa.

# **1. ANTECEDENTES**

## **1.1. Historia de Fundación Kinal**

Kinal nació del afán cristiano de algunos fieles del Opus Dei y de otras personas, universitarios y jóvenes profesionales, que deseaban contribuir a la educación de muchachos que no habían tenido la oportunidad de estudiar. Se reunieron para organizar, como primer paso, actividades de formación humana y espiritual y eventos deportivos, y para llevar a cabo sus planes alquilaron una pequeña casa del lugar. Para resolver el vacío educativo de muchos obreros que frecuentaban el Centro, se organizaron cursos cortos de capacitación para carpinteros, jardineros, bodegueros y electricistas. Se atendieron a muchos trabajadores en actividades que tenían por finalidad la mejora del trabajo.

## **1.2. Misión**

Formar a jóvenes y adultos a través de una educación integral, con énfasis en las áreas técnicas y tecnológicas, influyendo positivamente en su trabajo, su familia y la sociedad.

## **1.3. Visión**

Ser líderes en la formación técnica, tecnológica y humana de la región, brindando una excelente preparación integral a jóvenes y adultos, logrando su superación personal y profesional.

#### **1.4. Problemática del parqueo vehicular**

El parqueo cuenta con dos talanqueras que se utilizan para la seguridad vehicular. Actualmente las plumillas están sin automatizar por lo que vulnera la seguridad de alumnos, visitantes y colaboradores. Así también, crea deficiencias en el manejo de cobros por parte del departamento de contabilidad.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Dispositivos *Raspberry Pi*

La *Raspberry Pi* es una serie de ordenadores de placa reducida, ordenadores de placa única u ordenadores de placa simple (SBC) de bajo coste desarrollado en el Reino Unido por la *Raspberry Pi* Foundation, con el objetivo de poner en manos de las personas de todo el mundo el poder de la informática y la creación digital. Si bien el modelo original buscaba la promoción de la enseñanza de informática en las escuelas, este acabó siendo más popular de lo que se esperaba, hasta incluso vendiéndose fuera del mercado objetivo para usos como robótica.

El *software* es de código abierto, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada *Raspberry Pi* OS. En todas sus versiones, incluye un procesador Broadcom, memoria RAM, GPU, puertos USB, HDMI, *Ethernet* (el primer modelo no lo tenía), 40 pines GPIO (desde la *Raspberry Pi 2*) y un conector para cámara. Ninguna de sus ediciones incluye memoria, siendo esta en su primera versión una tarjeta SD y en ediciones posteriores una tarjeta MicroSD.

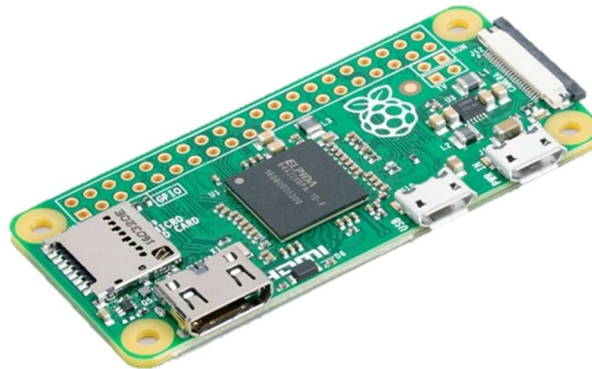
### 2.2. Tipos de placas *Raspberry Pi*

Los diferentes tipos de placas Raspberry tienen diferentes tamaños y características según la funcionalidad que se busque.

### 2.2.1. *Raspberry Pi Zero*

La *Raspberry Pi Zero* tiene la mitad del tamaño de un Modelo A +, con el doble de utilidad. Una pequeña *Raspberry Pi* que es lo suficientemente asequible para cualquier proyecto.

Figura 1. **Raspberry Pi Zero**



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero>. Consulta: octubre 2021.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CPU de un solo núcleo de 1 GHz
- 512 MB de RAM
- Puerto Mini HDMI
- Puerto micro USB OTG
- Alimentación micro USB
- Cabecera de 40 pines compatible con HAT
- Vídeo compuesto y restablecer encabezados
- Conector de cámara CSI (solo v1.3)

### 2.2.2. *Raspberry Pi Zero W*

La *Raspberry Pi Zero W* amplía la familia Pi Zero y viene con conectividad LAN inalámbrica y *Bluetooth* agregada.

Figura 2. *Raspberry Pi Zero W*



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-zero-w>. Consulta: octubre 2021.

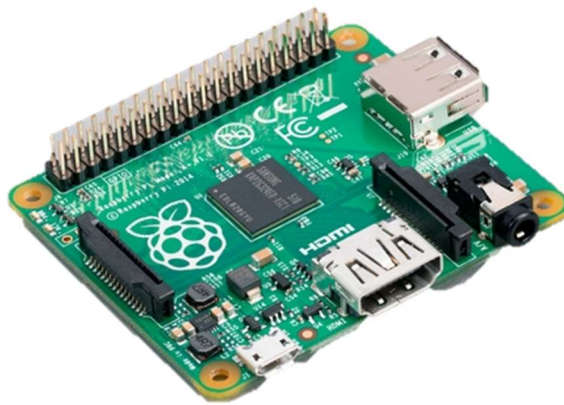
#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LAN inalámbrica 802.11 b / g / n
- *Bluetooth* 4.1
- *Bluetooth* de baja energía (BLE)
- CPU de un solo núcleo de 1 GHz
- 512 MB de RAM
- Puertos Mini HDMI y USB *On-The-Go*
- Alimentación micro USB
- Cabecera de 40 pines compatible con *HAT*
- Conector de cámara CSI

### 2.2.3. *Raspberry Pi 1 Modelo A+*

El Modelo A + es la variante de bajo costo de la *Raspberry Pi*. Reemplazó al Modelo A original en noviembre de 2014.

Figura 3. *Raspberry Pi 1 Modelo A+*



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-1-model-a-plus>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Comparado con el Modelo A evolucionó de manera significativa, a continuación, sus mejoras:

- Más pines GPIO. El encabezado GPIO ha crecido a 40 pines, mientras conserva los mismos pines de salida para los primeros 26 pines que el Modelo A y B.
- *Micro SD*. El antiguo zócalo de la tarjeta SD con ajuste por fricción ha sido reemplazado por una versión microSD de empujar-empujar mucho más agradable.



- Menor consumo de energía. Al reemplazar los reguladores lineales por conmutadores, se ha reducido el consumo de energía entre 0,5W y 1W.
- Mejor audio. El circuito de audio incorpora una fuente de alimentación dedicada de bajo ruido.
- Factor de forma más pequeño y ordenado. Se alineó el conector USB con el borde de la placa, se movió el video compuesto al conector de 3,5 mm y se agregó cuatro orificios de montaje colocados en escuadra. El modelo A + es aproximadamente 2 cm más corto que el modelo A.

#### **2.2.4. *Raspberry Pi 1 Modelo B+***

El Modelo B + es la revisión final de la *Raspberry Pi* original. Reemplazó al Modelo B en julio de 2014 y fue reemplazado por el *Raspberry Pi 2 Modelo B*.

Figura 4. ***Raspberry Pi 1 Modelo B+***



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-1-model-b-plus>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

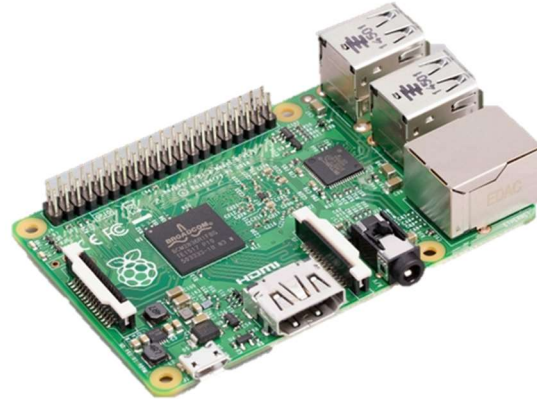
Comparado con el Modelo B evolucionó de manera significativa, a continuación, sus mejoras:

- Más pines GPIO. El encabezado GPIO ha crecido a 40 pines, mientras conserva el mismo número de pines de salida para los primeros 26 pines que el Modelo A y B.
- Más puertos USB. Viene con 4 puertos USB 2,0, en comparación con 2 en el Modelo B, y un mejor comportamiento de conexión en caliente y sobre corriente.
- *Micro SD*. El antiguo zócalo de la tarjeta SD con ajuste por fricción ha sido reemplazado por una versión microSD de empujar-empujar mucho más agradable.
- Conexión LAN. El 100 Base *Ethernet* se mantiene, al igual que el Modelo B original.
- Menor consumo de energía. Al reemplazar los reguladores lineales por conmutadores, hemos reducido el consumo de energía entre 0,5W y 1W.
- Mejor audio. El circuito de audio incorpora una fuente de alimentación dedicada de bajo ruido.
- Factor de forma más ordenado. Hemos alineado los conectores USB con el borde de la placa, movimos el video compuesto al conector de 3,5 mm y agregamos cuatro orificios de montaje colocados en escuadra.

### **2.2.5. Raspberry Pi 2 Modelo B**

El *Raspberry Pi 2 Model B* es el *Raspberry Pi* de segunda generación. Reemplazó a la *Raspberry Pi 1 Model B +* original en febrero de 2015.

Figura 5. **Raspberry Pi 2 Modelo B**



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-2-model-b>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

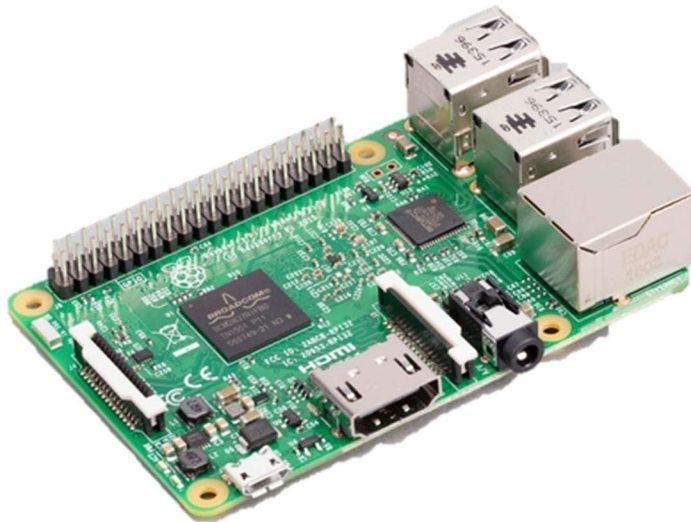
En comparación con la *Raspberry Pi 1*, tiene las siguientes mejoras:

- A 900MHz quad-core ARM Cortex-A7 CPU
- 1GB RAM
- Al igual que el (Pi 1) Modelo B +, también tiene:
- 100 *Ethernet* base
- puertos USB
- 40 pines GPIO
- Puerto HDMI completo
- Conector de audio combinado de 3,5 mm y video compuesto
- Interfaz de cámara (CSI)
- Interfaz de pantalla (DSI)
- Ranura para tarjeta *micro SD*
- Núcleo de gráficos 3D Video Core IV

### 2.2.6. *Raspberry Pi 3 Modelo B*

Computadora de placa única con LAN inalámbrica y conectividad *Bluetooth*. La *Raspberry Pi 3 Modelo B* es el primer modelo de la *Raspberry Pi* de tercera generación. Reemplazó a la *Raspberry Pi 2 Modelo B* en febrero de 2016.

Figura 6. *Raspberry Pi 3 Modelo B*



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b>. Consulta: octubre 2021.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

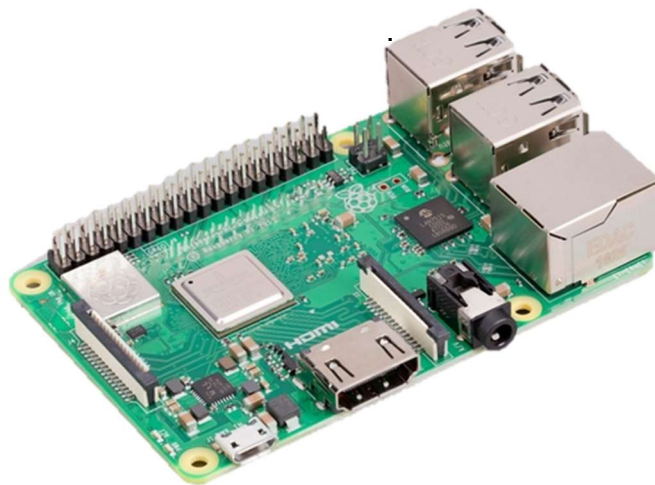
- CPU de cuatro núcleos a 1,2 GHz Broadcom BCM2837 de 64 bits
- 1 GB de RAM
- BCM43438 LAN inalámbrica y *Bluetooth* de baja energía (BLE)
- 100 *Ethernet* base
- GPIO extendido de 40 pines
- puertos USB
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto

- HDMI de tamaño completo
- Puerto de cámara CSI para conectar una cámara *Raspberry Pi*
- Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil *Raspberry Pi*
- Puerto *micro SD* para cargar su sistema operativo y almacenar datos
- Fuente de alimentación micro USB conmutada mejorada hasta 2.5A

### 2.2.7. *Raspberry Pi 3 Modelo B+*

El *Raspberry Pi 3 Modelo B +* es la revisión final de la gama *Raspberry Pi 3*, que además es muy potente.

Figura 7. *Raspberry Pi 3 Modelo B+*



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) SoC de 64 bits a 1,4 GHz

- SDRAM LPDDR2 de 1 GB
- LAN inalámbrica IEEE 802,11.b/g/n/ac de 2,4GHz y 5GHz, *Bluetooth* 4,2, BLE.
- Gigabit *Ethernet* sobre USB 2,0 (rendimiento máximo 300 Mbps).
- Cabecera GPIO extendida de 40 pines.
- HDMI de tamaño completo.
- 4 puertos USB 2,0.
- Puerto de cámara CSI para conectar una cámara *Raspberry Pi*.
- Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil *Raspberry Pi*.
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto.
- Puerto *micro SD* para cargar su sistema operativo y almacenar datos.
- Entrada de alimentación de 5 V / 2,5 A CC.
- Soporta Power-over-*Ethernet* (PoE) (requiere PoE HAT separado).

### 2.2.8. ***Raspberry Pi* 3 Modelo A+**

La *Raspberry Pi* 3 Modelo A+ extiende la gama *Raspberry Pi* 3 al formato de placa A+.

Figura 8. ***Raspberry Pi* 3 Modelo A+**



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-a-plus>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) SoC de 64 bits a 1,4 GHz
- 512 MB LPDDR2 SDRAM
- LAN inalámbrica IEEE 802.11.b/g/n/ac de 2,4GHz y 5GHz, *Bluetooth 4.2*, BLE
- Cabecera GPIO extendida de 40 pines
- HDMI de tamaño completo
- Puertos USB 2.0 individuales
- Puerto de cámara CSI para conectar un módulo de cámara *Raspberry Pi*
- Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil *Raspberry Pi*
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto
- Puerto microSD para cargar su sistema operativo y almacenar datos
- Entrada de alimentación de 5 V / 2,5 A CC

### 2.2.9. *Raspberry Pi 4 Modelo B*

La velocidad y el rendimiento de la nueva *Raspberry Pi 4* es un paso adelante con respecto a los modelos anteriores.

Figura 9. *Raspberry Pi 4 Modelo B*



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b>. Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Salida 4K de pantalla dual, con la *Raspberry Pi 4*, se pueden ejecutar dos monitores a la vez, y también en 4K.
- Silencioso, energéticamente eficiente. La *Raspberry Pi* sin ventilador y de bajo consumo funciona de forma silenciosa y consume mucha menos energía que otras computadoras.
- USB 3,0. Su nueva *Raspberry Pi 4* tiene capacidad USB mejorada: junto con los dos puertos USB 2 encontrará dos puertos USB 3,0, que pueden transferir datos hasta diez veces más rápido.
- Establecimiento de redes de forma rápida. *Raspberry Pi 4* viene con Gigabit *Ethernet*, junto con redes inalámbricas integradas y *Bluetooth*.
- Se puede elegir la capacidad de la memoria RAM. Se tiene a disposición diferentes variantes de la *Raspberry Pi 4*, dependiendo de la cantidad de RAM que se necesite: 2GB, 4GB u 8GB.

### 2.3. Lenguajes de programación de la placa *Raspberry Pi*

La tarjeta de desarrollo *Raspberry Pi* corre en diferentes lenguajes de programación, entre los cuales están: *JavaScript*, *Java* y *Python*.

#### 2.3.1. *JavaScript*

Abreviado comúnmente JS, es un lenguaje de programación interpretado, dialecto del estándar ECMAScript. Se define como orientado a objetos, basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico. Se utiliza principalmente del lado del cliente, implementado como parte de un navegador web permitiendo mejoras en la interfaz de usuario y páginas web dinámicas.



*JavaScript* se diseñó con una sintaxis similar a C, aunque adopta nombres y convenciones del lenguaje de programación *Java*. Sin embargo, *Java* y *JavaScript* tienen semánticas y propósitos diferentes.

### **2.3.2. Java**

*Java* es, a partir de 2012, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web. Desde ordenadores portátiles hasta centros de datos, desde consolas para juegos hasta computadoras avanzadas, desde teléfonos móviles hasta Internet, *Java* está en todas partes.

Su sintaxis deriva en gran medida de C y C++, pero tiene menos utilidades de bajo nivel que cualquiera de ellos. Las aplicaciones de *Java* son compiladas a *bytecode* (clase *Java*), que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual *Java* (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.

### **2.3.3. Python**

*Python* es un lenguaje de programación interpretado, de alto nivel y de propósito general. La filosofía de diseño de *Python* enfatiza la legibilidad del código con su notable uso de sangría significativa. Sus construcciones de lenguaje y su enfoque orientado a objetos tienen como objetivo ayudar a los programadores a escribir código claro y lógico para proyectos de pequeña y gran escala.

*Python* admite múltiples paradigmas de programación, incluida la programación estructurada (en particular procedimental), orientada a objetos y

funcional. *Python* se describe a menudo como un lenguaje "con pilas incluidas" debido a su amplia biblioteca estándar.

*Python* se ubica constantemente como uno de los lenguajes de programación más populares.

## **2.4. Sensores**

Los sensores son dispositivos, módulos o subsistemas cuyo propósito es detectar eventos o cambios en el ambiente, para enviar dicha información recibida del exterior hacia a los procesadores de computadoras. Los sensores se encuentran en diferentes partes y son usados frecuentemente en el día a día, por ejemplo: un botón de elevador que nos dirige hacia un determinado nivel de un edificio o el sensor de imagen que utiliza un ratón de computadora que dirige el cursor de una pantalla de computadora.

### **2.4.1. Sensores de Masa metálica**

Los sensores de masa metálica detectan la presencia de metal, en las barreras vehiculares se utilizan para evitar que la plumilla baje por error aun cuando el vehículo se encuentra por debajo de la barrera.

### **2.4.2. Sensores de contacto**

Se emplean para detectar el final del recorrido o la posición límite de componentes mecánicos. Por ejemplo: saber cuándo una puerta o una ventana que se abren automáticamente están ya completamente abiertas y por lo tanto el motor que las acciona debe pararse.

### **2.4.3. Sensores de imagen**

El sensor de imagen es el elemento de una cámara electrónica, tanto de video como de fotografía estática, que detecta y captura la información que compone la imagen. Esto se logra al convertir la atenuación de las ondas de luz (cuando estas atraviesan o son reflejadas por cuerpos) en señales eléctricas. Las ondas capturadas por el sensor pueden ser luz u otro tipo de radiación electromagnética. Se trata de un chip formado por millones de componentes sensibles a la luz (fotodiodos o fototransistores) que al ser expuestos capturan las ondas proyectadas de un objetivo, que compone la imagen. Los sensores de imagen son utilizados en diversos dispositivos, tales como cámaras digitales, equipos médicos y equipos de visión nocturna.

### **2.4.4. Sensores biométricos**

Una de las ventajas principales de los sensores biométricos es que los hace muy seguros, ya que requieren de algún sentido del cuerpo humano para uso, y como bien sabemos todas las partes del cuerpo son únicas. Además, evita el uso de teclados para autenticarse o el uso de tarjetas que pueden ser clonadas o perdidas.

Un sensor biométrico es un transductor que transforma un rasgo físico y concreto de un ser humano en una señal eléctrica. Por lo general, el sensor interpreta o mide aspectos como la luz, la temperatura, la velocidad (en el caso de una voz, por ejemplo), y otro tipo de estímulos energéticos. Esto se consigue mediante sofisticadas combinaciones de redes de sensores y cámaras digitales o micrófonos cuya imagen o sonido son de alta precisión.

Los sensores biométricos que sirven como sistemas de control de acceso están clasificados en dos grandes tipologías: la biometría fisiológica y la biometría del comportamiento.

La biometría fisiológica se encarga de medir el reconocimiento de un rostro, una huella digital, la geometría de la mano, el iris de nuestros ojos, y el ADN.

La biometría del comportamiento suele usarse para medir la mecanografía (velocidad y pulsación de teclas en un determinado tiempo), la verificación de nuestra firma y el reconocimiento de voz. Aunque parezca mentira, todas las personas tenemos estas 3 características de forma única y exclusiva, hasta el punto de que una máquina puede llegar a identificar con absoluta precisión.

## **2.5. Motores**

Un motor es la parte sistemática de una máquina capaz de hacer funcionar el sistema, transformando algún tipo de energía (eléctrica, de combustibles fósiles, entre otros.).

### **2.5.1. Motor de corriente continua**

También llamado motor de corriente directa. Es una máquina que convierte energía eléctrica en mecánica, provocando un movimiento rotatorio, gracias a la acción de un campo magnético.

Un motor de corriente continua se compone, principalmente, de dos partes:

- El estator da soporte mecánico al aparato y contiene los polos de la máquina, que pueden ser o bien devanados de hilo de cobre sobre un núcleo de hierro, o imanes permanentes.
- El rotor es generalmente de forma cilíndrica, también devanado y con núcleo, alimentado con corriente directa a través del colector formado por delgas. Las delgas se fabrican generalmente de cobre y están en contacto alternante con las escobillas fijas.

### **2.5.2. Motor de corriente alterna**

Son aquellos motores eléctricos que funcionan con alimentación eléctrica alterna.

En algunos de los casos, tales como barcos, donde la fuente principal de energía es de corriente continua, o donde se desea un gran margen de velocidades de giro, pueden emplearse motores de C.C. Sin embargo, la mayoría de los motores modernos trabajan con fuentes de corriente alterna. Existe una gran variedad de motores de CA, entre ellos tres tipos básicos: el universal, el asíncrono y el de jaula de ardilla.



### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Localización

Las instalaciones que se utilizarán para el diseño de un sistema embebido en talanqueras para la eficiencia y seguridad del ingreso vehicular. Es parqueo del Centro Educativo Técnico Laboral Kinal. Fundación Kinal se encuentra ubicada en 6 Ave. 13-54 Zo 7, Colonia Landívar.

Figura 10. Localización



Fuente: elaboración propia, empleando escáner.

#### 3.2. Delimitación del campo de estudio

Fundación Kinal cuenta con un parqueo para alumnos, colaboradores y visitantes del Centro Educativo. La delimitación del campo de estudio se enfocará en la entrada y salida del parqueo de la Institución. Esto permitirá la eficiencia en

el manejo de cobros y seguridad al parqueo a través de la automatización de dos talanqueras conectadas a la red.

### **3.3. Recursos humanos disponibles**

Para llevar a término el diseño embebido de las talanqueras en fundación Kinal se precisa del apoyo del siguiente recurso humano disponible tanto interno a la Institución como externo:

- Técnico instalador de talanqueras.
- Contador de Fundación Kinal.
- Sub-gerente administrativo de Fundación Kinal.
- Guardián del parqueo de fundación Kinal.
- Asesor: Ing. Kenneth Issur Estrada Ruiz.

### **3.4. Tipos de dispositivos a utilizar**

La selección del hardware para el diseño del proyecto se basará en la placa de desarrollo *Raspberry Pi 3* modelo B+, la cual soporta el lenguaje de programación *Python*, se puede conectar a Internet, es de tamaño pequeño y cuenta con características similares a la de una computadora, con 40 pines de entrada y salida ideal para conectar una variedad de sensores compatibles con la placa.

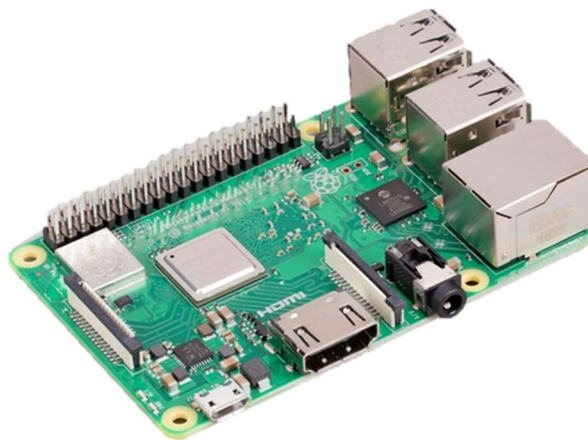
#### **3.4.1. Placa *Raspberry Pi 3* modelo B+**

El *Raspberry Pi 3* Modelo B+ es la revisión final de la gama *Raspberry Pi 3*. Es una computadora con mediciones de 85x56x18 milímetros, ideal para que pase desapercibida en cualquier solución, además funciona para proyectos que



requieren alta demanda de recursos, ya que funciona a 1,4 Ghz, tiene memoria RAM de 1 GB, conectividad inalámbrica incluyendo *Bluetooth* 4,2, BLE, Wi-Fi a doble banda 2,4 Ghz y 5 Ghz, además, la tarjeta de red es Gigabit *Ethernet* por lo que es capaz de alcanzar los 300 Mbps al funcionar sobre USB 2,0.

Figura 11. **Raspberry Pi 3 modelo B+**



Fuente: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus>. Consulta: octubre 2021.

El uso más frecuente hoy en día que se le da a una *Raspberry Pi 3 b+* es para proyectos de Internet de las Cosas, con la creciente demanda de dispositivos electrónicos conectados a la nube y la rápida expansión de Internet, las *Raspberry Pi 3 b+* tiene las condiciones ideales para conectarse a la red, ya que cuenta con un puerto Gigabit *Ethernet*, además de una tarjeta de red inalámbrica que soporta protocolos 802,11. b / g / n / ac de 2,4 GHz y 5 GHz, *Bluetooth* 4,2 y BLE.

La conexión a la nube, su potente procesador ARM de 64 bits y su hardware de código abierto que corre versiones de Linux expande su uso para soluciones

complejas del día a día. Desde usarla como una computadora para su uso diaria, hasta controlar robots de forma remota.

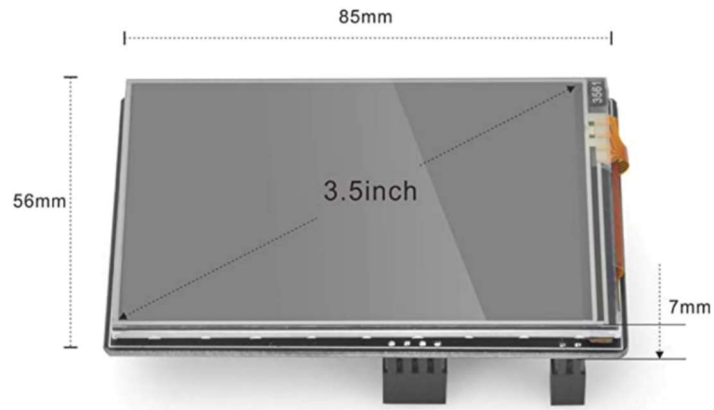
## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) SoC de 64 bits a 1,4 GHz
- SDRAM LPDDR2 de 1 GB
- LAN inalámbrica IEEE 802.11.b / g / n / ac de 2,4 GHz y 5 GHz, *Bluetooth* 4.2, BLE
- Gigabit *Ethernet* sobre USB 2.0 (rendimiento máximo 300 Mbps)
- Cabecera GPIO extendida de 40 pines
- HDMI de tamaño completo
- 4 puertos USB 2,0
- Puerto de cámara CSI para conectar una cámara *Raspberry Pi*
- Puerto de pantalla DSI para conectar una pantalla táctil *Raspberry Pi*
- Salida estéreo de 4 polos y puerto de video compuesto
- Puerto *micro SD* para cargar su sistema operativo y almacenar datos
- Entrada de alimentación de 5 V / 2,5 A CC
- Soporte Power-over-*Ethernet* (PoE) (requiere PoE HAT separado)

### **3.4.2. Pantalla táctil para *Raspberry Pi* 3 modelo B+**

La pantalla táctil de 3,5 pulgadas no necesita de alimentación externa, es compatible con varios sistemas operativos y soporta resoluciones ajustables entre 480\*320 a 1 920\*1 280.

Figura 12. **Pantalla táctil para *Raspberry Pi* 3 modelo B+**



Fuente:

[https://www.amazon.com/gp/product/B01N447AEY/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=s11&tag=hackerhouse-20&linkId=64809a84615e8cfc1bf76bf484f19bdf&language=en\\_US](https://www.amazon.com/gp/product/B01N447AEY/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=s11&tag=hackerhouse-20&linkId=64809a84615e8cfc1bf76bf484f19bdf&language=en_US)

Consulta: octubre 2021.

### **3.5. Sensores**

Existe variedad de sensores según la aplicación que se necesite. Un sensor convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico medible (o, a veces, una señal digital) convertido en una pantalla legible para humanos o transmitida para lectura o procesamiento adicional.

#### **3.5.1. Cámara para *Raspberry Pi* 3 B+**

La cámara tiene mediciones 25 x 25 x 19 milímetros, es compatible con varios modelos de placas *Raspberry Pi* incluyendo la *Raspberry Pi* 3 b+ que utilizaremos para el diseño del proyecto.

La cámara tiene un bajo costo, ángulo de visión de 160 grados y resolución de 5 megapíxeles.

Figura 13. **Cámara para *Raspberry Pi 3 B+***



Fuente:

[https://www.amazon.com/gp/product/B07L2SY756/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=c33870b7119f02bd3698f339a2b082f3&language=en\\_US](https://www.amazon.com/gp/product/B07L2SY756/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=c33870b7119f02bd3698f339a2b082f3&language=en_US).

Consulta: octubre 2021.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- El módulo de la cámara puede ser totalmente compatible con los modelos *Raspberry Pi 4 / 3 B + / 3 B / 2 B / A / B / Zero*.
- Lente gran angular de 160 grados que brinda una mejor experiencia visual.
- Enfoque ajustable con sensor OV5647 de 1 080p. El enfoque se puede ajustar manualmente según la distancia del objeto.
- Uso extenso para fotografía de automóviles, grabación de video, monitoreo en interiores y exteriores, fotografía aérea.
- El módulo de cámara además incluye un cable plano de 15 pines para conectar los modelos *Raspberry Pi 4 / 3 B + / 3 B / 2 B / A / B* y un cable FPC para conectar la placa Pi Zero.

### 3.5.2. Mini micrófono USB

Este mini micrófono USB plug-and-play no necesita controlador, y su interfaz USB significa que se puede usar con cualquier computadora de escritorio, computadora portátil, SBC, entre otros. Funciona muy bien con la placa *Raspberry Pi 3 b+* y tiene un tamaño de 22,2 x 18,3 x 7,0 milímetros.

Figura 14. **Mini micrófono USB**



Fuente:

[https://www.amazon.com/gp/product/B071YMZQP1/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=a72a8a6d8ec7010231fb6c88ea6a4adf&language=en\\_US](https://www.amazon.com/gp/product/B071YMZQP1/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&psc=1&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=a72a8a6d8ec7010231fb6c88ea6a4adf&language=en_US).

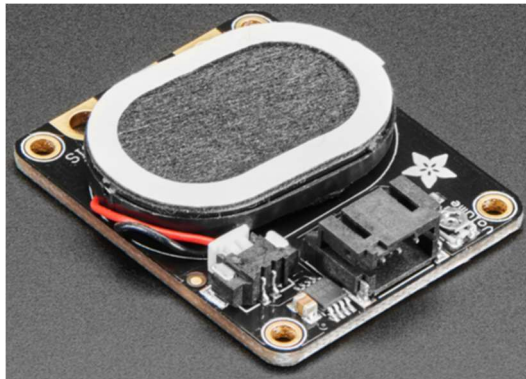
Consulta: octubre 2021.

### 3.5.3. Mini altavoz con amplificador

La conectividad del mini altavoz con amplificador es sencilla, solamente se necesita tierra, alimentación de 3 a 5 voltios y la señal de audio. La señal de audio no necesita estar acoplada a corriente alterna, el mismo dispositivo lo hace y puede alcanzar el voltaje de pin de alimentación (3 o 5 voltios pico a pico).

Es compatible con la placa *Raspberry Pi 3 b+*, para su conexión se puede usar el enchufe JST de 3 clavijas o las almohadillas de cocodrilo. La calidad del sonido es lo suficientemente buena para la música, los tonos, el habla, cualquier sonido y el volumen se puede ajustar con un destornillador pequeño. Tiene mediciones de 37 x 30,5 x 7,2 milímetros.

Figura 15. **Mini altavoz con amplificador**



Fuente: <https://www.adafruit.com/product/3885>. Consulta: octubre 2021.

#### **3.5.4. Botón pulsador**

El botón pulsador está creado de aleación de aluminio lo cual lo hace muy resistente para que tenga un tiempo de vida duradero y cuenta con un anillo led verde iluminado.

Figura 16. **Botón pulsador**



Fuente:

[https://www.amazon.com/gp/product/B01LZ4OU04/ref=as\\_li\\_ss\\_tl?ie=UTF8&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=1697e95fbafb3361deae4209b1325a7f&language=en\\_US&th=1](https://www.amazon.com/gp/product/B01LZ4OU04/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&linkCode=sl1&tag=hackerhouse-20&linkId=1697e95fbafb3361deae4209b1325a7f&language=en_US&th=1).

Consulta: octubre 2021.

El interruptor momentáneo, es normalmente abierto y permanece en estado encendido mientras se presione.

La mayoría de las veces, los interruptores pulsadores se utilizan para el control de circuitos en arrancadores electromagnéticos, tales como relés, interruptor de botón de bocina o cualquier control de circuito.

El interruptor tiene una clasificación de hasta 3A / 250VAC, pero el LED tiene una clasificación de 1,8-2,8V, si desea que el interruptor y el LED funcionen por debajo de 12V, se debe agregar una resistencia.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Profundidad del hilo: 1/2 "(12 mm)
- Diámetro de la cabeza: 22 mm (7/8 ")
- Diámetro del botón: 0,4 "(11 mm)
- Tamaño del orificio de montaje: 3/4 "(19 mm)
- Contactos de profundidad: 0,8 "(20 mm)

- Combinación de interruptores: *1NO*
- Tipos de operación: momentánea
- Clasificación del interruptor: 3A / 250VAC, 3A / 30VDC
- Clasificación de LED: 15mA, AC / DC 2,8V
- Resistencia: 680Ω
- Forma de la cabeza: plana
- Recubrimiento: aleación de aluminio.
- Nivel de protección: IP65, IK08.

### 3.5.5. Sensor lector de huella FPM11A

El sensor de huella evita el uso de contraseñas, por lo que evitará el uso de los teclados matriciales, además, es más seguro que las contraseñas ya que usa la huella dactilar de las personas.

Figura 17. **Sensor lector de huella FPM11A**

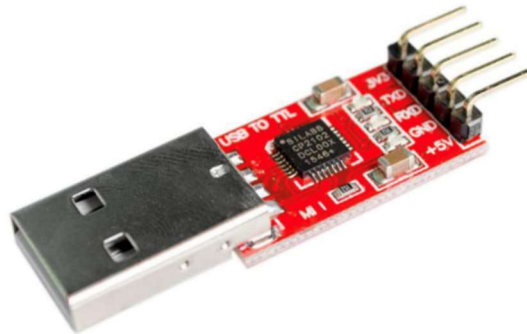


Fuente: [https://www.amazon.com/FlashTree-Optical-Fingerprint-Arduino-Mega2560/dp/B07G6L7YDX/ref=sr\\_1\\_4?keywords=Sensor+FPM11A&qid=1638850096&s=electronics&sr=1-4](https://www.amazon.com/FlashTree-Optical-Fingerprint-Arduino-Mega2560/dp/B07G6L7YDX/ref=sr_1_4?keywords=Sensor+FPM11A&qid=1638850096&s=electronics&sr=1-4). Consulta: octubre 2021.



El sensor de huella a utilizar fue originalmente desarrollado para el uso en la placa Arduino ya que es reconocido vía UART, aunque también se puede usar con la placa *Raspberry Pi 3 b+* y para ello se requerirá de un adaptador USB TTL con 3,3V y 5V de salida.

Figura 18. **Adaptador USB TTL**



Fuente: [https://www.amazon.com/HiLetgo-CP2102-Converter-Adapter-Downloader/dp/B00LODGRV8/ref=sr\\_1\\_2\\_sspa?keywords=Adaptador+USB+TTL&qid=1638852753&sr=8-2-spons&pssc=1&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUE3U05FMEZPSVc4RTMmZW5jcnlwdGVkSWQ9QTAzMDgxNzUxMUUs2T1IBOUJNVETLJmVuY3J5cHRIZEFkSWQ9QTAyMDk5ODIyN1o1RFUwN0VNUU1GJndpZGdldE5hbWU9c3BfYXRmJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZW50JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==](https://www.amazon.com/HiLetgo-CP2102-Converter-Adapter-Downloader/dp/B00LODGRV8/ref=sr_1_2_sspa?keywords=Adaptador+USB+TTL&qid=1638852753&sr=8-2-spons&pssc=1&spLa=ZW5jcnlwdGVkUXVhbGlmaWVyPUE3U05FMEZPSVc4RTMmZW5jcnlwdGVkSWQ9QTAzMDgxNzUxMUUs2T1IBOUJNVETLJmVuY3J5cHRIZEFkSWQ9QTAyMDk5ODIyN1o1RFUwN0VNUU1GJndpZGdldE5hbWU9c3BfYXRmJmFjdGlvbj1jbGlja1JlZGlyZW50JmRvTm90TG9nQ2xpY2s9dHJ1ZQ==). Consulta: octubre 2021.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL LECTOR DE HUELLA FPM11A

- Fuente de alimentación: DC 3,8V-7,0V
- Corriente de funcionamiento: 65 mA (típico)
- Interfaz: UART (nivel lógico TTL)
- Tasa de baudios: (9 600 \* N) bps, N = 1 ~ 12 (predeterminado N = 6, 57 600bps)
- Tiempo de adquisición de imágenes: <1S

- Capacidad de almacenamiento: 1 000
- LEJOS: <0,001 %
- FRR: <1,0 %
- Tiempo de búsqueda promedio: <1 s (1 500, promedio)
- Modo de coincidencia: modo de comparación (1: 1) y modo de búsqueda (1: N)
- Archivo de caracteres: 256 bytes
- Archivo de plantilla: 512 bytes
- Nivel de seguridad: 5 (1,2,3,4,5 (más alto))
- Entorno de trabajo: Temp: -20 ° C - +60; RH: 40 % -85 %
- Entorno de almacenamiento: Temp: -40 ° C - + 85 ° C; RH: <85 %
- Dimensión del área táctil: 14,5 \* 19,4 mm (0,57 \* 0,76 ")
- Dimensión del esquema: 54 \* 20 \* 20,5 mm (2,13 \* 0,79 \* 0,81 ")

### **3.5.6. Sensor de Masa metálica XBALDET**

El Detector de Masa Metálica XBALDET marca AccessPro en conjunto con el lazo magnético SYSLM6 AccessPro, es un dispositivo de seguridad que evita que el brazo de la barrera baje si se encuentra un vehículo debajo de ella, además es el encargado de enviar la orden de cierre a la barrera una vez que el vehículo ha pasado.

Figura 19. **Sensor de Masa metálica XBALDET**



Fuente: <https://camarasdeseguridad.com.gt/accesorios-de-acceso-vehicular/220-xba-l-det-detector-de-masa-metalica-para-uso-con-barreras-vehiculares-xba-l-det.html>. Consulta: octubre 2021.

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- La Interfaz para lazo magnético incluye el socket de conexión.
- 2 salidas de relevador (pulso en salida, presencia).
- Alimentación de 110 Vca.
- Requiere lazo magnético SYSLM4 o SYSLM6.
- Es compatible con Barreras XB5000/XB6000 Industrial por AccessPRO.

### 3.6. Lenguaje de programación a utilizar

De los diferentes lenguajes de programación que soporta la placa *Raspberry Pi 3 b+*, *Python* es el que mejor se adecua al diseño propuesto.

#### 3.6.1. *Python*

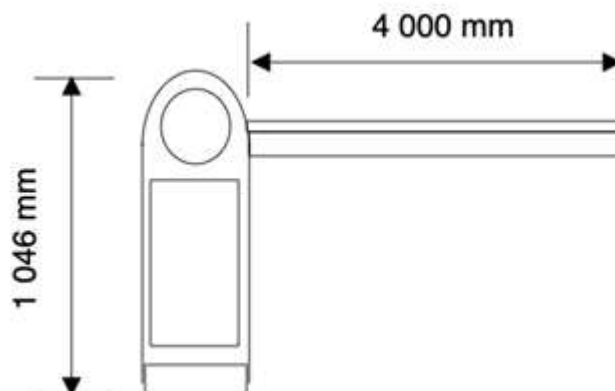
*Python* es un popular lenguaje de programación de código abierto que se utiliza tanto para programas independientes como para aplicaciones de scripting

en una amplia variedad de dominios. Es gratuito, portátil, potente y, a la vez, relativamente fácil y muy divertido de usar. Los programadores de todos los rincones de la industria del *software* han descubierto que el enfoque de *Python* en la productividad del desarrollador y la calidad del *software* es una ventaja estratégica en proyectos tanto grandes como pequeños.

### 3.7. Diseño de Estructura

La plumilla de la barrera vehicular tiene una longitud de 4 000 mm, como se muestra a continuación.

Figura 20. **Diseño de Estructura**

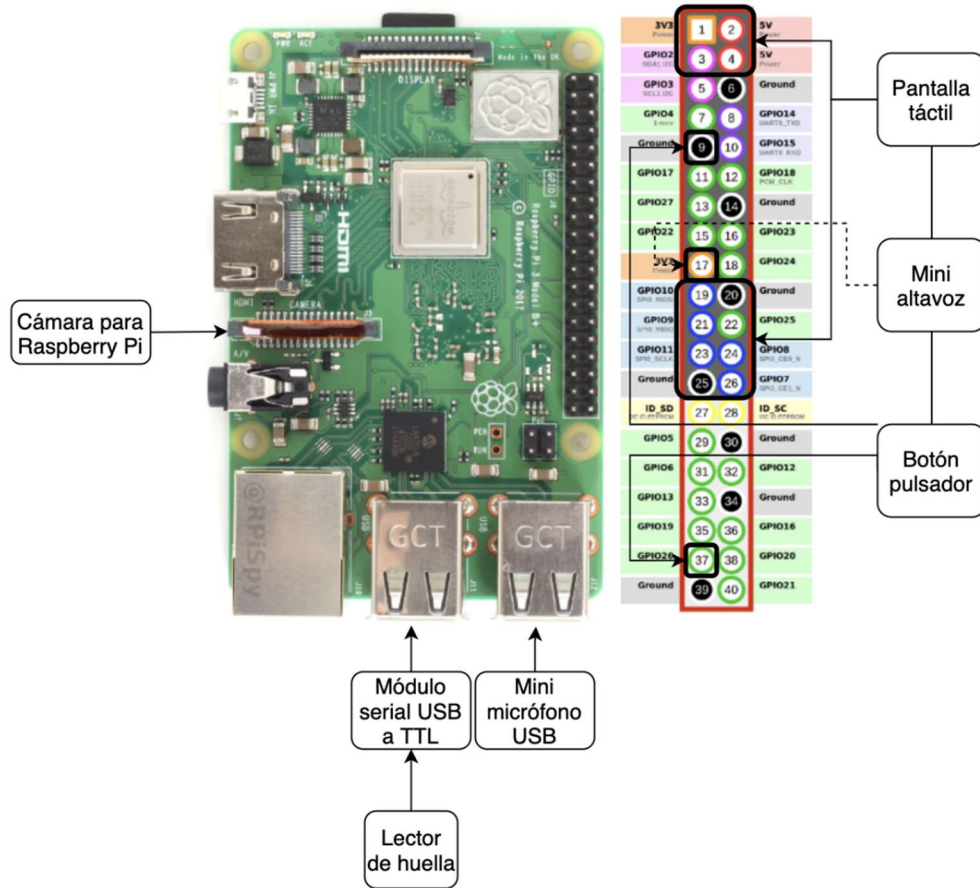


Fuente: elaboración propia, empleando drawio-app.com.

### 3.8. Diseño de un sistema electrónico

El diseño electrónico tiene como base la placa *Raspberry Pi 3+*, a la cual se le conectarán de forma directa los demás sensores.

Figura 21. **Diseño de un sistema electrónico**

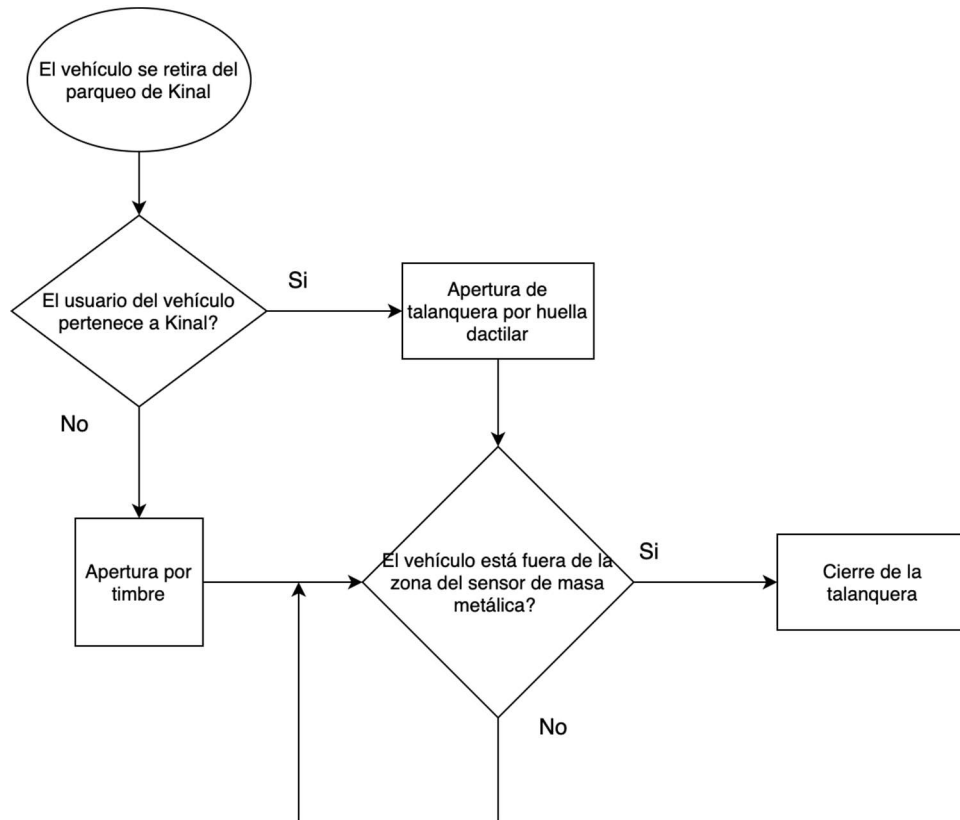


Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

### 3.9. Diagrama de automatización de bloques

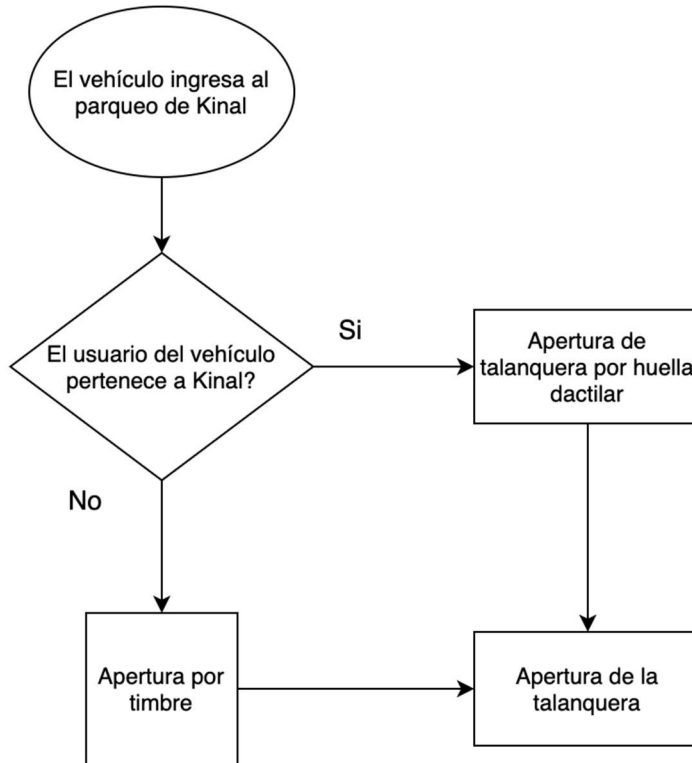
El diagrama de automatización de bloques indica el flujo de tareas que seguirá la solución en cuanto el vehículo ingrese al parque de la Institución, así como cuando se retire.

Figura 22. Flujo de pasos cuando el vehículo se retira del parqueo



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io

Figura 23. Flujo de pasos cuando el vehículo ingresa al parqueo



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.



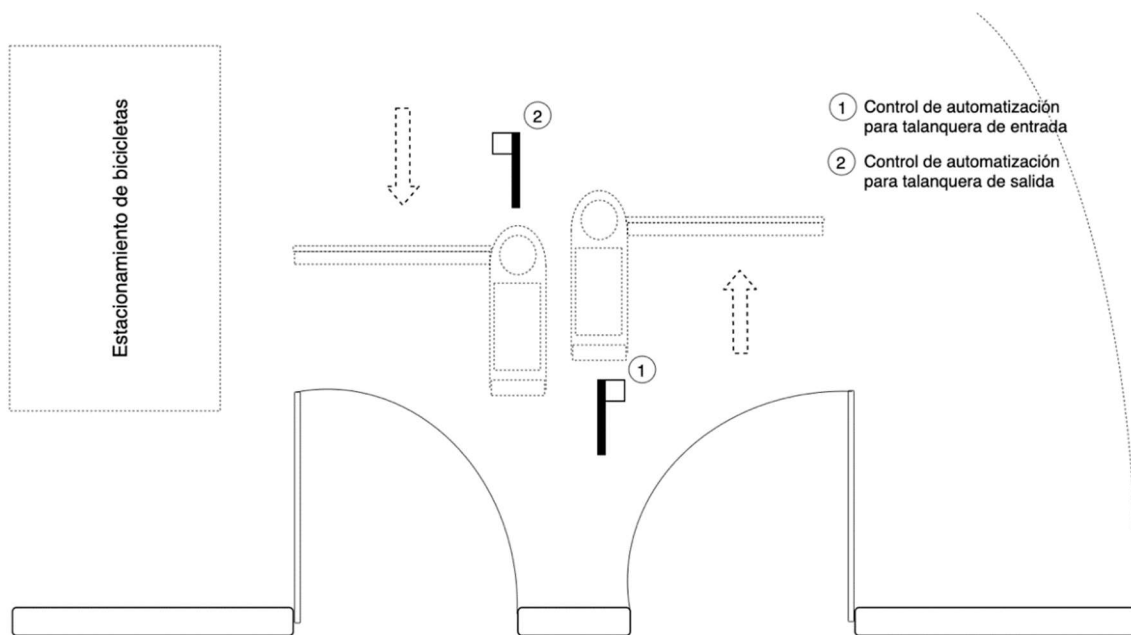


## 4. DISEÑO PROPUESTO

### 4.1. Diseño propuesto

Para el diseño propuesto se realizó un análisis del área de la entrada y salida del parqueo, la capacidad máxima de estacionamientos, ubicación de la garita y caja de flipones. Tomando en cuenta estas consideraciones se proponen los diseños que se observan en las figuras.

Figura 24. Diseño propuesto

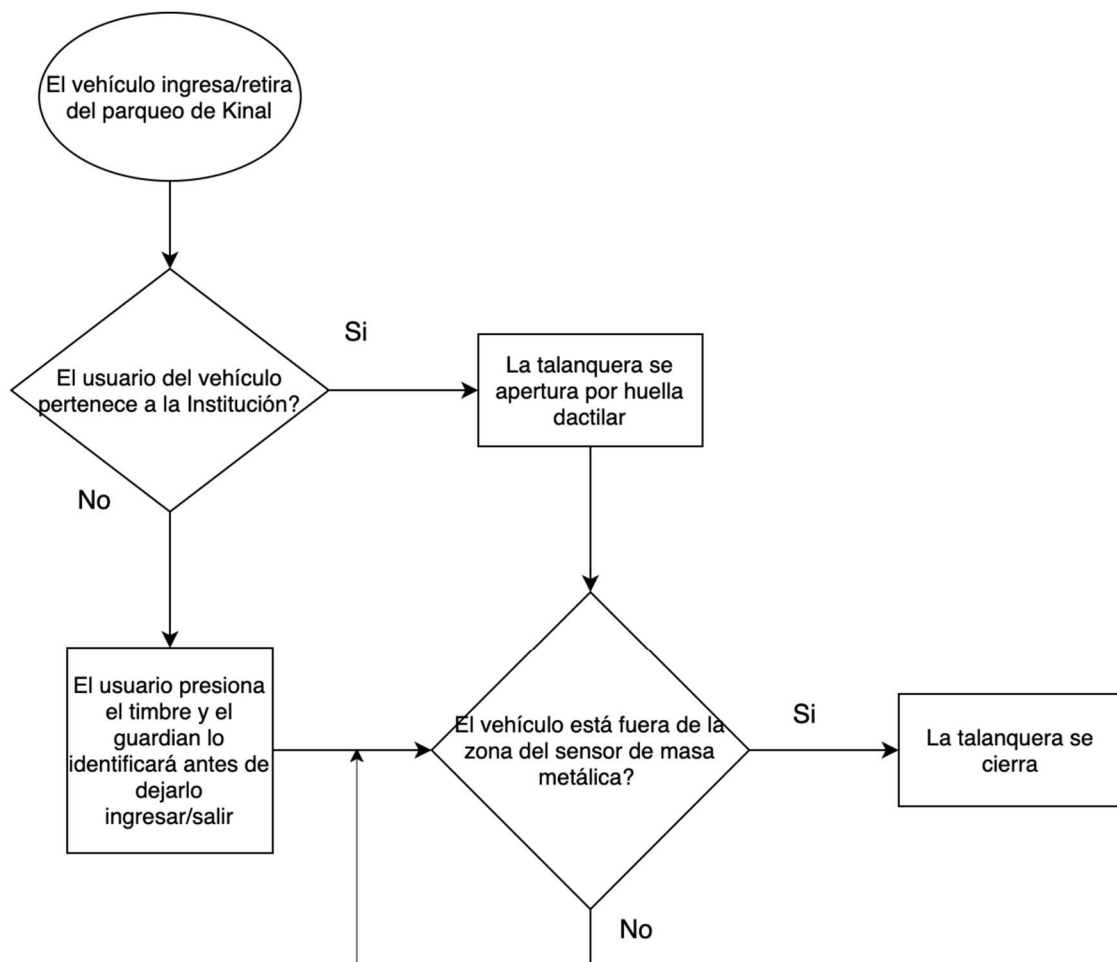


Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

## 4.2. Esquema de funcionamiento

El esquema de funcionamiento se utilizará como una herramienta a través de la cual podemos interpretar de una forma más clara el funcionamiento del sistema de automatización de la talanquera para el parqueo del Centro Educativo Laboral Kinal.

Figura 25. Esquema de funcionamiento



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io

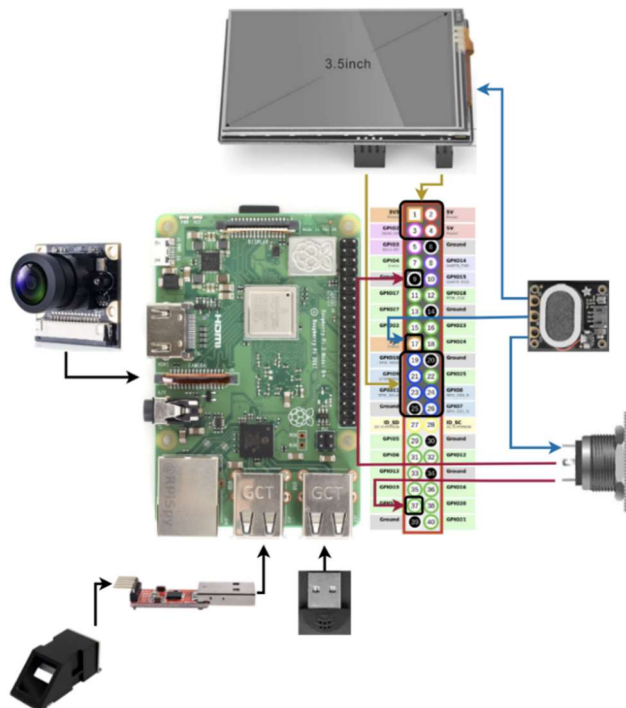
### 4.3. Arquitectura del control automatizado

En la arquitectura de control automatizado de la talanquera del parqueo que se propone en este trabajo de graduación es una representación gráfica detallada de los equipos a interconectar entre los cuales podemos mencionar la placa de desarrollo *Raspberry Pi 3 B+*, sensor de masa metálico XBALDET SYSLM6, Sensor lector de huella FPM11A, entre otros.

### 4.4. Diagrama de sensores

Para automatizar la talanquera del parqueo de Kinal se necesitará conectar cada uno de los sensores a la placa de desarrollo *Raspberry Pi 3 B+* como se muestra en la figura.

Figura 26. Diagrama de sensores



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io

#### 4.5. Código de programación

```
#####  
# Parámetros del usuario  
#####  
DOORBELL_PIN = 26  
DOORBELL_SCREEN_ACTIVE_S = 60  
JITSI_ID = None  
RING_SFX_PATH = None  
ENABLE_EMAIL = False  
FROM_EMAIL = 'eps.enviar.gt@gmail.com'  
FROM_EMAIL_PASSWORD = 'eps1234'  
TO_EMAIL = 'eps.recibir.gt@gmail.com'  
  
#####  
# Programa  
#####  
  
import time  
import os  
import signal  
import subprocess  
import smtplib  
import uuid  
  
from email.MIMEMultipart import MIMEMultipart  
from email.MIMEText import MIMEText  
from email.MIMEImage import MIMEImage  
  
try:
```

```

import RPi.GPIO as GPIO
except RuntimeError:
    print("Error imprtando RPi.GPIO. Quizá porque necesita un super
usuario. Intente nuevamente con 'sudo'.")

def show_screen():
    os.system("tvservice -p")
    os.system("xset dpms force on")

def hide_screen():
    os.system("tvservice -o")

def send_email_notification(chat_url):
    if ENABLE_EMAIL:
        sender = EmailSender(FROM_EMAIL, FROM_EMAIL_PASSWORD)
        email = Email(
            sender,
            'Video Doorbell',
            'Notificación: Un visitante está en espera',
            'Ana video llamada esta esperando en la sala virtual. únete con %s'
% chat_url
        )
        email.send(TO_EMAIL)

def ring_doorbell(pin):
    SoundEffect(RING_SFX_PATH).play()

chat_id = JITSI_ID if JITSI_ID else str(uuid.uuid4())
video_chat = VideoChat(chat_id)

```

```
send_email_notification(video_chat.get_chat_url())
```

```
show_screen()
```

```
video_chat.start()
```

```
time.sleep(DOORBELL_SCREEN_ACTIVE_S)
```

```
video_chat.end()
```

```
hide_screen()
```

```
class SoundEffect:
```

```
    def __init__(self, filepath):
```

```
        self.filepath = filepath
```

```
    def play(self):
```

```
        if self.filepath:
```

```
            subprocess.Popen(["aplay", self.filepath])
```

```
class VideoChat:
```

```
    def __init__(self, chat_id):
```

```
        self.chat_id = chat_id
```

```
        self._process = None
```

```
    def get_chat_url(self):
```

```
        return "http://meet.jit.si/%s" % self.chat_id
```

```
    def start(self):
```

```
        if not self._process and self.chat_id:
```

```
            self._process = subprocess.Popen(["chromium-browser", "-kiosk",  
self.get_chat_url()])
```

```
        else:
            print("No se puede iniciar el video chat -- ya está iniciada o falta el
chat id")
```

```
def end(self):
    if self._process:
        os.kill(self._process.pid, signal.SIGTERM)
```

```
class EmailSender:
    def __init__(self, email, password):
        self.email = email
        self.password = password
```

```
class Email:
    def __init__(self, sender, subject, preamble, body):
        self.sender = sender
        self.subject = subject
        self.preamble = preamble
        self.body = body
```

```
def send(self, to_email):
    msgRoot = MIMEMultipart('related')
    msgRoot['Subject'] = self.subject
    msgRoot['From'] = self.sender.email
    msgRoot['To'] = to_email
    msgRoot.preamble = self.preamble
```

```
    msgAlternative = MIMEMultipart('alternative')
    msgRoot.attach(msgAlternative)
    msgText = MIMEText(self.body)
```

```

msgAlternative.attach(msgText)

smtp = smtplib.SMTP('smtp.gmail.com', 587)
smtp.starttls()
smtp.login(self.sender.email, self.sender.password)
smtp.sendmail(self.sender.email, to_email, msgRoot.as_string())
smtp.quit()
class Doorbell:
    def __init__(self, doorbell_button_pin):
        self._doorbell_button_pin = doorbell_button_pin

    def run(self):
        try:
            print("Iniciando Doorbell...")
            hide_screen()
            self._setup_gpio()
            print("Esperando rings para doorbell...")
            self._wait_forever()

        except KeyboardInterrupt:
            print("Apagado seguro...")

        finally:
            self._cleanup()

    def _wait_forever(self):
        while True:
            time.sleep(0.1)

```



```

def _setup_gpio(self):
    GPIO.setmode(GPIO.BCM)
    GPIO.setup(self._doorbell_button_pin,          GPIO.IN,
pull_up_down=GPIO.PUD_DOWN)
    GPIO.add_event_detect(self._doorbell_button_pin,  GPIO.RISING,
callback=ring_doorbell, bouncetime=2 000)

def _cleanup(self):
    GPIO.cleanup(self._doorbell_button_pin)
    show_screen()

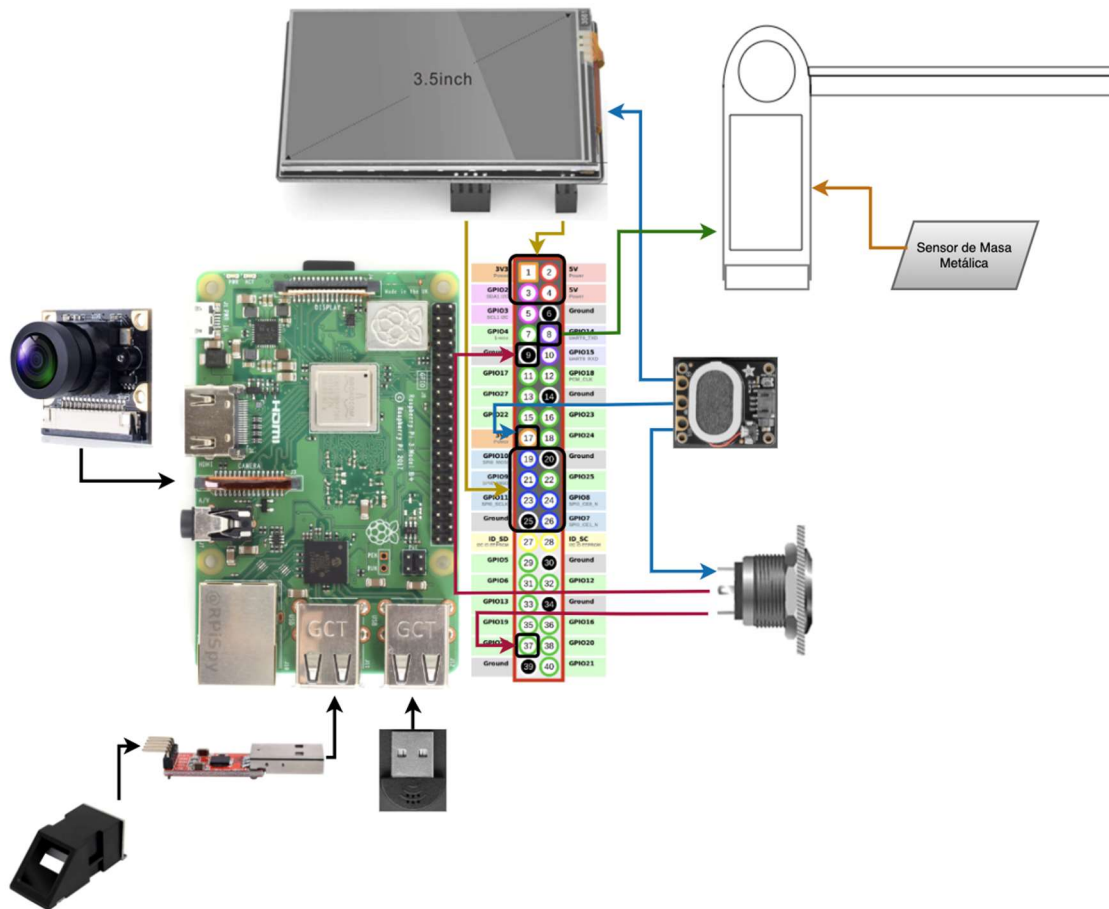
if __name__ == "__main__":
    doorbell = Doorbell(DOORBELL_PIN)
    doorbell.run()

```

#### **4.6. Diagrama de conexión de componentes**

Para conectar los componentes propuestos en la automatización de las talanqueras del parqueo del Centro Educativo Técnico laboral Kinal se precisa conectar los diferentes componentes como se muestra en el diagrama.

Figura 27. Diagrama de conexión de componentes



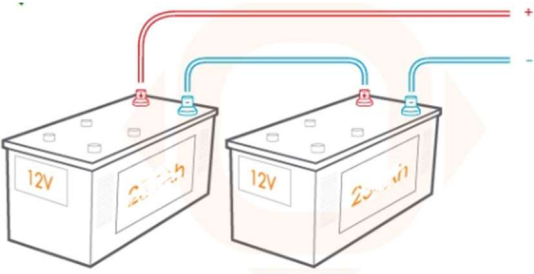
Fuente: elaboración propia, empleando draw.io.

#### 4.7. Sistema de emergencia de suministro de energía

En caso se corte la energía eléctrica, se propone un banco de baterías para la continuación del correcto funcionamiento del diseño de un sistema embebido en talanqueras para la eficiencia y seguridad del ingreso vehicular al parqueo del Centro Educativo Técnico Laboral Kinal.

El banco de baterías entregará un voltaje de 24 voltios y 14 amperios para cada barrera vehicular. Esto equivaldría aproximadamente a 4 horas de funcionamiento independiente de la energía.

Figura 28. **Conexión del banco baterías**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io

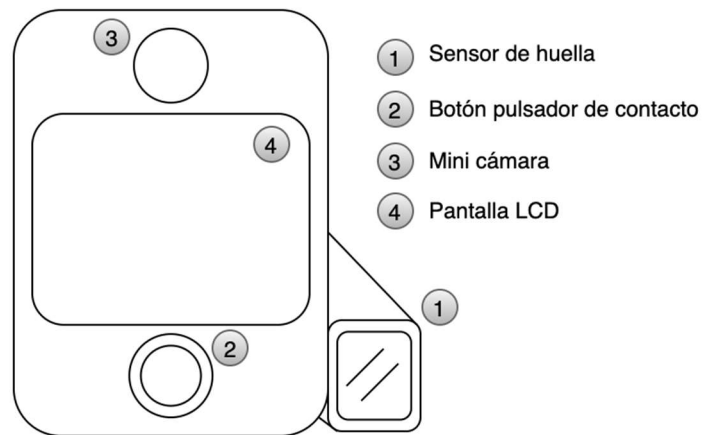


## 5. MANUAL DE USUARIO

El sistema embebido en talanqueras para la eficiencia y seguridad del parqueo de fundación Kinal tiene dos opciones de apertura de la plumilla.

La primera opción consistirá en que el usuario coloque su huella en el lector de huella para poder ingresar al parqueo.

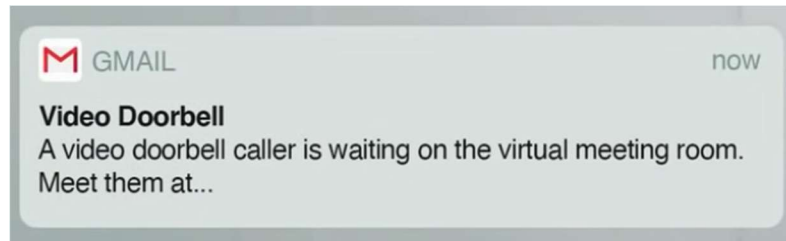
Figura 29. **Interfaz física del diseño propuesto**



Fuente: elaboración propia, empleando draw.io

En caso el usuario no esté registrado, el otro mecanismo de apertura de la talanquera será presionando el botón pulsador de contacto, el cuál realizará una llamada hacia un dispositivo móvil, en el que se podrá abrir la plumilla a distancia.

Figura 30. **Mensaje que se muestra al recibir una llamada**



Fuente: elaboración propia, empleando captura de pantalla.

Para el caso en que se realice una llamada hacia el dispositivo móvil con la opción del botón pulsador, la persona recibirá una notificación como la que se muestra en la imagen, la cual deberá abrir e ingresar en el url que se muestre para así poder contestar la llamada.

## 6. PLAN DE MANTENIMIENTO

### 6.1. Plan de mantenimiento preventivo

Se recomienda ejecutar mensualmente un programa de monitoreo de la temperatura de la *Raspberry Pi 3 b+*, el cual se puede almacenar en un archivo con extensión `.sh` y así facilitar el escribir cada línea de código cada vez que se necesite conocer el nivel de temperatura del mismo. A continuación, el código que deberá tener el archivo `.sh`

```
#!/bin/bash
clear
for f in {1..7}
do
    vcgencmd measure_temp
    sysbench --test=cpu --cpu-max-prime=2 000 --num-threads=4 run
>/dev/null 2>&1 done

vcgencmd measure_temp
```

Respecto a los sensores conectados a la *Raspberry Pi 3 b+* se recomienda tener en existencia por lo menos uno de cada sensor: mini cámara para *Raspberry Pi*, mini micrófono usb, mini altavoz con amplificador, botón pulsador, sensor lector de huella FPM11A, pantalla táctil. También tener una *Raspberry Pi 3 b+* con las configuraciones de la solución propuesta.

## **6.2. Plan de mantenimiento correctivo**

En caso se dañe la *Raspberry Pi 3* modelo b+ por algún factor externo, se deberá reemplazar con la que se tenga en existencia. Muchos artículos en la web mencionan que la *Raspberry Pi 3* b+ es apta para funcionar 24 horas, 7 días de la semana por varios años, algunos no especifican el número de años pero se tiene un promedio de 5 años de vida útil.

Si lo que se daña es algunos de los sensores se deberá de reemplazar por uno de los que se tengan en existencia.



## 7. ANÁLISIS FINANCIERO

### 7.1. Factibilidad económica

Para el diseño propuesto un sistema embebido en talanqueras para la eficiencia y seguridad del ingreso vehicular al parqueo del Centro Educativo Técnico Laboral Kinal. La inversión aproximada se distribuye en los siguientes materiales y componentes.

Tabla I. Factibilidad económica

Item	Precio Unitario (Q)	Cantidad	Total (Q)
<i>Raspberry Pi 3 B+</i>	280,00	2	560,00
<i>Micro SD</i>	49,52	2	99,04
Mini camara 1080p	183,92	1	183,92
Pantalla LCD Touch Screen	199,76	1	199,76
Micrófono pequeño	69,20	1	69,20
Speaker plug	47,60	1	47,60
Pushbutton	71,12	1	71,12
Extensión micro USB	60,72	1	60,72
Socket para cable	10,00	1	10,00
Cables de puente	31,60	1	31,60
Tornillos	216,32	1	216,32
TOTAL			1 549,28

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.



## CONCLUSIONES

1. Se diseñó un sistema embebido en las talanqueras del Centro Educativo Técnico Laboral Kinal para la eficiencia en el manejo de cobros por parte del departamento de contabilidad y para resguardar la seguridad de los alumnos y colaboradores de la Institución.
2. Se utilizó una *Raspberry Pi 3* modelo b+ para conectar la talanquera a la infraestructura de red de la Institución y poder llevar el registro de los usuarios que hacen uso del parqueo.
3. Se utilizó el lenguaje de programación *Python* por la compatibilidad que se tiene con la *Raspberry Pi 3* modelo b+ y por sencillez de su sintaxis al programar soluciones complejas.
4. Se utilizaron diferentes sensores compatibles con las *Raspberry Pi 3* modelo b+ para permitir que los usuarios puedan ingresar con su huella dactilar y a la vez comunicarse por llamada al presionar un botón de contacto.



## RECOMENDACIONES

1. Automatizar los espacios disponibles colocando sensores de proximidad que indiquen cuando un parqueo está libre.
2. Mantener actualizado el sistema operativo de la *Raspberry Pi 3* modelo b+ a la última versión disponible.
3. Desarrollar una aplicación en los diferentes formatos de la industria que se compatible con la solución para que los usuarios puedan realizar su pago desde su teléfono móvil.
4. Realizar un chequeo anual de las conexiones y buen funcionamiento de los sensores conectados a la *Raspberry Pi 3* modelo b+.



## BIBLIOGRAFÍA

1. MOLLOY, Derek. *Exploring Raspberry Pi*. Primera edición. Estados Unidos. John Wiley & Sons, Inc. 2016. 676 p.
2. LUTZ, Mark. *Learning Python*. Quinta edición. Estados Unidos. O'Reilly Media, Inc. 2013. 1 650 p.
3. ODOM, Wendell. *CCNA 200-301 Official Cert Guide, Volume 1*. Primera edición. Estados Unidos. Cisco Press. 2019. 848 p.