



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS  
ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y  
COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

**SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE PUERTAS EN  
PARADAS AUTORIZADAS DE LOS BUSES INTERCANTONALES  
DEL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN SALCEDO.**

---

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación,  
presentado previo la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y  
Comunicaciones

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Comunicaciones Inalámbricas

**AUTOR:** Jaime Roberto Ramón Llanganate

**TUTOR:** Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Mg.

Ambato - Ecuador  
Octubre, 2017

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE PUERTAS EN PARADAS AUTORIZADAS DE LOS BUSES INTERCANTONALES DEL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN SALCEDO”, de él señor JAIME ROBERTO RAMÓN LLANGANATE, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato octubre, 2017

EL TUTOR



Ing. Marco Antonio Jurado Lozada, Mg

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE PUERTAS EN PARADAS AUTORIZADAS DE LOS BUSES INTERCANTONALES DEL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN SALCEDO”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato octubre, 2017



---

Jaime Roberto Ramón Llanganate

CC: 0503792418

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato octubre, 2017



---

Jaime Roberto Ramón Llanganate

CC: 0503792418



## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

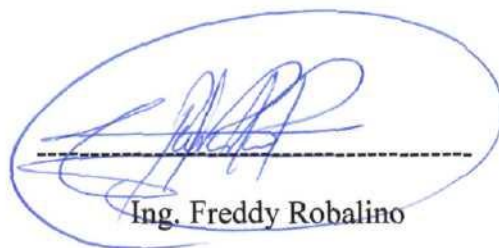
La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Patricio Encalada e Ing. Freddy Robalino, revisaron y aprobaron el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL CONTROL DE PUERTAS EN PARADAS AUTORIZADAS DE LOS BUSES INTERCANTONALES DEL TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN SALCEDO”, presentado por el señor Jaime Roberto Ramón Llanganate de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. Patricio Encalada  
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Freddy Robalino  
DOCENTE CALIFICADOR

**DEDICATORIA:**

*Dedico este trabajo con humildad y emoción a toda mi familia, en especial a mi madre Fanny Llanganate y padre Homero Ramón, por su gran apoyo brindado en toda la carrera estudiantil, por nunca perder las esperanzas en mí. También dedico este trabajo a mis hermanos y primos, para motivarles a que nunca se den por vencidos en lo que se propongan realizar.*

*Jaime Roberto Ramón Llanganate*

## **AGRADECIMIENTO:**

*A Dios por la salud brindada, a mi familia por el gran e incondicional apoyo, al ingeniero Marco Jurado por sus consejos y visión crítica para la elaboración de este proyecto, a mi novia Leticia por siempre confiar en mí y finalmente a todas las personas que de una u otra forma intervinieron para poder culminar con éxito esta etapa de mi vida.*

*Jaime Roberto Ramón Llanganate*

## INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR .....	ii
AUTORÍA .....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA .....	v
DEDICATORIA: .....	vi
AGRADECIMIENTO: .....	vii
INDICE DE FIGURAS .....	xi
INDICE DE TABLAS .....	xiv
RESUMEN .....	xv
ABSTRACT .....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	xvii
CAPITULO 1 .....	18
EL PROBLEMA .....	18
1.1    TEMA .....	18
1.2    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.3    DELIMITACIÓN .....	22
1.4    JUSTIFICACIÓN .....	22
1.5    OBJETIVOS .....	23
1.5.1    OBJETIVO GENERAL .....	23
1.5.2    OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	23
CAPITULO 2 .....	24
MARCO TEORICO .....	24
2.1    ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	24
2.2    FUNDAMENTACION TEORICA .....	27
2.2.1    SISTEMA .....	27
2.2.2    SISTEMA COMBINACIONAL .....	27
2.2.3    SISTEMA SECUENCIAL .....	27
2.2.4    NEUMÁTICA .....	28
2.2.5    ELECTRONEUMÁTICA .....	29
2.2.6    CARACTERÍSTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO .....	29
2.2.7    CILINDROS NEUMÁTICOS .....	30
2.2.8    CILINDRO DE SIMPLE EFECTO .....	30

2.2.9	CILINDRO DE DOBLE EFECTO .....	31
2.2.10	ELECTROVÁLVULA .....	32
2.2.11	VÁLVULAS DE DISTRIBUCIÓN .....	32
2.2.12	REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS VÁLVULAS .....	33
2.2.13	ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS .....	33
2.2.14	FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA NEUMÁTICA.....	34
2.2.15	SISTEMA DE COMUNICACIÓN .....	36
2.2.16	SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIONES.....	36
2.2.17	COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	37
2.2.18	TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA .....	38
2.2.19	ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO .....	43
2.2.20	MICROPROCESADOR.....	46
2.2.21	MICROCONTROLADOR.....	46
2.2.22	MICROCONTROLADORES PIC .....	46
2.2.23	SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS.....	50
2.3	PROPUESTA DE SOLUCION .....	56
CAPITULO 3 .....		57
METODOLOGIA.....		57
3.1	MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION .....	57
3.2	POBLACION Y MUESTRA.....	57
3.3	RECOLECCION DE LA INFORMACION.....	58
3.4	PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS .....	58
3.5	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	58
CAPITULO 4 .....		60
DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....		60
4.1	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	61
4.1.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	61
4.1.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA .....	62
4.1.3	FACTIBILIDAD BIBLIOGRÁFICA .....	62
4.2	REQUERIMIENTOS .....	62
4.3	PROPUESTA.....	63
4.4	ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO DE PUERTAS DE UN BUS.....	66
4.4.1	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA MECÁNICO DEL BUS ...	66

4.4.1.....	67
4.4.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUS ..	67
4.4.3 CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO DE PUERTAS DE UN BUS .....	70
4.5 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA .....	72
4.6 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS .....	73
4.6.1 SELECCIÓN DEL SENSOR .....	73
4.6.2 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR .....	78
4.6.3 SELECCIÓN DE LA TARJETA DE CONTROL DE LA PARADA.....	83
4.6.4 SELECCIÓN DEL MODULO DE COMUNICACIÓN INALAMBRICA 89	
4.6.5 SELECCIÓN DEL RELOJ EN TIEMPO REAL.....	90
4.6.6 SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA .....	92
4.6.7 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO .....	95
4.7 DESARROLLO DEL PROTOTIPO .....	96
4.7.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE PUERTAS.....	96
4.7.2 DESARROLLO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO .....	97
4.7.3 SISTEMA PROTOTIPO DE LA PARADA AUTORIZADA.....	119
4.8 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL DE PUERTAS .....	131
4.9 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO .....	135
4.10 PRESUPUESTO .....	142
4.11 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO .....	144
CAPITULO 5 .....	148
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	148
5.1 CONCLUSIONES .....	148
5.2 RECOMENDACIONES.....	149
BIBLIOGRAFÍA .....	150
ANEXOS .....	160

## INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Esquema Básico del Sistema Secuencial .....	28
Figura 2.2: Compresibilidad [18] .....	29
Figura 2.3: Elasticidad [18] .....	29
Figura 2.4: Símbolo del cilindro de simple efecto [21].....	30
Figura 2.5: Partes del cilindro de simple efecto [21].....	31
Figura 2.6: Cilindro de simple efecto N. Fuera y N. Dentro [22] .....	31
Figura 2.7: Símbolo del cilindro de doble efecto [21].....	31
Figura 2.8: Partes del cilindro de doble efecto [21] .....	32
Figura 2.9: Vías de una Electroválvula [24].....	33
Figura 2.10: Posiciones de las válvulas [24] .....	33
Figura 2.11: Conexión a las vías [24].....	33
Figura 2.12: Representación esquemática de válvulas [24] .....	34
Figura 2.13: Puntos de conexión - Electroválvula neumática 5/2 .....	35
Figura 2.14: Punto inicial - Electroválvula servopilotada 5/2 [26] .....	35
Figura 2.15: Accionamiento – Electroválvula servopilotada 5/2 [26] .....	36
Figura 2.16: Diagrama de bloques de un Sistema de Comunicaciones [27].....	36
Figura 2.17: Diagrama de bloques Sistema Electrónico de Comunicaciones [27] .....	37
Figura 2.18: Espectro Electromagnético de Frecuencias [27].....	44
Figura 2.19: Desviación luz IR – Tecnología IrDA [39].....	45
Figura 2.20: Arquitectura Harvard – Microcontroladores PIC.....	47
Figura 2.21: Estructura interna del microcontrolador [44].....	48
Figura 2.22: Sistema de Adquisición de Datos .....	50
Figura 2.23: Raspberry Pi 1 modelo A+ [52] .....	52
Figura 2.24: Cubieboard 1. [53] .....	54
Figura 2.25: ODROID-C2 [55] .....	55
Figura 2.26: HackBerry A10 [58] .....	56
Figura 4.1: Diagrama de Bloques - Sistema de la Parada .....	63
Figura 4.2: Diagrama de Bloques - Sistema Electrónico del Bus .....	64
Figura 4.3: Bus Interprovincial.....	66
Figura 4.4: Tablero Frontal.....	68
Figura 4.5: Diagrama de Bloques Estructural del Bus .....	69
Figura 4.6: Circuito Electroneumático de Puertas.....	70

Figura 4.7: Conexión Interna Sistema Eléctrico del Bus.....	71
Figura 4.8: Sensor Infrarrojo E18-D80NK [61] .....	73
Figura 4.9: Sensor infrarrojo GP2Y0D02YK [63] .....	74
Figura 4.10: sensor ultrasónico HC-SR04 [64] .....	75
Figura 4.11: Receptor Infrarrojo TSOP4838 [67] .....	76
Figura 4.12: Sensor SA1E [68] .....	77
Figura 4.13: Distribución de pines - PIC 16F627A/628A/648A [70] .....	79
Figura 4.14: Distribución de pines - PIC 16F887 [72] .....	80
Figura 4.15 Aplicaciones de ArduECU [74] .....	82
Figura 4.16: Raspberry Pi Modelo A-B [77].....	84
Figura 4.17: Raspberry Pi 1 Modelo B+ [78].....	85
Figura 4.18: Raspberry Pi 2 Modelo B [80] .....	86
Figura 4.19: Raspberry Pi 3 Modelo B [81] .....	86
Figura 4.20: Distribución de pines GPIO - Raspberry Pi 3 Modelo B. [83], [84] .....	87
Figura 4.21: Reloj en Tiempo Real DS3231 [87].....	90
Figura 4.22: Simbología de una válvula 3/2 [23] .....	93
Figura 4.23: Electroválvula-Solenoide doble 3/2 [89] .....	93
Figura 4.24: Simbología de una válvula 4/2 [23] .....	93
Figura 4.25: Electroválvula CETOP 3 4/2 de 24 VDC. [90].....	93
Figura 4.26: Simbología de una válvula 5/2 [23] .....	94
Figura 4.27: Electroválvula 5/2 [91] .....	94
Figura 4.28: Carrocería Prototipo .....	96
Figura 4.29: Circuito Electroneumático a controlar .....	97
Figura 4.30: Diagrama de Bloques del Sistema Electrónico para el control del prototipo puertas de un bus .....	98
Figura 4.31: Diagrama Funcional del Sistema Electrónico para el control del prototipo puertas de un bus .....	99
Figura 4.32: Transmisor IR (Control Remoto).....	101
Figura 4.33: Multivibrador Astable [96] .....	103
Figura 4.34: Simulación - Multivibrador Astable .....	103
Figura 4.35: Regulador de Tensión de 5VCC a 3VCC .....	103
Figura 4.36: Transmisión IR completo.....	104
Figura 4.37: Trama Protocolo NEC-32 [97].....	105
Figura 4.38: Modulación por Ancho de Pulso del Protocolo NEC-32 [97] .....	105



Figura 4.39: Comunicación IR [99].....	106
Figura 4.40: Trama Control Remoto (Tecla 1).....	106
Figura 4.41: Trama Control Remoto (Tecla 3).....	107
Figura 4.42: Circuito de conexión TSOP4838 - Microcontrolador [67].....	107
Figura 4.43: Circuito del Sistema Electrónico de Control .....	109
Figura 4.44: Placa Impresa - Circuito Microcontrolador .....	109
Figura 4.45: Diagrama de Flujo del Algoritmo del Sistema Microcontrolador .....	114
Figura 4.46: Página Web – Sistema Electrónico .....	115
Figura 4.47: Visualización de Ruta - Sistema Electrónico.....	116
Figura 4.48: Sistema Electrónico - Recepción de Señal IR.....	118
Figura 4.49: Configuración Básica Raspberry Pi 3 .....	121
Figura 4.50: Servidor Apache en funcionamiento.....	122
Figura 4.51: Pantalla principal de phpMyAdmin .....	124
Figura 4.52: Conexión Raspberry Pi 3 - Reloj DS3231 .....	126
Figura 4.53: Configuración del Protocolo I2C en el Raspberry Pi 3.....	127
Figura 4.54: Inclusión del Módulo RTC en el Kernel.....	128
Figura 4.55: Configuración del dispositivo I2C .....	128
Figura 4.56: Configuración del Servicio NAT en el Router HG532s .....	130
Figura 4.57: Comunicación Bidireccional Cliente - Servidor. ....	131
Figura 4.58: Diagrama de Implementación del Sistema.....	132
Figura 4.59: Implementación del Sistema Electrónico de Control.....	133
Figura 4.60: Implementación Sistema Electrónico – Prototipo de Bus.....	134
Figura 4.61: Implementación - Sistema de la Parada Autorizada .....	134
Figura 4.62: Ingreso de Datos-Pagina Web.....	136
Figura 4.63: Ingreso de Datos- Sistema Electrónico .....	136
Figura 4.64: Mensajes de la etapa de sensado .....	137
Figura 4.65: Base de Datos - busbase.....	139
Figura 4.66: Registro de Pruebas al Sistema Electrónico.....	141
Figura 4.67: Registro de Pruebas al Servidor .....	142
Figura A.1: Prototipo del Sistema .....	174
Figura A.2: Conexión Sistema Electrónico – Sistema Electroneumático .....	175
Figura A.3: Sistema Electrónico implementado.....	175
Figura A.4: Sistema – Primera Parada .....	176

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tipos de accionamiento de las válvulas .....	34
Tabla 2.2: Estándares Wi-Fi .....	41
Tabla 2.3: Tipos de Redes Inalámbricas.....	43
Tabla 2.4: Modelos de Raspberry Pi .....	52
Tabla 2.5: Requisitos de alimentación eléctrica en Raspberry Pi.....	53
Tabla 4.1: Cuadro Comparativo de Tecnologías Inalámbricas .....	72
Tabla 4.2: Cuadro comparativo entre sensores de proximidad .....	76
Tabla 4.3: Comparativa entre el sensor TSOP4838 y el sensor SA1E.....	78
Tabla 4.4: Comparativa de Microcontroladores PIC.....	81
Tabla 4.5: Comparativa entre el PIC126F648A y ARDUECU.....	83
Tabla 4.6: Cuadro comparativo entre los distintos tipos de Raspberry Pi.....	88
Tabla 4.7: Parámetros del Módulo Wi-Fi ESP8266.....	90
Tabla 4.8: Características del Reloj en Tiempo Real DS3231 .....	92
Tabla 4.9: Comparativa entre Electroválvulas disponibles .....	94
Tabla 4.10: Cuadro Comparativo entre Cilindros Neumáticos .....	95
Tabla 4.11: Variables del Diagrama de Flujo - Sistema Microcontrolador.....	114
Tabla 4.12: Atributos de los Campos de la Base de Datos.....	125
Tabla 4.13: Pruebas del Prototipo Completo.....	140
Tabla 4.14: Presupuesto del Sistema .....	142
Tabla 4.15: Presupuesto - Sistema Electrónico de Control .....	144
Tabla 4.16: Análisis Costos/beneficios – Sist. De Sellado de Puertas vs Sist. Electrónico de control .....	146

## RESUMEN

En el Cantón Salcedo con el propósito de erradicar la existencia de microparadas que generan los buses intercantonales cuando circulan por el centro de la ciudad y todos los problemas que estas conllevan, el Gobierno Autónomo Descentralizado (G.A.D.) Municipal del Cantón Salcedo ha implementado un Plan Piloto de Movilidad para controlar la apertura de puertas de este tipo de buses y que puedan efectuar la toma de pasajeros únicamente en las paradas autorizadas.

El presente proyecto de investigación permite el desarrollo de un prototipo de Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo, vinculando la electrónica con tecnologías de comunicación inalámbrica. El proceso que hasta la actualidad es realizado por servidores públicos de la municipalidad, tanto el control de puertas como también el registro de la información que caracterizan a cada bus al partir éste de la primera parada autorizada, es automatizado.

El sistema electroneumático que un bus intercantonal tiene para controlar su puerta principal fue analizado con el fin de implementar un prototipo a escala de este sistema y en él poder acoplar el sistema electrónico conformado principalmente por un sensor infrarrojo (IR), un microcontrolador PIC y un módulo Wi-Fi, respectivamente a estos dispositivos el prototipo sensa su llegada a cada parada autorizada, mantiene el control de la puerta principal de acuerdo a condiciones de las paradas autorizadas, recibe y transmite la información que identifica al bus de forma inalámbrica.

El sistema electrónico y el sistema para cada parada autorizada fueron desarrollados en base a los requerimientos de la municipalidad. La comunicación direccional entre transmisor y receptor IR sensa la presencia del bus en cada parada autorizada y la funcionalidad de un Raspberry Pi 3, permite adquirir y gestionar en una base de datos en tiempo real la información que caracteriza a cada bus, a la cual se puede acceder simplemente conectándose a su red Wi-Fi.

**Palabras clave:** Base de datos, Comunicación Wi-Fi, ESP8266, Microcontrolador, Parada autorizada, Sensor IR, Sistema electrónico, Raspberry Pi.

## ABSTRACT

In Salcedo city with the purpose to eradicate the existence of micro-stops that generate the intercity buses when they circulate by the center of the city and all the problems which entail them, the Autonomous Government Decentralized (G.A.D.) Municipal of Salcedo city has been implemented a Pilot Mobility Plan to control the opening of doors of this type of buses as well as they can take the passengers only in the authorized stops.

The present research work allows the development of an Electronic System prototype for the control of doors in authorized stops of the intercity buses of the Land Based Terminal of the Cantón Salcedo, by linking the electronics with wireless communication technologies. The process that until today is carried out by public servers of the municipality, both the control of doors as well as the registration of the information that characterize each bus when departing from the first authorized stop, is automated.

The electro-pneumatic system that an intercity bus has to control its main door was analyzed in order to implement a prototype scale of this system and in it can attach the electronic system consists mainly of an infrared (IR) sensor, a PIC microcontroller and a Wi-Fi module, respectively to these devices the prototype senses its arrival at each authorized stop, it maintains the control of the main door according to conditions of the authorized stops, receives and transmits the information that identifies the bus wirelessly.

The electronic system and the system for each authorized stop were developed based on the requirements of the municipality. The directional communication between transmitter and receiver IR senses the presence of the bus in each authorized stop and the functionality of a Raspberry Pi 3 lets to acquire and manage in a database in real time the information that characterizes each bus in which can access it simply by connecting to Wi-Fi network.

**Keywords:** Database, Wi-Fi Communication, ESP8266, Microcontroller, Authorized Stop, IR Sensor, Electronics system, Raspberry Pi.

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto consiste en la implementación de un prototipo electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo. Pues el sellado de la puerta principal de los buses intercantonales a cargo de los servidores públicos del G.A.D. Municipal del Cantón Salcedo no resulta eficiente y conlleva la utilización de un personal que podría desempeñar otras funciones dentro de la municipalidad.

El desarrollo del proyecto está enfocado en brindar un transporte público seguro, reducir el impacto ambiental, evitar la congestión vehicular e incrementar los ingresos económicos para el Terminal Terrestre. El proyecto establece la problemática que genera la existencia de microparadas dentro de la ciudad de Salcedo y plantea una solución técnica mediante la utilización de hardware y software libre en la construcción del prototipo. Es así que el proyecto se divide en 5 capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el capítulo uno se redacta toda la problemática que generan los buses intercantonales al detenerse frecuentemente cuando circulan por el centro de la ciudad, cómo el sistema actual del sellado de sus puertas no ha solucionado este inconveniente, se justifica la investigación realizada y se plantean objetivos para el correcto desarrollo del proyecto.

En el capítulo dos se exponen antecedentes investigativos sobre proyectos que presentan similitud al tema a desarrollarse, se fundamenta teóricamente los elementos que sustentan al proyecto y se plantea una solución.

En el capítulo tres se expone la modalidad básica de investigación, el procesamiento y análisis de datos y se enlistan las actividades realizadas en el proyecto.

En el capítulo cuatro se describe el diseño e implementación del prototipo de acuerdo a los requerimientos planteados.

En el capítulo cinco se generan las conclusiones y recomendaciones del prototipo realizado.

# **CAPITULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

De acuerdo al análisis realizado por la Asociación de Empresas Gestoras de Transportes Colectivos Urbanos (ATUC) conjuntamente con los datos presentados en el informe anual de Ecologistas en Acción sobre la calidad del aire en el Estado español, en el año 2015 un tercio de los ciudadanos españoles respiran un aire contaminado perjudicial para la salud, y pone de manifiesto como la contaminación atmosférica producida por el tráfico vehicular es el causante del 70% de las emisiones de dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) y es el causante de 25.000 muertes al año en España. El uso del transporte público evita la emisión de hasta 5 millones de toneladas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) al año según los datos de la ATUC, convirtiéndolo en una de las opciones más recomendables para mejorar la calidad del aire. [1]

Para tener una idea del volumen de CO<sub>2</sub> que cada medio de transporte produce se han establecido cifras estimadas para cada tipo de transporte por Kilometro (Km) recorrido: 1Km en un automóvil convencional con combustible fósil emite 150 gramos de CO<sub>2</sub>, 1Km en avión produce 180 gramos de CO<sub>2</sub>, 1 Km en autobús emite 30 gramos de CO<sub>2</sub>, 1km en ferrocarril 35 gramos de CO<sub>2</sub>. Con respecto a esto, la emisión de tan sólo un automóvil equivaldría a la emisión de 5 autobuses, adicionalmente los sistemas de

frenos tanto en un autobús como en un automóvil poseen partes construidas con amianto, al accionar el freno de un vehículo se liberan a la atmósfera pequeñas cantidades de amianto, integrándose así al grupo de contaminantes ambientales producidos por el tráfico vehicular. En grandes ciudades como Madrid o Barcelona, el usuario exige que el transporte público sea hasta un 20% más rápido que un automóvil para seleccionarlo como método de desplazamiento, según los datos del Real Automóvil Club de Cataluña (RACC). [1], [2], [3]

En el Ecuador con la aplicación del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) a partir del año 2010, los Gobiernos Seccionales (Municipalidades) asumen nuevas competencias y una de ellas es la del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial (TTTSV), por lo cual el Consejo Nacional de Competencias (CNC) clasificó a los municipios con modelos de gestión por ende, determina las responsabilidades que tendrán cada uno de los cabildos al asumir dichas competencias. En el artículo 55 del COOTAD emitido el 19 de octubre del 2010 se pueden encontrar las competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado municipal, específicamente el literal f habla sobre Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre dentro de su circunscripción. [4]

Las ciudades que cuentan con un plan de movilidad desde el año 2013 son Quito, Ambato y Cuenca; en el cual se establece como líneas base la racionalización, organización y optimización del sistema de transporte público para optimizarlo como prioritario, con el fin de disminuir la congestión vehicular. [5], [6]

Con la construcción del Paso Lateral en el Cantón Salcedo y la prohibición que tienen los buses interprovinciales de circular por el centro de la ciudad a partir de las 7 am hasta las 7 pm, se ha conseguido mejorar las condiciones ambientales como también el trabajo para los buses intercantonales de la Provincia de Cotopaxi, pues el número de usuarios se ha incrementado; ya que son los únicos que cubren las rutas partiendo desde el Terminal Terrestre del Cantón Salcedo hasta la ciudad de Ambato en sentido sur y a las ciudades de Latacunga y Quito en sentido norte, este incremento de usuarios así como económicamente les es favorable, también es desfavorable para la ciudadanía ya que ha reducido notablemente la fluidez vehicular en el centro de la ciudad. [6]

Conforme los pasajeros aparecen en la vía o tienen la necesidad de quedarse en determinados lugares obligan a que el conductor se detenga frecuentemente e indebidamente al circular con el bus por el centro de la ciudad, a estas paradas repentinas e indebidas se las hace llamar microparadas, las cuales no son autorizadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado (G.A.D). Ocasionan congestión vehicular, malestar por parte de los demás conductores, accidentes de tránsito por el descuido y a más de ello delincuencia, pues los pillos aprovechan cuando un vehículo se detiene para sustraerse las cosas que pueden, como también para atracar a los usuarios que se encuentran a la espera de un bus en las microparadas, estos hechos son evidentes en un día de feria en el Cantón Salcedo. [5]

A partir del año 2016 la Administración del Terminal Terrestre de San Miguel de Salcedo lleva en ejecución un Plan Piloto de Movilidad, el cual pretende incluirse en la “Ordenanza Reformatoria de la Ordenanza para el Funcionamiento del Terminal Terrestre de San Miguel de Salcedo” que se encuentra vigente desde el mes de mayo del 2015. Al realizar la inclusión del Plan Piloto de Movilidad sugiere también aumentar dentro del artículo 31 y 41 las sanciones para el incumplimiento o roto del sellado. La Ordenanza vigente y la propuesta de inclusión emitida por el Administrador del Terminal Terrestre de San Miguel de Salcedo hacia el investigador se encuentran en el Anexo I y el Anexo J [7].

El Plan Piloto de Movilidad establece el sellado de las puertas en los buses intercantonales que salen desde el Terminal Terrestre con destino a las ciudades de Latacunga y Quito en sentido norte y a la ciudad de Ambato en sentido sur. El sello es colocado en el bus cuando parte del Terminal, no podrá ser retirado hasta que llegue a una de las paradas autorizadas, en el Redondel del Príncipe en sentido norte o en la avenida Jaime Mata junto a la pasteurizadora El Paraíso en el sentido sur. Servidores públicos de la municipalidad son los encargados de colocar, retirar, registrar y verificar que el sello no haya sido manipulado para que puedan los usuarios subir o bajar de un determinado bus únicamente en las paradas autorizadas. [8]

Dentro del plan de movilidad están considerados también los buses que cubren la ruta Latacunga – Ambato, a su llegada a Salcedo, en el Redondel del Príncipe deberán dejar o subir a los pasajeros, el funcionario público colocará el sello a los buses para que



atraviesen la ciudad cerradas sus puertas, a su paso no podrán subir ni bajar pasajeros por el centro de la ciudad, cuando el bus llegue a la avenida Jaime Mata junto a la pasteurizadora El Paraíso, otro funcionario será quien retire el sello y podrán subir o bajar los pasajeros. Este plan de movilidad genera recursos económicos para el terminal; ya que obliga a los usuarios que ingresen para tomar un bus y poder viajar, también se procede a cumplir el requerimiento de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) el cual prohíbe la existencia de las microparadas para dar paso a las paradas autorizadas por las autoridades del G.A.D correspondiente. [8]

El proceso con el cual se lleva a cabo el actual plan de movilidad en el Cantón Salcedo, el del sellado de los buses intercantionales involucra la inversión de recursos materiales, humanos y económicos diariamente. Cada usuario que ingresa al Terminal paga el valor de un ticket que cuesta 10 centavos, la Administración del Terminal Terrestre utiliza este fondo económico para adquirir los sellos, que tienen un valor de 3 centavos de dólar por sello, mientras que al personal que se encuentra en las paradas autorizadas se les paga un sueldo de un servidor público ayudante 1, este sueldo corre por cuenta del G.A.D Municipal del Cantón Salcedo. Se necesita disponer de tres personas para dar cumplimiento al plan de movilidad, una persona en el Terminal y dos personas más que se encuentran distribuidas una al lado norte y otra al lado sur de la ciudad. [6]

La información que registra el servidor público de la primera parada autorizada; es decir en el Terminal Terrestre del Cantón es: el nombre del bus, su placa y la frecuencia (ruta de viaje) con fecha y hora exacta, en la segunda parada autorizada otro servidor público verifica que el sello no haya sido manipulado ni tampoco roto y lo retira, si esto ocurre se sanciona al bus. El servidor público de la primera parada entrega su registro al finalizar el día, lo que ocasiona que no se pueda realizar una distribución adecuada de frecuencias para las unidades de transporte intercantonal. [6]

En el Plan Piloto de Movilidad también se establecen tiempos que el bus debe cumplir cuando éste parte del Terminal Terrestre del Cantón, los cuales son: 7 minutos para llegar de la primera a la segunda parada autorizada; sea al lado norte o sur de la ciudad, para el sellado del bus debe tardar aproximadamente 30 segundos, en viajar el bus desde el terminal de la ciudad de Salcedo a la ciudad de Latacunga debe tardar 17 minutos, de igual manera para llegar hasta la ciudad de Ambato desde el Terminal de la ciudad de

Salcedo debe tardar 45 minutos, en los dos casos ya se encuentran considerados los 7 minutos de llegada a cada parada autorizada. Debido a factores externos el bus no cumple el tiempo de 7 minutos para llegar a la segunda parada autorizada, sea al lado norte o sur de la ciudad, a más que los transportistas se las ingenian para desprender el sello, evitar la multa y tomar pasajeros en lugares no permitidos, retornando así al inconveniente inicial; el de la existencia de microparadas en el centro de la ciudad de Salcedo. [6]

### **1.3 DELIMITACIÓN**

**Área Académica:** Comunicaciones

**Línea de Investigación:** Tecnologías de Comunicación.

**Sublínea de Investigación:** Comunicaciones Inalámbricas.

**Delimitación Espacial:** La implementación del prototipo del sistema electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales fue desarrollada en la ciudad de Salcedo como una propuesta de implementación para los buses que parten del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo hacia las ciudades de Ambato y Latacunga.

**Delimitación Temporal:** El presente proyecto de investigación se desarrolló en el periodo académico Octubre 2016 - Septiembre 2017, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La ANT prohíbe la existencia de microparadas por parte de los buses intercantonales o interprovinciales cuando circulan por el centro de una ciudad, por lo cual se ha visto la necesidad de buscar medidas encaminadas que permitan optimizar la fluidez vehicular dentro de la ciudad de Salcedo, generar comodidad en el usuario, reducir la contaminación ambiental, eliminar accidentes de tránsito y hacer preferencial al transporte intercantonales. Con la creación de las paradas autorizadas se pretende culturalizar a la gente para que a futuro se tenga como punto de salida y como punto de

llegada a la ciudad de Salcedo únicamente al Terminal Terrestre y las paradas autorizadas.

La presente investigación pretende beneficiar directamente a todos los usuarios del transporte intercantonal quienes optimizaran su tiempo de viaje, podrán tomar un bus en lugares seguros y autorizados, e indirectamente serán beneficiados: los habitantes del centro de la ciudad; ya que no tendrán que soportar la congestión vehicular ni la contaminación ambiental que generan los buses cuando circulan lentamente por la ciudad, las Autoridades del Terminal Terrestre; pues dispondrán de la información necesaria para la distribución de frecuencia de viaje que deben cumplir los buses con mayor eficiencia y reducirán gastos a futuro.

En este contexto la factibilidad que este proyecto de investigación presenta es de carácter admisible ya que se contó con el apoyo de la Administración del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo así como también del G.A.D del mismo Cantón, además que se tuvo el tiempo necesario y los conocimientos para la elaboración del prototipo, la disponibilidad de la tecnología y los dispositivos electrónicos.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 OBJETIVO GENERAL**

- Implementar un prototipo del sistema electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el funcionamiento del sistema actual de apertura y cierre de puertas de un bus.
- Determinar los dispositivos y herramientas a utilizar en la implementación del prototipo del sistema electrónico.
- Diseñar el prototipo para el control de apertura y cierre de puertas de un bus.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Realizada la investigación bibliográfica en los repositorios digitales de distintas universidades a nivel nacional e internacional se han encontrado los siguientes proyectos relacionados al tema, que serán citados a continuación.

Víctor Laverde y Guido Tapia en su proyecto titulado, “Implementación de un prototipo de un control electrónico para abrir y cerrar automáticamente las puertas de un bus únicamente en sus respectivas paradas”. Utilizan los siguientes dispositivos para la implementación del prototipo: los microcontroladores 18F452 y el 16F870, módulos de radiofrecuencia que operan en la banda libre de 2.4 GHz conocidos como módulos XBEE, un reloj de tiempo real y dispositivos electro-mecánicos para hacer que un bus urbano pueda subir o dejar a pasajeros únicamente en las paradas, pues cuando el bus ingresa en el rango de radiodifusión del módulo XBEE configurado como Router ubicado en la parada, éste transmite una señal al otro módulo XBEE configurado como coordinador que viaja en el bus; para que cuando reciba esta señal el microcontrolador active a la electroválvula y puedan abrirse las puertas del bus. El prototipo pretende ser un modelo para implementarse en los buses urbanos de la ciudad de Quito y que así la movilidad de las personas sea segura, controlar los tiempos y establecer un orden en las rutas de los autobuses, como también optimizar el tiempo del usuario. [9]

Andrés Rodolfo Játiva Haro realiza su tesis de grado titulada, “Sistema de puertas con sensores para la apertura en paradas autorizadas en los buses del servicio urbano del Distrito Metropolitano de Quito”. Desarrolla el sistema conformado por un sensor de ultrasonido LV Maxzonar – EZ4, con este sensor detecta la presencia del bus a una distancia de aproximadamente 7 u 8 metros, esta señal análoga es codificada y

procesada por el microcontrolador para transmitirla por el transmisor TWS - 434 hasta su receptor RWS – 434 que se encuentra en el bus, este receptor capta la señal. El decodificador la transforma y es administrada por el microcontrolador que se encuentra en el bus para que habiliten los pulsadores de la electroválvula y se puedan abrir o cerrar las puertas del bus mientras se encuentre en la parada, el transmisor y el receptor de RF trabajan a una frecuencia de 433.92 MHz, con este sistema el bus urbano solo abrirá sus puertas en las paradas, además que es implementado con un botón de emergencia para situaciones que lo requieran. El proyecto se desarrolló con el objetivo que el transporte urbano en la ciudad de Quito no represente peligro para los usuarios y en otras ocasiones no genere un congestionamiento vehicular en la ciudad. [10]

Arelys Jiménez realiza el trabajo de graduación titulado, “Estudio, diseño e implementación de un sistema automático para control de pasajeros y apertura de puertas en un bus tipo”, este proyecto fue desarrollado para la compañía de buses METROTRANS en la ciudad de Quito para que sus unidades cuenten con un sistema automatizado que permita el control del número de pasajeros con apertura de puertas en paradas establecidas, el cual beneficiara a usuarios y a transportistas. Para el diseño del prototipo desde la caja de fusibles del bus obtienen los voltajes necesarios ya sea 12, 14, o 24 (V). Como medio de transmisión y recepción utiliza infrarrojos y no radiofrecuencia pues con ello limita más la distancia entre la parada y el bus, utiliza diodos infrarrojos para el envío de la señal transmisora desde la parada y sensores receptores infrarrojos de los controles remotos para el receptor que lo ubican en el bus, de esta manera los sensores detectan si se llegó a la parada para enviar una señal de control al PLC con el cual se controla al mecanismo de las puertas del bus conforme a condiciones; se puede abrir las puertas cuando el bus llega a la parada, los sensores actúan verificando la parada, si su velocidad es 0, el sensor de personas actúa y verifica el número de pasajeros si es menor a 95 se abren las puertas; mientras tanto no, en el otro caso se cierran las puertas cuando el bus arranca y su velocidad no es 0, el sensor de pasajeros indica que existen menos de 95 y continua el proceso hasta la siguiente parada, la comodidad del sistema es que puede ser modificada su funcionalidad únicamente a través del software del PLC. [11]

Jorge Fuertes y Gabriel Zabala realizan el “Diseño de un sistema para el control de apertura de puertas y registro automático del tiempo durante el recorrido de buses

urbanos e implementación de un prototipo”. Hace uso de la arquitectura Harvard para dividir en dos partes la memoria del proceso, una para guardar las instrucciones del funcionamiento y otra para almacenar los datos que en este caso serían los datos del recorrido de cada bus, para ello utiliza el microcontrolador ATmega 8 que es el cerebro del sistema y los módulos XBEE para la comunicación inalámbrica, configurados como Rx y Tx en el bus y en la parada respectivamente, la programación de estos desarrolla en el software LabView, el funcionamiento consiste en registrar el momento en que el conductor abre las puertas en lugares autorizados como también en lugares no autorizados, siendo esta información únicamente accesible para la central, con este proyecto restringen la utilización de los relojes convencionales que imprimen la hora de registro, evita que se pueda atentar con la integridad física del conductor que se bajaba a timbrar la tarjeta, se hace efectivo el cumplimiento de la ruta de cada bus, siendo este un prototipo presentado para mejorar el tránsito urbano en la ciudad de Ibarra, y brindan una alternativa más económica, confiable y segura que el sistema utilizado en la actualidad. [12]

Luis Uvidia y Néstor Estrada presentan su trabajo de titulación, “Diseño e implementación de un sistema electrónico prototipo geo-referenciado para monitoreo y control de puertas de buses en paradas específicas de la ciudad de Riobamba”, en el cual hacen uso de la tecnología con el fin de disminuir la congestión vehicular para una movilidad peatonal segura, también para controlar y verificar que el tiempo y la ruta de los buses sean cumplidas a cabalidad, todo esto con la utilización de un módulo GPS NEO 6M como transmisor gestionado por una tarjeta Arduino mega 2560 en el cual también se encuentra conectada una tarjeta SD Card para predefinir las coordenadas de las paradas específicas para que no ocupe la memoria del Arduino y a futuro por medio del programa lo compare con las coordenadas recibidas por el GPS, entonces el GPS manda las coordenadas de ubicación del bus, el programa da lectura a esas coordenadas, las cuales se pueden visualizar en el LCD, estas coordenadas permiten verificar si el bus se encuentra en la parada especificada para que el botón se active y puedan abrir las puertas. [13]

## **2.2 FUNDAMENTACION TEORICA**

### **2.2.1 SISTEMA**

Un Sistema es una combinación de elementos relacionados físicamente o abstractamente que actúan en conjunto para realizar un objetivo determinado y que sujeta a una o varias entradas que provocan una o varias salidas. El concepto de sistema se aplica también a fenómenos abstractos y dinámicos, tales como los que se encuentran en la economía. Por tanto, la palabra sistema debe interpretarse como una implicación de sistemas físicos, biológicos, económicos y similares. [14]

### **2.2.2 SISTEMA COMBINACIONAL**

Los sistemas combinacionales son sistemas en los cuales las señales o respuestas de salida dependen únicamente de las señales de entrada. En este tipo de sistemas se tiene únicamente en cuenta al tiempo como variable utilizada para analizar los fenómenos aleatorios que pueden producirse en el instante en el que cambian de nivel las señales de entrada, para consecuentemente en ese preciso instante modificar las señales de salida. Por lo cual, los sistemas combinacionales no son capaces de almacenar en algún nivel de memoria las variables de entrada en un instante determinado y utilizarlas posteriormente para modificar la señal de salida. [15], [16]

### **2.2.3 SISTEMA SECUENCIAL**

Los sistemas secuenciales son el tipo de sistemas en donde la señal de salida en un instante determinado no depende únicamente de la señal de entrada de ese mismo instante, sino también de la secuencia de niveles lógicos de la señal de entrada en instantes anteriores, llamados estados internos del sistema secuencial. [15] Los sistemas secuenciales tienen la capacidad de memorizar el nivel lógico de las variables de entrada y convertirlo en un estado interno del propio sistema a través de una señal externa y lo mantienen hasta que dicha señal ordene el almacenamiento de un nuevo valor. [16]

Un sistema secuencial reacciona ante secuencias de niveles lógicos de las variables de entrada de una forma determinada, considerándose un sistema automático. Toma el nombre de autómatas finitos o máquinas de estados finitas, debido a que posee un número finito de estados internos  $2^m$ . Todo sistema secuencial posee un conjunto de  $n$  variables de entrada, un conjunto de  $m$  variables de estados internos y un conjunto de  $p$  variables de salida. Cada tipo de variable genera un grupo finito de 2 como base y de exponente  $n$ ,  $m$  o  $p$ , llamados vectores de entrada, de estados internos o de salida respectivamente a cada variable. [15] En la Figura 2.1 se ilustra el esquema básico de un sistema secuencial.

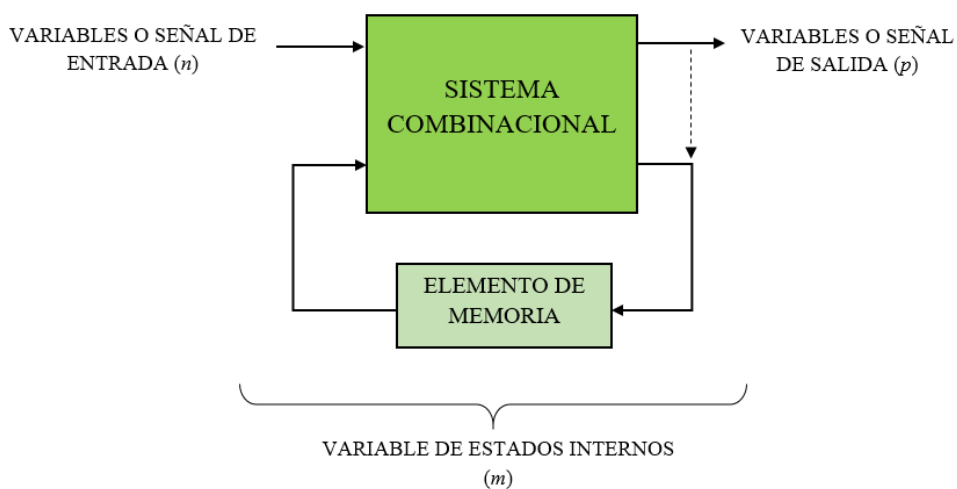


Figura 2.1: Esquema Básico del Sistema Secuencial

Fuente: El Investigador basado en [15]

Internamente el modelo de un sistema secuencial consta de un bloque combinacional, encargado de generar la función de salida; es decir el resultado que se desea obtener, un elemento de memoria que almacena variables de estados internos; los cuales son las variables de la señal de entrada en instantes anteriores, esta etapa de realimentación en ocasiones se la toma de la misma señal de salida.

## 2.2.4 NEUMÁTICA

La neumática es la tecnología que trata de sistemas manipulados con las propiedades del aire comprimido como modo de transmisión de energía, con lo que se puede transformar la mecanización en automatización. [17]



### 2.2.5 ELECTRONEUMÁTICA

La electroneumática es la tecnología que trata sobre la producción o generación de movimientos o fuerzas mecánicas mediante el aire comprimido con la utilización de dispositivos eléctricos y electrónicos, con el fin de mejorar el control de procesos industriales. En electroneumática los actuadores utilizados son actuadores neumáticos que utilizan aire comprimido, mientras que los elementos de mando; es decir las válvulas son reemplazadas por electroválvulas con electroimanes que para su activación necesitan una señal eléctrica, por tanto, el control viene a ser eléctrico o electrónico. [11]

### 2.2.6 CARACTERÍSTICAS DEL AIRE COMPRIMIDO

El aire comprimido es el aire de la atmosfera sometido a presiones de hasta 12 bares aproximadamente. Se puede almacenar en depósitos que eviten el continuo funcionamiento de compresores. Es un gas casi perfecto caracterizándose esencialmente por su fluidez, compresibilidad y elasticidad. La fluidez permite a sus partículas no ofrecer resistencia apenas al deslizamiento; la compresibilidad como se ve en la Figura 2.2, hace que una determinada cantidad de gas pueda reducir su volumen si este se encuentra en un cilindro herméticamente cerrado, la elasticidad como se ve en la Figura 2.3 permite que al comprimirlo en ese mismo cilindro ejerza sobre sus paredes una determinada presión, normal a las superficies en contacto. [18]

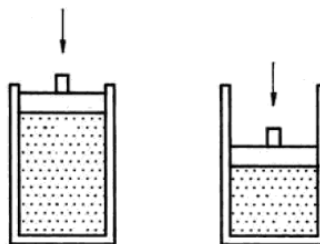


Figura 2.2: Compresibilidad [18]

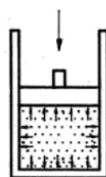


Figura 2.3: Elasticidad [18]

La aplicación de la neumática en procesos industriales de automatización es relativamente nueva. El más elemental sistema puede estar conformado por un cilindro de doble efecto, comandado por una válvula de accionamiento manual que será manipulada por el operario cada vez que desee dar salida al vástago o hacerlo retroceder. En el ámbito del transporte la neumática presenta su utilidad en mecanismos de frenado, accionamiento de puertas correderas, mandos de barreras, amortiguadores, etc. [18]

### **2.2.7 CILINDROS NEUMÁTICOS**

Los cilindros neumáticos son unidades mecánicas que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas que representan trabajo mecánico. Consisten en un cilindro provisto de un émbolo o pistón. Al introducir un determinado caudal de aire comprimido, éste se expande dentro de la cámara y provoca un desplazamiento lineal. Si se acopla al embolo un vástago rígido, este mecanismo es capaz de empujar algún elemento, o simplemente sujetarlo. [19]

### **2.2.8 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO**

El cilindro de simple efecto está conformado por una entrada de aire comprimido para desarrollar una carrera de trabajo en un solo sentido, uno de sus movimientos es realizado por la presión del aire, mientras que el movimiento de retroceso para retornar a la posición inicial ocurre generalmente por el efecto de algún resorte, llamado muelle de reposición colocado en el interior del cilindro. En la Figura 2.4 se muestra el símbolo de un cilindro de simple efecto, mientras que en la Figura 2.5 se muestran todos los elementos que lo conforman. El cilindro de simple efecto como se observa en la Figura 2.6 puede ser normalmente dentro con el vástago extendido, o normalmente fuera con el vástago retraído. [19], [20].

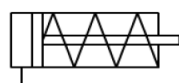


Figura 2.4: Símbolo del cilindro de simple efecto [21]

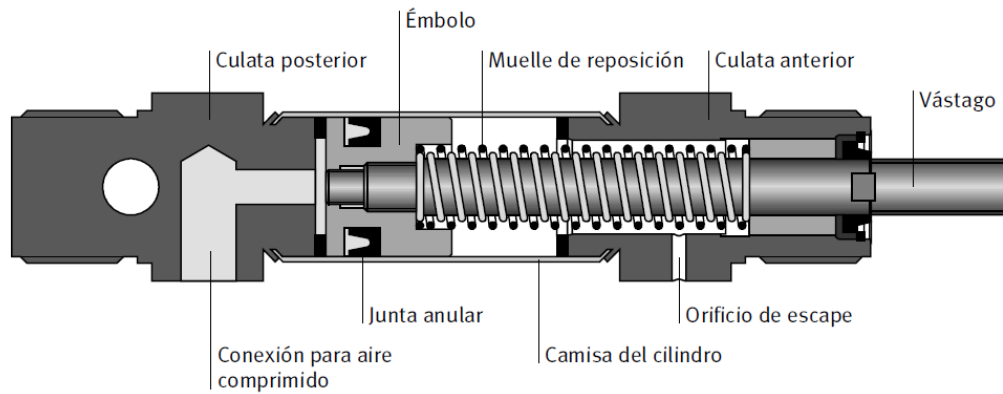


Figura 2.5: Partes del cilindro de simple efecto [21]

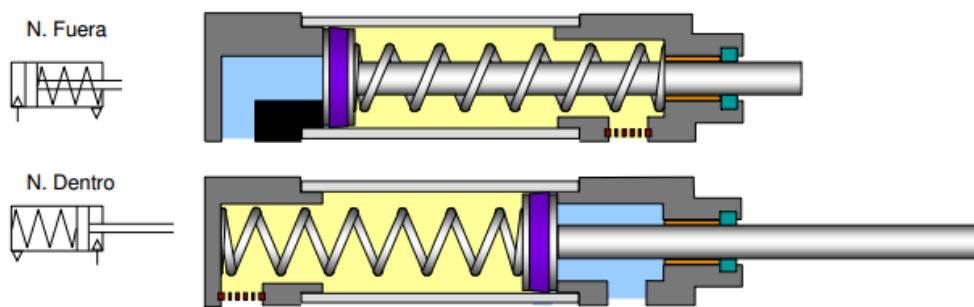


Figura 2.6: Cilindro de simple efecto N. Fuera y N. Dentro [22]

### 2.2.9 CILINDRO DE DOBLE EFECTO

El cilindro de doble efecto realiza los dos movimientos de trabajo, tanto el de avance como el de retroceso con la utilización del aire comprimido. Se denominan de doble efecto ya que emplean las dos cámaras del émbolo, es decir que siempre habrá aire en una de las cámaras, lo que permite asegurar el posicionamiento del vástago, realizar trabajo de movimiento en ambos sentidos y no perder fuerza en el accionamiento debido a la inexistencia de muelle en oposición. En la Figura 2.7 y 2.8 se puede observar el símbolo y los elementos del cilindro de doble efecto respectivamente. [19], [20], [21]



Figura 2.7: Símbolo del cilindro de doble efecto [21]

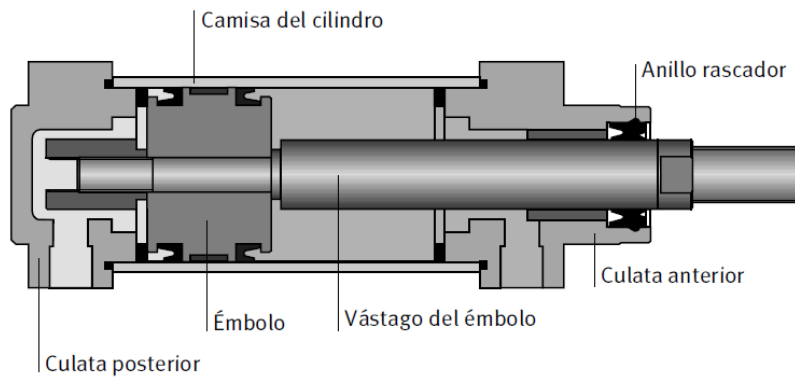


Figura 2.8: Partes del cilindro de doble efecto [21]

### 2.2.10 ELECTROVÁLVULA

Las electroválvulas son consideradas conversores electroneumáticos que transforman una señal eléctrica en la parte de mando, en una acción neumática en la parte de trabajo; para mandar o regular la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como también la presión o el caudal del fluido enviado por el compresor o almacenado en un depósito. La señal que da origen a la conmutación es de naturaleza eléctrica, excitando a un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno el cual habilita o no el paso del fluido. [11], [23]

### 2.2.11 VÁLVULAS DE DISTRIBUCIÓN

Las válvulas de distribución como su nombre lo indica son encargadas de distribuir el aire comprimido por distintos caminos de un circuito neumático. Cuentan con vías y posiciones, se las denomina válvulas distribuidoras X/Y donde X: representa el número de vías o conexiones de trabajo, Y: representa el número de posiciones. Las vías como se observa en la Figura 2.9 son orificios que sirven de guía para llevar el aire comprimido por distintos caminos, mientras que las posiciones van cambiando cuando la válvula es accionada neumáticamente, de forma manual a partir de un pulsador, un fin de carrera, o a partir de una señal eléctrica mientras disponga de un solenoide. [24]



Figura 2.9: Vías de una Electroválvula [24]

### 2.2.12 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LAS VÁLVULAS

La representación de las válvulas en diagramas de circuitos nos facilita la comprensión de su función. Las posiciones de una válvula se representan por cuadrados y cada posición por una letra minúscula, como se puede observar en la Figura 2.10, tantos cuadrados como posiciones. Las posiciones son las que permiten dirigir el flujo por una u otra vía, según se tenga la necesidad de generar trabajo a cualquier dirección. [24], [25]

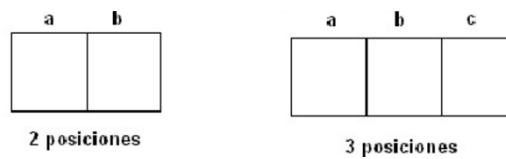


Figura 2.10: Posiciones de las válvulas [24]

Como se observa en la Figura 2.11, en la parte superior e inferior del cuadrado que representa la posición de reposo de la válvula se representan con pequeñas líneas las conexiones a las vías. [24]

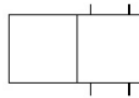


Figura 2.11: Conexión a las vías [24]

En el interior de los cuadrados se representa el funcionamiento de la válvula, las líneas son los conductos y las flechas son el sentido de circulación del aire comprimido. [24]

### 2.2.13 ACCIONAMIENTO DE VÁLVULAS

Los tipos de accionamiento se los representa simbólicamente a los lados de los cuadrados, las formas de activar las válvulas como ya se dijo se puede realizar

manualmente, neumáticamente, mecánicamente y para la activación a distancia eléctricamente, a continuación en la Tabla 2.1 se puede observar la simbología de los tipos de accionamiento. [24]

Tabla 2.1: Tipos de accionamiento de las válvulas

TIPO DE ACCIONAMIENTO	SIMBOLOGÍA	TIPO DE ACCIONAMIENTO	SIMBOLOGÍA
Control manual general		Control manual botón	
Palanca control manual		Pedal control manual	
Palpador control mecánico		Muelle control mecánico	
Rodillo control mecánico		Rodillo de control mecánico escamoteable	
Electroválvula con una bobina		Electroválvula con dos bobinas actuando opuestamente	

Fuente: El Investigador basado en [24]

En la Figura 2.12 se presentan ejemplos de la representación esquemática, el número de posiciones, el número de vías, el tipo de accionamiento y la forma de retornar a la posición normal de algunos tipos de válvulas neumáticas. [24]

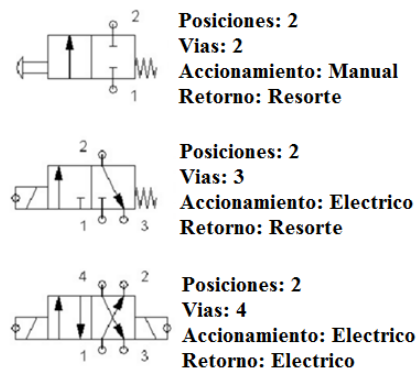


Figura 2.12: Representación esquemática de válvulas [24]

## 2.2.14 FUNCIONAMIENTO DE UNA VÁLVULA NUEMATICA

Internamente una valvula neumática, independientemente de cual sea el tipo de accionamiento que se utilice para conmutar su estado, permite que el aire comprimido de ingreso circule en dirección de salida por uno de sus conductos. En la Figura 2.13 se

muestra los puntos de conexión que puede tener una electroválvula 5/2 con doble accionamiento eléctrico: el punto 1 es el ingreso de aire comprimido, 5 y 3 es la salida de escape de aire, 2 y 4 son los puntos de conexión hacia los elementos de trabajo; es decir hacia el cilindro de doble efecto, con el que normalmente es utilizado este tipo de electroválvulas.

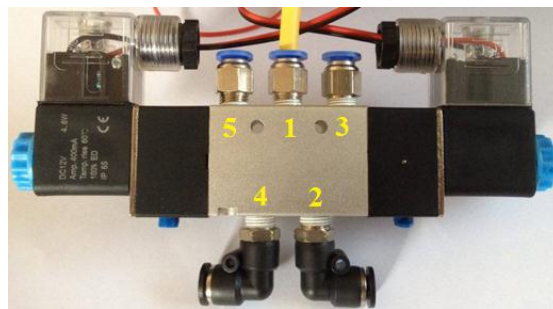


Figura 2.13: Puntos de conexión - Electroválvula neumática 5/2

Fuente: El Investigador

Con fines pedagógicos se utiliza la electroválvula neumática 5/2 simple; con accionamiento eléctrico y retroceso por resorte para explicar cómo direcciona el aire internamente. En la Figura 2.14 se muestra las dos posiciones que puede asumir.

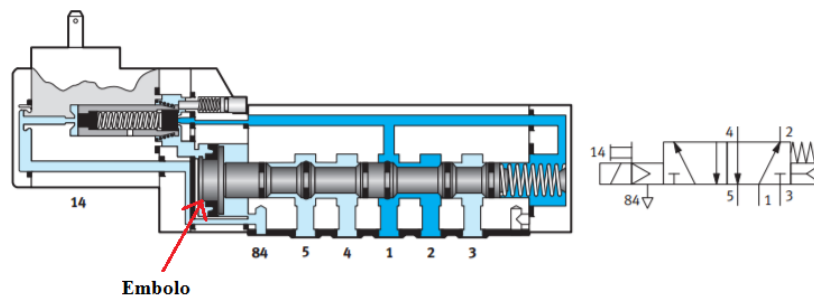


Figura 2.14: Punto inicial - Electroválvula servopilotada 5/2 [26]

Normalmente el embolo se encuentra junto al tope del lado izquierdo, de este modo están unidas las conexiones 1 y 2 y las conexiones 4 y 5, ya que existe una presión por el resorte. Si fluye corriente a través de la bobina, el embolo se desplaza hasta el tope del lado derecho, como se observa en la Figura 2.15, en esta posición se establece una conexión entre los puntos 1 y 4, así como entre las conexiones 2 y 3. Si no se continua aplicando corriente en la bobina, el embolo retorna a la posición normal debido a la fuerza aplicada por el resorte de reposición. [26]

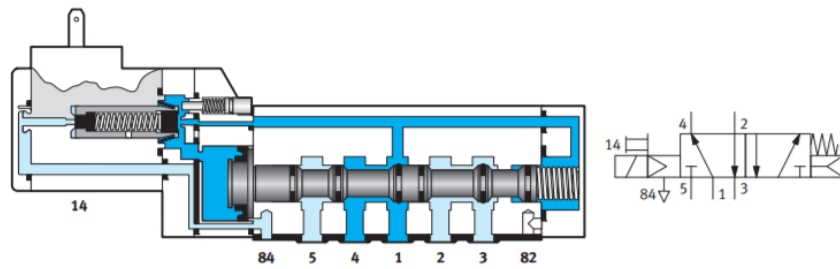


Figura 2.15: Accionamiento – Electroválvula servopilotada 5/2 [26]

### 2.2.15 SISTEMA DE COMUNICACIÓN

Un sistema de comunicación es el conjunto de elementos enfocados en transmitir o intercambiar información desde un punto llamado fuente de información hasta otro punto llamado destino de información por un medio guiado o no guiado, conocido como medio o canal de transmisión. Los elementos básicos que conforman un sistema de comunicación son: transmisor, medio o canal de transmisión y receptor, su representación se ilustra en la Figura 2.16. [27]

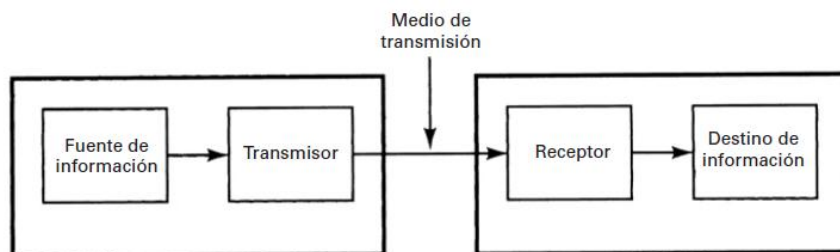


Figura 2.16: Diagrama de bloques de un Sistema de Comunicaciones [27]

### 2.2.16 SISTEMA ELECTRÓNICO DE COMUNICACIONES

Un sistema electrónico de comunicaciones es la transmisión, recepción y procesamiento de información entre dos o más lugares, de una forma eficiente, segura y rápida, con la utilización de circuitos electrónicos. El procesamiento de la información se da puesto que la fuente original de información puede presentarse en distintas formas así como en forma analógica, como la voz humana, o en forma digital, como dígitos binarios, códigos alfanuméricos o símbolos. Sin embargo, todas las formas de información se



deben convertir a energía electromagnética antes de ser propagadas a través de un sistema electrónico de comunicaciones. [27]

En la Figura 2.17 se representa un diagrama de bloques simplificado de un sistema electrónico de comunicaciones; donde se ve que la señal moduladora o señal de información que es una señal de baja frecuencia, se relaciona o se combina con la señal portadora que es una señal de alta frecuencia, en el modulador y se produce la onda modulada. En el transmisor se hace una conversión elevadora de las señales de información, de bajas frecuencias a altas frecuencias, mientras que en el receptor se hace una conversión descendente, de altas frecuencias a bajas frecuencias. La señal modulada es la que se transmite hasta el receptor a través de un sistema de transmisión. En el receptor la señal modulada se amplifica, se convierte en frecuencia menor y a continuación se demodula, para obtener la información de la fuente en forma original para poder entenderla. [27]

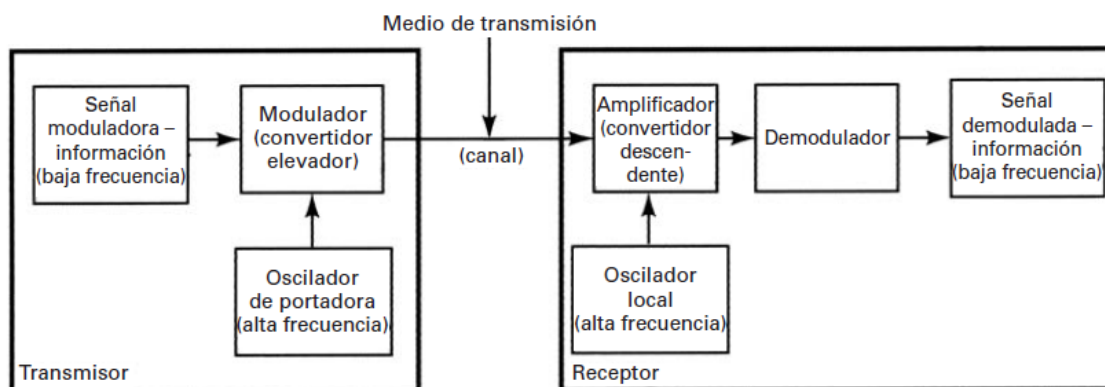


Figura 2.17: Diagrama de bloques Sistema Electrónico de Comunicaciones [27]

### 2.2.17 COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

La comunicación inalámbrica es la transmisión o intercambio de información que se lleva a cabo sin el uso de cables, utilizando el espectro radioeléctrico y el aire como canal de transmisión. La información sea análoga o digital mediante sistemas electrónicos es convertida en impulsos eléctricos, estos impulsos eléctricos son enviados a la antena emisora donde son amplificados, convertidos en ondas electromagnéticas y se propagan en el espacio a la velocidad de la luz. Posteriormente esta señal se recogerá

por otra antena, considerada antena receptora y se invertirá el proceso para obtener la información original. [28]

## **2.2.18 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

Las tecnologías inalámbricas son aquellas que para transportar información mediante comunicaciones digitales sin cables entre dispositivos de comunicación dependen de ondas de radio, de microondas o pulsos de luz infrarroja. Se pueden distinguir los siguientes tipos de redes inalámbricas tomando en cuenta el alcance. [29]

### **2.2.18.1 WPAN (Wireless Personal Area Networks)**

La WPAN (Red Inalámbrica de Área Personal) es una red inalámbrica personal para la comunicación entre dispositivos periféricos que se encuentren cercanos al punto de acceso, en donde el usuario se puede movilizar o no con el dispositivo sin perder la comunicación siempre y cuando se encuentre dentro del área de cobertura, se consideran dispositivos como por ejemplo: ordenadores, puntos de acceso a internet, teléfonos móviles, dispositivos de audio, impresoras, etc. Normalmente este tipo de redes es de unos pocos metros, 10 metros como máximo en óptimas condiciones. Las tecnologías inalámbricas de WPAN que se destacan son Bluetooth y Zigbee. [29]

## **BLUETOOTH**

La tecnología Bluetooth define un estándar de comunicaciones, IEEE 802.15.1 para redes inalámbricas de área personal (WPAN), que surge con la necesidad de sustituir los cables que conectan a los dispositivos electrónicos portátiles y/o fijos. Se puede considerar a Bluetooth como un único chip transceptor de bajo consumo de potencia, de corto alcance que transmite mediante señales de radiofrecuencia información de datos y voz entre un máximo de 7 dispositivos móviles que se encuentren a una distancia no mayor a 10 metros (m) sin línea de vista (hasta 100m en dispositivos de clase 1), con la necesidad de emparejamiento para establecer la comunicación inalámbrica. [29], [30]

La comunicación entre varios dispositivos móviles con tecnología Bluetooth se conoce como redes Piconet, en donde el control del enlace luego del emparejamiento lo asume

el dispositivo que inicia la conexión según el protocolo maestro - esclavo, inicialmente los demás dispositivos actúan como esclavos, esto es temporal puesto que habrá momentos en que cambien de rol por acuerdo, todos los dispositivos se podrán comunicar siempre y cuando se encuentren dentro del área de cobertura [29], [31], [32]

Bluetooth trabaja en la banda de frecuencias de uso libre ISM de 2.4GHz, lo que permite una reducción de costos en el diseño de dispositivos y cuando surja la necesidad de implementar este tipo de tecnología inalámbrica. Utiliza una tecnología de radio llamada espectro ensanchado por salto de frecuencia para evitar interferencias, divide los datos transmitidos en paquetes y transmite cada paquete en uno de los 79 canales Bluetooth designados. Cada canal tiene un ancho de banda de 1 MHz. La potencia y el alcance de transmisión se especifican según tres clases de dispositivos Bluetooth: la clase 1 con 100mW (20dBm) para alcances de hasta 100m, la clase 2 con 2.5mW (4dBm) para alcances de hasta 10m, y la clase 3 con 1mW (0dBm) para alcances de hasta 1m. [29], [31]

## **ZIGBEE**

La tecnología Zigbee basa su funcionamiento en el estándar IEEE 802.15.4, el cual comprende de una capa física y de control de acceso, para redes inalámbricas de área personal (WPAN) con bajas tasas de transmisión de información, por lo tanto esta tecnología es la más adecuada para aplicaciones en donde se demande ciertos niveles de automatización de distancias cortas. Zigbee Alliance es una asociación no lucrativa conformada con más de 370 compañías encargadas de desarrollar y diseñar estándares innovadores de uso confiable y fácil para dispositivos de la red Zigbee. Esta Alianza fomenta la utilización de Zigbee como el sistema estandarizado de sensores y controles de redes inalámbricas que son empleadas en áreas de consumo tales como, comerciales e industriales. Se lo puede definir como un protocolo de comunicaciones inalámbricas sistematizado que opera en bandas libres ISM de: 868MHz, 915MHz, 2.4GHz, y tiene la capacidad transferir datos a una velocidad de hasta 250 Kbps. [33], [34]

Zigbee establece el acceso de canal a través CSMA/CA (Acceso Múltiple por detección de Portadora con Evasión de Colisiones) el cual revisa la disponibilidad del canal antes de transmitir. El rango de cobertura que poseen los dispositivos Zigbee es de 10 a 100

metros, sin embargo ciertos fabricantes especifican distancias de 1.6km, aunque Zigbee comparte la misma frecuencia con otro tipo de redes como Bluetooth y Wi-Fi, su funcionamiento no se ve afectado ya que suministra bajas tasas de transmisión de datos. Provee conexiones seguras entre dispositivos usando el cifrado de 128 bits AES (Advanced Encryption Standard) el cual es un esquema de cifrado por bloques. [33], [34]

### **2.2.18.2 WLAN (Wireless Local Area Network)**

La WLAN es una Red Inalámbrica de Área Local considerada como un sistema de comunicación de datos inalámbrico flexible y utilizado como una alternativa a las redes LAN (Red de Área Local) cableadas. Utiliza tecnología de radiofrecuencia que permite mayor movilidad a los usuarios para que los dispositivos estén conectados inalámbricamente, sin la necesidad de cables. Un punto de acceso puede soportar la conexión de varios dispositivos a una distancia aproximada de 30 metros hasta unos cientos más con la utilización de repetidores. La tecnología asociada a esta forma de red inalámbrica es WI-FI. [29]

### **WI-FI**

Wi-Fi es una tecnología de acceso inalámbrico a redes de comunicaciones de área local WLAN, su alcance varía de una máquina a otra de algunas decenas de metros a varias centenas de metros, basada en el estándar IEEE 802.11, trabaja en la banda libre ISM de 2,4GHz. Su nombre no representa a ningún acrónimo simplemente es un nombre comercial inventado por la empresa de publicidad Interbrand. [29]

Wi-Fi proporciona una conexión a internet de alta velocidad de alrededor de 1.5 Mbps. Dentro del estándar IEEE 802.11b existe una distribución de 11 canales y sus frecuencias centrales están separadas por 5MHz. La asignación de frecuencias centrales a cada canal inicia con el canal 1 al cual le corresponde una frecuencia central de 2412MHz, al canal 2 le corresponde una frecuencia central de 2417MHz, así sucesivamente hasta llegar al canal 11 al cual se le asigna una frecuencia central de 2462MHz. El ancho de banda de cada canal es de aproximadamente de 20MHz. [35]

Si múltiples WLAN operan en la misma velocidad y en un rango de cobertura cercano, los canales en operación deberán seleccionarse lo más separados posibles, para que no exista solapamiento de señal y se genere interferencia entre canales adyacentes, además puede existir interferencia de otros dispositivos que operan en el mismo rango de frecuencia, tales como: teléfonos inalámbricos, monitores y hornos de microonda. Existen 4 estándares que se derivan de la familia IEEE 802.11, en la Tabla 2.2 se ven las principales características de cada uno de ellos. [35]

Tabla 2.2: Estándares Wi-Fi

<b>PARÁMETRO</b>	<b>802.11a</b>	<b>802.11b</b>	<b>802.11g</b>	<b>802.11n</b>
Banda	5 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
Max velocidad de datos	54 Mbps	11Mbps	54 Mbps	120 Mbps
Modulación	OFDM	DSSS	OFDM	DSSS/OFDM
Ancho de banda	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz
Diversidad	Ninguna	Ninguna	Ninguna	MIMO
Alcance	150 m	150 m	150 m	400 m
Compatible con		802.11a	802.11b	802.11b, 802.11g

Fuente: El Investigador basado en [35]

Analizando la Tabla 2.2 el estándar que destaca es el 802.11n. Trabaja en la banda libre de 2,4GHz, transmite a una velocidad de 120Mbps, utiliza modulación por espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS) en combinación con multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM), tiene diversidad con múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO), posee compatibilidad con sus antecesores b y g por lo cual es el más utilizado y recomendado en dispositivos para la implementación en redes WLAN. [35]

A nivel de infraestructura una red Wi-Fi requiere básicamente de un Router Wi-Fi o un punto de acceso (AP), una o más tarjetas Wi-Fi dependiendo de los dispositivos a conectarse a la red o bien sea adaptadores Ethernet/Wi-Fi utilizados en dispositivos que solo disponen de un puerto Ethernet. Dentro de la red inalámbrica, si se utilizan dispositivos con distintas normas pero compatibles, la velocidad máxima de transmisión será la más baja; es decir la del protocolo 802.11b. [36]

A nivel de seguridad una red Wi-Fi incorpora: SSID (Service Set Identifier) Identificador de Conjunto de Servicios que es el nombre como se ve la red, es lo que la diferencia de otras redes inalámbricas. Seguridad WEP/WPA (Wired Equivalent Privacy/Wi-Fi Protected Access), el primero encargado de encriptar los datos que se transmiten, mientras que el segundo protege el acceso a la red, esto se hace mediante la utilización de una clave; sin ella no se tendrá acceso ni tampoco se podrá conocer el formato en que se transmite. Filtrado por direcciones MAC (Media Access Control), cada tarjeta de red posee una dirección MAC que es única e irremplazable, el Router Wi-Fi crea una tabla con las direcciones permitidas, a través de ello se limita los dispositivos que pueden conectarse. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) permite asignar automáticamente la dirección IP (Internet Protocol), máscara de subred, puerta de enlace y el DNS (Domain Name System), valores con los cuales se tiene comunicación en la red. Es recomendable establecer una dirección IP estática a cada dirección MAC para limitar los dispositivos que se pueden conectar a la red e incrementar la seguridad. [36]

### **2.2.18.3 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network)**

La Red Inalámbrica de Área Metropolitana (WMAN) es una red de alta velocidad de transmisión que puede dar cobertura en un área geográfica extensa, proporciona capacidad de integración de múltiples servicios mediante la transmisión de datos, voz y vídeo, sobre medios de transmisión inalámbricos. Las tecnologías asociadas son WIMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas. WIMAX es un estándar similar a Wi-Fi pero con mayor cobertura y ancho de banda, basado en el estándar IEEE 802.16. [29], [37]

### **2.2.18.4 WWAN (Wireless Wide Area Network)**

WWAN son Redes Inalámbricas de Área Extensa que sobrepasan los límites físicos de las anteriores redes, son típicamente redes celulares para telefonía móvil y transmisión de datos. Utilizan altas torres de antenas para irradiar su señal, las cuales se sitúan en lugares elevados que transmiten ondas de radio o utilizan ondas de microondas para conectarse a otras redes de área local. Las tecnologías asociadas son GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles, telefonía móvil 2G), GPRS (Servicio General de

Paquetes vía Radio) y UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, telefonía móvil 3G). [29], [38]

En la Tabla 2.3 se puede observar un resumen comparativo de las distintas redes inalámbricas con sus principales características.

Tabla 2.3: Tipos de Redes Inalámbricas

TIPO DE RED	WWAN	WMAN	WLAN	WPAN
Estándar	GSM/GPRS/UMTS	IEEE 802.16	IEEE 802.11	IEEE 802.15
Denominación/ Certificación	2G/3G	WIMAX	WIFI	BLUETOOTH, ZIGBEE
Velocidad	9,6/170/2000 Kbps	15-134 Mbps	1-2-11-54 Mbps (*)	721 Kbps
Frecuencia	0,9/1,8/2,1 GHz	2-66 GHz	2,4 y 5 GHz Infrarrojos	2,4 GHz
Rango	Limt. por células (máx. 35 Km por célula)	1,6-96,50 Km	30-150 m	10m
Técnica de radio	Varias	Varias	FHSS, DSSS, OFDM	FHSS
Itinerancia (roaming)	Sí	Sí (802.16e)	Sí	No
Equivalente a:	Conex. Telf. (módem)	ADSL, CATV	LAN	Cables de conexión

Fuente: El Investigador basado en [29]

## 2.2.19 ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

El espectro electromagnético se puede decir que es la distribución de energía en ondas electromagnéticas continuas, en un intervalo de frecuencias que va desde las subsónicas (pocos Hertz) hasta los rayos cósmicos ( $10^{22}$  Hz), como se ve en la Figura 2.18. En síntesis el espectro electromagnético es el rango de frecuencias de todas las ondas electromagnéticas que se pueden propagar a través del espacio libre, ordenadas según su longitud de onda y su frecuencia. [27], [39]

La energía electromagnética en una longitud de onda particular ( $\lambda$ ) tiene una frecuencia asociada ( $f$ ) y una energía ( $E$ ). Así, el espectro electromagnético puede expresarse en términos de cualquiera de estas tres variables, sea en términos de longitud de onda, en términos de frecuencia o en términos de energía, la energía y la frecuencia son

directamente proporcionales e inversamente proporcionales a la longitud de onda; es decir una señal a altas frecuencias tiene una longitud de onda corta pero su energía es alta, mientras que a bajas frecuencias tiene una longitud de onda larga pero su energía es baja. [40]

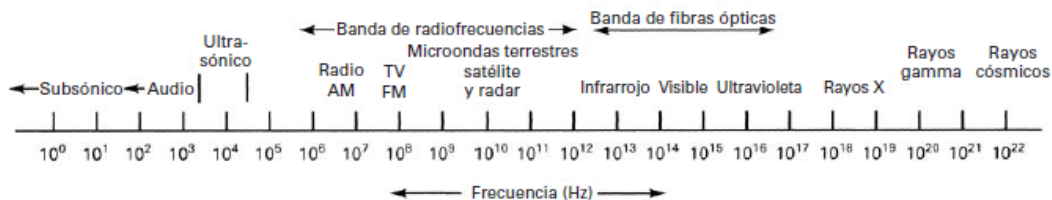


Figura 2.18: Espectro Electromagnético de Frecuencias [27]

Los rangos de frecuencias más utilizados en las comunicaciones inalámbricas son los siguientes:

**Infrarrojos (IR):** Los infrarrojos son utilizados en comunicaciones punto a punto de corto alcance, son muy direccionales y no pueden atravesar obstáculos. Este medio se utiliza habitualmente en el control remoto del televisor y hasta hace unos años era también un sistema de comunicación que se utilizaba para intercambiar información entre celulares situados el uno al lado del otro. Infrarrojo indica una radiación electromagnética que en general se asocia con el calor. Es el rango de frecuencia más alto para comunicaciones inalámbricas, su rango va desde los 0,3 THz hasta los 300THz. [27], [39]

La tecnología IrDA (Infrared Data Association) utiliza el espectro de frecuencia de infrarrojo para transmitir información de forma inalámbrica, debido al bajo coste de implementación, bajo consumo de batería de sus dispositivos, a la flexibilidad y capacidad de adaptarse fácilmente a un gran número de aplicaciones y dispositivos móviles. Los dispositivos que utilizan el estándar IrDA se comunican mediante el uso del diodo LED (Light Emitting Diode) como emisor de luz IR, para convertir la energía luminosa en corriente, utiliza un diodo PIN (tipo p tipo n intrínseco) o APD (Avalanche Photodiode). Para la comunicación es necesario que estos dispositivos estén alineados los unos con los otros. La desviación máxima permitida, como se ilustra en la Figura



2.19 es de  $30^\circ$ , aunque algunos actualmente alcanzan los  $45^\circ$  en óptimas condiciones. [27], [39]

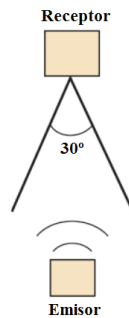


Figura 2.19: Desviación luz IR – Tecnología IrDA [39]

**Microondas (MW):** Las microondas oscilan en un rango de frecuencias que es el adecuado para transmisiones de largo recorrido, comunicaciones por satélite, comunicaciones terrestres punto a punto, sirve como alternativa al cable coaxial o la fibra óptica, y también a la mayoría de las tecnologías inalámbricas más habituales que existen actualmente. Suelen ser direccionales y utilizan una parte del espectro con frecuencias más pequeñas que los infrarrojos, su rango va desde los 3 GHz a los 30 GHz. [39]

**Radiofrecuencias (RF):** Radiofrecuencia es el rango que utilizan las transmisiones de radio (FM, AM) y televisión digital terrestre (TDT). Las radiofrecuencias son omnidireccionales y pueden atravesar obstáculos sin ningún problema, en esta porción del espectro electromagnético se pueden generar ondas electromagnéticas aplicando corriente alterna a un dipolo, es la menos energética, su rango de frecuencia va desde los 3KHz para frecuencias muy bajas (VLF) hasta los 300GHz para frecuencias extremadamente altas (EHF). [9], [27], [39]

En el espectro electromagnético, existen otros rangos de frecuencias como: la luz ultravioleta, los rayos X o los rayos gamma, que podrían tener mejores prestaciones que los infrarrojos, las microondas y las radiofrecuencias, dada su frecuencia tan alta, pero no se utilizan porque pueden llegar a ser perjudiciales para los seres vivos y, además, son muy difíciles de generarlas y modular. [39]

### **2.2.20 MICROPROCESADOR**

Un microprocesador es un circuito integrado de propósito general de arquitectura abierta que incorpora en su interior la Unidad Central de Proceso (CPU) y todo un conjunto de elementos lógicos que permiten enlazar otros dispositivos como memorias y puertos de entrada y salida (I/O), formando un sistema complejo para cumplir con una aplicación específica. Es un único chip, un tipo de componente electrónico en cuyo interior existen millones de transistores, cuya combinación y conexionado a nivel microscópico posibilitan la enorme versatilidad de estos dispositivos. [41]

### **2.2.21 MICROCONTROLADOR**

El microcontrolador es un circuito integrado programable de propósito específico, con arquitectura cerrada que mediante una secuencia de instrucciones puede realizar una serie de tareas. Contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable (Arquitectura, set de instrucciones e interfaces de entrada y salida) y su sistema físico se puede configurar; es decir, que se puede adaptar a las características del sistema al que se lo conecta cuando se le aplican las señales eléctricas adecuadas. [42]

Está desarrollado para cubrir diversas aplicaciones puntuales en la electrónica, orientadas a tareas de control y comunicación, es de coste reducido y bajo consumo de energía. Es un sistema cerrado, en donde todas las partes del procesador están contenidas en su interior y sólo salen al exterior las líneas que gobiernan los periféricos. Una vez programado y configurado el microcontrolador únicamente sirve para cumplir la tarea asignada. [42], [43], [44]

### **2.2.22 MICROCONTROLADORES PIC**

Los microcontroladores PIC (Peripheral Interface Controller) son un tipo de microcontroladores de hardware y software libre, fabricados por la empresa MICROCHIP Technology INC. Este fabricante ocupa el primer lugar en ventas debido a la gran variedad de modelos, gran versatilidad, gran velocidad, bajo costo, bajo

consumo de potencia, y gran disponibilidad de herramientas para la programación en este tipo de microcontroladores.

Poseen arquitectura Harvard, manejando por separado la memoria de instrucciones y la memoria de datos a través de distintos buses de comunicación, consiguen mayor rendimiento en el procesamiento de instrucciones. Al poseer cada memoria su respectivo sistema de buses de acceso, es posible realizar operaciones de acceso, lectura o escritura simultáneamente en las 2 memorias, a esto se conoce como paralelismo. En la Figura 2.20 se puede observar el detalle de la arquitectura en mención. [45]

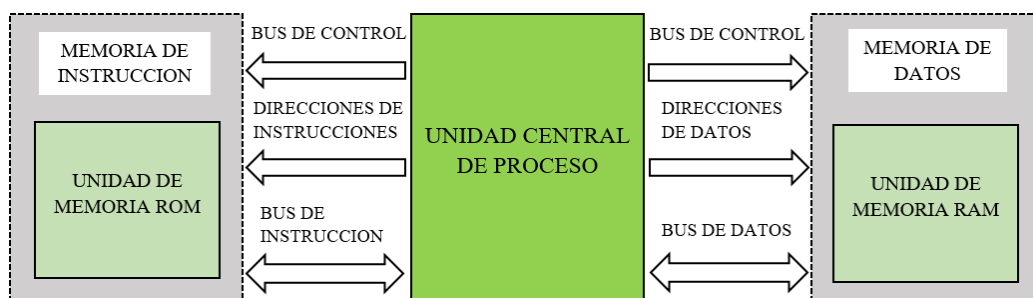


Figura 2.20: Arquitectura Harvard – Microcontroladores PIC

Fuente: El Investigador basado en [45]

Su procesador tiene un set de instrucciones reducido (RISC), en los que el conjunto de instrucciones es muy reducido, las instrucciones son muy simples y suelen ejecutarse en un ciclo máquina. Además los RISC deben tener una estructura pipeline y ejecutar todas las instrucciones a la misma velocidad (velocidad de reloj habitual 4MHz). Al ser de estructura pipeline la segmentación permite al procesador realizar al mismo tiempo la ejecución de una instrucción y la búsqueda del código de la siguiente. [45]

### Estructura del Microcontrolador PIC

En la Figura 2.21 se ve la estructura del microcontrolador PIC, donde incluye en su interior un CPU, memorias, y unidades de entrada y salida.

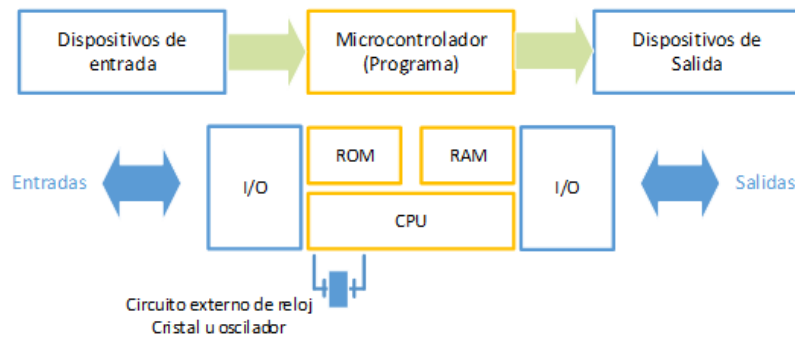


Figura 2.21: Estructura interna del microcontrolador [44]

**Dispositivos de Entrada:** Los dispositivos de entrada permiten comunicar al procesador con el mundo exterior, a través de interfaces, o con otros dispositivos como sensores, son la principal utilidad de los pines del microcontrolador; según los periféricos que pueda controlar dicho modelo de microcontrolador.

**Memoria de datos (RAM):** La memoria de acceso randomico o aleatorio (RAM) es la que almacena los datos temporalmente.

**Memoria de Programa o Instrucciones (ROM):** La memoria de solo lectura (ROM) almacena las líneas de código o instrucciones del programa en curso sin perder esta información cuando su fuente de alimentación sea desconectada, es de poca capacidad pues sólo debe contener las variables y los cambios de información que se produzcan en el transcurso del programa.

**CPU:** El CPU es el elemento más importante del microcontrolador. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código de la instrucción en curso, decodificarlo y ejecutarlo, también realiza la búsqueda de los operando y almacena el resultado.

**Dispositivos de Salida:** Los dispositivos de salida de igual manera a través de interfaces o etapas de potencia y teniendo en cuenta las instrucciones grabadas en la memoria del programa pueden generar respuesta a los dispositivos de entrada.

**Circuito de Reloj:** El circuito de reloj es el encargado de generar los pulsos que sincronizan el funcionamiento de todo el sistema microcontrolado. [43], [46]

La arquitectura de los microcontroladores PIC está basada en banco de registros, esto implica que todos los elementos que integran el sistema, es decir; temporizadores, puertos de entrada y salida, posiciones de memoria, etc, físicamente están implementados como registros. Todos los PIC se caracterizan por tener prácticamente los mismos recursos mínimos, tales como: el Sistema POR (Power on Reset) que permite auto-reiniciarse cuando se conecta la alimentación eléctrica, Watchdog; que es un timer para reiniciar al microcontrolador automáticamente a un determinado tiempo y evitar que se quede colgado el sistema, se puede proteger al código y mediante la instrucción SLEEP se puede hacer que el CPU y el oscilador principal se detengan para que el consumo de energía se reduzca notablemente entrando en modo de reposo. [45]

Físicamente en los microcontroladores PIC el número de patillas asignadas para E/S es de 4 a 70 patillas dependiendo del modelo; estas patillas se pueden utilizar como: E/S analógicas (convertidores análogo/digital, digital/análogo), comparadores analógicos, amplificadores operacionales, puerto serie para comunicaciones I2C (Inter Integrated Circuit), USB (Universal Serial Bus) y comunicación SPI (Serial Peripheral Interface). La mayoría disponen de una memoria auxiliar no volátil EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) que va 16 a 1024 bytes a la cual se puede acceder por programación para almacenar datos y recuperarlos después de haber suspendido la alimentación eléctrica, la frecuencia de operación habitualmente es de 4 MHz, 10 MHz y en algunos modelos de gama alta de 48 MHz. [45], [47]

La Pila dentro del PIC es un espacio de memoria que se encuentra separada tanto de la memoria de programa como de la de datos, posee un cierto número de niveles con el fin de encadenar subrutinas dentro del programa. [45]

La aplicación de los microcontroladores es muy amplia, va desde un parpadeo de un led hasta poder mantener el control de un robot o proceso electrónico automatizado, sin la intervención del ser humano para su funcionamiento. Para optar por la utilización de un microcontrolador, los aspectos que se debería considerar son: la capacidad de la

memoria de programación, memoria RAM, tipo de memoria, tipo de presentación, número de entradas/salidas y de posibilidad de hardware especial. [47]

### 2.2.23 SISTEMAS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

La Adquisición de Datos es un proceso que permite medir, monitorear o tratar informáticamente con un computador la información de fenómenos físicos. Un Sistema de Adquisición de Datos (SAD) como se ilustra en la Figura 2.22, está conformado por tres etapas: sensado, hardware de adquisición de datos y un computador para el procesamiento de información por software. [48], [49]

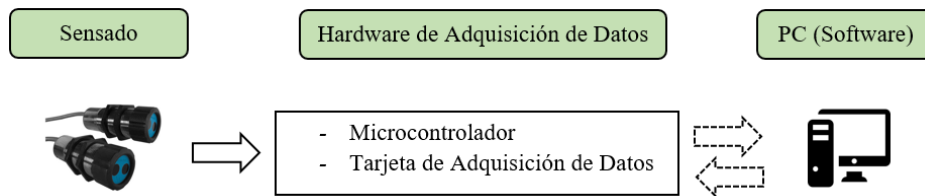


Figura 2.22: Sistema de Adquisición de Datos

Fuente: El Investigador basado en [49]

**Sensado:** La etapa de sensado es la que permite a través de un sensor convertir una variable física como presión, temperatura, presencia, longitud, velocidad, etc, en señales eléctricas con el fin de poder medirlas.

**Hardware de Adquisición de Datos:** El hardware de adquisición de datos, bien sea un microcontrolador o una tarjeta electrónica especializada, actúa como interfaz entre las señales físicas (sensores) y el computador. Es el encargado de digitalizar las señales (1's y 0's) para que el computador pueda interpretarlos y en algunos casos incluyen otras funciones para automatizar sistemas y procesos. Los dispositivos DAQ principalmente son encargados de realizar tres funciones: el acondicionamiento de señales, convertidor analógico-digital (ADC) y comunicación con el computador (medio guiado o no guiado). [48], [50]

- Con la utilización de un microcontrolador con entradas analógicas, como dispositivo de adquisición de datos se puede realizar el acondicionamiento de

señales, digitalizar la señal recibida (conversor AD/DA) y utilizar sus módulos de comunicación para facilitar la transmisión de datos hasta el computador.

- La comunicación entre el hardware de adquisición de datos y el computador (PC) se puede realizar a través de un puerto o módulo de comunicación guiado o no guiado; es decir de forma cableada o inalámbricamente, como por ejemplo: Ethernet, PCI, USB, Wi-Fi, etc. [48], [50]

**Computador (PC) y Software:** Un computador de escritorio, personal o de tamaño reducido, a través de su interfaz de comunicación y software programable es el encargado de: recibir, procesar, visualizar y almacenar la información que le llega del dispositivo de adquisición de datos. [48]

A nivel de aplicación, se pueden utilizar los siguientes mini-ordenadores como alternativas:

### **Raspberry Pi**

La Raspberry Pi es un computador de placa única (SBC) de bajo costo, desarrollada en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, capaz de realizar tareas de un computador de escritorio y proyectos de electrónica. Con respecto al hardware no se especifica claramente si es libre o con derechos de marca; lo que dice su página oficial es que es un producto con propiedad registrada de uso libre. Con respecto al software si es open source, siendo su sistema operativo oficial una versión adaptada de Debian, denominada Rasbian, aunque si permite la instalación de otros sistemas operativos generalmente basados en Linux y una versión de Windows 10. En la Figura 2.23 se puede observar la Raspberry Pi 1 modelo A+. [51]



Figura 2.23: Raspberry Pi 1 modelo A+ [52]

Su primera placa fue lanzada al mercado en Febrero de 2012, todas sus versiones incluyen: un procesador Broadcom (ARM11), una memoria RAM que dependiendo del modelo varía entre 512MB y 1GB de capacidad, una unidad de procesamiento gráfico (GPU), puertos USB para la conexión de periféricos, un puerto HDMI, un puerto Ethernet RJ45; aunque el primer modelo no lo disponía, 40 pines GPIO (General Purpose Input/Output), un conector para cámara, la capacidad de almacenamiento depende de la memoria que inserte el usuario; el tipo de tarjeta depende del modelo (tarjeta SD , SDHC o MicroSD). En la Tabla 2.4 se presenta las principales características y en la Tabla 2.5 el consumo de corriente de cada tipo de Raspberry Pi. [51]

Tabla 2.4: Modelos de Raspberry Pi

<b>Versión de Raspberry Pi</b>	<b>SoC (System on Chip)</b>	<b>Velocidad</b>	<b>RAM</b>	<b>Puerto USB</b>	<b>Ether net</b>	<b>Wireless/ Bluetooth</b>	<b>Precio</b>
Raspberry Pi Modelo A+	BCM2835	700MHz	512MB	1	No	No	\$20
Raspberry Pi Modelo B+	BCM2835	700MHz	512MB	4	Si	No	\$25
Raspberry Pi 2 Modelo B	BCM2836 o BCM2837	900MHz	1GB	4	Si	No	\$35
Raspberry Pi 3 Modelo B	BCM2837	1200MHz	1GB	4	Si	Si	\$35
Raspberry Pi Zero	BCM2835	1000MHz	512MB	1	No	No	\$5
Raspberry Pi Zero W	BCM2835	1000MHz	512MB	1	No	Si	\$10

Fuente: El Investigador basado en [51]



Tabla 2.5: Requisitos de alimentación eléctrica en Raspberry Pi

<b>Versión de Raspberry Pi</b>	<b>Tensión recomendada</b>	<b>Corriente recomendada</b>	<b>Consumo de corriente máxima de periféricos USB</b>	<b>Consumo de corriente sin periféricos USB</b>
Raspberry Pi Modelo A+	5VCC micro-USB	700mA	500mA	180mA
Raspberry Pi Modelo B+	5VCC micro-USB	1.8A	600mA / 1.2A (variable)	330mA
Raspberry Pi 2 Modelo B	5VCC micro-USB	1.8A	600mA / 1.2A (variable)	350mA
Raspberry Pi 3 Modelo B	5VCC micro-USB	2.5A	1.2A	400mA
Raspberry Pi Zero	5VCC micro-USB	1.2A	Limitado por lo recomendado	100mA
Raspberry Pi Zero W	5VCC micro-USB	1.2A	Limitado por lo recomendado.	150mA

Fuente: El Investigador basado en [51]

## **CUBIEBOARD**

Cubieboard al igual que la placa anterior, es una computadora de placa única (SBC) de hardware open source, fue construida en Zhuhai, Guangdong, China. El primer prototipo salió al mercado en Octubre de 2012, orientada a proyectos industriales está conformada por un procesador SoC Allwinner A10, procesador a 1GHz, tarjeta gráfica Mali 400, Memoria RAM de 1GB DDR3 a 480MHz, salida HDMI 1080p, un puerto Ethernet RJ45, memoria interna NAND Flash de 4GB, para conexiones posee 2 puertos USB, un mini USB, un conector micro SD, un conector SATA, un sensor infrarrojo. Soporta sistemas operativos basados en Android con XBMC incluido, Ubuntu, berryboot y GNU/ Linux. En la Figura 2.24 se puede observar la Cubieboard 1. [53]

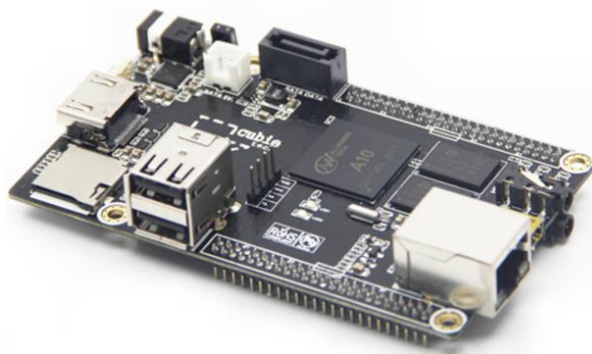


Figura 2.24: Cubieboard 1. [53]

La Cubieboard 4 es la versión con hardware de código abierto más potente en la serie Cubieboard. Utiliza un procesador del mismo fabricante pero ya no es dual core A20, específicamente es un Allwinner UltraOctaA80 SoC, se trata de un procesador de tipo big.little con 4 cores de alto rendimiento y 4 de bajo que pueden funcionar de acuerdo a las necesidades de proceso que se encuentre realizando. Contiene un GPU: Power VR 64Core G6230, memoria RAM de 2GB, para el almacenamiento cuenta con 8GB eMMC (MultiMediaCard- Memoria flash y Controlador) flash internos, un puerto microSD, 4 puertos USB 2.0, un puerto USB 3.0 OTG, ya no incluye conector SATA. Para video y sonido contiene: un puerto HDMI, un puerto VGA, jacks 3.5 para auriculares y para micrófono. A nivel de red y conectividad posee un puerto Ethernet GigaBit RJ45, Wi-Fi con conexión de antena externa y Bluetooth 4.0. Como características extras cuenta con un puerto de infrarrojos, 54 pines GPIO (incluyen I2S, I2C, SPI, CVBS, 2 LRADC, UART, PS2, 2 PWM, TS/CSI, IRDA, etc), botón de reset y encendido. La alimentación eléctrica recomendada es de 5VCC y 2,5A con soporte para discos duros USB y conexión de batería y RTC. [54]

## **ODROID-C2**

ODROID se trata de una plataforma de desarrollo de hardware y software libre, Open Source. El ODROID-C2 es un computador de placa única (SBC) de cuatro núcleos de 64 bits. Es una de las tarjetas de desarrollo de 64 bits más rentables disponibles en el mundo ARM. Puede funcionar como una caja de cine en casa, un ordenador de propósito general para la navegación web, juegos y socialización, una herramienta compacta para trabajos de la universidad o de la oficina, un dispositivo de creación de

prototipos para arreglos de hardware, un controlador de automatización del hogar, una estación de trabajo para software de desarrollo, y muchos casos más a bajo costo; ya que su precio oscila entre 40 y 50 dólares. [55]

Los sistemas operativos que puede ejecutar esta placa son: Ubuntu, Android, Arch Linux, Debian, con miles de paquetes de software disponibles de código abierto. Técnicamente cuenta con un procesador Amlogic ARM Cortex-A53 (ARMv8) quad core CPU de 1.5GHz, memoria RAM de 2GB, un zócalo eMMC con el cual el tiempo de acceso de almacenamiento es de 2 a 3 veces más rápido que la tarjeta SD, una ranura para tarjeta microSD, 4 puertos USB 2.0, un conector HDMI estándar, un puerto Ethernet RJ45, tiene cuatro leds indicadores, un receptor IR de control remoto que puede aceptar datos inalámbricos basados en el estándar de frecuencia portadora de 37.9KHz en formato NEC, un conector USB OTG (On The Go), 40 pines GPIO que se pueden utilizar como GPIO/I2C/UART/ADC para proyectos de electrónica y robótica, un controlador VUSB que trabaja como protección de la fuente de alimentación USB, un puerto de conmutación de potencia: si este puerto está cerrado, el equipo está apagado, si se abre está encendido, finalmente posee un puerto circular para la alimentación eléctrica; requiere de un adaptador que brinde 5VCC a 2A. [56]

En la Figura 2.25 se puede observar su factor de forma. Consume menos de 0,5A en la mayoría de los casos, sin embargo puede subir hasta 2A si hay muchos periféricos USB conectados directamente a la placa principal. [56]

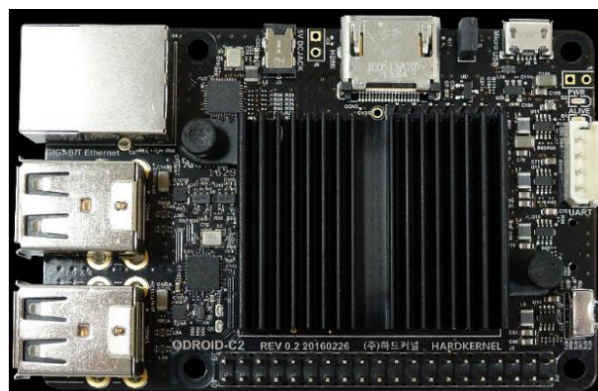


Figura 2.25: ODROID-C2 [55]

## HackBerry A10

La HackBerry A10 es una mini PC de desarrollo lanzada a la venta en Septiembre de 2012, disponible a través de MiniAnd.com a un precio de 65 dólares, se distribuye sin un case al igual que la Raspberry Pi. Técnicamente cuenta con un CPU ARM Cortex A8 de 1,2 GHz y de 512MB a 1GB de memoria RAM, incorpora 4 GB de almacenamiento y el sistema operativo Android 4.0, dispone de una ranura para tarjeta SDHC de hasta 32 GB para almacenamiento adicional, 2 puertos USB 2.0, un puerto Ethernet RJ45, módulo Wi-Fi 802.11n, salida HDMI, un conector de micrófono de 3,5 mm, salida de vídeo compuesto y un puerto serie de 4 pines. Cabe recalcar que su sistema operativo es compatible con Linux y para su funcionamiento requiere de una fuente de poder de 5VCC a 1.2A, en la Figura 2.26 se puede observar su estructura [57], [58]



Figura 2.26: HackBerry A10 [58]

## 2.3 PROPUESTA DE SOLUCION

El diseño del prototipo del Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantionales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo, permitirá mejorar el servicio de transporte intercantional, eliminando la existencia de microparadas dentro de la ciudad, además de culturalizar a la gente para que ingrese al terminal, haga uso de sus instalaciones y de las paradas autorizadas para poder viajar.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1 MODALIDAD BASICA DE LA INVESTIGACION**

El proyecto de investigación se ejecutó con modalidad aplicada, debido a que se utilizó los conocimientos científicos y técnicos para brindar una solución específica a un problema existente, utilizando la tecnología actual.

Se empleó la investigación bibliográfica ya que se necesitó el sustento científico para obtener la información de los dispositivos que se emplearon, la cual se encuentra en libros, reportajes, tesis de grado, proyectos y en el internet, incrementando el conocimiento necesario para el desarrollo del presente proyecto.

La investigación de campo apporto para obtener datos necesarios, para conocer el funcionamiento habitual del sistema electroneumático de las puertas de un bus, además de recopilar datos de los usuarios y conocer la situación actual del tránsito vehicular en el cantón Salcedo.

La investigación experimental permitió la implementación, para verificar el funcionamiento y la efectividad del sistema completo conforme a continuas pruebas.

#### **3.2 POBLACION Y MUESTRA**

El proyecto no contó con población y muestra, puesto que es un proyecto de investigación con modalidad aplicada.

### **3.3 RECOLECCION DE LA INFORMACION**

Para el desarrollo del proyecto de investigación titulado “Sistema electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo”, la recopilación de información se realizó en revistas, manuales, artículos científicos, tesis, páginas de internet y guías del profesor tutor.

### **3.4 PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS**

La información consultada tanto en libros, artículos científicos, tesis, revistas y páginas de internet fue analizada, filtrada y ordenada de forma objetiva. Mientras que los datos obtenidos por asistencia técnica de un Mecánico Industrial en ensamblaje de buses, fueron ordenados en diagramas de bloques para conocer el funcionamiento actual del sistema de puertas de un bus que presta el servicio de transporte intercantonal. Todo esto sirvió para el desarrollo del prototipo y del documento final.

### **3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO**

Las actividades que se realizaron, para desarrollar el proyecto se enlista a continuación:

- Analizar la problemática que genera la existencia de microparadas dentro de la ciudad de Salcedo.
- Recopilar información sobre el sistema de sellado de los buses intercantonales.
- Identificar el funcionamiento del sistema electroneumático de las puertas de un bus.
- Fundamentar las diferentes tecnologías de comunicación para la implementación del prototipo.
- Valorar el funcionamiento y requerimiento de diferentes módulos de comunicación inalámbrica, para escoger al adecuado.
- Seleccionar al microcontrolador y a distintos dispositivos electrónicos que adecuadamente cumplan con los requerimientos para la implementación del prototipo.
- Seleccionar y fundamentar teóricamente la tarjeta electrónica, que se utiliza en el prototipo de la primera parada autorizada (computador de tamaño reducido).

- Adquirir todos los dispositivos electrónicos.
- Elaborar un algoritmo de programación, tanto para la placa de control del bus como también de la parada.
- Configurar la etapa de identificación de la llegada del bus a la parada autorizada, transmisor y receptor.
- Configurar el dispositivo de comunicación inalámbrica de área local.
- Elaborar una maqueta con los elementos que requiere el sistema de puertas de un bus intercantonal.
- Construir una maqueta que represente a la parada autorizada para subir o dejar pasajeros.
- Implementar tanto del sistema de recepción como el de transmisión de señal infrarroja en la maqueta del bus y de la parada respectivamente.
- Diseñar una página web utilizando el lenguaje php para el ingreso de datos en el prototipo del bus.
- Programar completamente al microcontrolador y al módulo de comunicación inalámbrica de área local.
- Instalar la imagen del sistema operativo en la tarjeta electrónica de la primera parada autorizada.
- Instalar el Servidor Web en la tarjeta electrónica de la primera parada autorizada.
- Creación de la Base de Datos.
- Configuración del Router inalámbrico.
- Implementar completamente el prototipo para el control de puertas en paradas autorizadas de un bus intercantonal.
- Verificar mediante pruebas y corrección de errores el correcto funcionamiento de todo el sistema.
- Elaborar el informe final.

## **CAPITULO 4**

### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

El presente trabajo ha sido desarrollado con la finalidad de eliminar la existencia de microparadas dentro de la ciudad de Salcedo, a través de un sistema electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales, con el cual los conductores de las unidades del transporte puedan realizar la toma y descarga de pasajeros únicamente en las paradas autorizadas o bien sea dentro del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo. Con la implementación del prototipo se incentiva a que las personas ingresen al Terminal Terrestre del Cantón para poder viajar, se reduce notablemente la congestión vehicular y por ende la contaminación ambiental, se brinda comodidad y seguridad a los usuarios del transporte intercantonal y finalmente se mantiene un registro virtual con la fecha y hora de llegada del bus a la primera parada autorizada.

Actualmente se ha visto que el incremento del parque automotor, la ocupación de las vías en forma indiscriminada y la circulación de los buses intercantonales por el centro de la ciudad, han llegado a provocar un caos vehicular, especialmente en los días de feria, y en las rutas de circulación de transporte intercantonal, ocasionando congestión vehicular y junto con ello la contaminación ambiental, lo que dificulta el desplazamiento y movilidad dentro de la ciudad de Salcedo.

La Administración del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo junto con el Gobierno Autónomo Descentralizado del mismo Cantón, de acuerdo a lo estipulado en el Plan Piloto de Movilidad, actualmente lleva acabo el sellado de las puertas para los buses intercantonales que cubren las rutas partiendo desde Salcedo a Latacunga en sentido norte, desde Salcedo a Ambato en sentido sur, también para los buses que llegan a



Salcedo desde Ambato y desde Latacunga, con esto de una manera u otra tratar de evitar que los buses se detengan frecuentemente e indebidamente dentro de la ciudad, agilizar la circulación vehicular, disminuir la contaminación ambiental, especificar e identificar las paradas autorizadas; siendo estas los únicos puntos de la ciudad en donde los buses pueden hacer efectiva la toma y descarga de pasajeros después que el servidor público encargado retire o coloque el sello respectivamente según el caso, a más de ello el servidor público registre la llegada de cada bus. [6]

Sin embargo, el sellado de las puertas de los buses intercantoneales no ha sido una solución tanto efectiva; pues algunos conductores se las han ingeniado para poder desprender el sello y detenerse en cualquier punto, a conveniencia del conductor; con el fin de adquirir el mayor número de pasajeros, o a conveniencia del pasajero; con el fin de caminar lo menos posible hasta su destino, generando así problemas que hacen que la ciudad se vea lenta y contaminada.

Por este motivo se ha visto la necesidad de implementar un proyecto con soluciones técnicas que hagan preferencial al transporte público. Con la creación de las paradas autorizadas e implementación del prototipo del Sistema Electrónico para el control de puertas en los buses intercantoneales se plantea una solución tecnológica que pretende mejorar la fluidez vehicular, las condiciones ambientales y a más de ello culturalizar a la gente para que haga uso de las instalaciones del Terminal Terrestre o de las paradas autorizadas cuando pretendan viajar, estableciendo así lugares seguros y confiables para que el usuario pueda tomar un bus. Considerándose beneficiados con el proyecto: los usuarios del transporte público, los mismos transportistas, la ciudadanía en general y las autoridades del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo.

## **4.1 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

### **4.1.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA**

El desarrollo del proyecto de investigación es técnicamente factible, debido a las habilidades y destrezas que el investigador ha adquirido durante su carrera estudiantil, a más que la adquisición de cada uno de los dispositivos que se utilizó para la implementación del prototipo se la pudo realizar dentro del país.

#### **4.1.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA**

En el presente proyecto de investigación el G.A.D. Municipal del Cantón Salcedo fue la entidad interesada en todo el desarrollo de la investigación, la cual se comprometió en brindar únicamente toda la información necesaria que ésta disponga para la elaboración del informe final, mas no en brindar apoyo económico, ya que en el presupuesto económico que la Municipalidad plantea al inicio del año no se encuentra considerada la presente investigación. El investigador aceptó las condiciones de la Municipalidad, determinando que el proyecto es económicamente factible de realizarlo, ya que todos los gastos necesarios para la implementación del prototipo fueron financiados y están al alcance del investigador.

#### **4.1.3 FACTIBILIDAD BIBLIOGRÁFICA**

El proyecto de investigación es factible bibliográficamente, ya que la documentación técnica de los distintos dispositivos utilizados y fundamentación teórica para fortalecer los conocimientos del investigador se la pudo encontrar en libros, publicaciones técnicas, tesis y páginas de internet que se relacionan al tema de investigación.

#### **4.2 REQUERIMIENTOS**

El desarrollo del prototipo del Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo, conforme los intereses de la entidad pública, se estableció los siguientes requerimientos para el diseño:

- Sistema que identifique la llegada del bus a cada parada autorizada.
- Activar el control de apertura y cierre de puertas únicamente en las paradas autorizadas.
- Registrar con fecha y hora la llegada del bus a la primera parada autorizada.

### 4.3 PROPUESTA

El prototipo completo del Sistema Electrónico consta de dos subsistemas, que trabajando en conjunto permiten mantener el control y registro de puertas de un bus que presta el servicio intercantonal. Uno de los dos subsistemas está ubicado en la parada autorizada y el otro dentro de la unidad de transporte; es decir del bus.

El subsistema de la parada como se observa en la Figura 4.1, se encuentra conformado por un transmisor infrarrojo (IR), un computador de tamaño reducido, un router, y finalmente en caso que el sistema sufra de un corte de energía eléctrica y no pueda actualizar su fecha y hora, se incorpora un Reloj en Tiempo Real (RTC), que dispone internamente de una pila eléctrica como fuente de alimentación propia.

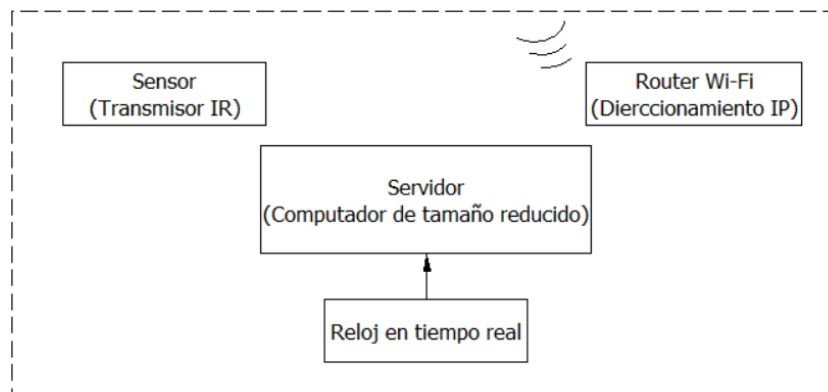


Figura 4.1: Diagrama de Bloques - Sistema de la Parada

Fuente: El Investigador basado en [11]

El funcionamiento del transmisor IR es independiente; ya que se utilizó un control remoto cualquiera, normalmente utilizado en electrodomésticos como televisores y radios. Según el fabricante Philips el rango de frecuencia de la portadora va de 24 KHz a 55KHz en estos dispositivos, disponen de múltiples botones para envío de órdenes y para cada botón existe un código por lo tanto al momento que se presiona un botón éste transmite una serie de números que será recibida por el sensor IR. La idea consiste en ubicar un transmisor IR en cada parada autorizada y un sensor IR en el sistema electrónico del prototipo del bus, para que conforme al código que reciba el sensor IR el microcontrolador cumpla las condiciones que se requieran efectuar en la primera y

segunda parada autorizada, además se exige que el bus esté lo más cercano posible a cada parada autorizada. [59]

Para transmitir la información que identifica a cada bus, se plantea utilizar un tipo de comunicación inalámbrica para redes de área local (WLAN), debido a la confiabilidad que ésta brinda con respecto a seguridad y velocidad de transmisión de datos, se hace uso de un router inalámbrico, que provea de direccionamiento IP y genere con nombre y contraseña una red inalámbrica en la primera parada autorizada. A través de éste poder establecer direccionalidad de información entre el sistema del bus y el computador de tamaño reducido.

El ordenador planteado (Raspberry Pi 3) internamente posee un módulo de conectividad Wi-Fi con el cual se facilita el proceso, pero carece de un reloj interno para sincronizar la fecha y hora exacta, este dato lo toma de la red, es aquí en donde se requiere la utilización de un reloj en tiempo real para casos en los que el sistema carezca de energía eléctrica y se deba configurar nuevamente la fecha y la hora. Con la utilización de un RTC esta configuración ya no será necesaria.

De igual manera que el subsistema de la parada, se ilustra en la Figura 4.2 en un diagrama de bloques el subsistema del bus.

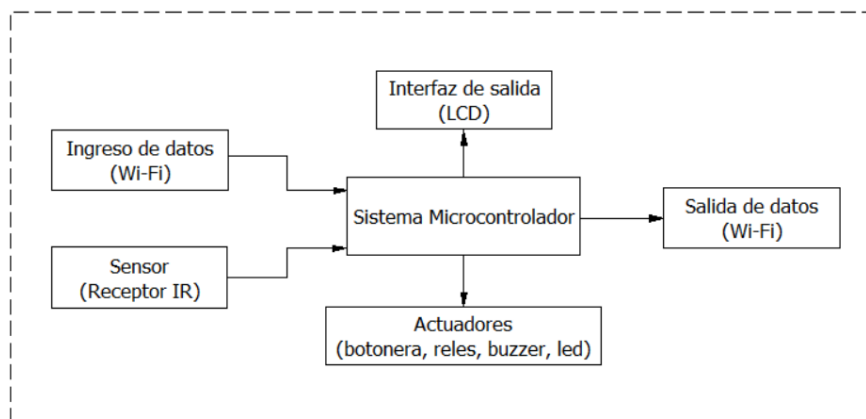


Figura 4.2: Diagrama de Bloques - Sistema Electrónico del Bus

Fuente: El Investigador basado en [11]

A continuación se describe el diagrama de bloques:

De acuerdo al tipo de control que se plantea llevar a cabo, el subsistema prototipo del bus se encuentra conformado por una etapa de ingreso y salida de datos en forma inalámbrica (Wi-Fi), un receptor de señal infrarroja, una interfaz de salida visual (LCD), actuadores y finalmente todo esto se encuentra gestionado por un microcontrolador.

El sensor receptor de señal infrarroja se utiliza con el fin de identificar la llegada del bus a cada parada autorizada, exigir que el bus se acerque lo máximo posible para que a partir de recibir la señal se transmitan los datos del bus inalámbricamente hasta el sistema de la primera parada autorizada.

La placa, el nombre del bus, y la ruta de viaje son datos que por comodidad del conductor se plantea ingresar al prototipo en forma inalámbrica, haciendo uso de la tecnología Wi-Fi; específicamente del módulo ESP8266, que por configuración puede trabajar como servidor, como cliente y de las dos maneras a la vez. Servidor al momento de ingresar los datos y cliente al momento de transmitirlos.

En la interfaz de salida (pantalla LCD) para que el conductor este seguro que es la ruta correcta, se visualiza esta información. Los actuadores se consideran a la botonera (elevavidrios), los relés, el led y el buzzer. En el caso de la botonera se plantea utilizar un elevavidrios con el fin de mejorar la presentación del funcionamiento en el prototipo. Los relés son las salidas que servirán para conectar la electroválvula, el buzzer servirá como una señal de salida que identifique la comunicación inalámbrica, tanto en la recepción de señal infrarroja como en la conectividad Wi-Fi, es decir, se activará cada vez que ingrese una señal digital al microcontrolador. Finalmente el parpadeo del led dará a conocer que el sistema se encuentra en funcionamiento.

El microcontrolador será el encargado de gestionar todo lo anteriormente mencionado dentro del prototipo del bus. A partir de la recepción de la señal infrarroja identificará en que parada se encuentra localizado, permitirá o no abrir o cerrar su puerta, visualizar la ruta de viaje en la interfaz LCD y finalmente transmitir la información de forma inalámbrica.

#### 4.4 ANÁLISIS TÉCNICO DEL SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO DE PUERTAS DE UN BUS

Se denominó análisis electroneumático, al trabajo coordinado entre los dispositivos eléctricos en el área de control con los elementos neumáticos en el área de trabajo del bus. El análisis del funcionamiento electroneumático de las puertas de un bus intercantonal se realizó con el fin de identificar los elementos que lo conforman, para con ello poder elaborar un prototipo a escala que represente el funcionamiento del mismo. En la Figura 4.3 se ilustra el bus al que se tuvo acceso para el análisis, corresponde a la Cooperativa de Transporte “San Miguel” de la ciudad de Salcedo, es el tipo de buses al que está enfocado el desarrollo del presente Proyecto de Investigación. Estructuralmente este tipo de buses constan de una sola puerta para el ascenso y descenso de pasajeros, sostenida entre ejes los cuales permiten abrir o cerrar cuando el conductor lo ejecute, internamente a partir de un pulsador o externamente a través de una acción neumática de forma manual.



Figura 4.3: Bus Interprovincial

Fuente: El Investigador

##### 4.4.1 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA MECÁNICO DEL BUS

El Sistema Mecánico del bus de acuerdo al análisis para este proyecto de investigación, bajo asistencia técnica se determina que está conformado por: la carrocería, el motor y el compresor mecánico al que denominamos Sistema Neumático, a continuación se describe cada una de estas partes.

**La Carrocería:** La Carrocería interviene en el análisis del proyecto en mención; ya que las puertas del bus se encuentran acopladas a la misma y es en ellas en donde se ve reflejado el funcionamiento del prototipo completo. El tipo de puertas que tienen los

buses que prestan el servicio intercantonal es de una sola hoja con división intermedia para que al momento de abrirlas no obstaculicen el paso de los pasajeros.

**El Motor:** Dentro del motor en los buses casi nuevos, a partir del año 2009 se encuentra incorporado un sistema que permite el boqueo de las puertas, con el fin de dar cumplimiento a la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 1668, que establece en el ítem 5.6.8 qué: “Cuando el vehículo esté en movimiento, las puertas no deben abrirse desde el interior del vehículo. De igual manera cuando el vehículo se encuentre detenido y al menos una puerta esté abierta, el vehículo no podrá moverse. En situaciones de emergencia, las puertas serán abiertas de forma manual desde el exterior o el interior del vehículo”. Este sistema es desconectado por disposición del propietario al momento de la compra, y se incluyó en el análisis ya que se requiere que continúe desconectado para que no influya en el diseño del prototipo. [60]

**Sistema Neumático:** El Sistema Neumático se incluyó dentro del Sistema Mecánico ya que el funcionamiento del compresor al igual que del motor, es mecánico. Se encuentra conformado por los siguientes ítems.

- **El Compresor Mecánico:** es el encargado de abastecer, generar y llenar los acumuladores con aire comprimido.
- **El Panel de Mandos Manuales:** es el conjunto de mandos manuales, como pulsadores, válvulas neumáticas, que se encuentran ubicados al lado izquierdo del conductor para el control de puertas o gavetas.
- **Los Actuadores:** son los encargados de generar el trabajo a través de aire comprimido, estos son los cilindros neumáticos de simple o doble efecto.

#### 4.4.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUS

El Sistema Eléctrico del bus, según el análisis realizado se encuentra conformado por: la batería de 12 y 24 voltios en corriente continua (VCC), la caja de fusibles y el tablero frontal. El número de baterías en los buses varía uno de otro conforme a los actuadores (luces, televisores, etc.) que se encuentre conectados al sistema eléctrico en cada bus, pero básicamente constan de dos baterías.

**La Batería:** La Batería dentro del bus es la que suministra un voltaje de 12 o 24 (VCC), dependiendo de sus especificaciones, a elementos que pueden funcionar sin que el carro este prendido, como por ejemplo: al pito, las luces, al radio, etc. Es la que permite acumular la energía que necesitan los componentes eléctricos del bus, con ello nos permite activar el sistema de encendido del motor. De la batería es de donde se tomó la alimentación eléctrica para el sistema electrónico desarrollado, ya que se requiere tener una tensión estable de 12 VCC para su funcionamiento.

**Tablero Frontal:** El Tablero Frontal como se ilustra en la Figura 4.4 está conformado por el panel instrumental donde se ve el tacómetro, el nivel de combustible y la botonera.



Figura 4.4: Tablero Frontal

Fuente: El Investigador

Uno de los botones del tablero frontal permite controlar el funcionamiento de la puerta principal del bus, al accionar el botón en la parte superior del mismo se puede abrir, y al accionar en la parte inferior se puede cerrar.

**Caja de Fusibles:** La Caja de fusibles proporciona tensiones de 12, 14 y 24 VCC, pero con picos de corriente que resulta difíciles de controlar, por ello no se toma en cuenta su análisis en la implementación del prototipo.

Bajo asistencia técnica se pudo armar el diagrama de bloques estructural del bus, que se ilustra en la Figura 4.5, en el que se describen los principales sistemas anteriormente mencionados que intervienen para el control electroneumático de las puertas de un bus real.



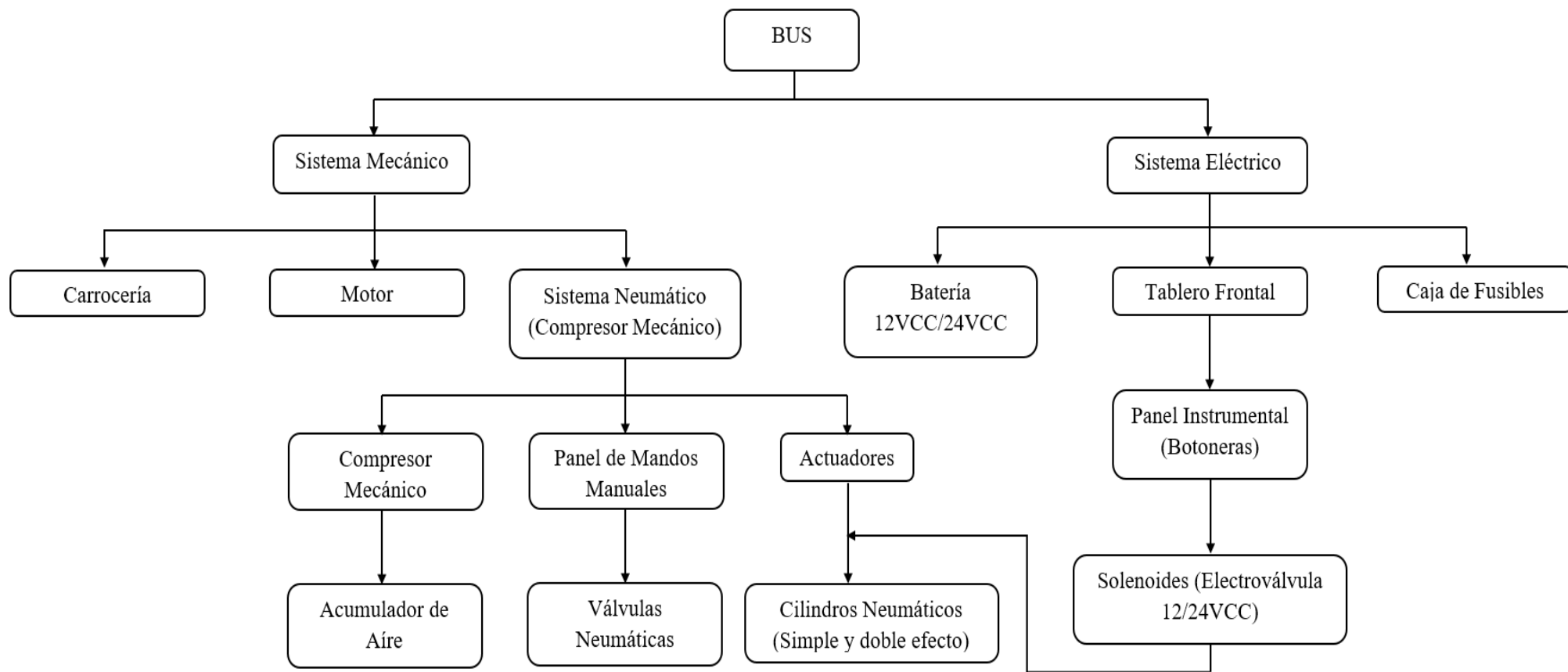


Figura 4.5: Diagrama de Bloques Estructural del Bus

Fuente: El Investigador

#### 4.4.3 CIRCUITO ELECTRONEUMÁTICO DE PUERTAS DE UN BUS

Luego del análisis que conlleva el desarrollo del proyecto, se realizó un circuito electroneumático con los elementos que conforman el control de la puerta principal de un bus intercantonal. Se puede observar en la Figura 4.6 la simulación del circuito a controlar.

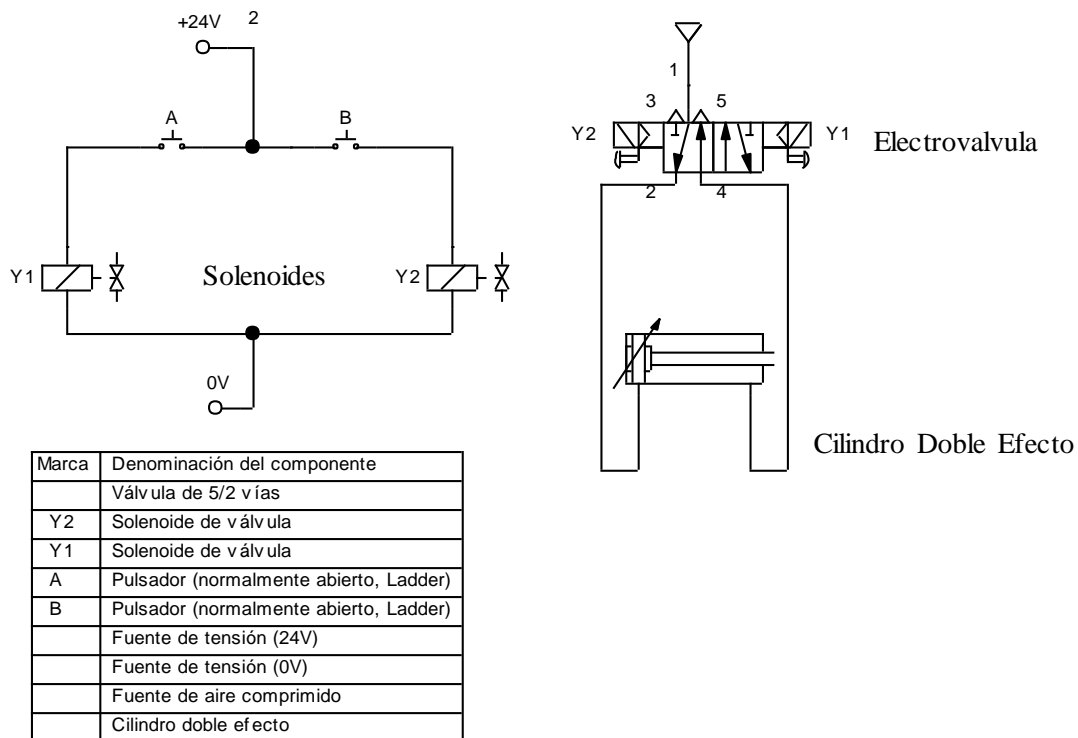


Figura 4.6: Circuito Electroneumático de Puertas

Fuente: El Investigador

En el bus inicialmente la puerta se encuentra cerrada, se la puede abrir desde afuera a partir de un accionar neumático. El funcionamiento electroneumático inicia cuando el conductor presiona el pulsador A, energiza el solenoide Y1 de la electroválvula, permite el paso de aire comprimido hacia el embolo del cilindro de doble efecto y como resultado se abre la puerta. Para cerrarla se debe presionar el botón B, se energiza el solenoide Y2, permite el paso del aire comprimido por otro conducto neumático y el cilindro neumático regresa a la posición inicial. Las conexiones internas en el bus se ilustran en la Figura 4.7.

PLANO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL BUS SEGÚN EL ANÁLISIS TÉCNICO

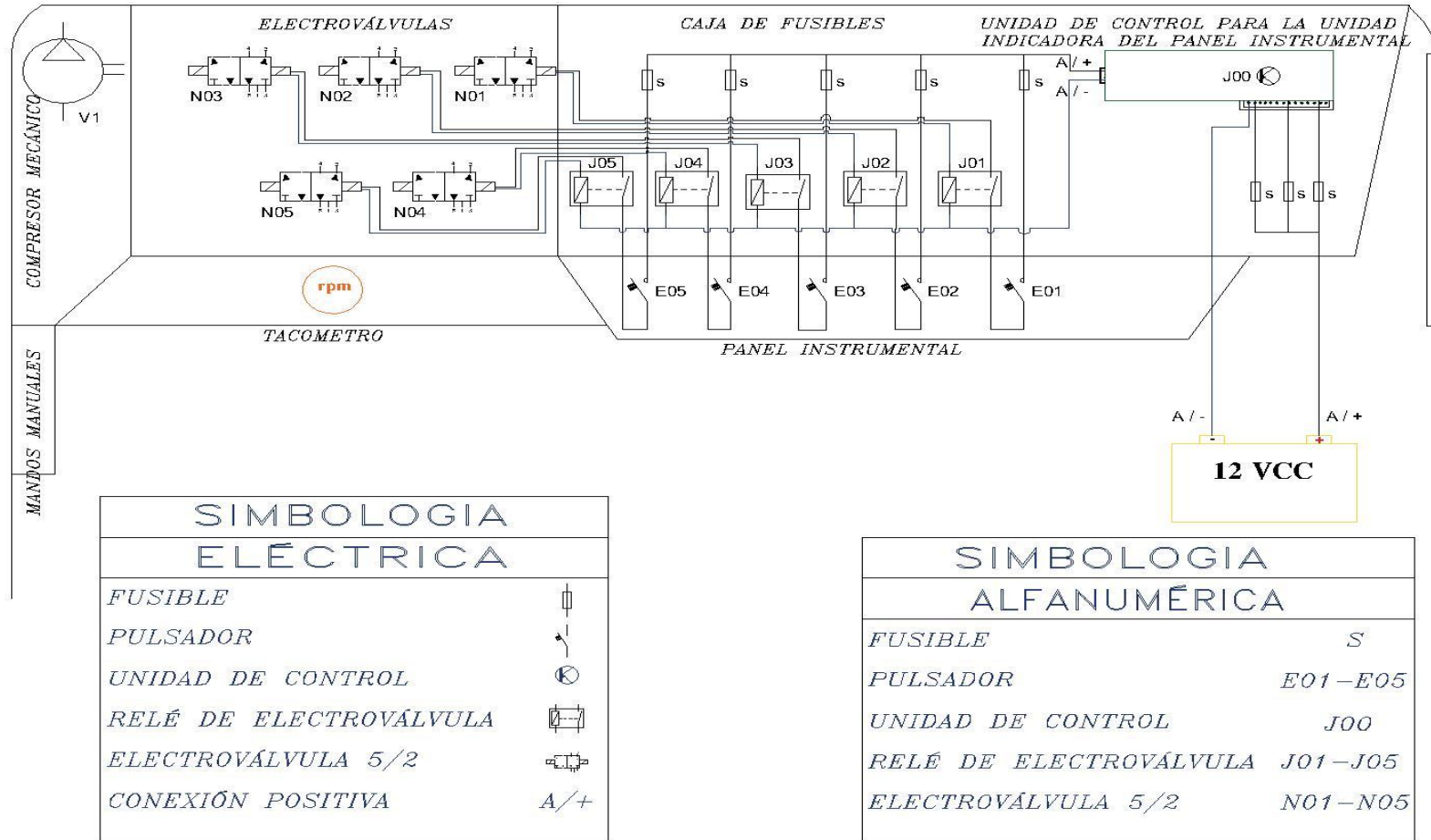


Figura 4.7: Conexión Interna Sistema Eléctrico del Bus

Fuente: El Investigador

## 4.5 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA

Para la selección de la tecnología inalámbrica de acuerdo a la naturaleza del proyecto, se consideró a los tipos de tecnologías que permitan realizar: redes inalámbricas de área local (WLAN) o personal (WPAN), transmisiones punto a punto o punto multipunto, compatibilidad y accesibilidad desde cualquier dispositivo móvil, todo esto con el fin de garantizar el envío y recepción de datos desde el bus hasta la primera parada autorizada. A continuación se detalla en la Tabla 4.1 una comparación característica entre los distintos tipos de tecnologías inalámbricas que han sido consideradas para su utilización.

Tabla 4.1: Cuadro Comparativo de Tecnologías Inalámbricas

PARÁMETROS	Bluetooth	Zigbee	WI-FI
Estándar	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4	IEEE 802.11, .a, .b, .g, .n
Tipo de Red	WPAN	WPAN	WLAN
Topología de Red	Punto a punto, punto multipunto	Punto a punto, punto multipunto, estrella, árbol, y en red mallada	Punto a punto, punto multipunto
Banda de Frecuencia	2.4 GHz	868MHz, 915 MHz, 2.4GHz	2.4 GHz
Velocidad de Tx	720 Kbps	250 Kbps	11 - 54 Mbps
Potencia de Tx	1 - 100 mW	1 - 100 mW	100mW
Seguridad	Emparejamiento con clave	AES	WEP/WPA
Rango de cobertura	10m efectivo, 100m dispositivos clase 1	10 - 100m	10 - 150m
Requerimiento	Emparejamiento necesario	Nivel físico y control de acceso al medio (MAC)	Nombre y contraseña

Fuente: El Investigador basado en [29], [31], [33], [36]

Luego de revisar las características de la Tabla 4.1. Para el intercambio de información entre el prototipo del bus y el sistema de la parada autorizada, se optó por utilizar la tecnología inalámbrica de área local Wi-Fi; ya que es el tipo de tecnología que puede funcionar correctamente de acuerdo a la naturaleza del proyecto, su velocidad de transmisión es superior con respecto a las demás, es el tipo de tecnología inalámbrica que se dispone en el lugar y además la mayoría de dispositivos móviles como laptops,

tablets y celulares que se utiliza comúnmente para comunicarse, en su gran mayoría poseen el mismo tipo de conectividad.

## **4.6 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS**

Para la implementación del prototipo se realiza a continuación el estudio y la selección de cada uno de los principales dispositivos que se utilizaron, con el fin de dar cumplimiento a los objetivos y requerimientos establecidos.

### **4.6.1 SELECCIÓN DEL SENSOR**

Para la selección del sensor se consideró a la posición (proximidad) como la variable a medir para enfocarse en un determinado grupo de toda la gran variedad de sensores que existen en el mercado, de los cuales los que mejor se destacan para ser utilizados en la implementación del prototipo son los siguientes:

#### **4.6.1.1 Sensor Infrarrojo E18-D80NK**

El Sensor fotoeléctrico infrarrojo de proximidad E18-D80NK es un sensor ajustable que trabaja con un voltaje de 5 Voltios (V), basa su funcionamiento en un emisor y un receptor dentro de un solo cuerpo. Realiza las mediciones a través de señales infrarrojas por lo que lo hace más preciso que un sensor ultrasónico, su medición no es afectada por el ruido del ambiente ya que está construido en una carcasa de plástico resistente a golpes, como se puede observar en la Figura 4.8.



Figura 4.8: Sensor Infrarrojo E18-D80NK [61]

La salida de datos es digital (1 y 0), se obtienen de acuerdo a la distancia que el usuario requiere detectar entre un rango ajustable de 3 a 80 centímetros (cm). El cuerpo del sensor posee un led que se enciende si el sensor ha detectado un objeto que se acercó a

la distancia de detección establecida. Posee solo 3 conexiones (GND, señal y VCC). Debido a que la señal de salida es de tipo digital se lo puede utilizar fácilmente con cualquier tipo de microcontroladores, o directamente con una placa Arduino. [61], [62]

#### **4.6.1.2 Sensor Infrarrojo Sharp GP2Y0D02YK**

El GP2Y0D02YK es un sensor de medición de distancia, que está compuesto por una combinación integrada de PSD (Detector sensible a la posición), IRED (Diodo Emisor de infrarrojos) y un circuito de procesamiento de señales, por lo que se puede utilizar como un sensor de proximidad y a mas que la señal de salida es digital. Funciona con un voltaje de 4.5 a 5.5 V, el rango de detección establecido por el fabricante es de 80 cm. Cuando el sensor está expuesto a la luz directa del sol, lámpara y entre otras unidades luminosas, hay casos en los que no puede medir la distancia exactamente. Se recomienda considerar para el diseño que el sensor no este expuesto a la luz directa de fuentes luminosas. En la Figura 4.9 se puede ver que el sensor cuenta de dos lentes. La lente de este dispositivo debe mantenerse limpia, hay casos en que el polvo, el agua o el aceite lo deterioran, se recomienda no lavar al dispositivo. [63]



Figura 4.9: Sensor infrarrojo GP2Y0D02YK [63]

#### **4.6.1.3 Sensor ultrasónico HC-SR04**

El HC- SR04 es un sensor ultrasónico de bajo costo, bajo consumo de energía y de gran precisión que puede detectar la presencia y calcular la distancia a la que se encuentra el objeto en un rango de 2 a 400 cm. El voltaje necesario para su funcionamiento es de 5 V. Tienen dos transductores, básicamente, un altavoz y un micrófono, estos se pueden ver en la Figura 4.10. Ofrece una excelente detección sin contacto y lecturas estables en un formato fácil de usar. El funcionamiento no se ve afectado por la luz solar o el material negro, aunque en materiales suaves como telas puede resultar complicado de

detectar. Cuando se prueban objetos, el rango del área del objeto no debe ser inferior a  $0.5\text{m}^2$  para no tener fallas. [64], [65]



Figura 4.10: sensor ultrasónico HC-SR04 [64]

Su funcionamiento inicia con el Trigger cuando envía un pulso "1" de al menos de 10 micro segundos (us). Se envía 8 pulsos con una frecuencia de 40 KHz, coloca su salida eco en alto y se inicia un conteo de tiempo. La salida eco se mantiene en alto hasta recibir el eco reflejado por el obstáculo a lo cual el sensor pondrá su pin eco a bajo, es decir, terminara de contar el tiempo. La distancia es proporcional a la duración del pulso y se puede calcularla con la siguiente formula (Utilizando la velocidad del sonido, que es 340m/s): Distancia en cm (centímetros) = Tiempo medido (uS) x 0.017. [64], [65]

#### 4.6.1.4 Sensor Infrarrojo TSOP4838

El sensor TSOP4838 es un sensor infrarrojo (IR) de pequeño tamaño empleado para recibir mandos a distancia de señales infrarrojas, comúnmente es utilizado en los electrodomésticos como en televisores o radios para recibir las ordenes de un control remoto IR o emisores IR. Para recibir la señal requiere linealidad con el trasmisor. Está conformado por un circuito amplificador y un oscilador que trabaja a 38 KHz, por lo que puede recibir señales incluso cuando se tiene fuentes de luz intensas a su alrededor. [66]

Técnicamente el sensor TSOP4838 trabaja óptimamente en un rango de voltaje que va de 4.5 a 5.5V a 5mA, tiene una señal de salida activa baja de 5 a 0.5mA por su pin número 1, contiene protección mejorada contra descargas eléctricas, compatibilidad con TTL y CMOS, bajo consumo de energía, trabaja a una temperatura de  $-25^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$ , soporta una temperatura de soldadura de  $260^{\circ}\text{C}$ , la distancia de transmisión en óptimas condiciones es máximo de 35m y un ángulo medio de  $45^{\circ}$ . La distribución de pines se puede ver en la Figura 4.11, en donde el pin 1 es la señal de salida (OUT), el pin 2 corresponde a GND y el pin 3 a VCC. [66], [67]

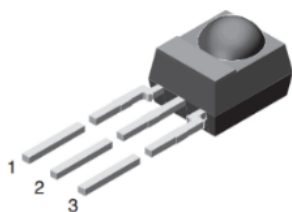


Figura 4.11: Receptor Infrarrojo TSOP4838 [67]

Tabla 4.2: Cuadro comparativo entre sensores de proximidad

PARÁMETROS	Sensor Infrarrojo E18-D80NK (Ajustable)	Sensor Infrarrojo Sharp GP2Y0D02YK	Sensor ultrasónico HC-SR04	Sensor de Infrarrojos TSOP4838
Voltaje de alimentación	5 Volts	De 4.5 a 5.5 Volts	5 Volts	De 4.5 a 5.5 Volts
Corriente de trabajo	100 mA	33 mA	15mA	5mA
Señal de salida	Digital	Digital	Análoga	Digital
Tiempo de respuesta	2 milisegundos (ms)	50 ms	50 ms	60 ms
Rango de detección	De 3 a 80 cm (ajustable)	80 cm	De 2 cm a 400 cm	3500 cm
Temperatura de trabajo	de -25 a 70°C	de -10 a 60°C	20 °C	de -25 a 85°C
Ángulo de detección	$\leq 15^\circ$	$\leq 15^\circ$	15°	$< 45^\circ$
Sensibilidad	No se ve afectado por el ruido del ambiente, ni golpes	Al polvo, a la humedad, a luz directa del sol, lámpara de tungsteno y entre otras unidades luminosas	Le resulta difícil de detectar materiales suaves como telas	Se ve afectado por la luz solar directa, requiere de sombra
Pines de conexión	3	3	4	3
Precio	\$8	\$10	\$4	\$3

Fuente: El Investigador basado en [62], [63], [65], [67]

Revisando las características mencionadas en la Tabla 4.2 sobre los sensores de proximidad y tomando en cuenta los requerimientos del sistema, especialmente el de identificar la llegada del bus a cada parada autorizada sin confusión alguna. Se ha seleccionado al sensor detector de infrarrojos TSOP4838 debido a que altera su señal digital de salida de alta a baja únicamente cuando recibe linealmente una señal infrarroja de 38KHz dentro de un ángulo intermedio de 45°, principal característica que lo hace favorable para ser utilizado en la implementación del prototipo.



Para poder utilizar el sensor IR TSOP4838 a nivel de implementación real, en un bus intercantonal propiamente, es necesario acoplar un grado de protección para el sensor debido a las alteraciones climáticas. Para ello es recomendable cubrir al sensor con una delgada pared de cristal resistente a golpes, esto permitirá que el polvo y la lluvia no lo afecten. Aun incorporando el grado de protección resultaría un poco deficiente, ya que el nivel de aplicación es hostil para el nivel de construcción del sensor. En estos casos se debería tomar en cuenta a los sensores IDEC de la serie SA, específicamente al sensor SA1E, que es un sensor fotoeléctrico que posee un nivel de protección IP67 de fábrica.

El sensor SA1E es un sensor fotoeléctrico que tiene la capacidad de detectar a través de seis métodos: supresión de fondo, haz de paso, polarizado retro reflexivo, difuso reflexivo, reflector de haz pequeño y reflejo convergente, detectando objetos transparentes y traslucidos, todo esto a una distancia máxima de 7 metros con reflector y 20 m entre dos sensores SA1E. Es un sensor de alta fiabilidad y precisión con diferentes tipos de señales de salida, entre ellas: salida NPN, salida PNP, luz ON, oscuridad ON, este tipo de salidas se pueden seleccionar. Su construcción y carcasa IP67 proporciona resistencia contra el agua y el polvo y permite utilizarlo con confianza en lugares húmedos en la Figura 4.12 se ilustra el sensor SA1E. [68]



Figura 4.12: Sensor SA1E [68]

En la Tabla 4.3 se ilustra una comparativa entre el sensor seleccionado para la implementación del prototipo y el sensor considerado para la implementación real.

Tabla 4.3: Comparativa entre el sensor TSOP4838 y el sensor SA1E

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PROTOTIPO</b>	<b>REAL</b>
Sensor	Sensor de Infrarrojos TSOP4838	Sensor SA1E
Voltaje de alimentación	De 4.5 a 5.5 Volts	12 – 24 VDC
Corriente de trabajo	5mA	Proyector: 10mA Receptor: 20 mA
Señal de salida	Digital	PNP, NPN, luz ON, oscuridad ON, seleccionable.
Tiempo de respuesta	60 ms	1 ms
Rango de detección	35 m	7 - 20 m
Temperatura de trabajo	de -25 a 85°C	-25°C +55°C
Resistencia de vibración	No posee resistencia	Altamente estable con excelente resistencia a la vibración y resistencia al choque.
Ángulo de detección	$\leq 45^\circ$	20°
Deficiencia	Se ve afectado por la luz solar directa, requiere de sombra	Ninguna
Grado de Protección IP	IP00	IP67
Pines de conexión	3 (VCC, GND y OUT)	Con cable y conector M8
Precio	\$3	\$68

Fuente: El Investigador basado en [67], [68]

## 4.6.2 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Para la selección del microcontrolador del Sistema Electrónico, se consideró a los microcontroladores PIC, capaces de soportar distintos dispositivos con los cuales debe interactuar, interpretar y gestionar la información recibida por los módulos de transmisión inalámbrica, son dispositivos open source con hardware y software libre, es el tipo de microcontroladores con los que el investigador se encuentra familiarizado, además que para su manejo se dispone de mucha información tanto en libros como también en internet. Con estas consideraciones se tiene a los siguientes PIC:

### 4.6.2.1 Microcontrolador PIC 16F628A

El PIC 16F628A es un microcontrolador de 8 bits basado en un tipo de memoria FLASH de CMOS incorpora la arquitectura PIC de Microchip en un paquete de 18 pines. Cuenta con un oscilador interno de 4MHz, 128 bytes de memoria de datos

EEPROM, una memoria RAM de 224 bytes, un puerto de captura, comparación y PWM (CCP), un puerto Universal Síncrono/Asíncrono Receptor/Transmisor (USART), dos comparadores y una referencia de voltaje programable que lo hace ideal para aplicaciones de nivel analógico integrado en aplicaciones automotrices, industriales y de consumo. Para su alimentación eléctrica requiere de 2V a 5.5V en corriente continua. [69], [70]

El PIC 16F628A cuenta con un set de 35 instrucciones de una sola palabra, su CPU es de arquitectura RISC (Computador con un set de instrucciones reducido). Está conformado por dos puertos PORTA y PORTB, 16 pines que pueden ser utilizados como entradas o salidas de datos, algunos de estos pines son multiplexados con funciones alternativas para el periférico a conectar en el dispositivo. Cuando un periférico es habilitado, ese pin no puede ser utilizado como un pin de propósito general de E/S, la distribución de los pines se puede ver en la Figura 4.13. [69], [70]

#### 4.6.2.2 Microcontrolador PIC 16F648A

El PIC 16F648A al igual que el 16F628A es un microcontrolador de 8 bits basado en un tipo de memoria de programa FLASH de CMOS, incorpora la arquitectura PIC de Microchip en un paquete de 18 pines, cuenta con un oscilador interno de 4MHz, un puerto de captura, comparación y PWM (CCP), un puerto USART, dos comparadores y una referencia de voltaje programable y para su alimentación eléctrica requiere de 2V a 5.5V en corriente continua. La diferencia que existe entre el PIC 16F628A y 16F648A es la capacidad de cada memoria. La memoria de programa FLASH tiene 7KB, la memoria de datos EEPROM 256 bytes y la memoria RAM 256 bytes. [70], [71]

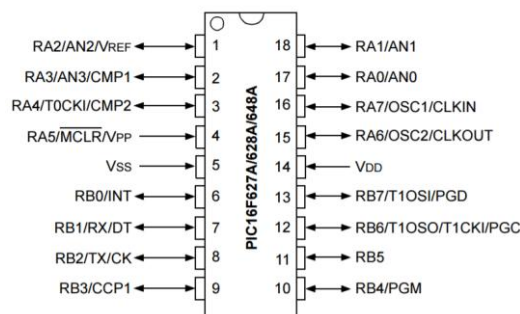


Figura 4.13: Distribución de pines - PIC 16F627A/628A/648A [70]

### 4.6.2.3 Microcontrolador PIC 16F887

El Microcontrolador PIC 16F887 al igual que los anteriores es fabricado por Microchip Technology Inc., de arquitectura Harvard; es decir que la unidad central de proceso puede acceder simultáneamente a la memoria de datos y a la memoria de instrucciones ya que se encuentran separadas y dispone de distintos buses de comunicación. Su procesador es de arquitectura RISC, cuenta con un set de 35 instrucciones diferentes. Opera a una frecuencia de 0-20MHz, para su alimentación eléctrica requiere de 2V a 5.5V en corriente continua, su consumo va de 220uA (2.0V, 4MHz), 11uA (2.0 V, 32 KHz) 50nA (en modo de espera). Su memoria ROM es de 8KB con tecnología FLASH, memoria EEPROM de 256 bytes y memoria RAM de 368 bytes [72] [73]

El PIC 16F887 internamente posee distintos módulos que facilitan su conexión con dispositivos. Posee un módulo comparador analógico, un módulo PWM incorporado, módulo USART mejorado que soporta las comunicaciones seriales RS-485, RS-232, LIN2.0, y auto-detección de baudios, un Puerto Serie Síncrono Maestro (MSSP) que soporta los modos de comunicación SPI e I2C. La familia 16F882/883/884/886/887 se los puede encontrar en un solo chip de 40 o 44 pines como se ilustra en la Figura 4.14, de los cuales 35 pines pueden ser configurables como entrada o salida de datos (I/O), estos 35 pines I/O se encuentran distribuidos entre sus 5 puertos: PORTA, PORTB, PORTC, PORTD y PORTE, el ultimo puerto solo consta de 4 pines, los demás puertos disponen de 8 pines cada uno, los pines identificados con VDD y VSS son asignados para la alimentación eléctrica [46], [72] [73].

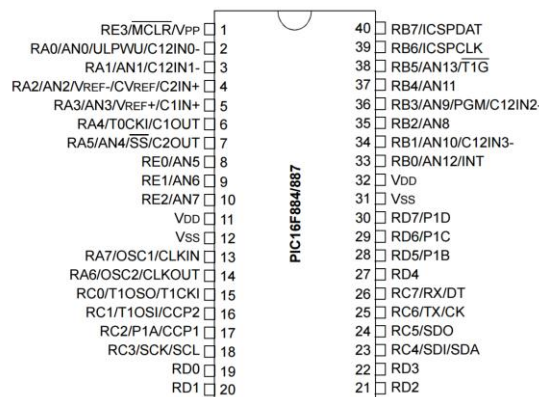


Figura 4.14: Distribución de pines - PIC 16F887 [72]

Tabla 4.4: Comparativa de Microcontroladores PIC

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PIC 16F628A</b>	<b>PIC 16F648A</b>	<b>PIC 16F887</b>
Tamaño de palabra	8 bits	8 bits	8 bits
Oscilador Interno	4 MHz	4 MHz	4 MHz
Frecuencia de reloj	20 MHz	20 MHz	20 MHz
Memoria de Programa	3,5 KB	7 KB	14 KB
Memoria de datos EEPROM	128 Bytes	256 Bytes	256 Bytes
Memoria SRAM	224 Bytes	256 Bytes	368 Bytes
Arquitectura	Harvard	Harvard	Harvard
Voltaje de entrada recomendado	2 – 5,5V	2 – 5,5V	2 – 5,5V
Encapsulado	18 pines	18 pines	40 o 44 pines
Pines I/O	16	16	36
Corriente de I/O por pin	25 mA	25 mA	25 mA
Puertos I/O	A, B	A, B	A, B, C, D, E
Puerto CCP	1	1	2
Puerto USART	1	1	1
Puerto MSSP	No	No	1
Convertidor ADC	No	No	14 canales de 10 bits
Comparadores	2	2	2
Precio	\$3	\$3	\$5,50

Fuente: El Investigador basado en [70], [71], [72]

Con respecto a las características mostradas en la Tabla 4.4 y a los requerimientos establecidos. Se ha seleccionado al microcontrolador PIC 16F648A, este ha sido seleccionado pues dispone de 7 KB de memoria de programa, 256 bytes de memoria EEPROM y RAM, y un puerto USAR, principales características para cumplir el propósito de control, ya que no se requiere de un microcontrolador muy sofisticado ni tampoco deficiente.

A nivel de prototipo el microcontrolador seleccionado funciona correctamente, pero a nivel de aplicación real, necesitaría de distintos módulos complementarios para su protección debido al ambiente en donde se lo plantea utilizar, dentro del bus existen factores externos que lo podrían dañar y afectar su funcionamiento normal, como por ejemplo la vibración constante, el polvo, la humedad, etc. Por lo cual es necesario analizar otro tipo de unidad central de proceso para la implementación real, que mejore sus características tanto en hardware como también en software.

ARDUECU es un controlador compatible con el IDE de Arduino sus siglas ECU significa Unidad de Control Electrónico, es un controlador resistente al agua, a altas temperaturas, robusta y resistente a impactos según IP69K basada en un ATmega328, adicionalmente a su característica de programación a través del IDE de Arduino también permite CoDeSys, para programarlo con lógica de escalera, bloque funcional, texto estructurado, lista de instrucciones o gráficos de funciones secuenciales. Es compatible con todos los sistemas de 12 a 24 VCC. Existen tres modelos de ArduECU enfocados en sus aplicaciones: para proyectos básicos, para aplicaciones de control de máquina y autobús CAN (Controller Area Network), y un modelo que permite convertir un Arduino Uno en un ECU resistente a la intemperie y con un área de prototipado a bordo para aplicaciones y circuitos personalizados. Gráficamente sus utilidades se ilustran en la Figura 4.15. [74], [75]



Figura 4.15 Aplicaciones de ArduECU [74]

Técnicamente la utilidad que se le puede dar en el presente proyecto de investigación es para el control de en un vehículo de servicio, ya que ArduECU dispone de distintos tipos de comunicación principalmente el bus CAN, comunicación serial, SPI, I2C y USART, lo que permite brindar al bus intercantonal características IOT (Internet of Things). En la Tabla 4.5 se compara técnicamente las características del microcontrolador seleccionado para la implementación en el prototipo, el

microcontrolador PIC16F648A, frente a ArduECU, ya que en la implementación real se necesitaría de una unidad controladora con características industriales, debido a su ambiente de trabajo.

Tabla 4.5: Comparativa entre el PIC126F648A y ARDUECU

<b>PARÁMETROS</b>	<b>PROTOTIPO</b>	<b>REAL</b>
	PIC de Microchip	ARDUECU
Microcontrolador	PIC 16F648A	ATmega328
Voltaje recomendado	2 – 5,5V	12-24VDC (límites máximos de 9-36VDC)
Consumo de energía	50mA	<150mA
Frecuencia de reloj	20 MHz	16 MHz
Memoria de Programa	7 KB	32KB
Memoria de datos EEPROM	256 Bytes	1KB
Memoria SRAM	256 Bytes	Interna de 2KB
Retención de datos	40 años en condiciones optimas	20 años a 85°C, 100 años a 25°C
Encapsulado	18 pines sin grado de protección	Carcasa con grado de protección IP69K impermeable
Entradas y salidas I/O	16	4 salidas digitales, 4 entradas digitales, 6 entradas analógicas.
Corriente de I/O por pin	25 mA	Salidas digitales de ~ 3A cada uno por canal, hasta 30 amperios. Salidas análogas tres son 5VDC, y tres son 12-24VDC
Temperatura de trabajo	-40°C a +125°C	-40°F a +158°F
Puerto CCP	1	5 salidas PWM
Comunicación	1 Puerto USART	Serial (compatible con x1), SPI (compatible con x2), I2C (x1 capaz), USART y CAN
Precio	\$3	Desde \$59 en el modelo MK1U hasta \$169 en el modelo MK1C

Fuente: El Investigador basado en [70], [74]

#### 4.6.3 SELECCIÓN DE LA TARJETA DE CONTROL DE LA PARADA

Para llevar a cabo el control del Sistema de la parada, se tomó en cuenta a la plataforma Raspberry Pi, debido a su funcionalidad como un computador de tamaño reducido, a

más que cuentan con todo el hardware necesario incorporado y la disponibilidad de puertos GPIO (General Purpose Input/Output), para el control de dispositivos extras como sensores o actuadores. Las que se enlistan a continuación son a las que se pueden acceder comercialmente.

#### 4.6.3.1 Raspberry Pi 1 Modelo B+

La Raspberry Pi 1 Modelo B+ es un computador de placa única (SBC), de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de la informática en las escuelas. [76]

El Modelo B+ es la versión mejorada del original Raspberry Pi. En comparación al modelo original esta posee más puertos GPIO (General Purpose Input/Output), como se puede observar en la Figura 4.17 que la cabecera GPIO ha crecido de 26 a 40 pines, mientras que conserva el mismo pinout para los primeros 26 pines como el Modelo A y B que se representa en la Figura 4.16.



Figura 4.16: Raspberry Pi Modelo A-B [77]

La Raspberry Pi 1 Modelo B+ tiene 4 puertos USB 2.0, frente a 2 en el Modelo B, y una mejor conexión en caliente y en comportamiento de sobrecorriente. El zócalo de la tarjeta SD de ajuste por fricción ha sido reemplazado por una versión micro SD Push-Push. Menor consumo de energía, mediante la sustitución de los reguladores lineales con conmutación se ha reducido el consumo de energía entre 0,5 W y 1W. El circuito de audio incorpora una fuente de alimentación de bajo ruido. Factor de forma más ordenada. Los conectores USB están alineados con el borde de la placa. [76], [78]



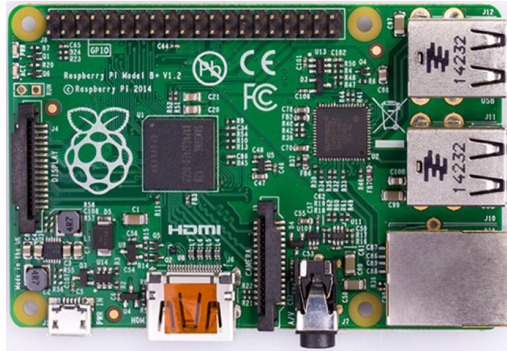


Figura 4.17: Raspberry Pi 1 Modelo B+ [78]

Técnicamente contiene: un procesador central (CPU) ARM1176JZF-S a 700 MHz, un procesador gráfico (GPU) Broadcom VideoCore IV a 250MHz, un módulo de 512 MB de memoria RAM, un conector de RJ45 conectado a un integrado lan9512 -jzx de SMSC que nos proporciona conectividad Ethernet a 10/100 Mbps, 4 puertos USB 2.0, un conector MIPI para camera, un conector de pantalla MIPI DSI, una salida de vídeo compuesto (PAL y NTSC) vía 3.5 mm TRRS Jack compartido con audio estéreo, y finalmente un conector de alimentación micro USB a 5 V a 2A. [78], [79]

#### 4.6.3.2 Raspberry Pi 2 Modelo B

La Raspberry Pi 2 Modelo B es la segunda generación de Raspberry Pi, físicamente se puede observar en la Figura 4.18 que es igual que la placa anterior, por lo que tiene compatibilidad completa. En comparación con el Raspberry Pi 1 Modelo B+ esta tiene: Un procesador de cuatro núcleos el ARM Cortex-A7 que trabaja a 900MHz, 1 GB de memoria RAM. Y de igual manera que la anterior posee: 4 puertos USB, 40 pines GPIO, un puerto Full HDMI, Puerto Ethernet, un conector de audio de 3,5 mm combinado y vídeo compuesto, interfaz serie de la cámara (CSI), interfaz de pantalla (DSI), ranura para tarjetas micro SD, un procesador gráfico VideoCore IV 3D y una alimentación de 5V a 2A vía micro USB. [79], [80]

Debido al procesador que posee se puede ejecutar toda la gama de distribuciones ARM GNU/Linux, incluyendo Snappy Ubuntu Core, así como Windows 10. [80]

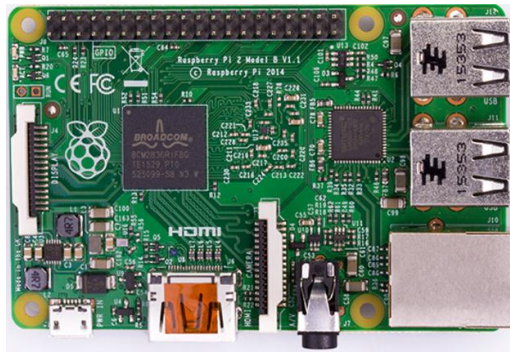


Figura 4.18: Raspberry Pi 2 Modelo B [80]

#### 4.6.3.3 Raspberry Pi 3 Modelo B

La Raspberry Pi 3 es la tercera generación de Raspberry Pi. Sustituye a la Raspberry Pi Modelo B 2 en febrero de 2016. La RPi 3 (Raspberry Pi) tiene un factor de forma idéntica a la anterior esto se puede ver en la Figura 4.19, es físicamente igual y tiene compatibilidad completa con Raspberry Pi 1 y 2. [81]

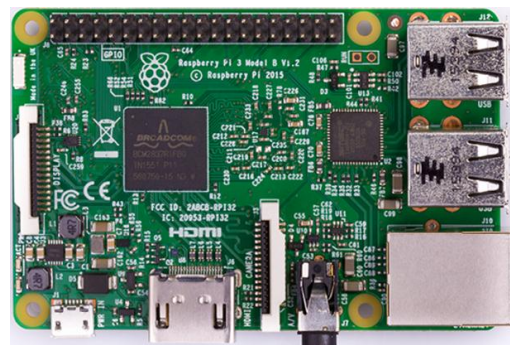


Figura 4.19: Raspberry Pi 3 Modelo B [81]

En comparación con la Raspberry Pi 2 técnicamente esta tiene: Un procesador ARM QuadCore Cortex-A53 de cuatro núcleos que opera a 1200 MHz con juego de instrucciones ARMv8 de 64bits, Puerto Ethernet RJ45 10/100, incorpora conectividad Wi-Fi (802.11n Wireless LAN), bluetooth 4.1 y bluetooth low energy (BLE). [79], [81]

Al igual que la RPi 2 también tiene: 1 GB de RAM, un procesador gráfico VideoCore IV 3D de doble núcleo a 400 MHz, ranura para tarjeta micro SD en la cual se graba la imagen del Sistema Operativo, 4 puertos USB, 40 pines GPIO, puerto Full HDMI,

conector de audio de 3,5 mm combinado y vídeo compuesto, Interfaz serial para la cámara (CSI), Interfaz Serial para una pantalla (DSI). [79], [81], [82].

### Distribución de Pines GPIO

Los pines GPIO constituyen un sistema de propósito general de entradas y salidas que representan una interfaz física entre la Raspberry Pi y el mundo exterior. Estos pines se encuentran incluidos en todas las versiones de Raspberry Pi pero con diferente distribución entre modelos. Todos los pines GPIO son de tipo unbuffered; es decir que no disponen de buffers de protección, por lo cual se recomienda tener cuidado con los niveles de tensión o corriente que los dispositivos a conectar pueden transmitir y dañar la placa. La distribución de pines GPIO se puede observar en la Figura 4.20. [83]

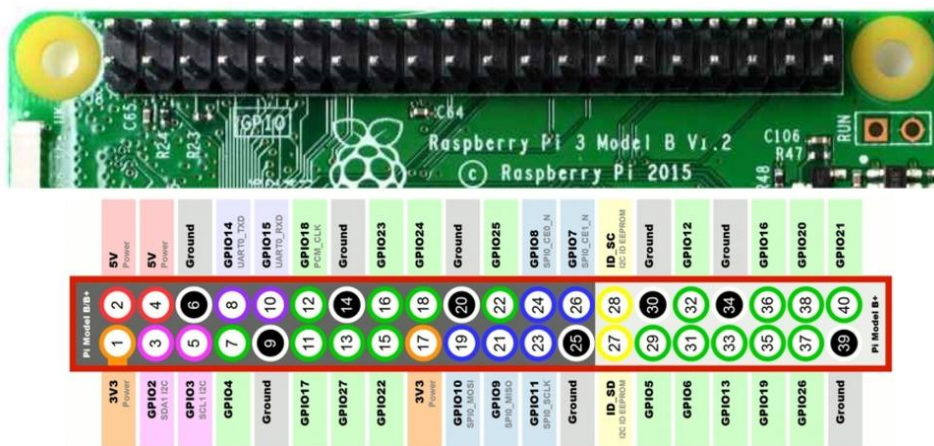


Figura 4.20: Distribución de pines GPIO - Raspberry Pi 3 Modelo B. [83], [84]

De los 40 pines que dispone, 26 son pines GPIO, 4 pines son señales eléctricas (2 de 5VCC y 2 de 3.3VCC), 8 pines son señales GND y 2 pines son ID EEPROM. Los pines que corresponden a señales eléctricas, independientemente de la tensión que suministran, el nivel de corriente es de 50mA. Dentro de los pines GPIO existen pines normales y especiales, los GPIO normales son pines configurables que pueden enviar o recibir pulsos y datos según las necesidades del proyecto en utilidad. Los pines GPIO especiales son utilizados para interfaces UART, conexiones de TX y RX de datos, interfaces I2C y SPI. [83], [84]

Tabla 4.6: Cuadro comparativo entre los distintos tipos de Raspberry Pi

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Raspberry Pi 1 Modelo B+</b>	<b>Raspberry Pi 2 Modelo B</b>	<b>Raspberry Pi 3 Modelo B</b>
Procesador Central (CPU)	ARM1176JZF-S	ARM Cortex-A7 de 4 núcleos	ARM Cortex-A53 de 4 núcleos
Velocidad de Reloj	700 MHz	900 MHz	1200 MHz
Procesador Gráfico (GPU)	Broadcom VideoCore IV	Broadcom VideoCore IV	Broadcom VideoCore IV
Velocidad de Reloj	250 MHz	250 MHz	400 MHz
Memoria RAM	512 MB	1 GB	1 GB
Instrucciones	ARMv6 de 32bits	ARMv7 de 32bits	ARMv8 de 64bits
Almacenamiento	Micro SD	Micro SD	Micro SD
Puertos de Conexión	HDMI, conector RJ45 conectividad Ethernet a 10/100 Mbps, 4 puertos USB 2.0, un conector MIPI para camera, un conector de pantalla MIPI DSI, una salida de vídeo compuesto (PAL y NTSC) vía 3.5 mm TRRS Jack compartido con audio estéreo	HDMI, conector RJ45 conectividad Ethernet a 10/100 Mbps, 4 puertos USB 2.0, un conector MIPI para camera, un conector de pantalla MIPI DSI, una salida de vídeo compuesto (PAL y NTSC) vía 3.5 mm TRRS Jack compartido con audio estéreo	HDMI, conector RJ45 conectividad Ethernet a 10/100 Mbps, 4 puertos USB 2.0, un conector MIPI para camera, un conector de pantalla MIPI DSI, una salida de vídeo compuesto (PAL y NTSC) vía 3.5 mm TRRS Jack compartido con audio estéreo, Wi-Fi: 802.11n, Bluetooth 4.1 y Bluetooth Low Energy (BLE)
Pines GPIO	40	40	40
Voltaje de operación	5V a 2A vía micro USB	5V a 2A vía micro USB	5V a 2A vía micro USB
Precio	\$ 65 (original)	\$ 75 (original)	\$ 80 (original)

Fuente: El Investigador basado en [79]

Las características mostradas en la Tabla 4.6 sobre las Raspberry Pi, consideradas para la parada, permitió seleccionar a la Raspberry Pi 3 para darle uso en el diseño del prototipo de la parada, debido a la disponibilidad de 1 GB de memoria RAM, a su alta velocidad de procesamiento y principalmente a la disponibilidad de conectividad Wi-Fi, con el cual se puede mejorar el funcionamiento del prototipo, a más que su precio no varía en mucho con la segunda opción que pudo ser seleccionada.

#### **4.6.4 SELECCIÓN DEL MÓDULO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

En el mercado existe la disponibilidad de distintos módulos de comunicación inalámbrica. Para establecer una conectividad eficaz haciendo uso de la mejor tecnología en redes inalámbricas de área local y pensando en optimizar recursos. La placa que se utiliza en el sistema prototipo de la parada dispone de conectividad Wi-Fi, por lo cual con el propósito de darle la misma tecnología de comunicación inalámbrica al sistema prototipo del bus se selecciona al módulo ESP8266 para implementarlo debido a sus prestaciones, suficiente documentación y bajo precio.

##### **4.6.4.1 Módulo ESP8266**

El ESP8266 es un módulo Wi-Fi de bajo costo, adecuado para dar acceso a cualquier microcontrolador a su red Wi-Fi a través de una conexión en serie UART. El módulo puede incluso ser programado para actuar como un dispositivo independiente conectado a Wi-Fi. Integra el protocolo de comunicación inalámbrica 802.11 b/g/n, TCP/IP, reguladores y unidades de administración de energía, la potencia de transmisión es de: +20 dBm en modo 802.11b, +17 dBm en modo 802.11g, +14dBm en modo 802.11n, posee sensor de temperatura y trabaja en un rango de temperatura de -40°C hasta aproximadamente 125°C. Consume menos de 10 uA en modo de baja energía. Consta de un procesador de 32 bits, que puede ser utilizado como procesador de aplicaciones desde el mismo módulo. [85], [86]

Trabaja con un voltaje de alimentación de 3.3 VCC, necesita comunicarse vía serial a 3.3 VCC y no tiene entradas tolerantes de 5VCC, por lo que necesita la conversión de nivel para comunicarse con un microcontrolador a 5VCC y con la mayoría de placas Arduino. [85]

En la Tabla 4.7 se detalla las características que posee el módulo ESP8266, por las cuales fue seleccionado para implementarlo en el prototipo, además que es un dispositivo que su precio no supera los \$7 y se lo puede adquirir en el país.

Tabla 4.7: Parámetros del Módulo Wi-Fi ESP8266

PARÁMETROS	ÍTEMS	VALORES
Parámetros Wi-Fi	Protocolo Wi-Fi	802.11 b/g/n
	Frecuencia de trabajo	2.4 GHz-2.5GHz
	Potencia de Tx	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Sensibilidad de Rx	802.11 b: -91 dBm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dBm (54 Mbps)
802.11 n: -72 dBm		
Tipos de antenas	Trazo PCB, Externa, Conector IPEX, Chip cerámico	
Parámetros de Hardware	Puertos para conexión de periféricos	UART/HSPI/I2C/I2S/IR Control Remoto
		GPIO/PWM
	Voltaje de operación	3.0-3.6V
	Corriente de operación	80mA Promedio
	Temperatura de operación	-40°C~125°C
Parámetros de Software	Modo de Wi-Fi	Estación/AP/estación + AP
	Seguridad	WPA/WPA2
	Encriptación	WEP/TKIP/AES
	Protocolos de red	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP
	Configuración de uso	Conjunto de instrucciones AT, Cloud Server, Android

Fuente: El Investigador basado en [85], [86]

#### 4.6.5 SELECCIÓN DEL RELOJ EN TIEMPO REAL

Con la necesidad de registrar en tiempo exacto el momento de llegada del bus, se requiere la utilización de un Reloj en Tiempo Real (RTC) externo, para seguir manteniendo el tiempo aun cuando la fuente principal del sistema esté apagada. Sin la necesidad de prescindir de muchas características específicas se ha seleccionado el módulo DS3231, se puede observar su diseño en la Figura 4.21.

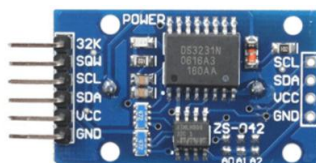


Figura 4.21: Reloj en Tiempo Real DS3231 [87]

#### **4.6.5.1 RTC DS3231**

El DS3231 es un Reloj en Tiempo Real extremadamente preciso, de bajo costo, con interfaz para el ámbito de comunicación entre circuitos integrados I2C (Inter Integrated Circuit) con un oscilador integrado. El dispositivo incorpora una entrada de batería para mantener la hora exacta cuando se interrumpe la alimentación principal del dispositivo. Requiere alimentación de 5 VCC con la cual opera mientras el circuito esta encendido, el modulo dispone de otra fuente de poder que proviene de una batería de litio que mantiene funcionando el reloj/calendario mientras la alimentación principal no está disponible. La integración del resonador de cristal mejora la precisión a largo plazo del dispositivo, así como reduce la cantidad de piezas. El módulo RTC DS3231 mantiene información de segundos, minutos, horas, día, mes y año. [88]

La fecha al final del mes se ajusta automáticamente para los meses con menos de 31 días, incluyendo las correcciones para los años bisiestos, establecida hasta el año 2100. El reloj funciona tanto en el formato de 12 horas o de 24 horas con un indicador activo bajo AM/PM. Se proporcionan dos alarmas programables de hora del día y una salida de onda cuadrada programable. Los datos se transfieren en serie a través de un bus bidireccional I2C. [88]

Una compensación de temperatura de precisión de referencia de voltaje y el circuito comparador controla el estado de VCC para detectar fallos de alimentación, para proporcionar una salida de reset, y para cambiar automáticamente a la alimentación de reserva cuando sea necesario. Además, el pin RST activa a nivel bajo se controla como una entrada de pulsador para generar un restablecimiento de microprocesador. [88]

#### **Descripción de pines del Módulo DS3231**

**32K:** El pin descrito con 32K, es un pin con una señal de salida de 32KHz que para utilizarlo requiere conectar una resistencia pull-up, generalmente se deja abierto cuando no se utiliza.

**SQW:** SQW es un pin de salida con una señal de onda cuadrada de frecuencia configurable, puede ser utilizado como una señal de alarma, que se active a una determinada hora y fecha.

**SCL:** SCL (Serial Clock Input) este pin es la entrada de reloj para la interfaz serie I2C y se utiliza para sincronizar el movimiento de datos en la interfaz serie.

**SDA:** SDA (Serial Data Input/Output) este pin es de entrada y salida de datos para la interfaz serie I2C entre el DS3231 y la memoria, para su conexión requiere de una resistencia pull-up.

**VCC:** VCC es el pin de alimentación de fuente primaria (5 VCC).

**GND:** GND es el pin del negativo o tierra de la fuente primaria. [88]

Tabla 4.8: Características del Reloj en Tiempo Real DS3231

PARÁMETROS	RTC DS3231
Información	Hora y fecha actual seg-min-hor/día-mes-año
Compensación	Válido Hasta el año 2100
Interfaz	Serial I2C
Temperatura de funcionamiento	Comercial (0°C a +70°C) y en la industria (-40°C a +85°C)
Voltaje de Alimentación	Fuente Principal: 5 VCC Fuente de respaldo: 3.3 VCC
Precio	\$ 4

Fuente: El Investigador basado en [88]

Hasta aquí la selección de los principales dispositivos que intervendrían en el desarrollo del prototipo si la implementación se efectuara en un bus real; que preste el servicio intercantonal en el Cantón Salcedo. Debido a que el proyecto se planteó como una propuesta de implementación en un prototipo de puertas de un bus intercantonal para la institución interesada, G.A.D Municipal del Cantón Salcedo, se realizó la selección de los dispositivos a utilizar en el sistema electroneumático del prototipo de puertas de un bus.

#### 4.6.6 SELECCIÓN DE LA ELECTROVÁLVULA

##### 4.6.6.1 Electroválvula 3/2

La electroválvula 3/2 posee tres vías y dos posiciones, en la Figura 4.22 se ve su simbología; en donde el número de cuadrados representa las posiciones de la válvula, mientras que las pequeñas líneas que sobre salen del cuadrado representa las vías. Al tener tres vías permite que el flujo del aire tenga dos direcciones, además de alimentar a un circuito, permite la descarga del aire al ser conmutada. Con este tipo de



electroválvulas se puede controlar a distancia el funcionamiento de un cilindro neumático de simple efecto. [11], [23], [24]



Figura 4.22: Simbología de una válvula 3/2 [23]

Una electroválvula fabricada por NEUMATIC y distribuida por SICOLE de 3 vías y 2 posiciones con solenoide doble para conmutar la dirección del aire se aprecia en la Figura 4.23.



Figura 4.23: Electroválvula-Solenoido doble 3/2 [89]

#### 4.6.6.2 Electroválvula 4/2

Este tipo de electroválvula tiene 4 vías y 2 posiciones; es decir poseen cuatro orificios de conexión correspondiendo uno a la alimentación, dos a las utilidades y el orificio restante al escape. Debido a su construcción este tipo de válvulas permiten que el flujo del aire circule en dos direcciones por posición, esto se puede ver en la simbología de la Figura 4.24. Son utilizadas generalmente para controlar el funcionamiento de cilindros de doble efecto, se muestra en la Figura 4.25 una electroválvula 4/2 con accionamiento eléctrico y retroceso por resorte, de fabricación CETOP [11], [23]

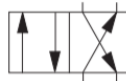


Figura 4.24: Simbología de una válvula 4/2 [23]



Figura 4.25: Electroválvula CETOP 3 4/2 de 24 VDC. [90]

### 4.6.6.3 Electroválvula 5/2

Las electroválvulas 5/2 poseen 5 vías y 2 posiciones; es decir cinco orificios de conexión y dos posiciones de mando. A diferencia de la válvula 4/2 esta poseen dos escapes correspondiendo uno a cada utilización. Con esta posibilidad de tener dos escapes se puede controlar entre otras cosas la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente. En la Figura 4.26 y 4.27 se puede ver el símbolo y una electroválvula 5/2 respectivamente. [23]



Figura 4.26: Simbología de una válvula 5/2 [23]



Figura 4.27: Electroválvula 5/2 [91]

Tabla 4.9: Comparativa entre Electroválvulas disponibles

PARÁMETROS	Electroválvula 3/2 de NEUMAIC	Electroválvula 5/2 de NEUMAIC
Consideraciones	Servopilotadas, normalmente cerradas, regreso por resorte, operador manual adicional	Servopilotadas, operador manual adicional, libres de mantenimiento, bajo consumo de potencia
Fluido	Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado	Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado
Voltaje de Solenoide	12, 24 VCD y 110, 220 VAC	12, 24 VCD y 110, 220 VAC
Presión de Trabajo	1.5 a 8 Bar ~ 21 a 114 PSI	1,5 a 8 Bar ~ 21 a 114 PSI
Temperatura de Trabajo	-5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F	-5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F
Tiempo de Respuesta	0,05 segundos	0,05 segundos
Material de construcción	Cuerpo : aluminio, Carrete: aluminio, Resorte : acero inoxidable	Cuerpo : aluminio, Carrete: aluminio, Sellos: NBR
Conector Eléctrico	Tipo DIN sin indicador	Tipo DIN 43650B con LED indicador
Diámetros exteriores de mangueras en pulgadas.	1/8 - 1/4 - 3/8	1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2
Precio	\$ 35	\$ 45

Fuente: El Investigador basado en [92], [93]

Tomando en cuenta las características mostradas en la Tabla 4.7 y con el fin de ilustrar en el prototipo del Proyecto de Investigación el funcionamiento del sistema electroneumático de las puertas de un bus, se ha seleccionado a la electroválvula 5/2 de NEUMAIC con doble accionamiento eléctrico de 12 VCC y diámetro de la rosca 1/4 de pulgada.

#### 4.6.7 SELECCIÓN DEL CILINDRO NEUMÁTICO

El sistema electroneumático de puertas de un bus requiere la utilización de un cilindro de doble efecto; es decir que realice el trabajo en los dos sentidos, tanto para abrir como para cerrar sus puertas se realice por medio de una señal eléctrica, por lo cual se ha seleccionado al cilindro neumático de doble efecto, además que es el tipo de cilindro que puede trabajar normalmente con el tipo de electroválvula seleccionada. Entre los que se destacan a continuación sus características en la Tabla 4.10

Tabla 4.10: Cuadro Comparativo entre Cilindros Neumáticos

<b>PARÁMETROS</b>	<b>Cilindro de doble efecto de FESTO</b>	<b>Cilindro de doble efecto de ASCO JOUCOMATIC</b>
Fluido	Aire comprimido filtrado, con o sin lubricación	Aire o gas neutro filtrado, con o sin lubricación
Construcción	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Presión máx. de funcionamiento	10 bar	10 bar
Carrera máx.	100 mm	25 a 160 mm
Fuerza de avance con 6 bar	189 N (Newton)	165 N
Diámetro de la rosca en pulgadas	1/4	1/4
Fuerza de retroceso con 6 bar	158 N	140 N
Precio	\$ 75	\$ 50

Fuente: El Investigador basado en [94], [95]

Analizando las características de la Tabla 4.8, se puede notar que técnicamente los dos tipos de cilindros neumáticos son iguales, por lo cual se ha seleccionado el cilindro de doble efecto de ASCO JOUMATIC, ya que resulta económicamente más accesible.

## 4.7 DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Se procede al desarrollo del prototipo luego de haber seleccionado cada uno de los principales dispositivos.

### 4.7.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO DE PUERTAS

Estructuralmente se diseña un prototipo a escala de la carrocería, del mismo material que se construyen a los buses. En la Figura 4.28 a) se ilustra un plano con las medidas reales del prototipo diseñado para la implementación del sistema electrónico para el control de su puerta principal, mientras que en la Figura 4.28 b) la carrocería prototipo.

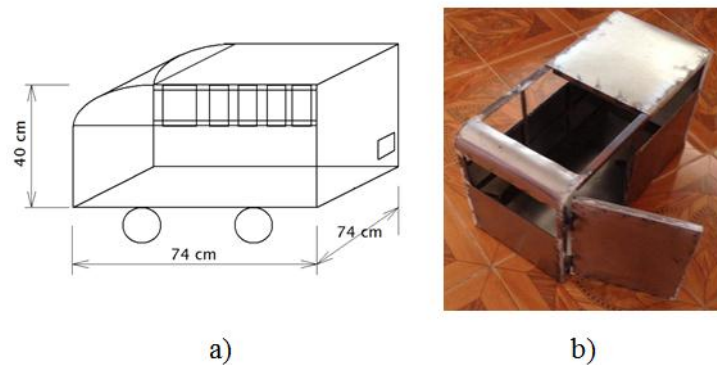


Figura 4.28: Carrocería Prototipo

Fuente: El Investigador

De acuerdo al circuito electroneumático ilustrado en la Figura 4.6, se realizan las mismas conexiones internamente en la carrocería prototipo. Los elementos a utilizar, fueron expuestos anteriormente en la misma figura: una electroválvula de 5 vías y 2 posiciones (5/2) que trabaja a una tensión de 12 VCC, un cilindro neumático de doble efecto, un pulsador elevavidrios, manguera de aire de 1/4 de pulgada, una batería 12 VCC a 7A (Amperio). Para la fuente de aire se utiliza un compresor, de los que usualmente se lleva en el vehículo para inflar sus neumáticos, el cual simplemente se debe conectar a la cigarrera para encenderlo, este tipo de compresor no posee de un depósito de aire y su presión varía entre 0 y 140 libras por pulgada cuadrada (PSI) que es lo mismo entre 0 y 10 Bar, este nivel de presión varía de acuerdo al impedimento del paso de aire. En la Figura 4.29 se ven todas las conexiones en la carrocería prototipo.

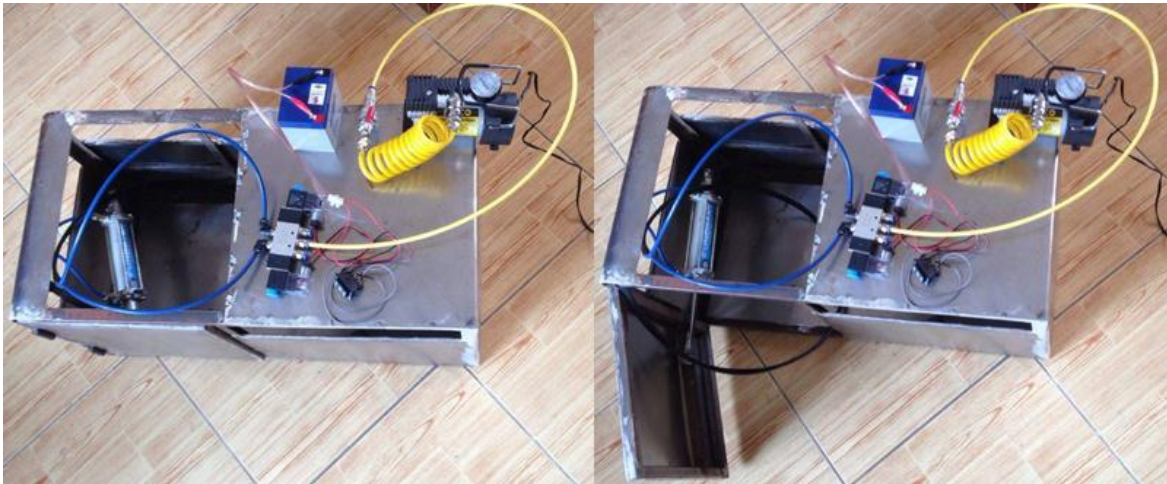


Figura 4.29: Circuito Electroneumático a controlar

Fuente: El Investigador

La electroválvula, principal elemento dentro del control electroneumático de la puerta del bus, gracias a sus especificaciones técnicas permite conectar directamente hasta ella tanto la fuente eléctrica, como la fuente de aire comprimido. Eléctricamente trabaja a una tensión de 12VCC a 400 mA, neumáticamente su margen de presión de funcionamiento va de 2.8 a 8 bar, la fuente de aire utilizada en el prototipo especifica un máximo de 10 bar, debido a esto no se requiere utilizar acoples extras para reducir la presión del aire comprimido.

En el prototipo del bus no se requiere de ningún tipo de acondicionamiento, ni de la fuente eléctrica, ni de la fuente de aire, debido a que en cuestión de tensión solo se trabaja con 12 VCC, ya que un circuito eléctrico o electrónico consume únicamente lo que necesita, nada más que eso, con respecto a la fuente de aire, la electroválvula dispone de desfogues de aire para liberar lo innecesario.

#### **4.7.2 DESARROLLO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO**

El Sistema Electrónico para el control del prototipo de puertas de un bus como ya se mencionó cuenta de dos subsistemas, que físicamente no se encuentran conectados, pero inalámbricamente sí. Se utilizó dos tipos de comunicaciones: la comunicación por infrarrojos (IR), y la comunicación inalámbrica de área local Wi-Fi, la primera utilizada para identificar la llegada del bus, y la segunda para hacer efectiva la transmisión de

información. El objetivo es automatizar el control de puertas de los buses en las paradas autorizadas y generar un registro en una base datos, esto únicamente en la primera parada autorizada sin la necesidad de recursos humanos, únicamente tecnológicos. A continuación en la Figura 4.30 se ilustra un diagrama de bloques funcional del sistema electrónico completo y en la Figura 4.31 un diagrama con los dispositivos seleccionados.

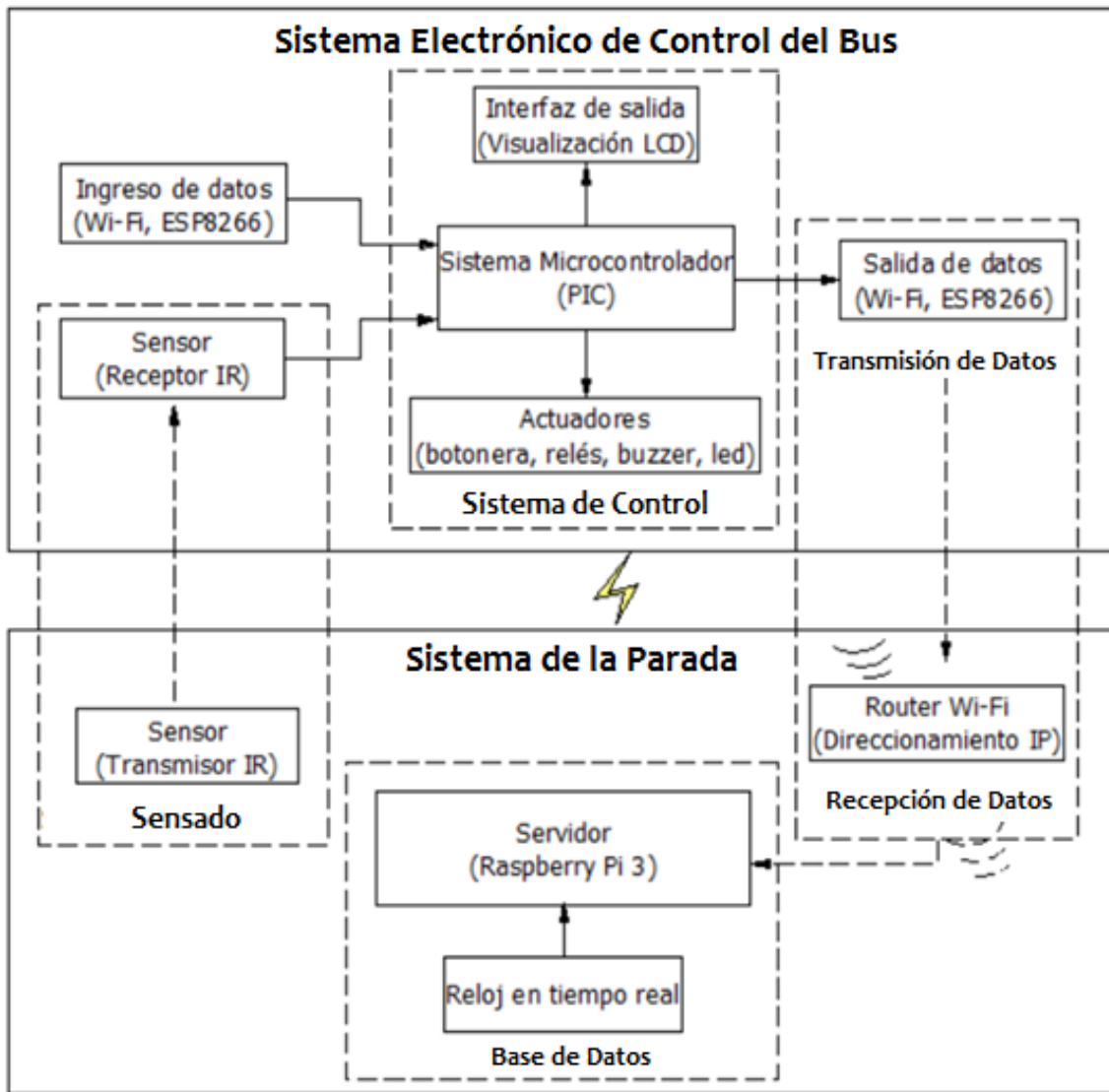


Figura 4.30: Diagrama de Bloques del Sistema Electrónico para el control del prototipo puertas de un bus

Fuente: El Investigador

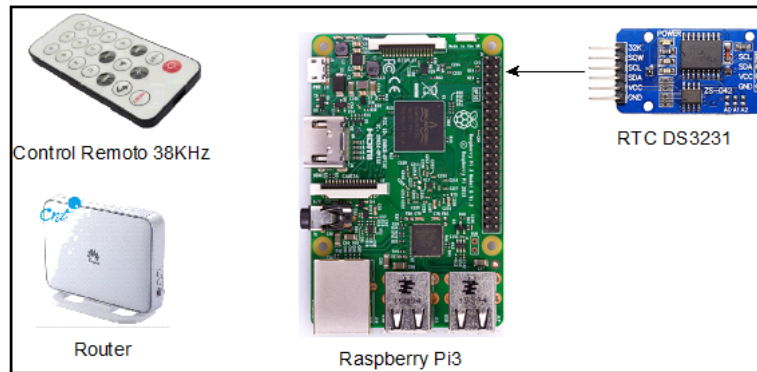
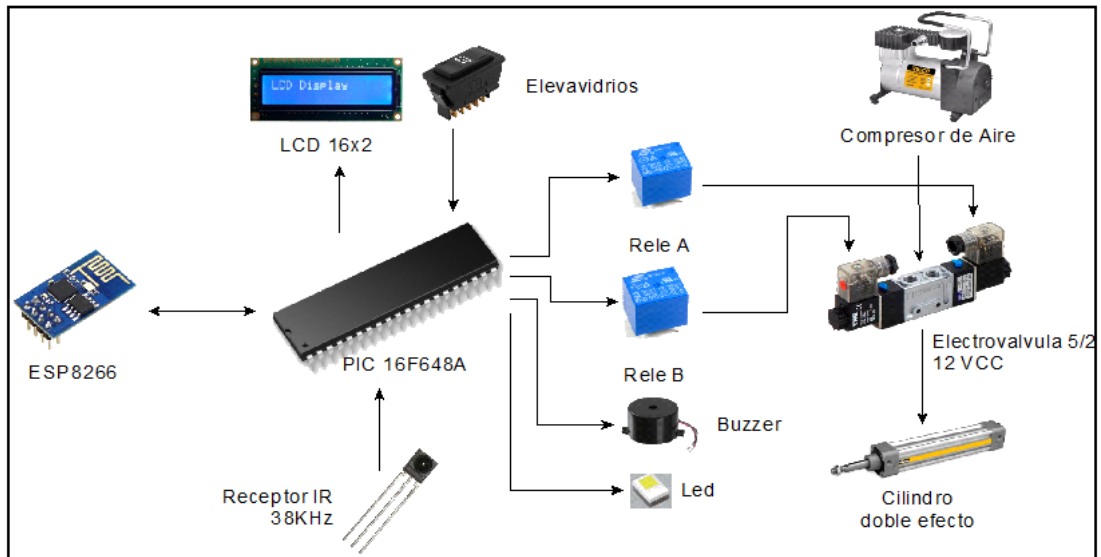


Figura 4.31: Diagrama Funcional del Sistema Electrónico para el control del prototipo puertas de un bus

Fuente: El Investigador

#### 4.7.2.1 Desarrollo de la Etapa de Sensado.

En el presente proyecto de investigación la variable a medir es la proximidad, se requiere identificar específicamente la llegada del bus a cada una de las dos paradas autorizadas por el G.A.D. Municipal del Cantón Salcedo.

En la primera parada se registra el bus y se sella su puerta principal para que no se pueda abrirla hasta que llegue a la segunda parada, en donde se retira el sello y a partir de ahí el hecho de abrir o cerrar la puerta principal es por decisión del conductor, cuando el pasajero lo solicite. Electrónicamente el proceso es el mismo; registrar al bus y cerrar su puerta principal en la primera parada, no poder abrirla hasta que el bus llegue

a la segunda parada, cabe recalcar que la segunda parada autorizada se encuentra a las afueras de la ciudad de Salcedo.

Para el desarrollo de la etapa de sensado, se diseñó un sensor de presencia que permite identificar sin confusiones con otro vehículo, específicamente cuando un bus intercantonal llega o no a cada parada autorizada. Utilizando un transmisor y un receptor por infrarrojo se logró conseguir este propósito, ya que respectivamente fueron implementados; el emisor en el sistema de la parada autorizada y el receptor en el sistema electrónico del prototipo de bus.

#### **a) Diseño del Transmisor IR (Control Remoto).**

Se transmite un código que identifique y diferencie a la primera de la segunda parada autorizada respectivamente; para ello se considera la funcionalidad que tienen los controles remotos utilizados en electrodomésticos como en televisores, radios, ventiladores, etc. Estos poseen un determinado número de botones, que al momento de pulsar uno internamente transmiten un código, diferente uno de otro, para llevar a cabo una función específica en el equipo receptor de acuerdo al botón pulsado. Por esta particularidad dentro del prototipo de la parada se utilizó un control remoto de un equipo de audio de fabricación japonesa como transmisor IR, el cual trabaja en torno al protocolo estándar IR NEC-32. [59]

Se puede utilizar cualquier tipo de marca de control remoto como transmisor infrarrojo en el presente proyecto de investigación, únicamente se debe tener en cuenta que trabaje a una frecuencia cercana a 38KHz; ya que el sensor IR seleccionado es un receptor de señales transmitidas en el rango de la frecuencia mencionado. En la primera parada se presiona el botón que corresponde al número uno y en la segunda parada al número tres, cada código transmitido es recibido por el sensor IR que se encuentra ubicado en el prototipo del bus, en base a estas dos teclas se establecen las condiciones que permitan abrir o no la puerta principal del bus de acuerdo a los requerimientos.

En la Figura 4.32 se observa el transmisor IR (control remoto) utilizado, el cual consta de 20 botones, una batería interna de 3VCC y utiliza el protocolo estándar de comunicación por infrarrojos, en donde la frecuencia de la portadora está en un rango de



38KHz, la señal es receptada por el sensor IR TSOP4838 y decodificada internamente por el microcontrolador PIC16F648A.



Figura 4.32: Transmisor IR (Control Remoto)

Fuente: El Investigador

El transmisor IR debe encontrarse funcionando en todo momento para hacer efectiva la identificación del bus a cualquier hora en cada parada autorizada. Se diseñó un circuito multivibrador astable capaz de cambiar de estado automáticamente sin ningún tipo de intervención externa y además que el tiempo en bajo sea aproximadamente igual que el tiempo en alto. El circuito de la Figura 4.33 representa a un multivibrador astable y se lo utilizó en el prototipo como un interruptor de la tecla número uno en la primera parada y de la tecla número tres en la segunda parada autorizada a un periodo aproximado de 650ms, este periodo con el fin de generar una respuesta de datos inmediata al momento que el bus llegue a cada una de las dos paradas autorizadas.

Para el cálculo de las resistencias R1 y R2 se aplicaron las siguientes ecuaciones:

$$t1 = 0.693(R1 + R2)C1 \quad (1)$$

$$t2 = 0.693(R2)C1 \quad (2)$$

t1 = tiempo en alto y t2 = tiempo en bajo, aproximadamente se quiere obtener un periodo total T igual a 650ms, se plantea entonces para t1= 330ms y para t2 = 320ms, el capacitor C1 normalmente para este tipo de circuitos se utiliza con un valor de 10 $\mu$ F y se procede a resolver las ecuaciones:

$$t2 = 0.693(R2)C1 \quad (2)$$

$$R2 = \frac{t2}{0.693 * C1}$$

$$R2 = \frac{320ms}{0.693 * 10\mu F}$$

$$R2 = 46.2K\Omega$$

$$t1 = 0.693(R1 + R2)C1 \tag{1}$$

$$R1 = \frac{t1}{0.693 * C1} - R2$$

$$R1 = \frac{330ms}{0.693 * 10\mu F} - 46.2K\Omega$$

$$R1 = 47.62 K\Omega - 46.2K\Omega$$

$$R1 = 1.42K\Omega$$

Los valores de resistencias que se puede conseguir en el mercado son  $R1 = 1K\Omega$  y  $R2 = 47K\Omega$ ; los cuales son valores aproximados a los calculados, con estos valores de resistencias los periodos reales son los siguientes:

$$t1 = 0.693(1K\Omega + 47K\Omega)10\mu F$$

$$t1 = 0.693(48K\Omega)10\mu F$$

$$t1 = 332.64 ms$$

$$t2 = 0.693(R2)C1$$

$$t2 = 0.693(47K\Omega)10\mu F$$

$$t2 = 325.7 ms$$

$$T = t1 + t2 \tag{3}$$

$$T = (332.64 + 325.7)ms$$

$$T = 658.34ms$$

A continuación en la Figura 4.34 se ilustra la simulación en el software Proteus 8 del circuito integrado 555 en configuración astable.

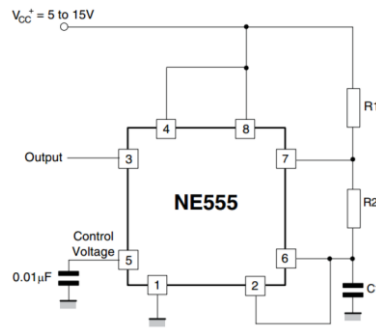


Figura 4.33: Multivibrador Astable [96]

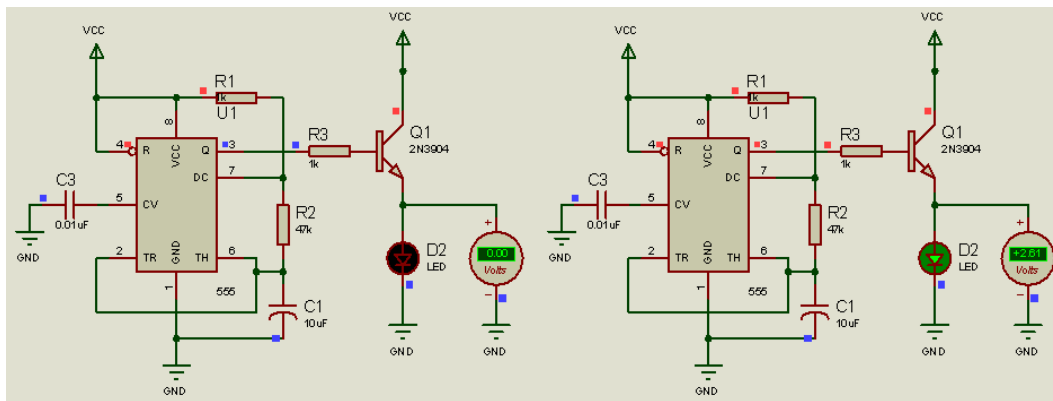


Figura 4.34: Simulación - Multivibrador Astable

Fuente: El Investigador basado en [96]

Para poder alimentar eléctricamente al control remoto y al circuito multivibrador astable los cuales conforman al transmisor IR, a partir de un adaptador de tensión de entrada 110 o 220 VAC (Voltios en Corriente Alterna) y salida de 5 VCC, se diseñó un circuito regulador de tensión de 5VCC a 3VCC en el software Proteus 8, el cual se ilustra en la Figura 4.35.

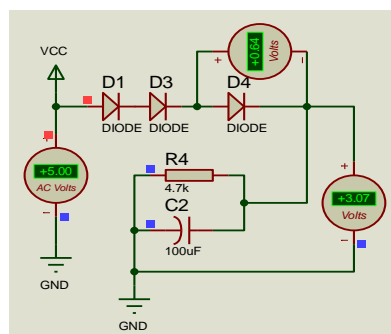


Figura 4.35: Regulador de Tensión de 5VCC a 3VCC

Fuente: El Investigador

Las conexiones internas en el control remoto, para complementar la implementación del transmisor IR se ilustran en la Figura 4.36.



Figura 4.36: Transmisión IR completo

Fuente: El Investigador

#### b) Diseño del Receptor IR (Sensor TSOP4838 y PIC).

Con la documentación del Protocolo IR NEC-32 se logró entender los bits que muestra el pin de salida del receptor IR TSOP4838, al pulsar una de las teclas del transmisor IR, a continuación una breve explicación del Protocolo en mención.

#### Protocolo IR NEC-32

El protocolo NEC-32 es uno de los protocolos de Infrarrojos (IR) más utilizados, para la transmisión de señal IR, utiliza una frecuencia portadora establecida de 38KHz. NEC-32 significa que se transmite una trama de 32 bits, al momento de presionar una tecla del transmisor IR, transmite dos veces su código de dirección y de mando para conseguir mayor fiabilidad ante errores, los 8 primeros bits corresponden a la dirección y se inicia por el bit menos significativo, los siguientes 8 bits son la misma dirección pero invertidos (los 1's son 0's y los 0's son 1's), a continuación se transmiten los 8 bits que corresponden al comando, seguidos por sus inversos, de la misma manera que los bits de dirección. A continuación en la Figura 4.37 se ilustra un ejemplo de trama del protocolo NEC-32. [97], [98]



Figura 4.37: Trama Protocolo NEC-32 [97]

Al transmitir un código, en el lado del receptor la trama que se recibe inicia con un pulso en alto a una determinada amplitud, con un tiempo de duración de 9ms (mili segundo) esto para el control de ganancia automática (AGC), que se utiliza para establecer la ganancia de los receptores IR, este es seguido por un espacio sin amplitud, es decir en blanco de 4.5ms y a continuación la dirección y el comando. En la trama transmitida que se ilustra como ejemplo en la figura anterior, la dirección es 59 y el comando es 16, si no requiere de fiabilidad no se puede utilizar los bits invertidos, o se puede incrementar la dirección y el comando a 16 bits cada uno y el código transmitido tendría la dirección 59A6 con el comando 16E9. [97]

NEC-32 utiliza la modulación por ancho de pulso. En la Figura 4.38 se ilustra el tiempo de duración de cada bit transmitido. Cada pulso en alto ya sea que el bit es uno o cero tiene una duración de 560us, el tiempo de un uno lógico es de 2.25ms y de un cero lógico es 1.12ms. [97]

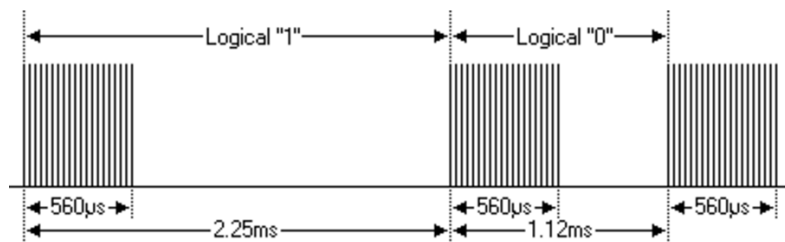


Figura 4.38: Modulación por Ancho de Pulso del Protocolo NEC-32 [97]

En el lado del transmisor se considera marcas al momento de presionar una de sus teclas y espacios cuando no se presiona, mientras que en el lado del receptor (TSOP4838), el sensor IR es un activo bajo y un espacio en el lado del transmisor suele representarse como un nivel de salida alto, automáticamente una marca es considerada como un nivel de salida bajo, como se observa a continuación en la Figura 4.39. [99]

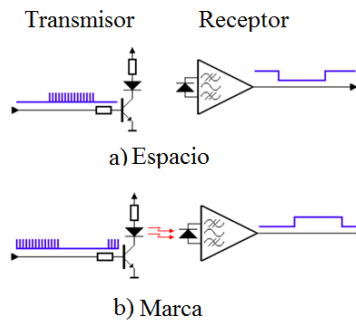


Figura 4.39: Comunicación IR [99]

En la etapa del receptor infrarrojo (IR), inicialmente se reconoció el código que transmite el control remoto al momento de presionar la tecla número uno y tres ya que en base a la recepción de estas señales se establecieron las condiciones; para ello se alimentó directamente al sensor IR con una tensión de 5VCC, con la utilización de un osciloscopio, con la punta del mismo colocada en la patilla número 1, se capturó la señal al momento de presionar una de las teclas del control remoto. En la Figura 4.40 se observa la señal que el osciloscopio genera.

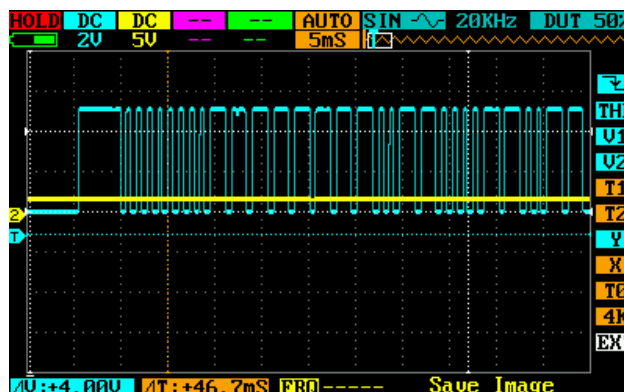


Figura 4.40: Trama Control Remoto (Tecla 1)

Fuente: El Investigador

La trama que se ilustra corresponde a la tecla número 1, es una señal digital con amplitud de 5V de tipo activa baja, posee 32 bits en donde los primeros 8 corresponden a la dirección y su inverso, a continuación está el comando y su inverso, el código completo es: 11111111000000001100111100110000 que corresponde al número decimal 3315 sin haber tomado en cuenta a los bits de la dirección que siempre será 255, la escala que se asigna es de 5ms por recuadro, el primer pulso tiene un aproximado de 4.5ms y a partir de este inician los bits de la trama, el impulso fino

corresponde a 1 lógico y su tiempo de duración es de 1ms, el impulso ancho corresponde a 0 lógico y el tiempo de duración es de 2ms.

En la Figura 4.41 se ilustra la señal que el osciloscopio muestra como señal de salida del sensor IR al pulsar en el control remoto la tecla número 3, en la cual los bits son: 11111111000000001000010101111010 que representan al número decimal 24225.

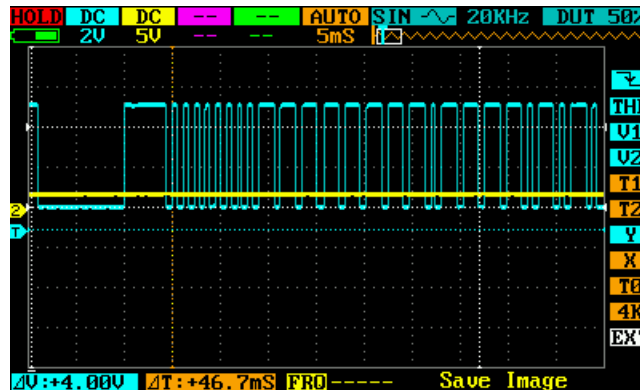


Figura 4.41: Trama Control Remoto (Tecla 3)

Fuente: El Investigador

Se verificó que la señal de salida del sensor IR TSOP4838 sea una señal digital activa baja. Para obtener mayor sensibilidad esta se colocó directamente a uno de los pines del microcontrolador para que a partir del código 3315 y 24225 se establezcan las condiciones tanto para la primera como también para la segunda parada autorizada respectivamente.

El diagrama de conexión del sensor TSOP4838 con el microcontrolador, para obtener completa la etapa de identificación del bus, se ilustra en la Figura 4.42; el cual es un diagrama propuesto por el fabricante del sensor y se lo utiliza para implementarlo en el presente proyecto de investigación.

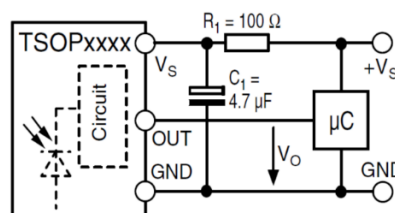


Figura 4.42: Circuito de conexión TSOP4838 - Microcontrolador [67]

#### **4.7.2.2 Desarrollo del Sistema Microcontrolador**

Para tratar con microcontroladores PIC se requiere de un editor de texto, simulador y grabador, dentro del grabador se requiere de software y hardware de grabación. Se utilizó el software PIC C Compiler para programar al microcontrolador, el cual permite editar, compilar y depurar los errores, al momento de compilar el código este software traduce automáticamente el código C del archivo fuente (.C) a lenguaje de máquina, entendible para los microcontroladores PIC, generando así un archivo en formato hexadecimal (.HEX), el cual es el que se importa al microcontrolador. Como simulador se utilizó el software Proteus 8 y como grabador en software y hardware se utilizó a Pickit 2.

El sistema microcontrolador es el encargado de llevar a cabo las acciones específicas de acuerdo a las condiciones necesarias, con el propósito de cumplir los requerimientos se puede decir que es el cerebro de todo el sistema de control. Conforme a la señal infrarroja que recibida el microcontrolador transmite o no los datos que identifican al bus, permite o no mantener el control de la puerta principal al encontrarse en la primera o segunda parada autorizada respectivamente y finalmente visualiza en la interfaz de salida la ruta de viaje que previamente fue almacenada en la memoria EEPROM del microcontrolador.

En el proyecto desarrollado, el sistema microcontrolador está conformado por un sensor IR TSOP4838 el cual, hace referencia en sus últimos dos dígitos a la frecuencia de la cual es receptor 38KHz, un microcontrolador PIC 16F648A, un módulo Wi-Fi ESP8266 configurado como servidor y como cliente, para ingresar inalámbricamente la ruta de viaje al microcontrolador y de la misma manera transmitir esta información al Servidor instalado en el Raspberry Pi 3. Consta también de un conjunto de relés, los cuales son las salidas para conectar la electroválvula y finalmente actuadores que permiten conocer los tipos de acciones realizadas, por ejemplo: se ubicó un led el cual indica que el microcontrolador se encuentra en funcionamiento, un buzzer que se activa al momento de encender el sistema, al momento que entra en funcionamiento el módulo Wi-Fi y al momento que recibe la señal IR.



El diagrama de conexión de los principales elementos del Sistema Microcontrolador, el cual está ubicado en el prototipo del bus, se ilustra en la Figura 4.43.

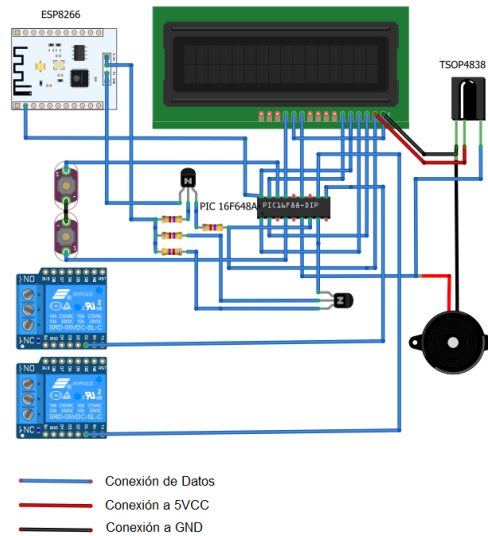


Figura 4.43: Circuito del Sistema Electrónico de Control

Fuente: El Investigador

De acuerdo al diagrama de conexión del Sistema Microcontrolador, ilustrado anteriormente, se diseña una placa de circuito impreso en Ares, el cual es una herramienta del software Proteus que sirve para realizar el enrutado de pistas, la ubicación y edición de componentes electrónicos, los que posteriormente serán colocados en una placa de baquelita. En la Figura 4.42 se ilustra respectivamente: la simulación del enrutamiento y ubicación de los elementos, el diseño de placa a imprimir y finalmente la placa del circuito microcontrolador con todos los elementos pasivos y dispositivos ya ubicados.

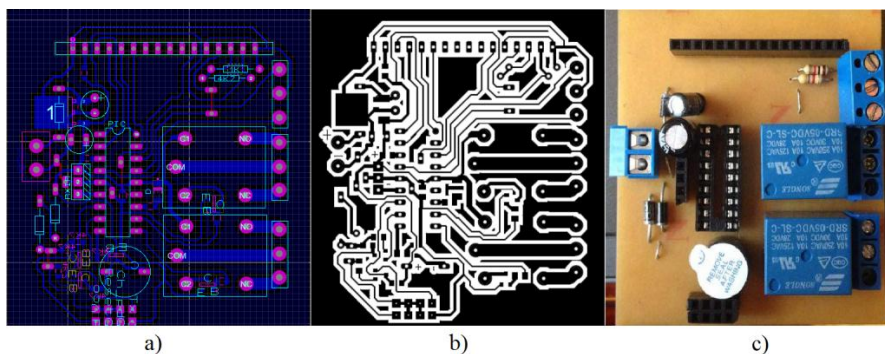


Figura 4.44: Placa Impresa - Circuito Microcontrolador

Fuente: El Investigador

### a) Configuración del Módulo Wi-Fi ESP8266.

El módulo Wi-Fi para su funcionamiento responde a comandos AT, se denominan así por la abreviatura de Attention. Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem, que en este caso es el módulo ESP8266. Según su hoja de datos el módulo puede trabajar como servidor, como punto de acceso y de las dos maneras a la vez. Debido a que su configuración se pierde cuando éste carece de energía eléctrica, en el código del microcontrolador se introdujeron las siguientes líneas de programación, en caso que el módulo ESP8266 sufra algún daño éste puede ser reemplazado por su similar sin ningún problema.

#### Primeros Pasos:

- AT+RST //Reseteamos el dispositivo
- AT+CWMODE=3 //Trabaja como servidor así también como punto de acceso y de las dos maneras a la vez.
- AT+CIPMUX=1 //Señala las conexiones TCP/UDP, con cero son simples y con 1 son múltiples.
- AT+CIPSERVER=1,80 //El modulo se pone como servidor, en modo 0 cierra el servidor, modo 1 abre el servidor, después de la coma va el puerto.
- AT+CIPSEND=0,4 //Envía datos a la página que está esperando una respuesta.
- AT+CIPCLOSE=0 //Cierra la conexión con la página web, cuando se cierra la conexión llegan inmediatamente los datos.
- AT+CWJAP? //verifica si estamos conectados a una red
- AT+CWJAP="LUIS RAMON","\*\*\*Password\*\*\*" //Ingresa a la red para poder conectarnos al router, nombre de red y contraseña. [100]

#### Para ingresar en la red como cliente:

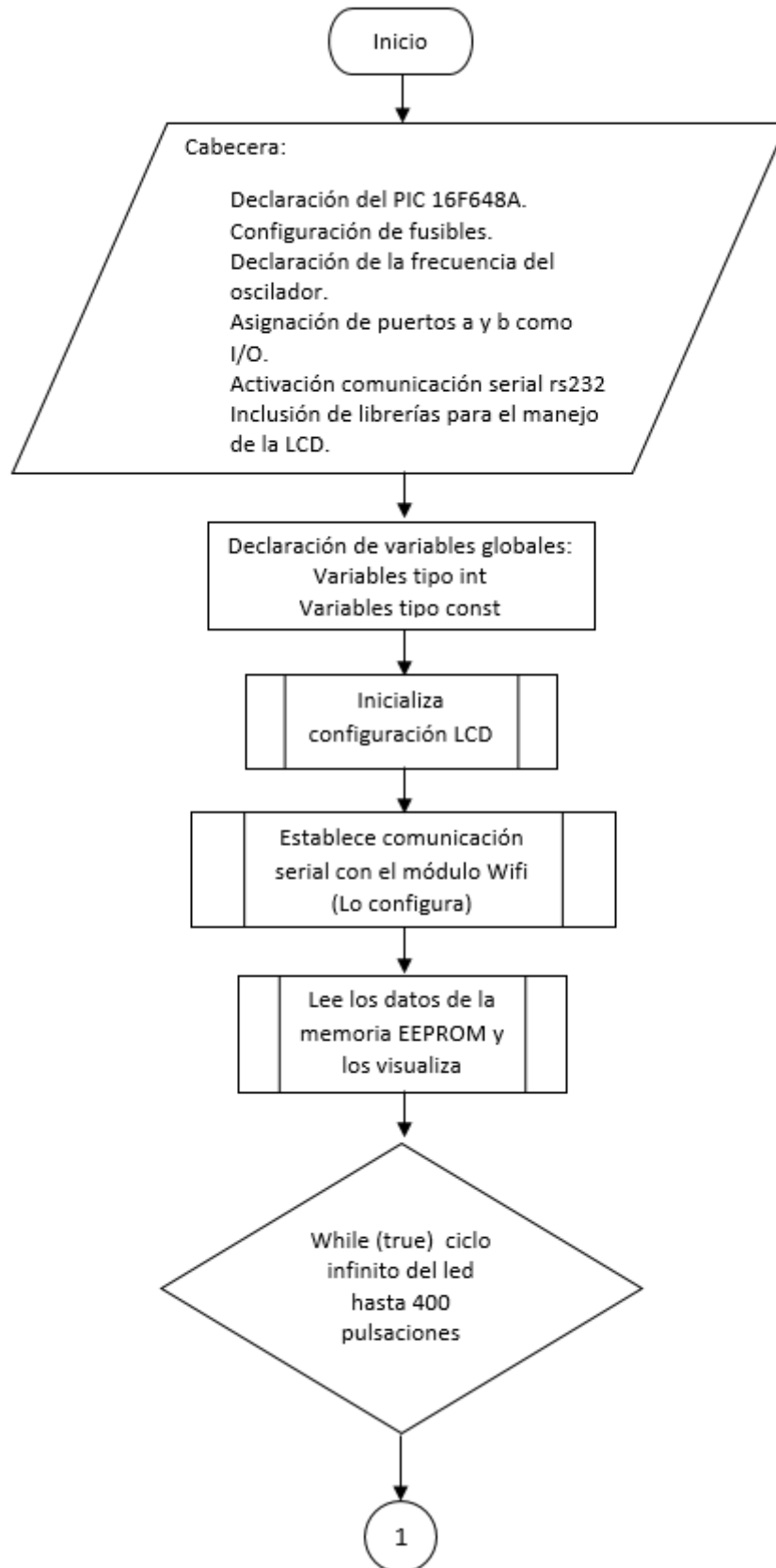
- AT + CIPMUX = 1 //Activa conexión múltiple
- AT + CIPSTART = 4, "TCP", "192.168.1.11", 8080 //Se conecta al servidor TCP remoto, con la dirección del servidor y el puerto, en este caso se refiere al Raspberry Pi 3.

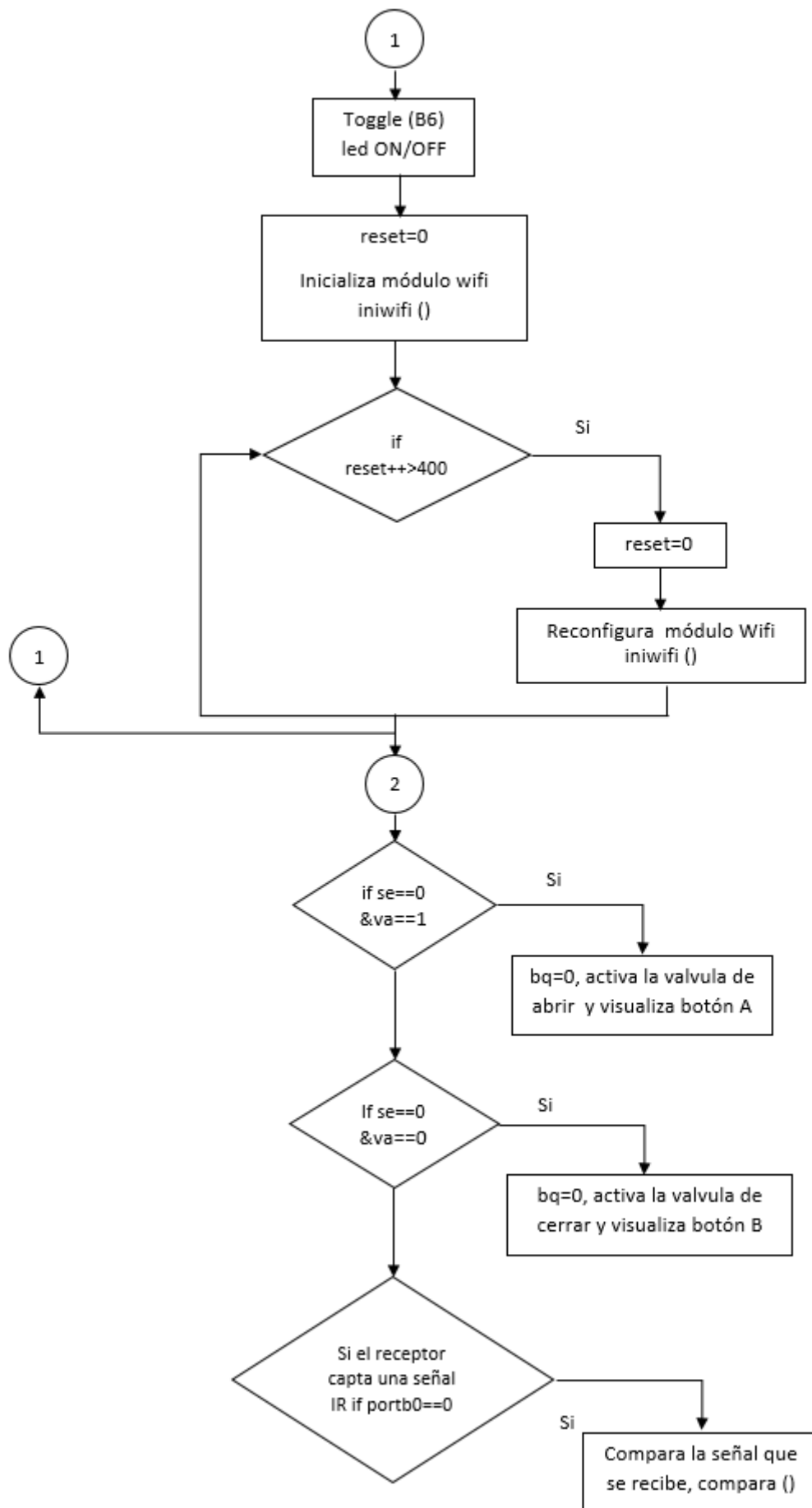
- AT + CIPMODE = 1 //Opcionalmente entran en el modo de transmisión de datos
- AT + CIPSEND = 4,5 // envía datos a través del canal 4, 5 es la longitud de bytes, para este caso serán 74 bytes en total. [100]

La Figura 4.45 ilustra en un diagrama de flujo el algoritmo con el cual se realizó la programación del microcontrolador para mantener el control de puertas del prototipo del bus. Para optimizar el programa, reducir el código y hacer que la ejecución de las instrucciones sean más simples se utilizaron funciones, estas ejecutan una tarea específica dentro del programa, son declaradas previamente a la función principal “void main ()” y se las hace el llamado dentro de la función principal o cada vez que se requiere el resultado que estas pueden generar, así tenemos a las siguientes dentro del código, el código completo se puede observar en el anexo A

```
void leer (){ // lee los bytes que llegan del puerto serial del módulo wifi.
void memg (int x, int y){ //guarda un byte en la dirección indicada “x”, el dato es “y”.
void limpia (){ //limpia la LCD.
void pito (int pt){ //activa el evento sonido, “pt” es el número de veces que va a sonar.
void valvula (){ //abre la electroválvula ya sea de apertura o de cierre, conforme “va”.
void bajo (){ //indica el tiempo que paso en bajo la señal del control remoto.
void alto (){ //indica el tiempo que paso en alto la señal del control remoto.
void conred (){ //se ingresa el nombre y contraseña de la red a la que se va a conectar.
void mensaje (){ //se conecta a la red wifi para enviar los datos al servidor, con la
dirección IP y el puerto, trabaja con la función conred().
void teclas (){ //verifica que tecla se ha presionado en el control remoto, trabaja con la
función pito() y valvula().
void calcula (){ //convierte en bytes los bits que llegan del control remoto.
void compara (){ //verifica si es unos o ceros la trama que recibe del control remoto,
trabaja en conjunto con las funciones bajo(), alto(), calcula(), y teclas().
void ruta (){ //muestra en la LCD la ruta que se encuentra guardada en la memoria
EEPROM del microcontrolador.
void iniwifi (){ //configura al módulo wifi, trabaja en conjunto con ruta().
void enviar (){ //envía el archivo en texto plano; es decir la página web al dispositivo
que lo solicite, se solicita ingresando a la red y digitando la dirección IP: 192.168.4.1.
```

void trama () { //trama que recibe del módulo wifi, contiene los datos del bus, trabaja en conjunto con la función pito(), enviar(), ruta(), limpia().





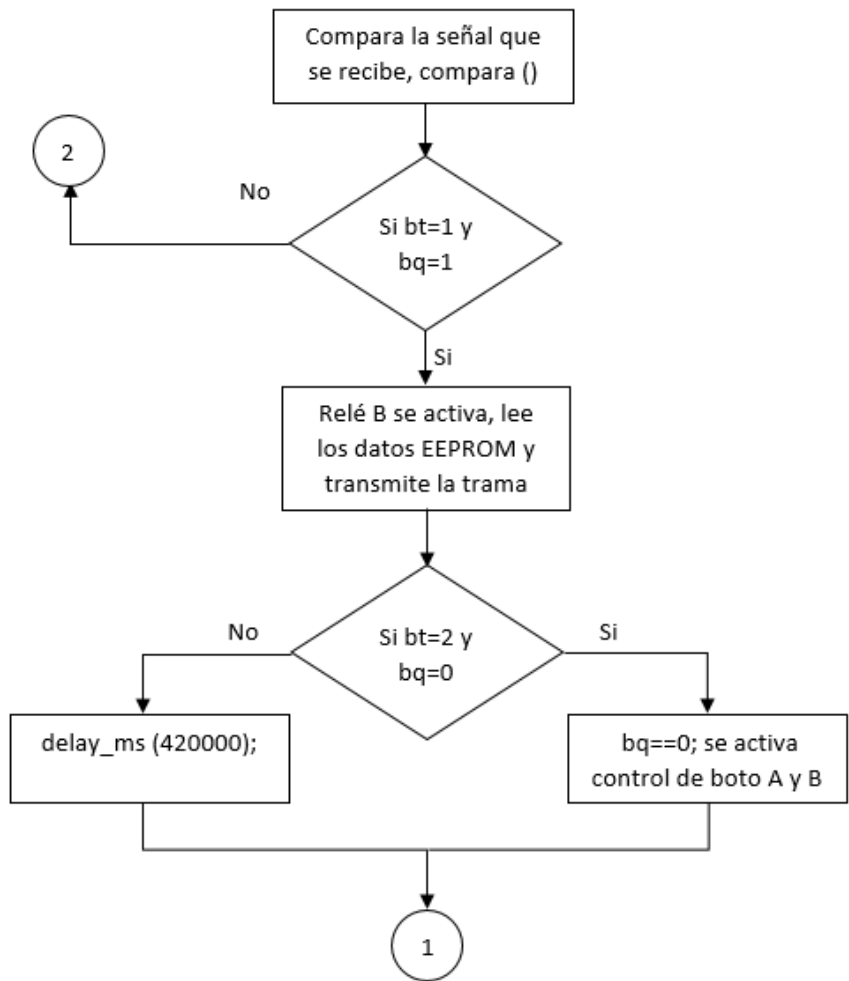


Figura 4.45: Diagrama de Flujo del Algoritmo del Sistema Microcontrolador

Fuente: El Investigador

Tabla 4.11: Variables del Diagrama de Flujo - Sistema Microcontrolador

Variable	Función
reset	Variable global, para resetear el módulo wifi y al microcontrolador después de 400 pulsaciones del led
se	Variable global, identifica la señal digital del transmisor IR
va	Variable global, identifica la pulsación del botón A o B.
bq	Variable global, indicara si la puerta está bloqueada cuando está en 1, 0 desbloqueada
bt	Variable local, identifica la tecla presionada 1 o 2.
iden	Variable local para identificar la dirección, Address de la trama IR
tecla	Variable local para identificar la tecla
mul=1	Variable local para multiplicar el digito binario, avanza de acuerdo a la
k=0	Variable global para la posición del bit en la trama

El módulo Wi-Fi ESP8266 fue configurado para que actúe de las tres maneras, como el fabricante lo especifica en la hoja de datos del dispositivo, a través del comando AT+CWMODE=3. Al trabajar como servidor el firmware del fabricante le asigna la dirección IP 192.168.4.1, el nombre de la red es ESP\_A6F1D3 para este caso, los seis dígitos hexadecimales después del guion bajo son aleatorios, si se plantea la utilización de más módulos de este tipo y que se encuentren en el mismo radio de cobertura en el que se utiliza en el presente proyecto de investigación, ésta será su variante.

Como servidor el módulo Wi-Fi ESP8266, cuando un cliente se conecta a su red y hace la petición, éste devuelve la página web, la misma que fue diseñada en el software NetBeans que es un entorno de desarrollo gratuito y de código abierto para el diseño de páginas web y aplicaciones Java. En la página web se visualiza como datos estáticos el nombre del bus, la placa, y como dato modificable la ruta; que luego de escribirla y presionar el botón enviar esta información se transmite mediante comunicación serial hasta la memoria EEPROM del microcontrolador, información que transmite el sistema electrónico siempre y cuando el sensor IR recepte la señal correspondiente a la tecla número 1 del transmisor IR. En la Figura 4.46 se ilustra el diseño de la página web y en la Figura 4.47 se ve la ruta que el sistema microcontrolador almacena en su memoria y la proyecta en la pantalla LCD. El código de la página web en texto plano se lo encuentra en el Anexo C.

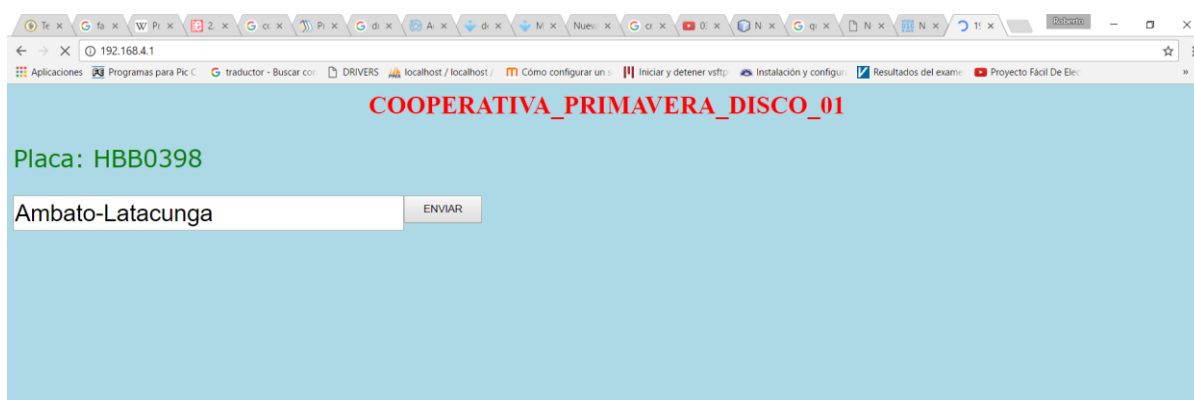


Figura 4.46: Página Web – Sistema Electrónico

Fuente: El Investigador

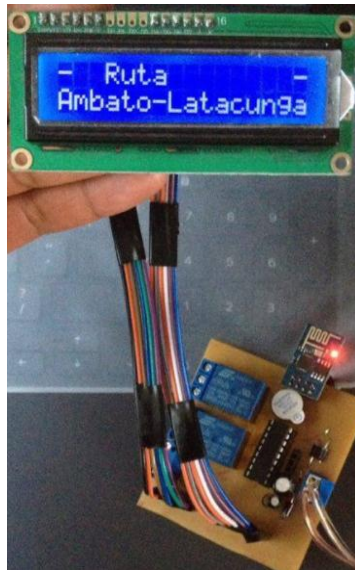


Figura 4.47: Visualización de Ruta - Sistema Electrónico

Fuente: El Investigador

La información que el sistema electrónico debe transmitir inalámbricamente a través del módulo Wi-Fi está compuesta por datos estáticos y datos modificables, los datos estáticos son el nombre del bus y su placa, el dato modificable es la ruta de viaje. Para poder modificar conforme sea necesario la ruta de viaje que el sistema electrónico visualiza a través de la pantalla LCD se utilizó la memoria EEPROM del microcontrolador. Esta memoria no volátil proporciona a largo plazo almacenamiento de datos, como valores de calibración, datos de tablas y cualquier otro dato que necesite actualización periódica en el ámbito de desarrollo, este tipo de datos no se pierden cuando se elimina la alimentación eléctrica. [70]

El PIC16F648A tiene 256 bytes asignados para datos EEPROM con un rango de direcciones de 00h a FFh. La memoria de datos EEPROM permite leer y escribir bytes durante el funcionamiento normal. Una escritura de bytes borra automáticamente los datos actuales (borrar antes de escribir). [70]

En el desarrollo del programa se escribe, se guarda y se lee los datos en la memoria EEPROM a través de la dirección de la memoria EEPROM y el dato, se establecieron dos variables (x, y), la primera para no especificar qué dirección de memoria utilizar y poder guardar una cadena de caracteres en una sola posición de memoria, la segunda



para que todos los datos estén en esa variable. En el programa a través de las siguientes líneas de código se realiza este proceso:

```
- void memg (int x, int y) //meng: guarda un byte en la dirección indicada x, el
  dato es y
  {
- write_eeprom(x, y); //se escribe en la dirección x el dato es y
- delay_cycles (25);
  }
- int memr (int dat) //memr: lee los datos de la memoria eeprom interna del
  microcontrolador
  {
- return read_eeprom (dat);
  }
```

#### **b) Identificación y Transmisión de Información.**

Con la información que identifica a un determinado bus intercantonal almacenada en la memoria del microcontrolador, este se encuentra a la espera de recibir la señal infrarroja que identifique a la primera o segunda parada autorizada respectivamente.

El sensor infrarrojo actúa como un interruptor. En la primera parada autorizada al recibir la señal infrarroja permite: transmitir inalámbricamente la información que caracteriza a cada bus, cerrar automáticamente la puerta principal del bus y restringir el botón A que permite abrir la puerta principal del bus. En la segunda parada autorizada, al identificar que se encuentra en la misma, habilita el botón A y otorga el control de la puerta principal del bus nuevamente al conductor.

La señal digital de 32 bits transmitida por el control remoto, a través del sensor infrarrojo ingresa al microcontrolador en donde es convertida a un número decimal y en base a este número, llamado comando, diferente entre cada parada autorizada, se establece las condiciones en el programa para llevar a cabo las acciones anteriormente expuestas, es decir activar o no las salidas del microcontrolador de acuerdo al diagrama de bloques que se ilustra en la Figura 4.48.

Para la conversión de bits a bytes de la trama que genera el transmisor IR, se sabe que los primeros 16 bits corresponden a la dirección y los siguientes 16 son el comando que

identifica a cada tecla. En el desarrollo del programa las líneas de código que logran convertir un código binario a un número decimal son:

- iden =0; //Variable local para identificar la dirección
- tecla=0; //Variable local para identificar la tecla
- mul=1; //Variable local para multiplicar el dígito binario, avanza de acuerdo a la posición del vector k
- k=0; //Variable local para la posición del bit en la trama
- while(k<16) //Condición de los primeros 16 bit de dirección
- {
- iden=iden+vec[k]\*mul; //Calcula la dirección
- mul=mul\*2; //Calcula el número a multiplicar (2 4 8 ...128)
- k++; //Incrementa la posición del bit
- }
- mul=1;
- k=16; //Variable local para la posición del bit
- while(k<32) //Condición de los 16 bit del comando o tecla
- {
- tecla=tecla+vec[k]\*mul; //Calcula la tecla
- mul=mul\*2;
- k++;

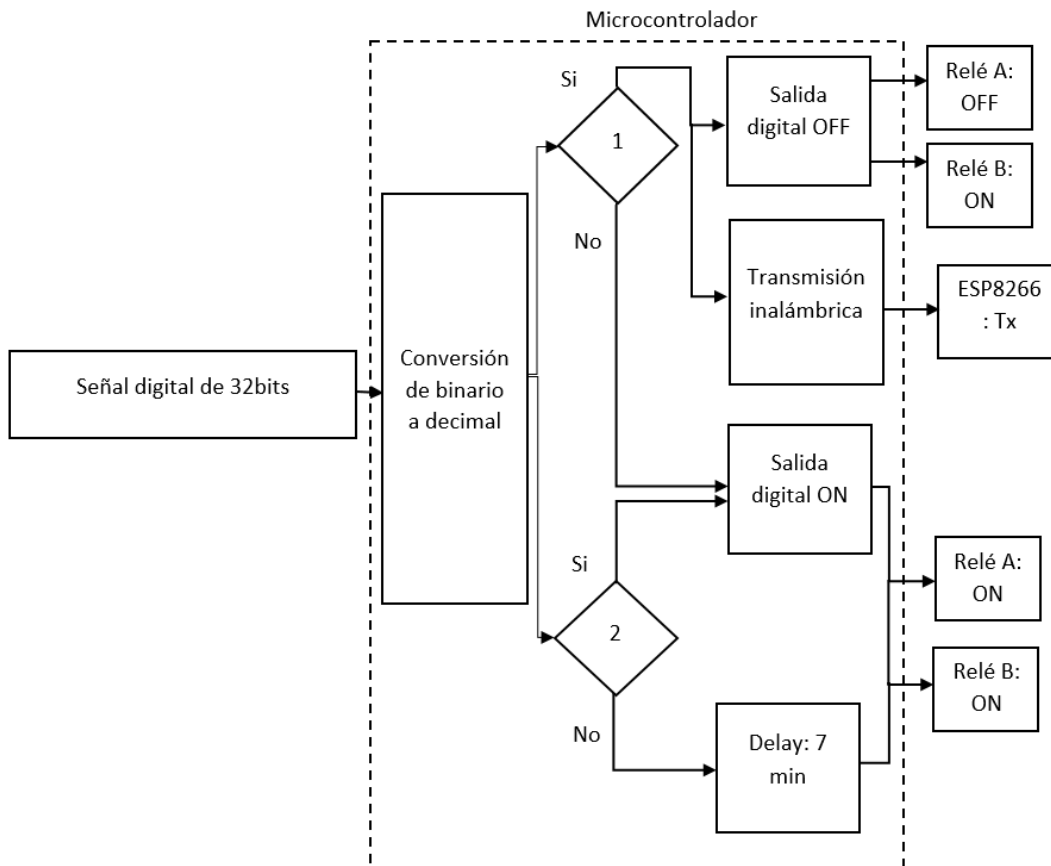


Figura 4.48: Sistema Electrónico - Recepción de Señal IR

Fuente: El Investigador

### **4.7.3 SISTEMA PROTOTIPO DE LA PARADA AUTORIZADA**

El Sistema prototipo de la primera parada autorizada, cuando el bus se encuentre detenido cercano a la misma, es el encargado de restringir el control de la puerta principal a partir de la señal IR generada por el transmisor IR y registrar con fecha y hora exacta la información que identifica a cada bus. Por ende los dispositivos que intervienen en el Sistema de la Primera Parada Autorizada son: un control remoto que actúa como transmisor infrarrojo, un router inalámbrico, el mini-ordenador Raspberry Pi 3 Modelo B y un reloj en tiempo real. En la segunda parada autorizada únicamente se utiliza un control remoto, que trabaja de igual manera que en la primera parada autorizada, con la particularidad que es otro el código que transmite.

El análisis y diseño del transmisor IR que en el presente Proyecto de Investigación es un control remoto de fabricación japonesa ya fue descrito anteriormente, por lo cual el siguiente análisis corresponde al computador de tamaño reducido, a todo lo que involucra la Raspberry Pi 3 y al Servidor.

#### **4.7.3.1 Implementación del Servidor**

La implementación del servidor se hace en el computador de tamaño reducido Raspberry Pi 3 Modelo B, su levantamiento se realiza en base a la infraestructura de un servidor LAMP; el cual consiste en una combinación de subsistemas de software necesarios para alcanzar una solución global dentro de servidores Linux, de ahí proviene su acrónimo, donde L significa Linux que es el Sistema Operativo (SO) en el cual trabaja. A significa Apache que es el servidor web, M significa MySQL que es un tipo de gestor de base de datos y P significa PHP que es un lenguaje de programación de webs con contenido dinámico, en tal razón se habla que la longitud de datos es variable.

#### **Instalación del Servidor LAMP**

##### **a) Instalación del Sistema Operativo (Linux/Rasbian)**

La instalación del Servidor LAMP inicia con la selección e instalación del Sistema Operativo, en el presente proyecto de investigación la distribución Linux que se eligió

es Raspbian Jessie with PIXEL que es un sistema operativo basado en Debian optimizado para el hardware que usa Raspberry Pi, se puede obtener gratuitamente su imagen desde la página oficial [www.raspberrypi.org](http://www.raspberrypi.org).

**Raspbian Jessie with PIXEL:** Es un nuevo SO Raspbian, el entorno de la Raspberry Pi con esta imagen es amigable y sencilla para el usuario, PIXEL hace referencia a "Pi Improved Xwindows Environment Lightweight". La imagen del SO pesa 4GB, al iniciar la sesión se puede ver su versión al lado derecho de la pantalla de bienvenida, los indicadores de temperatura alta y baja tensión se pueden ver en el escritorio; sus indicadores son un termómetro y un rayo respectivamente, aparecerán cuando se presenten estos inconvenientes. Raspbian Jessie es una distribución libre de Linux, utiliza la versión 3.16 de Linux como Kernel, el cual es el núcleo del SO: está encargado de hacer que trabaje conjuntamente el software con el hardware, administra la memoria del equipo, el procesamiento de datos y la comunicación con periféricos. Contiene soporte para solucionar problemas al utilizar parches y actualización para nuevos paquetes, como herramientas propias para la programación cuenta con aplicaciones como: BlueJ Java IDE, phpMyAdmin, Python 2 y 3, Scratch, entre otras. [101], [102]

Para instalar la imagen del SO Raspbian Jessie with PIXEL en la Raspberry Pi 3 a nivel de hardware se requiere de un computador extra, una tarjeta micro SD de al menos 8GB, un monitor, teclado y mouse. A nivel de software se requiere de un software para formatear completamente la tarjeta micro SD como también para grabar la imagen del SO en la misma, se utilizó el software SDFormatter y Win32 Disk Imager respectivamente. Para el presente proyecto de investigación se utilizó la tarjeta micro SDHC de marca SanDisk categoría 10 con 16GB de capacidad, la cual tiene una velocidad de transmisión de datos de 25 MB/s. [103]

Luego de descargar la imagen y transferirla a la tarjeta micro SD con la utilización de otro computador, se procede a insertar la tarjeta directamente en la Raspberry Pi 3, luego de energizarla, el SO se carga inmediatamente mostrando el escritorio que viene por defecto, posteriormente se continua con la configuración básica de parámetros como el idioma, la localización, zona horaria y la conexión a una red Wi-Fi, esto se puede

hacer seleccionando la red y colocando su debida contraseña. En la Figura 4.49 se ilustra esta configuración.

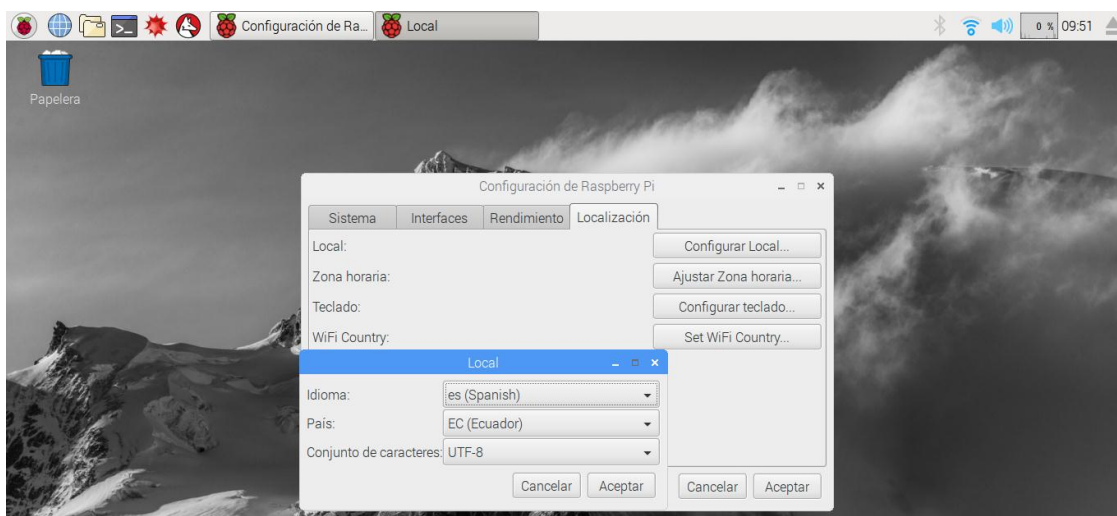


Figura 4.49: Configuración Básica Raspberry Pi 3

Fuente: El Investigador

## b) Instalación Servidor Apache y PHP

**Apache:** Antes de proceder a instalar el servidor Apache cabe recalcar que éste es un servidor web que utiliza el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) de código abierto diseñado para la creación de páginas y servicios web, opera bajo el protocolo de transferencia de datos hipertexto; es decir es un programa que se encuentra a la espera para transferir en código HTML (HyperText Markup Language) los datos que normalmente posee una página web (texto, imágenes, widgets, etc.) a un cliente que le haga la petición. [104]

**PHP:** PHP (Hypertext Preprocessor) es un lenguaje de programación de código abierto que es ejecutado en el lado del servidor (scripts del lado del servidor), generando HTML y enviándolo al cliente cuando este lo solicita. [105]

Es recomendable inicialmente para la instalación dar permisos al grupo que usa por defecto Apache y a más de ello actualizar los repositorios, ingresando las siguientes líneas de comandos para cada caso respectivamente en la terminal de la Raspberry Pi 3:

- `sudo addgroup www-data`
- `sudo usermod -a -G www-data www-data`
- `sudo apt-get update`
- `sudo apt-get dist-upgrade.`

La instalación del Servidor Apache y PHP es ejecutada con el siguiente comando:

- `sudo apt-get install apache2 php5 libapache2-mod-php5`

Terminada la instalación se reinicia Apache, a través del comando:

- `sudo /etc/init.d/apache2 restart`

Internamente se crea un directorio `/var/www/html/` al cual se debe dar permisos con la utilización del comando `chmod`:

- `sudo chmod 777 /var/www/`

Para ver el funcionamiento del Servidor Apache y PHP se puede ingresar desde el buscador con la dirección IP del equipo y muestra la información de PHP como se ilustra en la Figura 4.50.

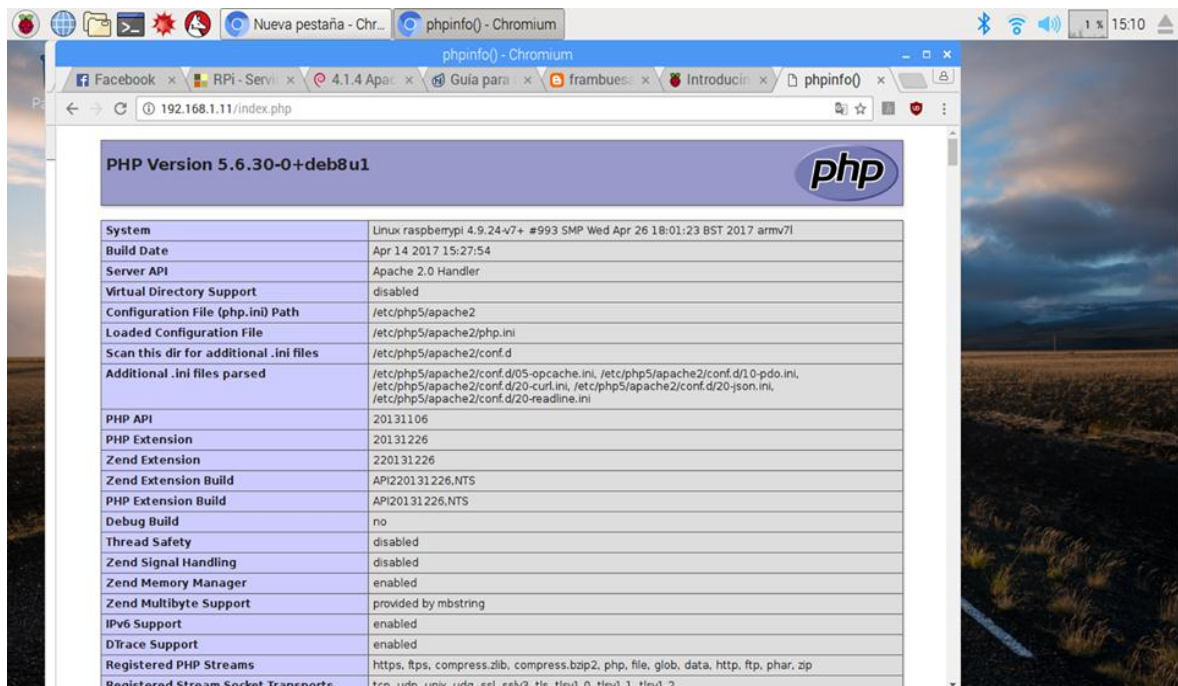


Figura 4.50: Servidor Apache en funcionamiento

Fuente: El Investigador

### c) Instalación y Configuración de MySQL y PhpMyAdmin

**MySQL:** Es un sistema gestor de base de datos Open Source que permite almacenar todos los datos que contiene el sitio web.

**PhpMyAdmin:** Es una utilidad basada en PHP que puede administrar un servidor MySQL a través de un usuario y contraseña por medio de una interfaz web, puede cargar archivos de textos en tablas. [106]

Se debe activar la interfaz de red virtual (Loopback) para que no de error al instalar MYSQL, a través del comando:

- *sudo ifup lo*

La instalación de MySQL y phpMyAdmin se realiza a través del comando:

- *sudo apt-get install mysql-server mysql-client php5-mysql phpmyadmin*

Durante el proceso de instalación se visualiza algunas pantallas solicitando datos y contraseñas para administrar MySQL y phpMyAdmin, para lo cual se seleccionó a Apache2 como servidor y como gestor de base de datos a phpMyAdmin. La contraseña que se dio tanto a MySQL y phpMyAdmin fue “password”.

Terminada la instalación se debe modificar el archivo “php.ini”; para ello se ingresa en la terminal el comando:

- *sudo nano /etc/php5/apache2/php.ini*

En el archivo que se abre se añade la línea “*extension=mysql.so*” en la sección “Dynamics Extensions”, se guardan los cambios con CTRL+ O y CTRL+X, a continuación se ingresa el comando:

- *sudo ln -s /etc/phpmyadmin/apache.conf /etc/apache2/conf.d/phpmyadmin.conf*

Si existe un error es porque no existe el directorio “conf.d” en “/etc/apache2” al cual se hace referencia en el comando, esto se soluciona a través de los siguientes comandos:

- *cd /etc/apache2 mkdir conf.d*

- *sudo /etc/init.d/apache2 reload*

Se añade la instrucción “include /etc/phpmyadmin/apache.conf” en la última línea del archivo “apache2.conf”; el cual se encuentra en el directorio “/etc/apache2/apache2.conf”, se guardan los cambios y se reinicia el servidor Apache con el comando: [107]

- `sudo /etc/init.d/apache2 restart`

Terminada toda la instalación del Servidor LAMP se puede comprobar su correcto funcionamiento accediendo a la interfaz de la pantalla principal de phpMyAdmin a través del buscador de internet y digitando la dirección IP de la Raspberry Pi3/phpmyadmin, como se ilustra en la Figura 4.51.

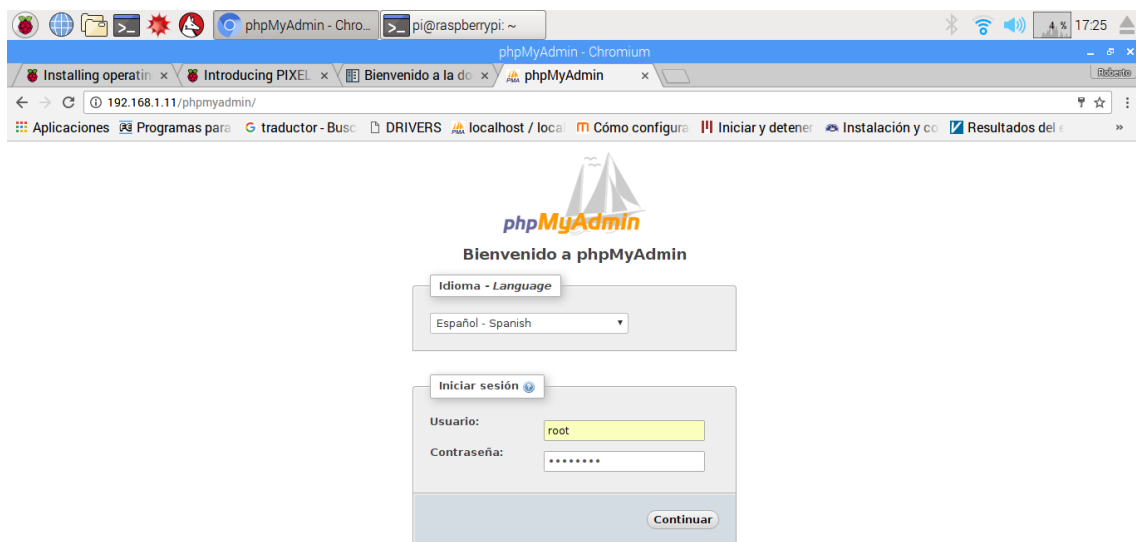


Figura 4.51: Pantalla principal de phpMyAdmin

Fuente: El Investigador

#### d) Creación de la Base de Datos

Con la instalación completa del Servidor LAMP en el mini-ordenador Raspberry Pi3, mediante phpMyAdmin para el presente proyecto de investigación se crea la base de datos con el nombre “busbase” y tabla “electrosellado”, la misma que cuenta con los campos: id, fecha, placa, bus y ruta. Los atributos que se dan a cada uno de los campos se muestran en la Tabla 4.12.



Tabla 4.12: Atributos de los Campos de la Base de Datos

Nombre del Campo	Tipo	Atributo	Extra
Id	int(10)	UNSIGNED	AUTO_INCREMENT
Fecha	datetime		
Placa	varchar(10)		
Bus	varchar(30)		
Ruta	varchar(30)		

Fuente: El Investigador

Para no tener que cambiar la dirección IP del servidor, si se cambia de red Wi-Fi; es recomendable reservar y establecer la dirección IP actual del Raspberry Pi como una dirección IP estática, esta configuración en el presente proyecto de investigación se realizó dentro del Router, reservando la dirección IP 192.168.1.11 para la dirección MAC: B8:27:EB:9C:AC:00 que corresponde al Raspberry Pi 3.

#### 4.7.3.2 Conexión de RTC al Raspberry Pi 3

Debido a que el mini-ordenador Raspberry Pi 3 no cuenta con un reloj físicamente, al iniciar el sistema para poder actualizar la fecha y hora de acuerdo a su configuración inicial, se conecta a la red y toma este dato de internet, sin embargo no siempre se cuenta con una conexión a la red.

La naturaleza del presente proyecto de investigación requiere generar un registro en tiempo real en un lugar en donde existe la posibilidad que la conexión a la red o la conexión a la fuente eléctrica puede fallar, para lo cual se hace uso del módulo DS3231 (RTC). El mismo que para poder transmitir el dato lo hace a partir de dos líneas de señal (SDA y SCL) y un común a tierra (GND); es decir mediante comunicación serial I2C, además que puede continuar operando aun cuando la fuente eléctrica primaria ha fallado, ya que dispone de una batería interna. Gracias a la disponibilidad de pines GPIO en el mini ordenador utilizado, Raspberry Pi 3, la conexión física que se realizó se ilustra en la Figura 4.52.

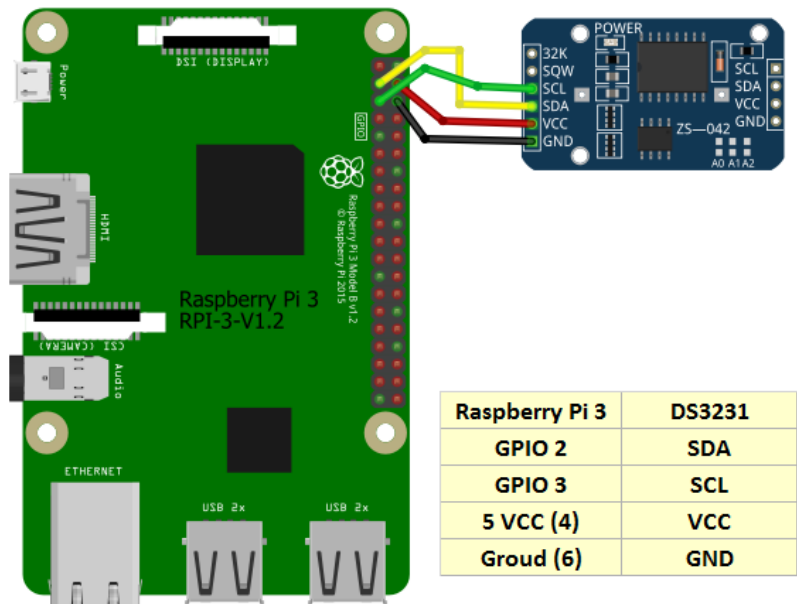


Figura 4.52: Conexión Raspberry Pi 3 - Reloj DS3231

Fuente: El Investigador

De acuerdo a la figura anteriormente expuesta, los pines GPIO 2 y 3 son los pines correspondientes a SDA y SCL respectivamente, necesarios para establecer la comunicación serial I2C entre los dos dispositivos. Luego de conectar físicamente, la configuración en el Raspberry Pi 3 inicia actualizando el sistema, ingresando los siguientes comandos en la terminal.

- `sudo apt-get update`
- `sudo apt-get -y upgrade`

Con la actualización del sistema, se procede a configurar el protocolo I2C en el Raspberry Pi 3, esto se puede hacer por consola a partir del comando: “`sudo raspi-config`”. En la primera ventana que aparece debe seleccionar la opción 5 (Interfacing Options) y pulsar enter, a continuación en la segunda ventana debe seleccionar la opción P5 I2C y pulsar enter, finalmente en la tercera ventana notificara que se ha habilitado la interfaz I2C y presiona enter de igual manera. Todos estos pasos se ilustran en la Figura 4.53

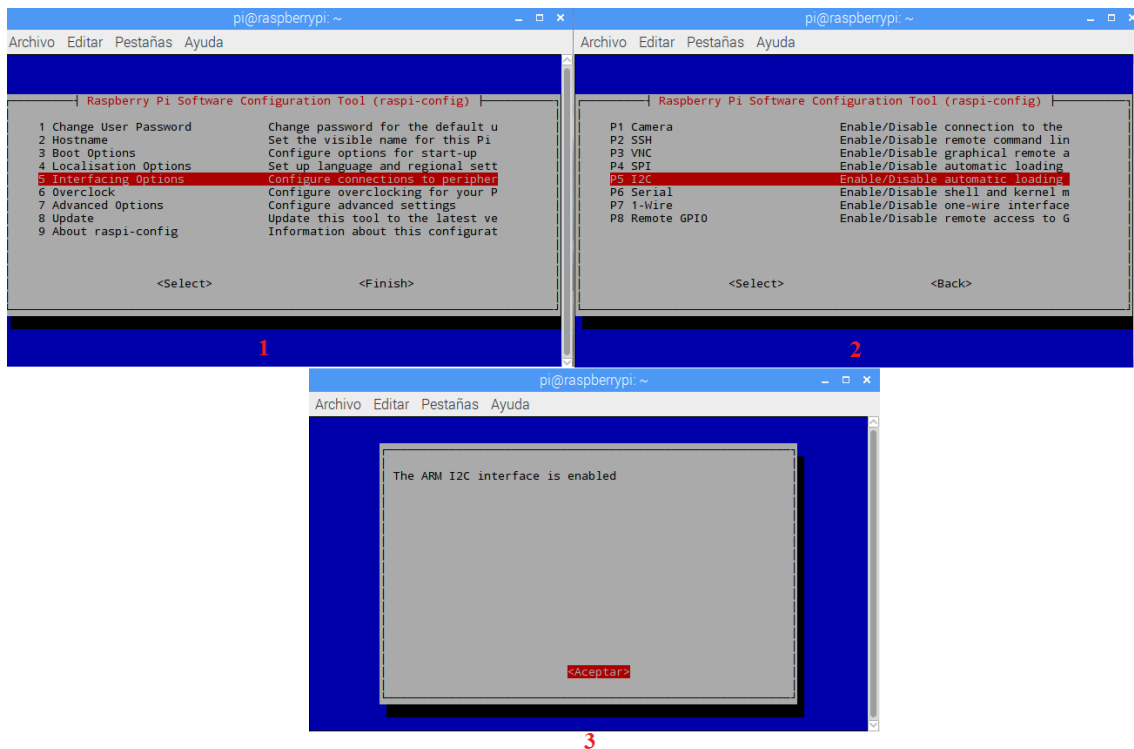


Figura 4.53: Configuración del Protocolo I2C en el Raspberry Pi 3

Fuente: El Investigador

A continuación se configura la zona horaria, para ello se selecciona ahora la opción 4 en la primera pantalla (Localisation Options) y selecciona los parámetros de acuerdo a su ubicación dando clic a enter. En la versión de Raspberry Pi que se está utilizando es posible realizar todo lo anterior, simplemente presionando el icono de Raspberry Pi para abrir el menú, a continuación Preferencias, Configuración de Raspberry Pi, Interfaces, clic en I2C Activo y finalmente Aceptar. De igual manera para configurar la Zona horaria.

Configurado el protocolo de comunicación y la localización, se debe agregar el dispositivo en los archivos del sistema (Kernel) de la Raspberry Pi para que al momento del arranque sea identificado, para ello a partir del comando “*sudo nano etc/modules*” se modifica el archivo que aparece, como se ilustra en la Figura 4.54. Luego de modificar debe guardar los cambios, salir y reiniciar el sistema con el comando “*sudo reboot*”.

[108]

```

pi@raspberrypi: ~
GNU nano 2.2.6 Fichero: /etc/modules
# /etc/modules: kernel modules to load at boot time.
#
# This file contains the names of kernel modules that should be loaded
# at boot time, one per line. Lines beginning with "#" are ignored.
snd-bcm2835
i2c-bcm2835
i2c-dev
rtc-ds1307
  
```

Figura 4.54: Inclusión del Módulo RTC en el Kernel

Fuente: El Investigador basado en [108]

Con el comando “*sudo i2cdetect -y 1*” se testea el sistema para saber si el módulo del reloj ha sido reconocido, si en la página que muestra luego de presionar enter, en la fila 60 columna 8 aparece un número; este corresponde a la dirección hexadecimal del módulo RTC en la interfaz I2C. Para asegurarse que el módulo DS3231 este configurado y el tiempo sincronizado cuando se dé inicio al Raspberry Pi 3, se debe editar el archivo “rc.local” a partir del comando “*sudo nano /etc/rc.local*”. En la Figura 4.55 a) se ilustra cómo debe quedar el archivo “rc.local” editado. Esta es la configuración del dispositivo que se conecta a través de la interfaz I2C, luego se reinicia el sistema y con el comando “*sudo i2cdetect -y 1*” el número que representaba a la dirección hexadecimal del módulo RTC habrá cambiado a las letras UU como se ilustra en la Figura 4.55 b). [108]

a)

```

pi@raspberrypi: ~
GNU nano 2.2.6 Fichero: /etc/rc.local
#
# By default this script does nothing.
#
# Print the IP address
_IP=$(hostname -I) || true
if [ "$_IP" ]; then
    printf "My IP address is %s\n" "$_IP"
fi
echo ds1307 0x68 > /sys/class/i2c-adapter/i2c-1/new_device
hwclock -s
exit 0
  
```

b)

```

pi@raspberrypi: ~
pi@raspberrypi:~$ sudo i2cdetect -y 1
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f
00: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
10: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
20: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
30: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
40: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
50: -- -- -- -- -- -- -- 57 -- -- -- -- -- -- -- --
60: -- -- -- -- -- -- -- UU -- -- -- -- -- -- -- --
70: -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- -- --
pi@raspberrypi:~$
  
```

Figura 4.55: Configuración del dispositivo I2C

Fuente: El Investigador basado en [108]

Si es necesario configurar la fecha y hora se recomienda utilizar los siguientes comandos:

- *date* : este comando permite ver la fecha y hora del sistema
- *sudo date -s "día mes año hora minutos segundos"*: con este comando puede actualizar la hora del sistema
- *sudo hwclock -r*: muestra la hora del módulo DS3231
- *sudo hwclock -w*: puede actualizar la hora del módulo DS3231 con la hora del sistema [108]

#### 4.7.3.3 Configuración del Router

Para el presente proyecto de investigación se hace utilidad de un Router HG532s debido a que es uno de los tipos de Router más comunes, que la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT) provee a sus clientes. Este Router es el encargado de crear la red inalámbrica de área local en la primera parada autorizada, a la cual el administrador debe conectarse para visualizar los datos que el Servidor gestiona en la base de datos. La configuración del router es necesaria con el fin de poder intercambiar paquetes a nivel de direcciones IP, entre el módulo Wi-Fi (ESP8266) que posee el sistema electrónico de control del bus y el Servidor (Raspberry Pi 3). Para ello se hace utilidad de la herramienta NAT (Network Address Translation) que posee el Router inalámbrico.

**NAT:** NAT es la traducción de direcciones de red, permite al Router actuar como un administrador entre dos redes distintas e intercambiar datos a nivel de direcciones IP a través de un puerto asociado, en este caso a través del puerto y la dirección IP asociados al Servidor. Permite que los dispositivos de una red externa se comuniquen de manera transparente con los dispositivos de una red privada o viceversa.

En el presente proyecto de investigación se utiliza el servicio NAT del Router Inalámbrico HG532s con un puerto libre (8080) y dirección IP (192.168.1.11) asociada al Servidor, con el fin, que los paquetes que le llegan al Router sean encaminados al Servidor para que éste los administre en el gestor de base de datos (phpMyAdmin). En la Figura 4.56 se ilustra la configuración NAT en el Router inalámbrico.

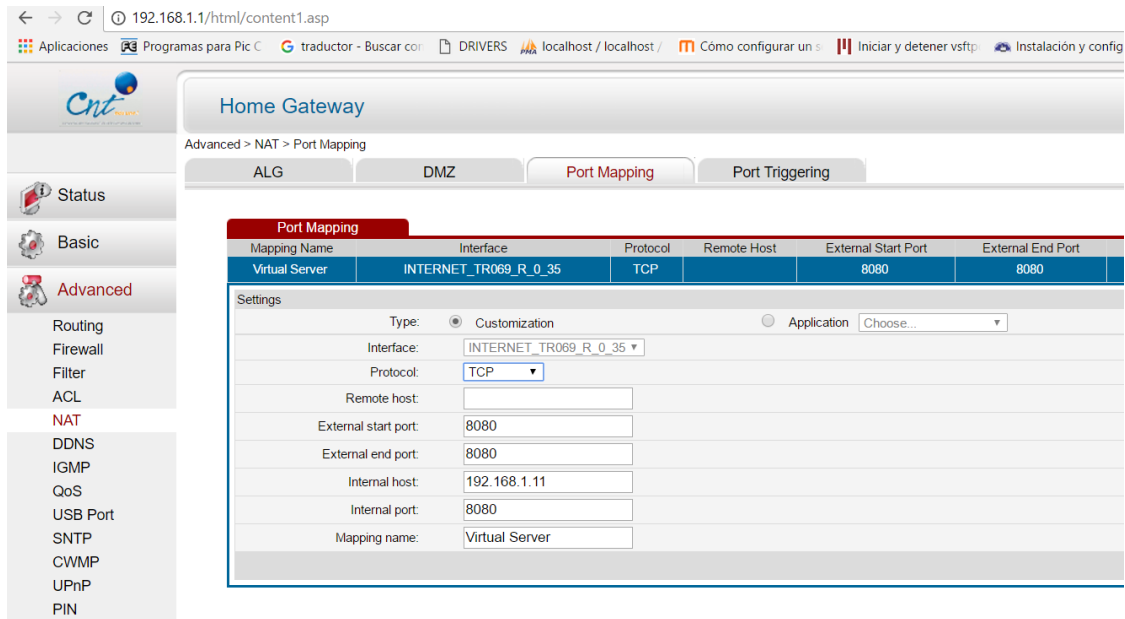


Figura 4.56: Configuración del Servicio NAT en el Router HG532s

Fuente: El Investigador

#### 4.7.3.4 Adquisición de Datos

El sistema electrónico de control del bus cuenta con una página web, creada para visualizar los datos que caracterizan al bus e ingresar la ruta de viaje, esta página web es un formulario HTML formado por un conjunto de campos que el usuario puede modificar, que al momento de pulsar el botón “Enviar” el contenido de estos campos se envían al servidor, que en este caso es el módulo WIFI ESP8266 configurado de este modo; para que mediante comunicación serial sean almacenados en la memoria EEPROM del microcontrolador.

La adquisición de los datos en la primera parada autorizada, a través del servidor LAMP que se encuentra instalado en el Raspberry Pi 3, se realiza mediante la inclusión de un script que se ejecuta en el lado del servidor, dentro de la carpeta “html”, el mismo que lleva el nombre de “index.php”.

Se trata de instalar en el Raspberry Pi 3 (Servidor) un proceso que recoja los datos procedentes del sistema electrónico de control del bus (Cliente) y los administre en una

base de datos. A través del script creado el servidor, siempre, sin límite de tiempo se encuentra gestionando los datos que le pueden llegar, estos datos se recogen en forma de cadena de caracteres a través del canal de comunicaciones HTTP, establecido entre cliente y servidor mediante el método de comunicación bidireccional Socket. La cadena de caracteres que llegan al Servidor son decodificados y se extraen los datos que el usuario dio, dicha cadena está formada por atributo y valor, de tal manera, es posible obtener para cada campo de la base de datos (atributo) el valor posteriormente dado (placa: HBB0398, Primavera 01, ruta: Ambato-Latacunga). El modo de operación para la transmisión de información se ilustra en la Figura 4.57

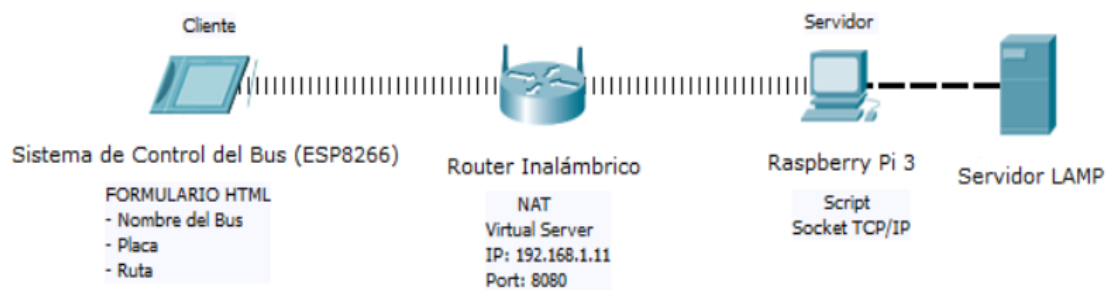


Figura 4.57: Comunicación Bidireccional Cliente - Servidor.

Fuente: El Investigador

#### 4.8 IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO SISTEMA ELECTRONICO DE CONTROL DE PUERTAS

La Implementación del Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas dentro del prototipo del Bus sigue la estructura que se ilustra en el diagrama de la Figura 4.58.

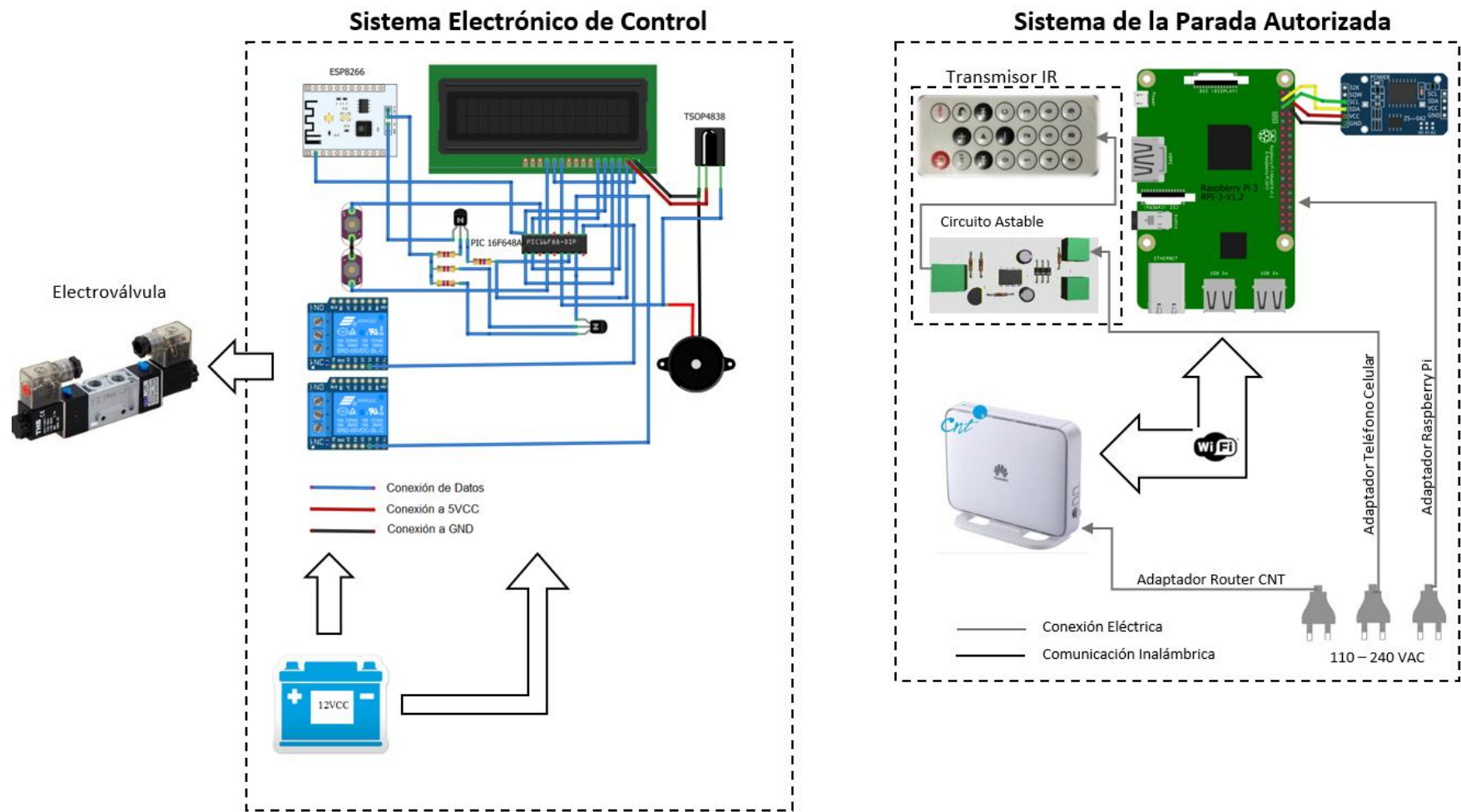


Figura 4.58: Diagrama de Implementación del Sistema

Fuente: El Investigador



En el diagrama expuesto se puede visualizar la ubicación de todos los dispositivos utilizados en el desarrollo del prototipo, tanto del Sistema Electrónico de Control que es ubicado en el prototipo del bus, como también del Sistema de la Primera Parada Autorizada, sin embargo en el diagrama no se ilustra la implementación de la Segunda Parada Autorizada, esto se debe a que ésta únicamente consta de Transmisor IR, pues no es necesario adquirir nuevamente la información que idéntica a cada bus intercantonal.

El proceso de implementación inicia con la ubicación de la placa del Sistema Electrónico de Control y la batería de 12 VCC dentro de una caja adecuada para su protección, tomando en cuenta que los elementos de los cuales se adquiere información del exterior queden visibles, tales como: el elevavidrios, el sensor IR, así como también la pantalla LCD para que el usuario pueda estar informado de los principales eventos. El sensor IR se conecta directamente al pin B0 del microcontrolador, a través de cables se lo ubica fuera de la caja para tener linealidad con el transmisor IR, además que debe estar protegido de la luz directa del Sol ya que esta afecta un poco a captar la señal. Para el encendido del sistema se ha colocado un switch a partir de la fuente de 12 VCC, en la Figura 4.59 a) vista frontal y b) vista lateral derecha, se observa lo detallado.

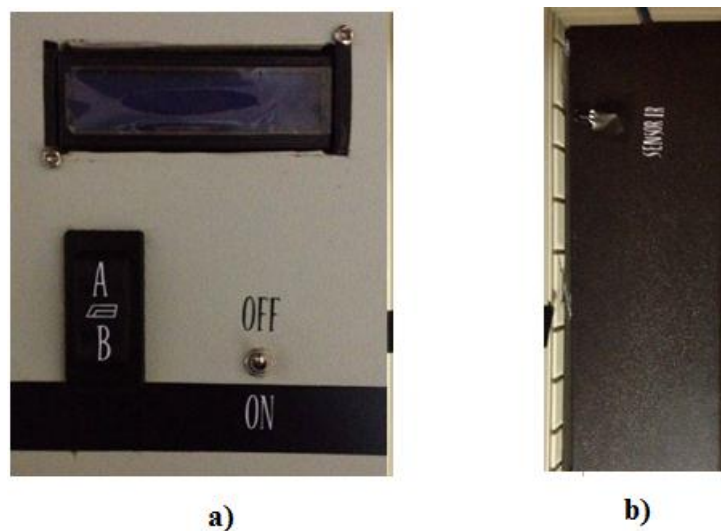


Figura 4.59: Implementación del Sistema Electrónico de Control

Fuente: El Investigador

Para implementar el Sistema Electrónico en el prototipo del bus, la electroválvula es el dispositivo de interconexión, a través de las solenoides permite o no el paso de aire comprimido al cilindro de doble efecto. Se conecta el negativo de cada solenoide al pin

normalmente abierto (NO) de cada relé, mientras que el positivo se conecta de igual manera al positivo de la fuente de 12 VCC. El pin común (COM) de cada relé se conecta al negativo de la fuente principal, en la Figura 4.60 se observa la implementación.



Figura 4.60: Implementación Sistema Electrónico – Prototipo de Bus

Fuente: El Investigador

La implementación del Sistema de la Parada Autorizada. De igual manera que en el caso anterior se ubican todos los dispositivos de acuerdo al diagrama de implementación expuesto, considerando que quede visible el transmisor IR y los puertos de conexión de periféricos del Raspberry Pi 3.



Figura 4.61: Implementación - Sistema de la Parada Autorizada

Fuente: El Investigador

## **4.9 PRUEBAS DEL FUNCIONAMIENTO**

Luego de haber implementado completamente el Sistema Electrónico de Control del Prototipo de puertas de un Bus Intercantonal, de igual manera el Sistema de la Parada Autorizada, se realiza las pruebas pertinentes del funcionamiento y poder determinar la efectividad del prototipo.

### **Sistema Electrónico de Control**

#### **a) Control del Prototipo de Puertas**

De acuerdo al presente proyecto de investigación, para automatizar el control de la puerta principal de un bus que presta el servicio intercantonal, únicamente en las paradas autorizadas por el G.A.D. Municipal del Cantón Salcedo, se realizó un prototipo enfocado en representar el sistema electroneumático que permite abrir o cerrar la puerta principal de este tipo de buses, por ende es lo primero que se verifica. Conforme se presionó el botón A o B ésta se abre o se cierra respectivamente, de la misma forma que un bus real. Luego de haber realizado varias pruebas de este accionar, el sistema falla en la séptima ocasión, se procede a abrir la caja y con lo único raro que se encuentra es que muchos de los cables se encuentran amontonados. Tomando en cuenta que el consumo de corriente de cada solenoide de la electroválvula es de 400mA, se presume que al accionar el botón el circular de corriente por los cables de conexión eléctrica crea un campo electromagnético mucho mayor al de los cables de transmisión de datos, por esta razón se ve afectado el sistema: para ello se procede a separar y distribuir correctamente los cables y efectivamente el sistema no vuelve a fallar.

#### **b) Ingreso de datos**

Al encender por primera vez el Sistema Electrónico de Control en la pantalla LCD no visualiza la ruta de viaje; ya que este es un dato modificable por el usuario, para almacenar este dato en la memoria del microcontrolador se implementó el módulo Wi-Fi ESP8266, éste se convierte en la interfaz inalámbrica por medio del cual el sistema puede transmitir y recibir la información que idéntica al prototipo del bus.

Encontrándose dentro del área de cobertura del módulo el usuario a través de un dispositivo móvil se conecta a la red inalámbrica ESP\_A6F1D3 y hace la petición, al digitar en un buscador de internet la dirección IP 192.168.4.1, como respuesta se visualiza en el dispositivo móvil la página web, en esta se observa como datos fijos al nombre del bus y la placa, también se observa un espacio en blanco en donde el usuario puede introducir la ruta de viaje. Escrita la ruta se presiona el botón Enviar y el sistema lanza un pitido, al mismo tiempo visualiza en la pantalla LCD la ruta que se dio, lo que quiere decir que el sistema ha guardado en su memoria esta información, este proceso se ilustra en la Figura 4.62 y 4.63.



Figura 4.62: Ingreso de Datos-Pagina Web

Fuente: El Investigador



Figura 4.63: Ingreso de Datos- Sistema Electrónico

Fuente: El Investigador

### c) Sensado y Cumplimiento de condiciones

Al aproximarse el prototipo del bus al sistema de la primera parada autorizada recibió la señal IR a través del sensor IR TSOP4838 a una distancia aproximada de 1.5 m, lo cual resulta eficiente al escucharse un pitido del buzzer, a partir de esta transcurrieron 7 segundos para que se cierre automáticamente la puerta y consigo el sistema electrónico deshabilita el botón A. Esta condición quedó vigente hasta que el prototipo se acercó a la segunda parada autorizada y captó la señal correspondiente a la tecla número 3, efectivamente nuevamente se pudo abrir y cerrar la puerta sin restricciones, después de haber pasado por la primera y segunda parada respectivamente.

En el momento que el sistema electrónico recibió la orden correspondiente a la tecla número uno, en la pantalla LCD proyectó la palabra “Conectando ...”, esto quiere decir que el sistema se conecta y transmite la información que caracteriza a cada bus al sistema de la primera parada autorizada a través del módulo Wi-Fi ESP8266 y como condición bloquea el botón de abrir la puerta. La información que el usuario puede observar en la pantalla LCD en la etapa de sensado se ilustra en la Figura 4.64.



Figura 4.64: Mensajes de la etapa de sensado

Fuente: El Investigador

### Sistema Prototipo de la Primera Parada Autorizada

El prototipo de la parada autorizada de acuerdo a la naturaleza de su utilización, su ubicación está en la intemperie, en donde se tiene acceso a una conexión eléctrica de

110 o 220 VAC, por ende se hizo uso de adaptadores de tensión para alimentar eléctricamente al Router, al Raspberry Pi 3, y al transmisor IR.

#### **a) Transmisor IR**

Mediante una cámara fotográfica se puede observar el parpadeo del diodo emisor. Al obtener linealidad con el sensor IR TSOP4838 el sistema electrónico activa un pitido al recibir esta señal, lo cual significa que funciona correctamente el transmisor IR.

#### **b) Servidor - Base de Datos**

Encendidos todos los dispositivos que conforman el prototipo de la primera parada autorizada se inició el Servidor instalado en el Raspberry Pi 3 para que siempre se encuentre a la espera de información por parte de un cliente (Sistema electrónico del bus). El Script localizado en la carpeta html se encarga de esta acción, a través de los siguientes pasos:

- Reiniciar el servidor Apache a través del comando: `“sudo /etc/init.d/apache2 restart”`
- Ingresar en el buscador la palabra `“localhost”`

Para observar los datos que identifican al Bus, se ingresó al gestor de base de datos en otra pestaña del buscador, a través de la dirección IP del servidor y el nombre del gestor: `“192.168.1.11/phpmyadmin”`. La dirección IP del servidor se puede obtener fácilmente al colocar el cursor sobre el icono Wi-Fi que se encuentra en la barra de tareas al lado derecho.

En el sistema de la primera parada, el router es el primero que recibe esta información y la direcciona al servidor para que a través del gestor de base de datos el usuario pueda visualizarla. Un ejemplo de prueba se ilustra en la Figura 4.65, la primera prueba se realizó el 2 de junio del presente año en horas de la madrugada, se puede observar el correcto funcionamiento al haber registrado en tiempo real la información que transmitió el sistema electrónico del prototipo del bus.

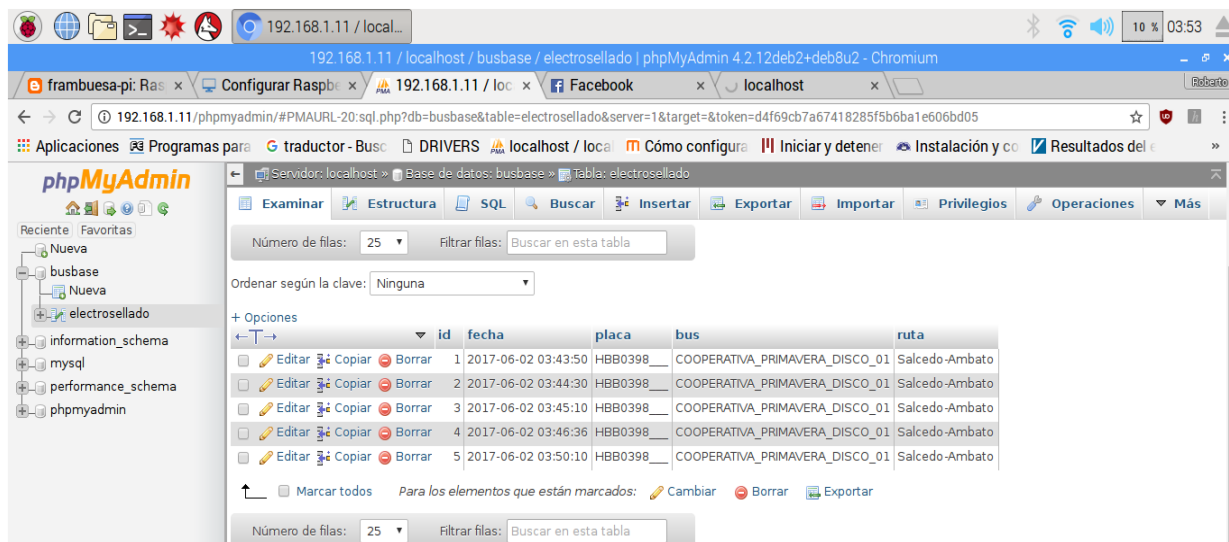


Figura 4.65: Base de Datos - busbase

Fuente: El Investigador

En la Tabla 4.13 se registró 50 pruebas realizadas del funcionamiento del prototipo completo, tanto del sistema electrónico como también del sistema de la primera parada autorizada, se tuvo en cuenta el lapso de tiempo en que el prototipo se prueba en la segunda parada autorizada, para tomar como ejemplo sobre la demora que el bus tarde en llegar desde la primera a la segunda parada autorizada, así también poder verificar que el servidor se encuentre siempre a la espera de un nuevo dato para el registro. Se consideró además los casos que pueden suceder: como que no se haya iniciado *localhost* en el servidor con anterioridad a abrir la base de datos, o que se haya realizado una nueva prueba en la primera parada autorizada demasiado pronto.

Para realizar las pruebas al sistema electrónico de control en el sistema de la segunda parada autorizada, luego de haber realizado en la primera, se consideró un tiempo entre +/- 10 segundos a 7 (min). Ya que el Plan de Movilidad establecido por el G.A.D Municipal del Cantón Salcedo, estipula un tiempo de 7 (min) como tiempo máximo para que el bus intercantonal llegue de la primera a la segunda parada autorizada.

Tabla 4.13: Pruebas del Prototipo Completo

Número de Prueba	Sistema Electrónico					Servidor (Sist. de la 1ª Parada)		Tiempo (min) 1ª a 2ª parada
	Primera Parada	Segunda Parada	Botón A	Botón B	Transmisión de información	localhost	Recepción de Inf. base de datos	
1	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,55
2	No	Si	On	On	—	—	—	
3	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,03
4	No	Si	On	On	—	—	—	
5	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,10
6	No	Si	On	On	—	—	—	
7	Si	No	Off	On	Si	No	No	6,29
8	No	Si	On	On	—	—	—	
9	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,09
10	No	Si	On	On	—	—	—	
11	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,30
12	No	Si	On	On	—	—	—	
13	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,58
14	No	Si	On	On	—	—	—	
15	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,00
16	No	Si	On	On	—	—	—	
17	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,45
18	No	Si	On	On	—	—	—	
19	Si	No	Off	On	Si	Si	No	0,05
20	No	Si	On	On	—	—	—	
21	Si	No	Off	On	Si	No	No	6,51
22	No	Si	On	On	—	—	—	
23	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,27
24	No	Si	On	On	—	—	—	
25	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,06
26	No	Si	On	On	—	—	—	
27	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,03
28	No	Si	On	On	—	—	—	
29	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	5,56
30	No	Si	On	On	—	—	—	
31	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,00
32	No	Si	On	On	—	—	—	
33	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,11
34	No	Si	On	On	—	—	—	
35	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,57
36	No	Si	On	On	—	—	—	
37	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,42
38	No	Si	On	On	—	—	—	
39	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,20
40	No	Si	On	On	—	—	—	
41	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	8,01



42	No	Si	On	On	—	—	—	
43	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,01
44	No	Si	On	On	—	—	—	
45	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,07
46	No	Si	On	On	—	—	—	
47	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	7,15
48	No	Si	On	On	—	—	—	
49	Si	No	Off	On	Si	Si	Si	6,17
50	No	Si	On	On	—	—	—	

Fuente: El Investigador

### Resultados Obtenidos

Realizadas las pruebas pertinentes del funcionamiento de todo el sistema, se obtiene como resultado un prototipo electrónico que evita que se pueda abrir la puerta principal del bus en lugares no autorizados, específicamente en lugares en donde no se cuenta con un transmisor IR, ya que necesariamente para desbloquear la orden de la primera parada autorizada se requiere del mismo tipo de control remoto y haber presionado la tecla adecuada.

De 50 pruebas realizadas al prototipo del bus, al sistema electrónico acoplado a este y la etapa de sensado 50 fueron efectivas, el registro de efectividad gráficamente se puede observar en la Figura 4.66.

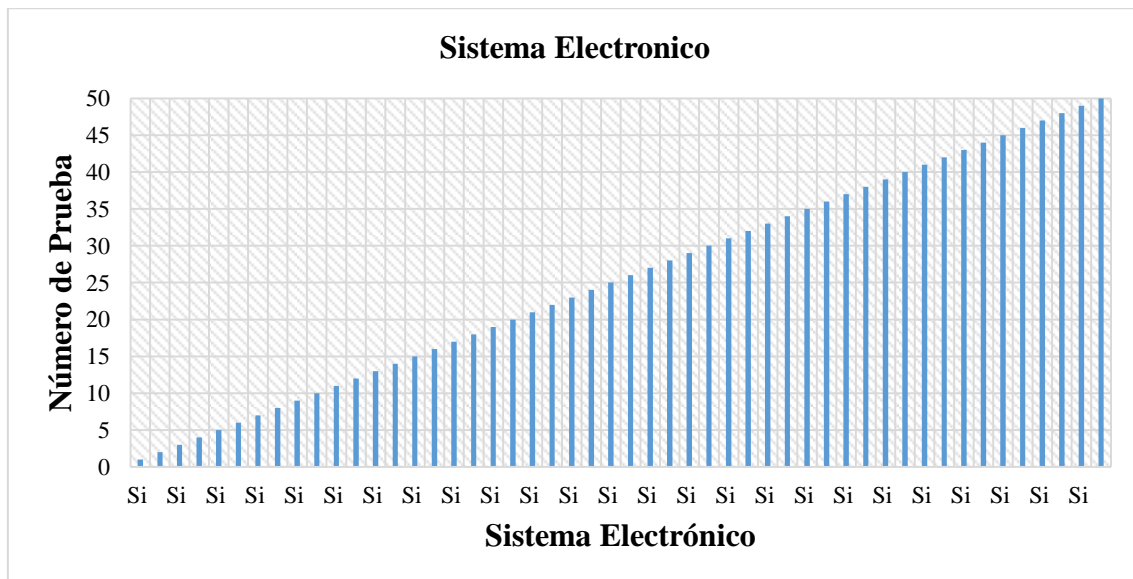


Figura 4.66: Registro de Pruebas al Sistema Electrónico

Fuente: El Investigador

El Servidor en las 50 pruebas realizadas al sistema electrónico del prototipo del bus debía haber registrado 25 veces la información del bus, de las cuales no registro 2, una de estas al no haber ingresado la palabra *localhost* en una de las pestañas del buscador web cuando se dio inicio al servidor, la otra fue al haber realizado la siguiente prueba en el sistema de la primera parada autorizada a un tiempo muy rápido de 0.05 min, es decir 5 segundos, gráficamente el registro de la pruebas al servidor se ilustra en la Figura 4.67.

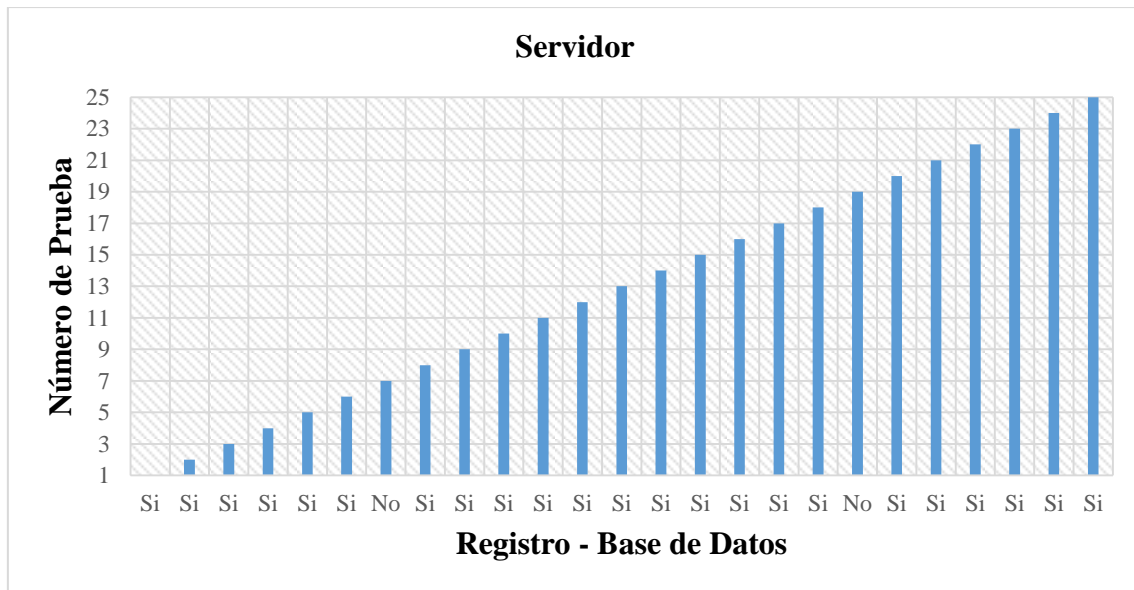


Figura 4.67: Registro de Pruebas al Servidor

Fuente: El Investigador

#### 4.10 PRESUPUESTO

El presupuesto total de todos los dispositivos y elementos utilizados en el presente proyecto de investigación se detalla en la Tabla 4.14.

Tabla 4.14: Presupuesto del Sistema

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD	Precio Total USD
1	PIC: 16F648A	Microcontrolador	1	3	3
2	ESP8266	Módulo Wifi	1	7	7
3	TSOP4838	Sensor IR	1	3	3

4	LCD 16x2	Pantalla	1	6	6
5	Elevavidrios	Pulsador doble	1	3	3
6	Relé 5V	c/u	2	0,5	1
7	Borneras de 3 pines	c/u	3	0,35	1,05
8	Borneras de 2 pines	c/u	9	0,25	2,25
9	Buzzer	c/u	1	1	1
10	Led	c/u	1	0,15	0,15
11	Switch	c/u	1	0,35	0,35
12	Zócalo de 8 pines	c/u	1	0,1	0,1
13	Zócalo de 18 pines	c/u	1	0,1	0,1
14	Espadines macho-hembra	c/u	2	0,5	1
15	1N4007	Diodo de Silicio	12	0,1	1,2
16	2N3904	Transistor	7	0,1	0,7
17	LM7805	c/u	1	0,5	0,5
18	Capacitor 10uF/16V	c/u	2	0,1	0,2
19	Capacitor 100uF/16V	c/u	5	0,1	0,5
20	Capacitor 220uF/16V	c/u	2	0,12	0,24
21	Capacitor 4700uF/50V	c/u	1	0,15	0,15
22	Resistencias 100Ω-0.5W	c/u	1	0,05	0,05
23	Resistencias 1KΩ-0.5W	c/u	5	0,05	0,25
24	Resistencias 4,7KΩ-1/4W	c/u	12	0,05	0,6
25	Resistencias 4,7KΩ-0.5W	c/u	5	0,05	0,25
26	Cables Dupont macho-hem	Juego	2	2,25	4,5
27	Cable flexible #16	Metros	3	0,45	1,35
28	Cautín tipo lápiz 40W	c/u	1	1	1
29	Baquelita	c/u	1	2,5	2,5
30	Papel Cauche	Hojas	3	0,25	0,75
31	Cloruro Férrico	Sobres	2	0,5	1
32	Estaño	Metros	4	0,5	2
33	Batería 12V-7ª	c/u	1	20	20
34	Control remoto	c/u	3	1	3
35	CI 555	c/u	2	0,8	1,6
36	Pila 3V	c/u	2	0,8	1,6
37	Electroválvula 5/2	c/u	1	45	45
38	Cilindro Neu. doble efecto	c/u	1	50	50
39	Compresor 12V-140PSI	c/u	1	35	35
40	Acoples rápidos ¼	c/u	8	0,7	5,6
41	Manguera de Aire ¼	Metros	2	1,5	3
42	Estructura prototipo de Bus	c/u	1	50	50
43	Raspberry Pi 3 Modelo B	c/u	1	80	80
44	Módulo DS3231	RTC	1	4	4
45	Router CNT HG532s	c/u	1	20	20
46	Adaptador 5V-2.5ª	c/u	1	5	5

47	Adaptador 5V-0.5 <sup>a</sup>	c/u	2	2	4
48	Adaptador 12V-1 <sup>a</sup>	c/u	1	3	3
49	Tomacorriente múltiple	c/u	1	7	7
50	Caja Sist. Elect. de control	c/u	1	20	20
51	Caja Sist. Prot. de la parada	c/u	1	20	20
52	Mano de Obra	Horas	20	15	300
Subtotal					724,54
Imprevistos 10%					72,45
Total					796,99

Fuente: El Investigador

#### 4.11 ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO

En la Tabla 4.14 se puede ver que el prototipo implementado completamente llega a tener un costo de 797 dólares, incluido el sistema electroneumático del bus y su estructura metálica. Si el sistema fuese a ser implementado en un bus real estos costos no serán considerados, por ello se elaboró la Tabla 4.15 con el detalle de los dispositivos que intervienen únicamente en el sistema electrónico de control y en el sistema de cada parada autorizada.

Tabla 4.15: Presupuesto - Sistema Electrónico de Control

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario USD	Precio total USD
1	PIC: 16F648A	Microcontrolador	1	3	3
2	ESP8266	Módulo Wifi	1	7	7
3	TSOP4838	Sensor IR	1	3	3
4	LCD 16x2	Pantalla	1	6	6
5	Elevavidrios	Pulsador doble	1	3	3
6	Relé 5V	c/u	2	0,5	1
7	Borneras de 3 pines	c/u	3	0,35	1,05
8	Borneras de 2 pines	c/u	9	0,25	2,25
9	Buzzer	c/u	1	1	1
10	Led	c/u	1	0,15	0,15
11	Switch	c/u	1	0,35	0,35
12	Zócalo de 8 pines	c/u	1	0,1	0,1
13	Zócalo de 18 pines	c/u	1	0,1	0,1
14	Espadines macho-hem	c/u	2	0,5	1
15	1N4007	Diodo de Silicio	12	0,1	1,2

16	2N3904	Transistor	7	0,1	0,7
17	LM7805	c/u	1	0,5	0,5
18	Capacitor 10uF/16V	c/u	2	0,1	0,2
19	Capacitor 100uF/16V	c/u	5	0,1	0,5
20	Capacitor 220uF/16V	c/u	2	0,12	0,24
21	Capacitor 4700uF/50V	c/u	1	0,15	0,15
22	Resistencias 100Ω-0.5W	c/u	1	0,05	0,05
23	Resistencias 1KΩ-0.5W	c/u	5	0,05	0,25
24	Resistencias 4,7KΩ-1/4W	c/u	12	0,05	0,6
25	Resistencias 4,7KΩ-0.5W	c/u	5	0,05	0,25
26	Cables Dupont mach-hem	Juego	2	2,25	4,5
27	Cable flexible #16	Metros	3	0,45	1,35
28	Cautín tipo lápiz 40W	c/u	1	1	1
29	Baquelita	c/u	1	2,5	2,5
30	Papel Couche	Hojas	3	0,25	0,75
31	Cloruro Férrico	Sobres	2	0,5	1
32	Estaño	Metros	4	0,5	2
33	Batería 12V-7 <sup>a</sup>	c/u	1	20	20
34	Control remoto	c/u	3	1	3
35	CI 555	c/u	2	0,8	1,6
36	Pila 3V	c/u	2	0,8	1,6
37	Raspberry Pi 3 Modelo B	c/u	1	80	80
38	Módulo DS3231	RTC	1	4	4
39	Router CNT HG532s	c/u	1	20	20
40	Adaptador 5V-2.5 <sup>a</sup>	c/u	1	5	5
41	Adaptador 5V-0.5 <sup>a</sup>	c/u	2	2	4
42	Adaptador 12V-1 <sup>a</sup>	c/u	1	3	3
43	Tomacorriente múltiple	c/u	1	7	7
44	Caja Sist. Elect. de Contrl	c/u	1	20	20
45	Caja Sist. Prot. Parada	c/u	1	20	20
46	Mano de Obra	Horas	20	15	300
Subtotal					535,94
Imprevistos 10%					53,60
Total					589,54

Fuente: El Investigador

Se puede observar en la Tabla 4.15 que la implementación del sistema electrónico de control, llega a tener un valor total de \$589,54, un precio que es justificable por todas las características que presenta el sistema. Para mejorar el análisis costo/beneficio entre el sistema actual y el sistema propuesto en el desarrollo de la presente investigación, se ilustra la Tabla 4.16, en la que se detalla una comparación entre las principales

consideraciones que engloban los dos métodos, enfocados en mantener el control de la puerta principal en las paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo.

Tabla 4.16: Análisis Costos/beneficios – Sist. De Sellado de Puertas vs Sist. Electrónico de control

SISTEMAS	OBJETIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	BENEFICIOS	DEBILIDADES	COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN
<b>Sellado de la puerta principal del Bus</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar las microparadas en el centro de la ciudad.</li> <li>- Hacer preferencial al Terminal Terrestre y las paradas autorizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la fluidez vehicular en el centro de la ciudad</li> <li>- Brindar un transporte público seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El sello puede ser retirado con facilidad</li> <li>- Microparadas.</li> <li>- Requiere de tres personas para llevar a cabo el control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajador primera parada autorizada = \$425</li> <li>- Trabajador segunda parada autorizada (norte de la ciudad) = \$425</li> <li>- Trabajador segunda parada autorizada (sur de la ciudad) = \$425</li> <li>- Sellos: 40 +5% de sellos por día. Cada sello 3ctvs =\$1,20 por día en sellos. Al mes =36\$</li> <li>- Total de costos y gastos por mes = \$1.311</li> </ul>
<b>Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminar las microparadas en el centro de la ciudad</li> <li>- Hacer preferencial al Terminal Terrestre y las paradas autorizadas</li> <li>- Plantear una mejora técnica frente al sistema de sellado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejorar la fluidez vehicular en el centro de la ciudad</li> <li>- Brindar un transporte público seguro</li> <li>- No posee vulnerabilidad, ya que se acopla directamente al sistema electroneumático de cada bus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obstrucción directa entre transmisor y receptor IR</li> <li>- Requiere de capacitación inicial.</li> <li>- Requiere de una persona para iniciar el funcionamiento y brindar mantenimiento preventivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de la primera y segunda parada autorizada (norte y sur) = \$168.10</li> <li>- Sistema electrónico por cada bus = \$421.44.</li> <li>- Total de costos = \$589.54.</li> </ul>

Fuente: El Investigador

Las características de la Tabla 4.16 reflejan al sistema electrónico desarrollado, como una propuesta muy favorable, eficaz y rentable, pues reduce notoriamente la necesidad del personal, no posee vulnerabilidades por parte de agentes externos y se plantea como

una única inversión que permitirá: gestionar de mejor manera la distribución de buses hacia cada una de las frecuencias de viaje, utilizar en otras actividades a los servidores públicos que ya no serán necesarios en el control vehicular del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo, y beneficiará a la ciudadanía para que tengan identificado el lugar en dónde tomar un bus hacia las ciudades de Ambato o Latacunga de manera segura.

Si se considera implementar el sistema propuesto, el costo del sistema de la parada será uno solo, como se observa en la Tabla 4.16 equivale a \$168,10, mientras que el costo del sistema electrónico que debe ser acoplado a cada bus, es directamente proporcional al número de buses, llega a tener un valor de \$421,44 por cada bus. Si se considera implementar el sistema en 40 buses intercantonales el costo total sería de \$17.025,70 precio que puede ser recuperado en un plazo no mayor a 14 meses, pues en 14 meses con el sistema actual, el del sellado de las puertas, se gastaría \$18.354.

## **CAPITULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- Se determinó que el sistema actual con el que las autoridades del GAD del Cantón Salcedo mantiene el control de puertas de los buses intercantonales en paradas autorizadas, no resulta eficiente, ya que se trata de un sello que puede ser desprendido con facilidad. El prototipo lo soluciona electrónicamente a partir de una etapa de sensado por infrarrojos para el bloqueo y desbloqueo de la puerta principal del bus en paradas autorizadas.
- En el presente proyecto de investigación se utiliza dos tipos de comunicaciones inalámbricas que utilizan el mismo medio de transmisión dentro del mismo radio de cobertura, pero trabajan en distinto rango de frecuencia del espectro electromagnético, por lo cual no se ven afectadas mutuamente en la transmisión de datos.
- El hecho de utilizar la tecnología inalámbrica de área local Wi-Fi para adquirir la información de cada bus y administrarla en una placa electrónica con el mismo medio de conectividad, otorga la posibilidad que esta información pueda ser revisada desde cualquier parte del mundo, ya que es una tecnología que fácilmente se puede vincular a internet.
- El presente proyecto de investigación facilita el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantonales que salen del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo a un bajo costo con la utilización de hardware y software libre, tomando en cuenta que será una única inversión sin la necesidad de realizar pagos económicos mensualmente a más de un servidor público, como requiere el sistema actual.



## 5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las autoridades del GAD Municipal del Cantón Salcedo consideren la implementación del presente proyecto de investigación, para evitar que los buses intercantonales circulen con las puertas abiertas por el centro de la ciudad.
- Evitar que el sensor IR este expuesto a la luz directa del sol ya que el espectro de esta involucra un amplio rango, intermedio a los rayos infrarrojos y rayos ultravioleta, debido a esto, el sensor puede no captar la señal del transmisor IR de manera precisa, para lo cual se recomienda en la implementación real utilizar dispositivos con grado de protección IP67.
- Al utilizar distintas tecnologías de comunicación inalámbrica cercanamente una con otra, es recomendable verificar periódicamente la frecuencia de trabajo de los dispositivos, para que no exista interferencia entre ellos.
- Utilizar la electrónica y tecnologías de comunicación inalámbrica para llevar acabo el control de un proceso realizado manualmente dentro de una institución pública o privada es recomendable, ya que se optimizaría la gestión de su personal y se mejoraría el desempeño de aquel proceso.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Página 7 Comunicación S.L., «Nuevatribuna.es,» 26 Enero 2016. [En línea]. Available: <http://www.nuevatribuna.es/articulo/salud/contaminacion-autobus-equivale-50-coches/20160126135703124751.html>. [Último acceso: 20 Octubre 2016].
- [2] Adriana, «RENOVABLESVERDES,» 2 Enero 2011. [En línea]. Available: <http://www.renovablesverdes.com/medios-de-transporte-y-co2-2/>. [Último acceso: 2 Noviembre 2016].
- [3] Contaminación atmosférica, «Ecologistas en accion,» 7 Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.ecologistasenaccion.org/article1657.html>. [Último acceso: 2 Noviembre 2016].
- [4] F. C. Cueva, *CODIGO ORGANICO ORGANIZACION TERRITORIAL AUTONOMIA DESCENTRALIZACION*, Quito, 2010, pp. 27-28.
- [5] El Telégrafo, *Congestión vehicular versus planes de movilidad*, 1 Abril 2013.
- [6] J. Erazo Pastor, «Plan de Movilidad del Canton Salcedo,» Salcedo, 2015.
- [7] GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO, *ORDENANZA REFORMATORIA DE LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SANMIGUEL DE SALCEDO*, Salcedo, 2015, pp. 7-9.
- [8] La Gaceta, *Inicio el sellado de las puertas en los buses*, p. 11, 5 Abril 2016.
- [9] V. H. Laverde Paucar y G. V. Tapia Encalada, «Implementacion de un prototipo de un control electronico para abrir y cerrar automaticamente las puertas de un bus unicamente en sus respectivas paradas,» Julio 2014. [En línea]. Available: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/8088/4/CD-5700.pdf>. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [10] A. R. Jativa Haro, «Sistema de puertas con sensores para la apertura en paradas autorizadas en buses del servicio urbano del Distrito Metropolitano de Quito,» Noviembre 2010. [En línea]. Available: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/207/1/T-UIDE-0178.pdf>. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [11] J. A. Jimenez Herrera, «Estudio, diseño e implementación de un sistema automático para el control de pasajeros y apertura de puertas en un bus tipo,» Octubre 2013. [En línea]. Available: <http://190.11.245.244/bitstream/47000/456/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-268.pdf>. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [12] J. S. Fuertes Sotelo y G. H. Zabala Villarreal, «Diseño de un sistema para el

- control de apertura de puertas y registro automático del tiempo durante el recorrido de buses urbanos e implementación de un prototipo,» Agosto 2013. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3373/1/05%20FECYT%201691%20TESIS.pdf>. [Último acceso: 24 Octubre 2016].
- [13] . L. A. Uvidia Armijo y . N. A. Estrada Brito, «Diseño e Implementación de un Sistema Electrónico Prototipo Georreferenciado para Monitoreo y Control de Puertas de Buses en Paradas Específicas de la Ciudad de Riobamba,» Noviembre 2015. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5090>. [Último acceso: 27 Octubre 2016].
- [14] K. Ogata, Ingeniería de Control Moderna, Tercera ed., Mexico: Prentice-Hall, 1998, pp. 3-8.
- [15] E. Mandado Pérez y Y. Mandado Rodríguez, SISTEMAS ELECTRÓNICOS DIGITALES, Novena ed., Barcelona: MARCOMBO, S.A, 2008, pp. 49-52, 165-167.
- [16] R. Jimenez, «INTRODUCCIÓN A LOS CIRCUITOS SECUENCIALES,» [En línea]. Available: [http://www.uhu.es/raul.jimenez/DIGITAL\\_II/dig2\\_i.pdf](http://www.uhu.es/raul.jimenez/DIGITAL_II/dig2_i.pdf). [Último acceso: Octubre 2017].
- [17] Automación Micromecánica s.a.i.c, «INTRODUCCIÓN A LA NEUMÁTICA,» [En línea]. Available: <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual021IntroduccionalaNeumatica.pdf>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [18] A. Serrano San Nicolas , Neumatica Practica, Primera ed., España: Paraninfo, 2009.
- [19] MICRO, «Cilindros,» [En línea]. Available: <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [20] M. J. Escalera Tornero y A. J. Rodríguez Fernández , «ACTUADORES NEUMÁTICOS,» 2009. [En línea]. Available: <http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>. [Último acceso: 07 Diciembre 2016].
- [21] J. T. F. E. P. Croser, *FESTO Fundamentos de Electroneumática*, 2000.
- [22] C. J. RENEDO, «Neumática e Hidráulica,» [En línea]. Available: <http://personales.unican.es/renedoc/Trasparencias%20WEB/Trasp%20Neu/T12%20CILINDROS%20OK.pdf>. [Último acceso: 07 Diciembre 2016].
- [23] MICRO, «VÁLVULAS,» [En línea]. Available:

- <http://www.microautomacion.com/catalogo/02Valvulas.pdf>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [24] E. Tolocka, «Introducción a la Neumática,» Agosto 2010. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/doc/35532718/Neumatica-4-Valvulas-Neumaticas>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [25] S. I. Netzahuatl, M. I. Martínez y J. Andrade, «Tipos de Valvulas Neumaticas,» 02 Febrero 2012. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/sandyivett/tipos-de-valvulas-neumaticas>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [26] S. I. G. P. D. S. Frank Ebel, «Neumática Electroneumática Fundamentos,» Diciembre 2009. [En línea]. Available: [http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/573031\\_lb\\_pep\\_extracto\\_es.pdf](http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/573031_lb_pep_extracto_es.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [27] W. Tomasi, *Sistemas de Comunicaciones Electrónicas*, Cuarta ed., Mexico: Prentice-Hall, 2003, pp. 1-8.
- [28] I. Bernal, «Comunicaciones Inalambricas,» Octubre 2005. [En línea]. Available: <http://clusterfie.epn.edu.ec/ibernal/html/CURSOS/AbrilAgosto06/Inalambricas/CLASES/IntroduccionPUB2.pdf>. [Último acceso: 29 Octubre 2016].
- [29] B. Jürgens, A. Haek Pérez, D. Bellido Toré, J. Durán Díaz y J. A. Cano Martín, «VIGILANCIA TECNOLÓGICA Tecnologías Inalámbricas,» 2008. [En línea]. Available: [https://www.agenciaidea.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=9e84835b-e749-4b6c-a01d-f60d3399fae9&groupId=10157](https://www.agenciaidea.es/c/document_library/get_file?uuid=9e84835b-e749-4b6c-a01d-f60d3399fae9&groupId=10157). [Último acceso: Diciembre 2016].
- [30] Bluetooth SIG, «How Bluetooth Technology Works,» Enero 2008. [En línea]. Available: <https://web.archive.org/web/20080117000828/http://bluetooth.com/Bluetooth/Technology/Works/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [31] O. S. Roing, J. L. Valenzuela González y R. A. Comes, *Principios de Comunicaciones Móviles*, Barcelona: Edicions de la Universitat Politecnica de Catalunya, 2003, pp. 41-43.
- [32] Bluetooth SIG, «How It Works,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.bluetooth.com/what-is-bluetooth-technology/how-it-works>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [33] M. G. M. y J. Moreno, «ZIGBEE,» Mayo 2012. [En línea]. Available: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [34] J. Wexler, «Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4),» [En línea]. Available: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/1/InformeTecZB.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].

- [35] L. W. COUCH, SISTEMAS DE COMUNICACIÓN DIGITALES Y ANALÓGICOS, Séptima ed., México: PEARSON EDUCACIÓN, 2008, pp. 637-639.
- [36] Kioskea, «WiFi-Redes inalámbricas y seguridad,» Junio 2014. [En línea]. Available: <http://static.ccm2.net/es.ccm.net/faq/pdf/wifi-redes-inalambricas-y-seguridad-1160-k5z3hs.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [37] F. Hernandez, «Redes inalámbricas WMAN,» 26 Julio 2012. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/fredyhernandez315213/redes-inalambricas-wman>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [38] I. Mariam, «REDES INALAMBRICAS DE ÁREA EXTENSA,» Junio 2013. [En línea]. Available: <https://redeswwan.wordpress.com/>. [Último acceso: Diciembre 2016].
- [39] J. Prieto Blázquez, «Introduccion a los sistemas de comunicacion inalambricos,» 2014. [En línea]. Available: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles/Tecnologia\\_y\\_desarrollo\\_en\\_dispositivos\\_moviles\\_\(Modulo\\_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_1).pdf). [Último acceso: 27 Octubre 2016].
- [40] G. Pérez, «ESPECTROMETRIA.COM,» [En línea]. Available: [http://www.espectrometria.com/espectro\\_electromagntico](http://www.espectrometria.com/espectro_electromagntico). [Último acceso: 3 Noviembre 2016].
- [41] J. Desongles Corrales, Ayudante técnico de informática de la Junta de Andalucía, Segunda ed., Madrid: MAD S.L., 2005, pp. 220-222.
- [42] E. Mandado Perez, L. M. Menéndez Fuertes, L. Fernandez Ferreira y E. Lopez Matos, Microcontroladores PIC. Sistema Integrado para el autoaprendizaje, Barcelona (España): MARCOMBO Ediciones técnicas, 2007, pp. 15-18.
- [43] O. E. Barra Zapata y F. Barra Zapata, Microcontroladores PIC con programación PBP, Primera ed., RA-MA Editorial, 2011, pp. 19-20.
- [44] G. M. Caraballo, «Conocimiento Básico de un Microcontrolador PIC,» 29 Agosto 2011. [En línea]. Available: <http://electronicaradical.blogspot.com/2011/08/conocimiento-basico-microcontrolador.html>. [Último acceso: 3 Noviembre 2016].
- [45] [www.wanadoo.es](http://www.wanadoo.es), «DISPOSITIVOS LÓGICOS MICROPROGRAMABLES,» Enero 2013. [En línea]. Available: <http://perso.wanadoo.es/pictob/micropic.htm>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [46] F. E. Valdes Perez y A. Ramón Pallas , Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC, España: Marcombo S.A, 2007, pp. 29-30.
- [47] C. A. REYES, Microcontroladores PIC Programación en Basic, Tercera ed., vol.

1, Quito: RISPGRAF, 2008, pp. 17-19.

- [48] National Instruments, «Adquisición de Datos,» [En línea]. Available: <http://www.ni.com/data-acquisition/what-is/esa/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [49] Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante, «Sistemas de adquisición y Procesamiento de datos,» [En línea]. Available: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/19119/1/Sistemas%20de%20adquisici%C3%B3n%20y%20Procesamiento%20de%20datos.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [50] E. V. Z. O. A. d. F. Felipe Pérez Roque, «Sistema de Adquisición de Datos con comunicación inalámbrica,» 2013. [En línea]. Available: <http://scielo.sld.cu/pdf/eac/v34n3/eac07313.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [51] Raspberry Pi Foundation UK, «INTRODUCTION TO RASPBERRY PI,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/help/faqs/#topIntro>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [52] Raspberry Pi FoundationUK, «Raspberry Pi 1 Model A+,» [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-1-model/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [53] Cubieboard.org, «CubieBoard,» 2013. [En línea]. Available: <http://cubieboard.org/model/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [54] A. aaron@cubietech.com, «CubieBoard Docs,» Octubre 2016. [En línea]. Available: <http://docs.cubieboard.org/tutorials/cc-a80/start>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [55] Hardkernel co., Ltd, «ODROID,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php?g\\_code=G145457216438](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G145457216438). [Último acceso: Mayo 2017].
- [56] Hardkernel co., Ltd, «ODROID-C2,» 2013. [En línea]. Available: [http://www.hardkernel.com/main/products/prdt\\_info.php?g\\_code=G145457216438&tab\\_idx=2](http://www.hardkernel.com/main/products/prdt_info.php?g_code=G145457216438&tab_idx=2). [Último acceso: Mayo 2017].
- [57] linux-sunxi.org, «Miniand Hackberry,» Septiembre 2014. [En línea]. Available: [http://linux-sunxi.org/Miniand\\_Hackberry#Current\\_status](http://linux-sunxi.org/Miniand_Hackberry#Current_status). [Último acceso: Mayo 2017].
- [58] B. Linder, «HackBerry A10,» 2012. [En línea]. Available: <https://liliputing.com/2012/09/hackberry-a10-now-shipping-for-65-android-linux-dev-board.html>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [59] Koninklijke Philips N.V, «Control Remoto Universal,» [En línea]. Available: [http://www.philips.com.mx/c-p/SRU5110\\_27/control-remoto-universal/caracteristicastecnicas](http://www.philips.com.mx/c-p/SRU5110_27/control-remoto-universal/caracteristicastecnicas). [Último acceso: Mayo 2017].

- [60] INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION, INEN, «VEHÍCULOS DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PASAJEROS INTRARREGIONAL, INTERPROVINCIAL E INTRAPROVINCIAL.,» Marzo 2015. [En línea]. Available: [http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/2015/ACO/11032015/nte\\_inen\\_1668\\_1.pdf](http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/2015/ACO/11032015/nte_inen_1668_1.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [61] Electronica Store.Net, «Sensor infrarrojo E18-D80NK,» [En línea]. Available: [https://es.aliexpress.com/obstacle-detection-sensors\\_reviews.html](https://es.aliexpress.com/obstacle-detection-sensors_reviews.html). [Último acceso: Febrero 2017].
- [62] C. K. Chang, L. Chiari y Y. Cao, «Inclusive Smart Cities and Digital Healt,» 25-27 Mayo 2016. [En línea]. Available: [https://books.google.com.ec/books?id=RgA1DAAAQBAJ&pg=PA99&dq=sensor+E18-D80NK&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwhe\\_U0vzRAhXHQSYKHbt1DCEQ6AEIJjAA#v=onepage&q=sensor%20E18-D80NK&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=RgA1DAAAQBAJ&pg=PA99&dq=sensor+E18-D80NK&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiwhe_U0vzRAhXHQSYKHbt1DCEQ6AEIJjAA#v=onepage&q=sensor%20E18-D80NK&f=false). [Último acceso: Febrero 2017].
- [63] SHARP Corporation, «GP2Y0D02YK0F Distance Measuring Sensor Unit,» [En línea]. Available: <http://www.superrobotica.com/download/sharp/GP2Y0D02YK.pdf>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [64] ElecFreaks, «Ultrasonic Ranging Module HC-SR04,» [En línea]. Available: <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [65] K. Soria, «HC-SR04 Sensor Ultrasónico,» Septiembre 2013. [En línea]. Available: <http://bkargado.blogspot.com/2013/09/todosobrehc-sr04.html>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [66] www.SuperRobotica.com, «IC SENSOR DE INFRARROJOS TSOP4838 S320170,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.superrobotica.com/S320170.htm>. [Último acceso: Abril 2017].
- [67] V. S. GmbH, «IR Receiver Modules for Remote Control Systems,» 2005. [En línea]. Available: <http://www.superrobotica.com/download/S320170/tsop4838.pdf>. [Último acceso: Abril 2017].
- [68] IDEC CORPORATION, «SA1E Miniature Photoelectric Switches,» Abril 2017. [En línea]. Available: <https://asia.idec.com/ibook2/SA1E/html5.html#page=1>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [69] MICROCHIP, «PIC16F628A,» 1998. [En línea]. Available: <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F628A>. [Último acceso: Abril 2017].

- [70] MICROCHIP, «PIC16F627A/628A/648A,» 2006. [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40044E.pdf>. [Último acceso: Abril 2017].
- [71] MICROCHIP, «PIC16F648A,» 2006. [En línea]. Available: <http://www.microchip.com/wwwproducts/en/PIC16F648A>. [Último acceso: Abril 2017].
- [72] MICROCHIP, «PIC 16F882/883/884/886/887,» 2015. [En línea]. Available: <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/40001291H.pdf>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [73] MicroElectronica, «CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL PIC16F887,» [En línea]. Available: <https://learn.mikroe.com/ebooks/microcontroladorespicc/chapter/caracteristicas-basicas-del-pic16f887/>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [74] kickstarter, «ArduECU: The World's First Waterproof and Rugged Arduino ECU,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.kickstarter.com/projects/stormetech/arduecu-the-worlds-first-waterproof-and-rugged-ard>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [75] Storme Technologies, «ARDUECU CAN,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ardu-ecu.com/arduecu-mk1c>. [Último acceso: Octubre 2017].
- [76] L. Contreras, «RASPBERRY PI,» Diciembre 2013. [En línea]. Available: <http://histinf.blogs.upv.es/2013/12/18/raspberry-pi/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [77] M. Pérez, «TUTORIAL RASPBERRY PI - 1. EL PRIMER ENCENDIDO,» 2016. [En línea]. Available: <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-1-el-primer-encendido/>. [Último acceso: Abril 2017].
- [78] RASPBERRY PI FOUNDATION, «RASPBERRY PI 1 MODEL B+,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [79] Raspberryparatorpes.net, «Raspberry Pi : Tabla técnica completa,» Febrero 2017. [En línea]. Available: <https://raspberryparatorpes.net/raspberry-pi-tabla-tecnica-completa/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [80] RASPBERRY PI FOUNDATION, «Raspberry Pi 2 Model B,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [81] RASPBERRY PI FOUNDATION, «RASPBERRY PI 3 MODEL B,» Febrero 2016. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>. [Último acceso: Marzo 2017].



- [82] Raspberryparatorpes.net, «Raspberry Pi 3 model B,» Julio 2016. [En línea]. Available: <https://raspberryparatorpes.net/hardware/raspberry-pi-3-model-b/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [83] Raspberry Pi FoundationUK, «GPIO: Models A+, B+, Raspberry Pi 2 B and Raspberry Pi 3 B,» 2014. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio-plus-and-raspi2/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [84] F. Solano, «Uso de GPIO en Raspberry Pi,» Enero 2016. [En línea]. Available: <https://codigo22.com/learn/2016/01/16/gpio-raspberry-pi/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [85] E. S. I. Team, «ESP8266EX Datasheet,» 2015. [En línea]. Available: [https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266\\_\\_Datasheet\\_\\_EN\\_v4.3.pdf](https://cdn-shop.adafruit.com/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [86] A.-T. team, «ESP-07 WiFi Module,» 2015. [En línea]. Available: <http://www.exp-tech.de/pdf/products/ESP-07/Ai-thinker%20ESP-07%20WIFI%20Module-EN.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [87] L. Llamas, «RELOJ Y CALENDARIO EN ARDUINO CON LOS RTC DS1307 Y DS3231,» Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/reloj-y- calendario-en-arduino-con-los-rtc-ds1307-y-ds3231/>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [88] Maxim Integrated, «DS3231,» 2015. [En línea]. Available: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>. [Último acceso: Febrero 2017].
- [89] SICOLE, «Valvula solenoide doble 3 vias 2 posiciones (3V320-10),» 2011. [En línea]. Available: <http://www.sicole.com/valvula-solenoide-doble-3-vias-2-posiciones-p-288.html>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [90] Hidráulica Hidraoil, «Electroválvulas CETOP,» 2015. [En línea]. Available: <http://hidraulicahidraoil.es/productos/estandar/dhu-0631-2-atos-electrovalvula-4-2-cetop-3-ng06-24v-dc-paralelas-cruzadas/>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [91] ADAJUSA, «Electroválvula 1/8 5 vías biestable 24 Vca - Metal Work,» 2015. [En línea]. Available: <https://adajusa.es/electrovalvulas-1-8/electrovalvula-1-8-5-vias-biestable-24-vca.html>. [Último acceso: Marzo 2017].
- [92] NEUMAIC, «VALVULAS SOLENOIDES 3/2,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.neumaic.com/files/Valvulas-Direccionales/01%20Valvulas%20solenoides%203%202%20vias.pdf>. [Último acceso: Abril 2017].
- [93] NEUMAIC, «VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.neumaic.com/files/Valvulas->

- Direccionales/02%20Valvulas%20solenoides%205%202%20vias.pdf. [Último acceso: Abril 20147].
- [94] FESTO, «Cilindro de doble efecto,» 2009. [En línea]. Available: [http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/152888\\_es.pdf](http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/152888_es.pdf). [Último acceso: Abril 2017].
- [95] A. JOUCOMATIC, «CILINDROS DE SIMPLE Y DOBLE EFECTO Ø 12 a 25 mm,» [En línea]. Available: [http://www.utilairsur.com/joucomatic\\_isocclair12.pdf](http://www.utilairsur.com/joucomatic_isocclair12.pdf). [Último acceso: Abril 2017].
- [96] STMicroelectronics, «General-Purpose Single Bipolar Timers,» Enero 2012. [En línea]. Available: <http://www.st.com/content/ccc/resource/technical/document/datasheet/ba/0a/d7/6e/7c/db/4e/12/CD00000479.pdf/files/CD00000479.pdf/jcr:content/translations/en.CD00000479.pdf>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [97] SB-Projects, «NEC Protocol,» Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/nec.php>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [98] D. RedRaven, «EXPERIMENTOS : INFRARROJOS,» 2010. [En línea]. Available: [http://picmania.garcia-cuervo.net/experimentos\\_ir.php](http://picmania.garcia-cuervo.net/experimentos_ir.php). [Último acceso: Mayo 2017].
- [99] SB-Projects, «IR Remote Control Theory,» Febrero 2016. [En línea]. Available: <http://www.sbprojects.com/knowledge/ir/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [100] Espressif Systems, «ESP8266EX AT Instruction Set,» Junio 2014. [En línea]. Available: [https://4tronix.co.uk/files/ESP8266\\_AT\\_Instruction\\_Set\\_v0\\_22.pdf](https://4tronix.co.uk/files/ESP8266_AT_Instruction_Set_v0_22.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [101] A. Salazar, «SISTEMA ELECTRÓNICO DE MONITOREO Y CONTROL PARA LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LOS HOGARES,» Febrero 2017. [En línea]. Available: [http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24812/1/Tesis\\_t1212ec.pdf](http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24812/1/Tesis_t1212ec.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [102] S. Long, «INTRODUCING PIXEL,» Septiembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-pixel/>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [103] SanDisk Corporation, «SanDisk microSD,» Marzo 2010. [En línea]. Available: [http://www.xinyahong.com/upLoad/product/month\\_1411/201411191749548926.pdf](http://www.xinyahong.com/upLoad/product/month_1411/201411191749548926.pdf). [Último acceso: Mayo 2017].
- [104] Ibrugor, «Apache HTTP Server,» Junio 2014. [En línea]. Available: <http://www.ibrugor.com/blog/apache-http-server-que-es-como-funciona-y-para-que-sirve/>. [Último acceso: Mayo 2017].

- [105] PHP.NET, «¿Qué es PHP?,» 2017. [En línea]. Available: <http://php.net/manual/es/intro-what-is.php>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [106] phpMyAdmin, «Welcome to phpMyAdmin's documentation,» 2017. [En línea]. Available: <https://docs.phpmyadmin.net/en/latest/index.html>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [107] A. E. Rodríguez, «TUTORIAL RASPBERRY PI – 15. INSTALACIÓN DE APACHE + MYSQL + PHP,» 2016. [En línea]. Available: <https://geekytheory.com/tutorial-raspberry-pi-15-instalacion-de-apache-mysql-php>. [Último acceso: Mayo 2017].
- [108] M. Hawkins, «Adding a DS3231 Real Time Clock To The Raspberry Pi,» Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://www.raspberrypi-spy.co.uk/2015/05/adding-a-ds3231-real-time-clock-to-the-raspberry-pi/>. [Último acceso: Mayo 2017].

## ANEXOS

### ANEXO A

#### CÓDIGO DEL MICROCONTROLADOR

```
#include <16f648a.h>
#fuses intrc,nowdt,nomclr,nolvp,PROTECT
#use delay(clock=4M)
#byte trisa=0X85
#byte trisb=0x86
#byte porta=5
#byte portb=6

#use rs232(baud=9600,xmit=pin_b2,rcv=pin_b1,stream=wf,disable_ints)
//#use rs232(baud=9600,xmit=pin_b5,rcv=pin_b6,stream=pc,disable_ints)
#define LCD_ENABLE_PIN PIN_A4          ////
#define LCD_RS_PIN    PIN_A7           ////
#define LCD_RW_PIN    PIN_A6           ////
#define LCD_DATA4     PIN_A0           ////
#define LCD_DATA5     PIN_A1           ////
#define LCD_DATA6     PIN_A2           ////
#define LCD_DATA7     PIN_A3

#include <C:\Users\Admin\Desktop\DOCUMENTOS PARA LA TESIS\PROTOTIPO
TESIS\CODIGO PIC\TesisBAA\WifiParadas\lcd.c>
//C:\Users\Admin\Desktop\DOCUMENTOS PARA LA TESIS\PROTOTIPO
TESIS\CODIGO PIC\TesisBAA\WifiParadas
#use fast_io(a)
#use fast_io(b)

int k=0;
int va;
int16 tiem=0;
int vec[32];
int vec1[60];
int vec2[60];
int16 iden=0;
int a;
int16 mul;
int16 tecla=0;
int pos=20;
int j=0;
int z=0;
int orden=0;
int16 f=0;
int seg=0;
int16 tam=442;
const char cop[30]="COOPERATIVA_PRIMAVERA_DISCO_01";
const char placa[10]="HBB0398___";
```

```

const char pweb1[442]="<html><head><style>body{background-color:
lightblue;}h1{color:red;text-align:center;}p{ color:green;font-family: verdana;font-
size:30px;}</style></head><body><h1>COOPERATIVA_PRIMAVERA_DISCO_01
</h1><p>Placa: HBB0398</p><form method='GET'><input type='text' name='*'
style='float:left;width:500px;height:45px;font-size:30px;'><input type='submit'
name='2' value ='ENVIAR' id='bt'
style='float:left;width:100px;height:35px;'></form></body></html>";
int can=0;
int id=0;
int1 df=0;
int b=0;
int16 reset=0;
int16 se=0;
int1 bq=0;//indicara si la puerta está bloqueada cuando está en int1
int1 cam=0;//variable que indica si recibe el uno o el dos
//hasta aqui variables globales

```

```

void leer() //lee los bytes que llegan del puerto serial del módulo wifi
{
    tiem=0;
    z=0;
    while(tiem++<20000 && z<120) //espera que todos los bytes hayan llegado o la
memoria del buffer se llene
    {
        if (kbhit(wf)==1)
        {
            a=getc(wf);

            if (z<60)
            {
                vec1[z]=a;
            }
            else
            {
                vec2[z-60]=a;
            }
            z=z+1;
            tiem=0;
        }
        delay_us(10);
    }
}

```

```

void memg(int x,int y) //guarda un byte en la dirección indicada x, el dato es y
{
    write_eeprom(x,y);
    delay_cycles(25);
}

```

```

int memr(int dat) //lee datos de una memoria eeprom interna del micro
{
    return read_eeprom(dat);
}
void limpia()
{
    for (j=0;j<60;j++)
    {
        vec1[j]=0;
    }
}

void pito(int pt) //activa el evento sonido pt número de veces que va a sonar
{
    int m;
    for (m=0;m<pt;m++)
    {
        bit_set(portb,3);
        delay_ms(80);
        bit_clear(portb,3);
        delay_ms(80);
    }
}

void valvula() //abre la valvula ya sea de apertura o cierre, depende de la variable va
{
    lcd_gotoxy(1,1);
    delay_ms(1);
    lcd_putc("Boton: ");
    pito(2);
    bit_set(portb,va);//pone en uno al pin de salida
    delay_ms(1000);
    bit_clear(portb,va);//pone en cero al pin de salida
}

void bajo() //indica el tiempo que paso en bajo la señal del control remoto
{
    tiem=0;
    while(bit_test(portb,0)==0) //bit de arranque no interesa el tiempo
    {
        tiem++;
        if (tiem>250)
        {
            break;
        }
        delay_us(40);
    }
}

void alto()//indica el tiempo que paso en alto la señal del control remoto

```

```

{
  tiem=0;
  while(bit_test(portb,0)==1)
  {
    tiem++;
    if (tiem>250)
    {
      break;
    }
    delay_us(50);
  }
}

```

```

void conred() //dirección y nombre y contraseña de la red a la que se va a conectar
{
  fprintf(wf,"AT+CWJAP=\"LUIS RAMON\", \"papahomerito69@\"\\r\\n"); //se conecta
a la red para poder transmitir los datos
  lcd_gotoxy(1,1);
  lcd_putc("Conectando.....");
  delay_ms(5000); //espera un tiempo de 5s hasta que se haya conectado a la red
}

```

```

void mensaje()//se conecta a la red wifi para enviar los datos al servidor
{

//http://192.168.1.11/?a=HBB0398_&b=COOPERATIVA_PRIMAVERA_DISCO_01
&c=hola
//GET /?a=HBB0398&b=COOPERATIVAPRIMAVERADISCO01&c=holamgh
HTTP/1.1
conred();
int n=0;
fprintf(wf,"AT+CIPSTART=\"TCP\", \"192.168.1.11\",8080\\r\\n");//se refiere a la ip de
la raspberry pi el puerto que se abre en el router
delay_ms(1000);//espera un segundo
fprintf(wf,"AT+CIPSEND=74\\r\\n"); //número de bytes a enviarse
delay_ms(1);

for (n=0;n<10;n++) //se envía la placa
{
  fputc(placa[n],wf);
}
//fprintf(wf,"&b="); //el nombre del bus
fputc(',',wf);
for (n=0;n<30;n++)
{
  fputc(cop[n],wf);
}
//fprintf(wf,"&c=");
fputc(',',wf);

```

```

for (n=0;n<30;n++) //ruta
{
    fputc(memr(n),wf);
}
fprintf(wf,"\r\n");
//! fprintf(wf," HTTP/1.1\r\nHost: 192.168.1.11\r\n");//formato para enviar los datos al
servidor fprintf(wf," HTTP/1.1\r\nHost:192.168.1.11\r\n\r\n");
//! fprintf(wf,"Connection: close\r\n\r\n");
delay_ms(2000);
fprintf(wf,"AT+CIPSEND=6\r\n");
delay_ms(50);
fprintf(wf,"quit\r\n");
}

void teclas() //verifica que tecla se ha presionado en el control remoto
{
    if (iden=255)
    {
        pos=20;
        switch (tecla)
        {
            //! case 17850:pos=19;break;//POWER 17850
            //! case 18360:pos=18;break; //MENU 18360
            //! case 17595:pos=17;break; //TEST 17595
            //! case 16575:pos=16;break; //+ 16575
            //! case 17340:pos=15;break; //RETRO 17340
            //! case 2040:pos=14;break; //<< 2040
            //! case 5610:pos=13;break; //PLAY 5610
            //! case 2550:pos=12;break; //>> 2550
            //! case 5865:pos=0;break; //0 5865
            //! case 6630:pos=11;break; //- 6630
            //! case 3570:pos=10;break; //C 3570
            case 3315:pos=1;break; //1 3315 cuando se presiona el uno
            // case 6375:pos=2;break; //2 6375
            case 24225:pos=2;break; //3 24225 cuando se presione el tres, asimila el dos
            //! case 2295:pos=4;break; //4 2295
            //! case 7395:pos=5;break; //5 7395
            //! case 23205:pos=6;break; //6 23205
            //! case 17085:pos=7;break; //7 17085
            //! case 21165:pos=8;break; //8 21165
            //! case 19125:pos=9;break; //9 19125
        }
        //! if (pos<20)
        //! {
        //! pito(1);
        //! lcd_gotoxy(1,2);
        //! printf(lcd_putc,"Tecla: %u      ",pos);
        //! }
        if (pos==1 && cam==0) //cuando se presiona el número uno y espera un tiempo
para que no se repita el dato del infrarrojo estaba se borro

```



```

{
  pito(3);
  // se=50;//esta variable da el tiempo para volver a receptar el uno
  bq=1; //indica que está bloqueado para abrir la puerta
  mensaje();
  lcd_gotoxy(1,1);
  delay_ms(1);
  va=5;
  cam=1;
  valvula();
  lcd_putc("B  ");
}
if (pos==2 && cam==1)
{
  pito(3);
  se=0;
  bq=0;
  cam=0;
}
}
}

```

```

void calcula() //convierte en bytes los bits que llegaron del control
{

```

```

  iden=0;
  tecla=0;
  mul=1;
  k=0;
  while(k<16)
  {
    iden=iden+vec[k]*mul;
    mul=mul*2;
    k++;
  }
  mul=1;
  k=16;
  while(k<32)
  {
    tecla=tecla+vec[k]*mul;
    mul=mul*2;
    k++;
  }
}

```

```

void compara() //verifica si es uno o cero las tramas que recibe del control remoto
{

```

```

  bajo();
  alto();
  if (tiem>65 && tiem<85)

```

```

{
  k=0;
  while(k<32)
  {
    bajo();
    alto();
    if (tiem>4 && tiem<18)
    {
      vec[k]=1;
    }
    else
    {
      vec[k]=0;
    }
    k++;
  }
  calcula();
  teclas();
}
delay_ms(50);
tiem=0;
}

```

void ruta() //muestra en la lcd la ruta que se encuentra grabada en la eeprom

```

{
  int m;
  lcd_gotoxy(1,1);
  delay_ms(1);
  lcd_putc("- Ruta   -");
  lcd_gotoxy(1,2);
  delay_ms(1);
  for (m=0;m<16;m++)
  {
    lcd_putc(memr(m));
  }
}

```

void iniwifi() //configuración del módulo wifi

```

{
  // delay_ms(1000);
  if (orden++>5) //realizara un reset al modulo
  {
    orden=0;
    fprintf(wf,"AT+RST\r\n");
    delay_ms(10000);
    ruta();
  }

  fprintf(wf,"AT+CWMODE=3\r\n");
  delay_ms(100);
}

```

```

fprintf(wf,"AT+CIPMUX=1\r\n");
delay_ms(100);
fprintf(wf,"AT+CIPSERVER=1,80\r\n");
delay_ms(100);
fprintf(wf,"AT+CIPMUX=0\r\n");
delay_ms(100);
}

void enviar() //envía el archivo plano o la página web al dispositivo que lo solicito
{
//disable_interrupts(int_rda);//deshabilita la interrupción del puerto rs232
int16 gd;
seg=0;
delay_ms(100);
fprintf(wf,"AT+CIPSEND=%Lu\r\n",tam);
//fprintf(wf,"AT+CIPSEND=%u,%Lu\r\n",id,tam);
delay_ms(100);
for (gd=0;gd<tam;gd++)
{
fputc(pweb1[gd],wf);
}

fputc(13,wf);
delay_ms(100);
fprintf(wf,"AT+CIPCLOSE=0\r\n");//fprintf(wf,"AT+CIPCLOSE=%u\r\n",id);
delay_ms(1000);

}

void trama()//Trama que recibe del módulo wifi (cuando esta busy se resetea, cuando
recibe IPD envía la página web, se refiere a enviar())
{
int st=0;
j=0;
st=0;
while ((j+4)<z)
{
if (vec1[j]=='b' && vec1[j+1]=='u' && vec1[j+2]=='s' && vec1[j+3]=='y')//cuando
el módulo wifi se encuentra ocupado ; RESET EN 410
{
orden=6;
reset=410;
st=1;
}
j++;
}
if (st==0)
{
j=0;
}
}

```

```

while (vec1[j]!='+' && j<55) //busca un mas
{
    j++;
}
j++;
b=0;
if (vec1[j]=='T' && vec1[j+1]=='P' && vec1[j+2]=='D')//compara si la sentencia IPD
que se refiere a los datos que envía el servidor
{
    orden=0;
    reset=0;
    j=j+4;
    id=vec1[j]-48; //como esta en caracter hay que restar menos 48 para pasarle a
numero byte
    b=1;
    a=0;
    while (vec1[j]!='*' && a++<20)
    {
        j++;
    }
    if (vec1[j]=='*')
    {
        b=2;
    }
    pito(2);

    if (b==1)
    {
        enviar();
    }
    if (b==2)
    {
        delay_ms(10);

        a=0;
        j=j+2;

        while(vec1[j]!='&' && a<30)//guarda los campos de la ruta
        {
            if (vec1[j]=='+')
            {
                vec1[j]=' ';
            }

            memg(a,vec1[j]);
            a++;
            j++;
        }

        for (b=a;b<30;b++)

```

```

    {
        memg(b, ' ');
    }
    ruta(); //indicara la ruta guardada en la lcd
    delay_ms(200);

    fprintf(wf,"AT+CIPCLOSE=0\r\n");//fprintf(wf,"AT+CIPCLOSE=%u\r\n",id);//cierra
    la conexion con el servidor
        delay_ms(100);
    }
}
}

limpia();

}

void main()
{
    //configuración inicial
    delay_ms(2000);
    trisa=0b00100000;
    trisb=0b10000011;
    delay_ms(100);
    lcd_init();
    delay_ms(5);
    lcd_gotoxy(1,1);
    delay_ms(5);
    lcd_putc("Prendiendo... ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    delay_ms(5);
    lcd_putc("Configurando ");

    delay_ms(1000);
    pito(1);
    orden=0;
    iniwifi(); //
    ruta();

    bit_clear(portb,4);
    bit_clear(portb,5);
    reset=0;
    se=0;
    while (true) //ejecuta un ciclo infinito
    {
        delay_us(5);
        if (f++>10000)
        {
            if (se>0)

```

```

{
  se--;
}
f=0;
output_toggle(pin_b6); //led de estado del pic
if (reset++>400)
{
  reset=0;
  iniwifi(); //configura wifi
}
}
if (bit_test(porta,5)==0 && bq==0) //Cuando se presiona el botón A para abrir
{

  va=4;
  valvula();
  lcd_putc("A  ");
}
if (bit_test(portb,7)==0) // cuando se presiona el botón B para cerrar la puerta
{
  lcd_gotoxy(1,1);
  delay_ms(1);
  va=5;
  valvula();
  lcd_putc("B  ");
}
if (bit_test(portb,0)==0) //cuando ha detectado la presencia del control remoto
{
  compara();
}
if (bit_test(portb,1)==0) //verifica si existe datos del wifi
{
  leer();
}
if (z>0)
{
  //fprintf(pc,"Ingresa a la trama");
  trama();
  z=0;
}
}
}

```

## ANEXO B

### SCRIPT PHP

```
<?php
error_reporting(E_ALL);

/* Permitir al script esperar para conexiones. */
set_time_limit(0);

/* Activar el volcado de salida implícito, así veremos lo que estamos obteniendo
 * mientras llega. */

ob_implicit_flush();
$address = '192.168.1.11'; //ip del servidor
$port = 8080;
if (($sock = socket_create(AF_INET, SOCK_STREAM, SOL_TCP)) === false) {
    echo "socket_create() falló: razón: " . socket_strerror(socket_last_error()) . "\n";
}
if (socket_bind($sock, $address, $port) === false) {
    echo "socket_bind() falló: razón: " . socket_strerror(socket_last_error($sock)) . "\n";
}

if (socket_listen($sock, 5) === false) {
    echo "socket_listen() falló: razón: " . socket_strerror(socket_last_error($sock)) . "\n";
}

do {
    if (($msgsock = socket_accept($sock)) === false) {
        echo "socket_accept() falló: razón: " . socket_strerror(socket_last_error($sock)) .
"\n";
        break;
    }
    /* Enviar instrucciones. */
    $msg = "\nBienvenido al Servidor De Prueba de PHP. \n" .
        "Para salir, escriba 'quit'. Para cerrar el servidor escriba 'shutdown'.\n";
    socket_write($msgsock, $msg, strlen($msg));

    do {
        if (false === ($buf = socket_read($msgsock, 2048, PHP_NORMAL_READ))) {
            echo "socket_read() falló: razón: " .
socket_strerror(socket_last_error($msgsock)) . "\n";
            break 2;
        }
        if (!$buf = trim($buf)) {
            continue;
        }
        if ($buf == 'quit') {
            break;
        }
    }
}
```

```

if ($buf == 'shutdown') {
    socket_close($msgsock);
    break 2;
}
$vec=explode(',',$buf);

$a=$vec[0];
$b=$vec[1];
$c=$vec[2];

$servidor="localhost";
$usuario="root";
$pass="password";
$base="busbase";
$conexion= mysqli_connect($servidor, $usuario, $pass, $base);
if ($conexion)
{
    $f= date("Y-m-d H:i:s");
    $f= date("Y-m-d H:i:s",strtotime($f.'-1 hours'));
    $insertar="INSERT INTO electrosellado(fecha, placa, bus, ruta) VALUES
('$f','$a','$b','$c)";
    $resultado= mysqli_query($conexion, $insertar)
        or die("f");
    socket_write($msgsock, 'Guardado', strlen($talkback));
    socket_write($msgsock, $msg, strlen($msg));
    mysqli_close($conexion);
    //socket_close($msgsock);
}
//$talkback = "PHP: Usted dijo '$buf'.\n";

//echo "$buf\n";
} while (true);
socket_close($msgsock);
} while (true);

socket_close($sock);
?>

```



**ANEXO C**  
**CODIGO PÁGINA WEB**

```
<html>
<head>
<style>
body{
background-color: lightblue;
}
h1{
color:red;text-align:center;
}
p{
color:green;font-family: verdana;font-size:30px;
}
</style>
</head>
<body>
<h1>COOPERATIVA_PRIMAVERA_DISCO_01</h1>
<p>Placa: HBB0398</p>
<form method='GET'>
<input type='text' name='*' style='float:left;width:500px;height:45px;font-size:30px;'>
<input type='submit' name='2' value ='ENVIAR' id='bt'
style='float:left;width:100px;height:35px;'>
</form>
</body>
</html>
```

## ANEXO D

### MANUAL DE USUARIO

#### Sistema Electrónico para el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantionales del Terminal Terrestre del Cantón Salcedo



Figura A.1: Prototipo del Sistema

Fuente: El Investigador

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del prototipo fue con el objetivo de: plantear una propuesta técnica para mejorar el control de puertas en paradas autorizadas de los buses intercantionales en el Cantón Salcedo, evitar que los buses se detengan frecuentemente a disposición de los pasajeros cuando circulan por el centro de la ciudad y con ello poder asignar actividades más productivas a los servidores públicos que se encuentran colocando y retirando los sellos a los buses en cada parada debidamente autorizada actualmente.

## FUNCIONAMIENTO

- **Sistema Electrónico:** El sistema electrónico es acoplado al prototipo del sistema electroneumático que permite abrir y cerrar la puerta de un bus. Sus conexiones se realizan de acuerdo a la Figura A 2.

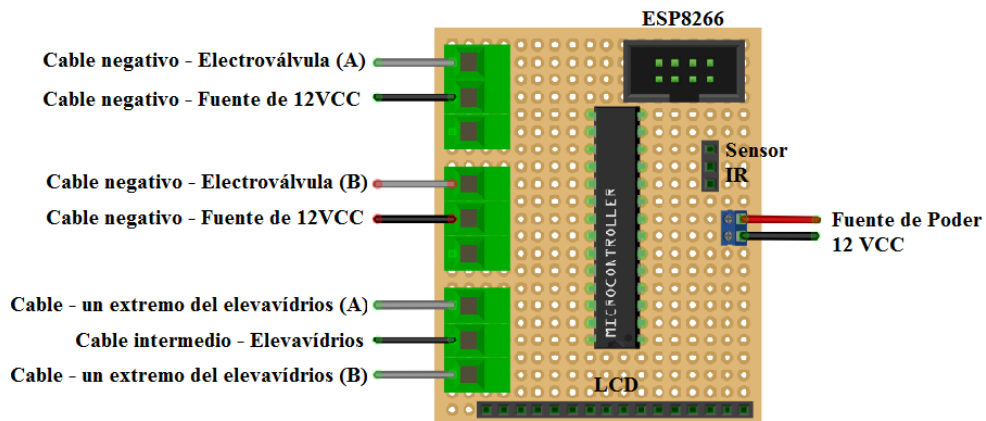


Figura A.2: Conexión Sistema Electrónico – Sistema Electroneumático

Fuente: El Investigador

Realizadas las conexiones pertinentes es recomendable alimentar al sistema electrónico con una fuente distinta a la fuente de alimentación eléctrica para la electroválvula y aislar correctamente cada fuente. El sistema implementado para iniciar su funcionamiento posee de un switch debidamente identificado al igual que los elementos que quedan visibles, de esta manera se tiene al: elevavidrios, la pantalla LCD, al mismo switch (On/Off) y al sensor IR. En la Figura A.3 se puede observar el sistema electrónico implementado en el prototipo del bus.

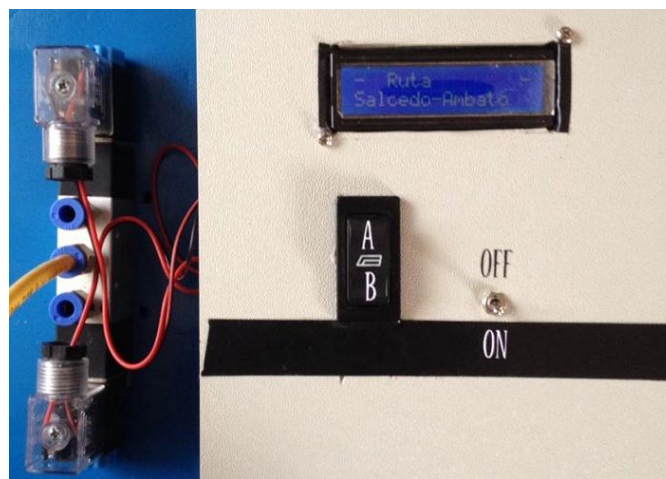


Figura A.3: Sistema Electrónico implementado

Fuente: El Investigador

- Si se desea cambiar la ruta que visualiza el sistema electrónico a través de la pantalla LCD, quien lo requiera debe conectarse a la red inalámbrica Wifi ESP\_A6F1D3 e ingresar en el buscador de internet la dirección IP: 192.168.4.1, digitar la nueva ruta y dar clic en el botón Enviar. De esta manera se visualiza a través de la pantalla LCD la nueva ruta de viaje.
- El elevavidrios posee dos botones identificados con las letras A y B que permiten abrir y cerrar la puerta respectivamente al haber presionado uno de ellos, de la misma forma que un bus real.
- **Sistema de la Primera Parada Autorizada:** el sistema de la primera parada autorizada al igual que el sistema electrónico se encuentra con todos sus elementos debidamente identificados, como se ilustra en la Figura A.4. Por lo cual para iniciar su funcionamiento, debe conectarse cada uno de los adaptadores a una conexión eléctrica de 100 - 240 VAC y haber conectado los periféricos necesarios (teclado, mouse y monitor) al Raspberry Pi3.



Figura A.4: Sistema – Primera Parada

Fuente: El Investigador

- **Servidor:** El servidor se inicia en la Raspberry Pi3 por medio del buscador de internet: digitando la palabra localhost al abrir una ventana, en una nueva pestaña se ingresa al gestor de base de datos a través de la dirección IP: 192.168.1.11/phpmyadmin. Si no se ha digitado la palabra localhost, el servidor no permitirá que ingrese la información al gestor de base de datos. Dentro del gestor de base de datos se selecciona la base de datos con el nombre “busbase” y por último la tabla “electrosellado”, para poder observar el registro en tiempo real.

- **Sistema de la Segunda Parada Autorizada:** El sistema de la segunda parada autorizada para iniciar su funcionamiento únicamente debe conectar el adaptador a una fuente eléctrica de 110 – 240 VAC.



Figura A.5: Sistema – Segunda Parada

Fuente: El Investigador

Para el correcto funcionamiento del sensado es necesario que haya visibilidad entre transmisor y sensor IR.

## ANEXO E

### HOJA DE DATOS MICROCONTROLADOR PIC 16F648A



# MICROCHIP PIC16F627A/628A/648A

## 18-pin Flash-Based, 8-Bit CMOS Microcontrollers with nanoWatt Technology

#### High-Performance RISC CPU:

- Operating speeds from DC – 20 MHz
- Interrupt capability
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative Addressing modes
- 35 single-word instructions:
  - All instructions single cycle except branches

#### Special Microcontroller Features:

- Internal and external oscillator options:
  - Precision internal 4 MHz oscillator factory calibrated to  $\pm 1\%$
  - Low-power internal 48 kHz oscillator
  - External Oscillator support for crystals and resonators
- Power-saving Sleep mode
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Multiplexed Master Clear/Input-pin
- Watchdog Timer with independent oscillator for reliable operation
- Low-voltage programming
- In-Circuit Serial Programming™ (via two pins)
- Programmable code protection
- Brown-out Reset
- Power-on Reset
- Power-up Timer and Oscillator Start-up Timer
- Wide operating voltage range (2.0-5.5V)
- Industrial and extended temperature range
- High-Endurance Flash/EEPROM cell:
  - 100,000 write Flash endurance
  - 1,000,000 write EEPROM endurance
  - 40 year data retention

#### Low-Power Features:

- Standby Current:
  - 100 nA @ 2.0V, typical
- Operating Current:
  - 12  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
  - 120  $\mu$ A @ 1 MHz, 2.0V, typical
- Watchdog Timer Current:
  - 1  $\mu$ A @ 2.0V, typical
- Timer1 Oscillator Current:
  - 1.2  $\mu$ A @ 32 kHz, 2.0V, typical
- Dual-speed Internal Oscillator:
  - Run-time selectable between 4 MHz and 48 kHz
  - 4  $\mu$ s wake-up from Sleep, 3.0V, typical

#### Peripheral Features:

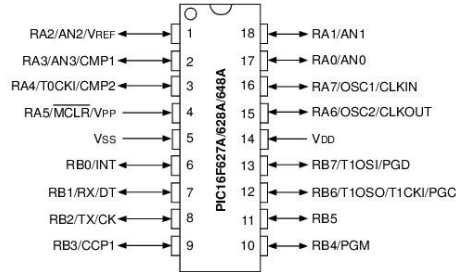
- 16 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
  - Two analog comparators
  - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
  - Selectable internal or external reference
  - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM module:
  - 16-bit Capture/Compare
  - 10-bit PWM
- Addressable Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI

Device	Program Memory	Data Memory		I/O	CCP (PWM)	USART	Comparators	Timers 8/16-bit
	Flash (words)	SRAM (bytes)	EEPROM (bytes)					
PIC16F627A	1024	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F628A	2048	224	128	16	1	Y	2	2/1
PIC16F648A	4096	256	256	16	1	Y	2	2/1

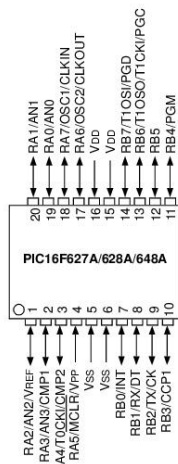
# PIC16F627A/628A/648A

## Pin Diagrams

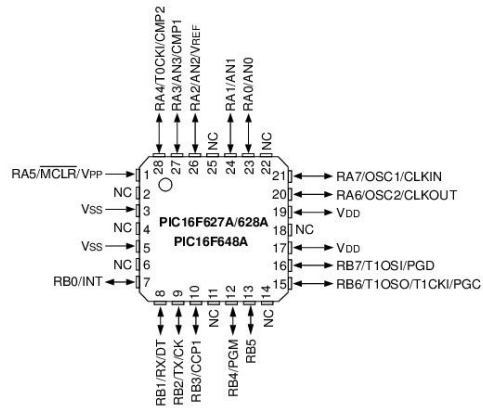
### PDIP, SOIC



### SSOP



### 28-Pin QFN



# PIC16F627A/628A/648A

## 1.0 GENERAL DESCRIPTION

The PIC16F627A/628A/648A are 18-pin Flash-based members of the versatile PIC16F627A/628A/648A family of low-cost, high-performance, CMOS, fully-static, 8-bit microcontrollers.

All PIC® microcontrollers employ an advanced RISC architecture. The PIC16F627A/628A/648A have enhanced core features, an eight-level deep stack, and multiple internal and external interrupt sources. The separate instruction and data buses of the Harvard architecture allow a 14-bit wide instruction word with the separate 8-bit wide data. The two-stage instruction pipeline allows all instructions to execute in a single-cycle, except for program branches (which require two cycles). A total of 35 instructions (reduced instruction set) are available, complemented by a large register set.

PIC16F627A/628A/648A microcontrollers typically achieve a 2:1 code compression and a 4:1 speed improvement over other 8-bit microcontrollers in their class.

PIC16F627A/628A/648A devices have integrated features to reduce external components, thus reducing system cost, enhancing system reliability and reducing power consumption.

The PIC16F627A/628A/648A has 8 oscillator configurations. The single-pin RC oscillator provides a low-cost solution. The LP oscillator minimizes power consumption, XT is a standard crystal, and INTOSC is a self-contained precision two-speed internal oscillator.

The HS mode is for High-Speed crystals. The EC mode is for an external clock source.

The Sleep (Power-down) mode offers power savings. Users can wake-up the chip from Sleep through several external interrupts, internal interrupts and Resets.

A highly reliable Watchdog Timer with its own on-chip RC oscillator provides protection against software lock-up.

Table 1-1 shows the features of the PIC16F627A/628A/648A mid-range microcontroller family.

A simplified block diagram of the PIC16F627A/628A/648A is shown in Figure 3-1.

The PIC16F627A/628A/648A series fits in applications ranging from battery chargers to low power remote sensors. The Flash technology makes customizing application programs (detection levels, pulse generation, timers, etc.) extremely fast and convenient. The small footprint packages makes this microcontroller series ideal for all applications with space limitations. Low cost, low power, high performance, ease of use and I/O flexibility make the PIC16F627A/628A/648A very versatile.

### 1.1 Development Support

The PIC16F627A/628A/648A family is supported by a full-featured macro assembler, a software simulator, an in-circuit emulator, a low cost in-circuit debugger, a low cost development programmer and a full-featured programmer. A Third Party "C" compiler support tool is also available.

TABLE 1-1: PIC16F627A/628A/648A FAMILY OF DEVICES

		PIC16F627A	PIC16F628A	PIC16F648A	PIC16LF627A	PIC16LF628A	PIC16LF648A
Clock	Maximum Frequency of Operation (MHz)	20	20	20	20	20	20
	Flash Program Memory (words)	1024	2048	4096	1024	2048	4096
Memory	RAM Data Memory (bytes)	224	224	256	224	224	256
	EEPROM Data Memory (bytes)	128	128	256	128	128	256
	Timer module(s)	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2	TMR0, TMR1, TMR2
Peripherals	Comparator(s)	2	2	2	2	2	2
	Capture/Compare/PWM modules	1	1	1	1	1	1
	Serial Communications	USART	USART	USART	USART	USART	USART
	Internal Voltage Reference	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Features	Interrupt Sources	10	10	10	10	10	10
	I/O Pins	16	16	16	16	16	16
	Voltage Range (Volts)	3.0-5.5	3.0-5.5	3.0-5.5	2.0-5.5	2.0-5.5	2.0-5.5
	Brown-out Reset	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Packages	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN	18-pin DIP, SOIC, 20-pin SSOP, 28-pin QFN

All PIC® family devices have Power-on Reset, selectable Watchdog Timer, selectable code-protect and high I/O current capability. All PIC16F627A/628A/648A family devices use serial programming with clock pin RB6 and data pin RB7.



## ANEXO F

### HOJA DE DATOS RASPBERRY PI 3



# Raspberry Pi

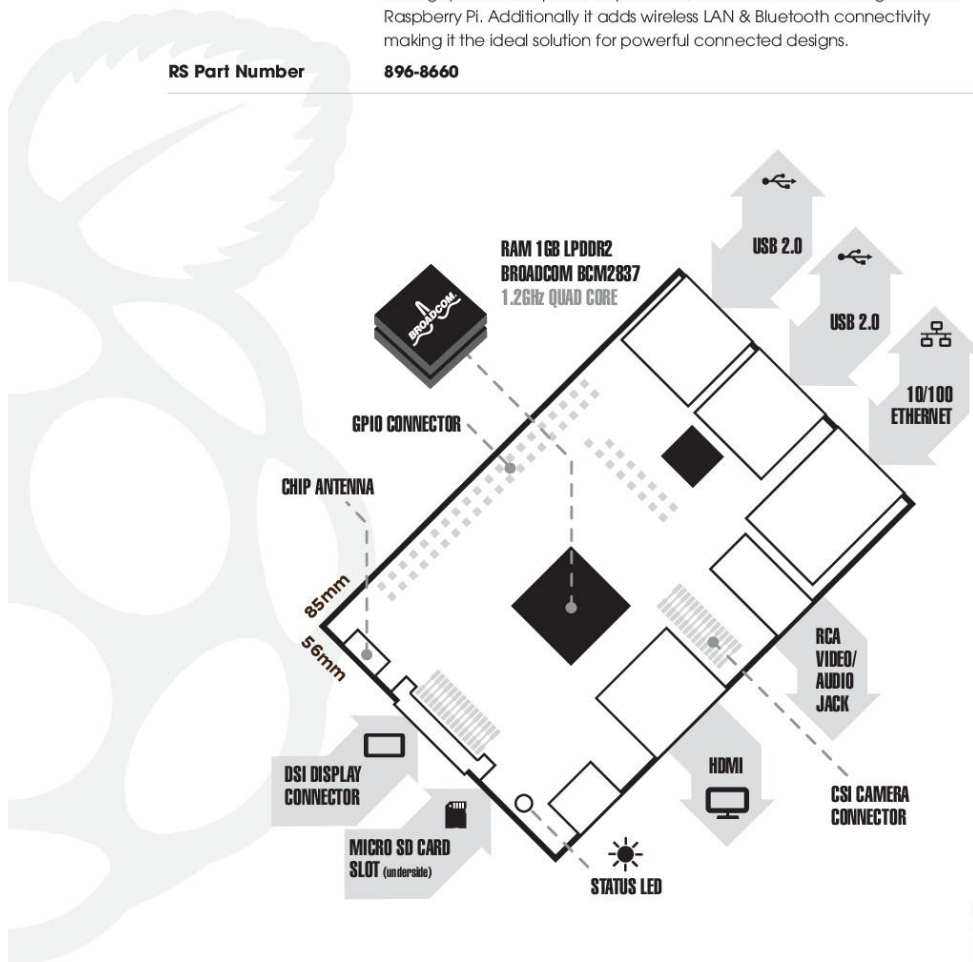


## Raspberry Pi 3 Model B

**Product Name** Raspberry Pi 3

**Product Description** The Raspberry Pi 3 Model B is the third generation Raspberry Pi. This powerful credit-card sized single board computer can be used for many applications and supersedes the original Raspberry Pi Model B+ and Raspberry Pi 2 Model B. Whilst maintaining the popular board format the Raspberry Pi 3 Model B brings you a more powerful processor, 10x faster than the first generation Raspberry Pi. Additionally it adds wireless LAN & Bluetooth connectivity making it the ideal solution for powerful connected designs.

**RS Part Number** 896-8660



[www.rs-components.com/raspberrypi](http://www.rs-components.com/raspberrypi)



# Raspberry Pi

## Raspberry Pi 3 Model B

### Specifications

<b>Processor</b>	Broadcom BCM2387 chipset. 1.2GHz Quad-Core ARM Cortex-A53 802.11 b/g/n Wireless LAN and Bluetooth 4.1 (Bluetooth Classic and LE)
<b>GPU</b>	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor. Provides Open GL ES 2.0, hardware-accelerated OpenVG, and 1080p30 H.264 high-profile decode.  Capable of 1Gpixel/s, 1.5Gtexel/s or 24GFLOPs with texture filtering and DMA infrastructure
<b>Memory</b>	1GB LPDDR2
<b>Operating System</b>	Boots from Micro SD card, running a version of the Linux operating system or Windows 10 IoT
<b>Dimensions</b>	85 x 56 x 17mm
<b>Power</b>	Micro USB socket 5V1, 2.5A

### Connectors:

<b>Ethernet</b>	10/100 BaseT Ethernet socket
<b>Video Output</b>	HDMI (rev 1.3 & 1.4) Composite RCA (PAL and NTSC)
<b>Audio Output</b>	Audio Output 3.5mm jack, HDMI USB 4 x USB 2.0 Connector
<b>GPIO Connector</b>	40-pin 2.54 mm (100 mil) expansion header: 2x20 strip Providing 27 GPIO pins as well as +3.3 V, +5 V and GND supply lines
<b>Camera Connector</b>	15-pin MIPI Camera Serial Interface (CSI-2)
<b>Display Connector</b>	Display Serial Interface (DSI) 15 way flat flex cable connector with two data lanes and a clock lane
<b>Memory Card Slot</b>	Push/pull Micro SDIO

### Key Benefits

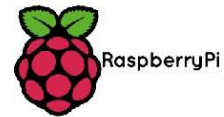
- Low cost
- 10x faster processing
- Consistent board format
- Added connectivity

### Key Applications

- Low cost PC/tablet/laptop
- Media centre
- Industrial/Home automation
- Print server
- Web camera
- Wireless access point
- Environmental sensing/monitoring (e.g. weather station)
- IoT applications
- Robotics
- Server/cloud server
- Security monitoring
- Gaming



[www.rs-components.com/raspberrypi](http://www.rs-components.com/raspberrypi)



## Raspberry Pi 3 Model B



RASPBERRYPI-MODB-1GB



RPI-MODB-16GB-NOOBS

### **Technical Specification:**

- Broadcom BCM2837 64bit ARMv7 Quad Core Processor powered Single Board Computer running at 1.2GHz
- 1GB RAM
- BCM43143 WiFi on board
- Bluetooth Low Energy (BLE) on board
- 40pin extended GPIO
- 4 x USB 2 ports
- 4 pole Stereo output and Composite video port
- Full size HDMI
- CSI camera port for connecting the Raspberry Pi camera
- DSI display port for connecting the Raspberry Pi touch screen display
- Micro SD port for loading your operating system and storing data
- Upgraded switched Micro USB power source (now supports up to 2.4 Amps)
- Expected to have the same form factor has the Pi 2 Model B, however the LEDs will change position

# ANEXO G

## HOJA DE DATOS MÓDULO WI-FI ESP8266



ESP8266 Datasheet

### 1. General Overview

#### 1.1. Introduction

Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) is a set of high performance, high integration wireless SOCs, designed for space and power constrained mobile platform designers. It provides unsurpassed ability to embed WiFi capabilities within other systems, or to function as a standalone application, with the lowest cost, and minimal space requirement.

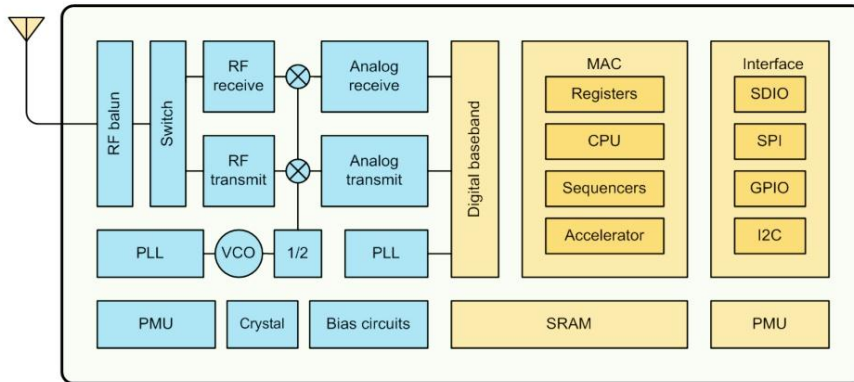


Figure 1 ESP8266EX Block Diagram

ESP8266EX offers a complete and self-contained WiFi networking solution; it can be used to host the application or to offload WiFi networking functions from another application processor.

When ESP8266EX hosts the application, it boots up directly from an external flash. It has integrated cache to improve the performance of the system in such applications.

Alternately, serving as a WiFi adapter, wireless internet access can be added to any micro controller-based design with simple connectivity (SPI/SDIO or I2C/UART interface).

ESP8266EX is among the most integrated WiFi chip in the industry; it integrates the antenna switches, RF balun, power amplifier, low noise receive amplifier, filters, power management modules, it requires minimal external circuitry, and the entire solution, including front-end module, is designed to occupy minimal PCB area.

ESP8266EX also integrates an enhanced version of Tensilica's L106 Diamond series 32-bit processor, with on-chip SRAM, besides the WiFi functionalities. ESP8266EX is often integrated with external sensors and other application specific devices through its GPIOs; sample codes for such applications are provided in the software development kit (SDK).



Espressif Systems' Smart Connectivity Platform (ESCP) demonstrates sophisticated system-level features include fast sleep/wake context switching for energy-efficient VoIP, adaptive radio biasing for low-power operation, advance signal processing, and spur cancellation and radio co-existence features for common cellular, Bluetooth, DDR, LVDS, LCD interference mitigation.

### 1.2. Features

- 802.11 b/g/n
- Integrated low power 32-bit MCU
- Integrated 10-bit ADC
- Integrated TCP/IP protocol stack
- Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- Integrated PLL, regulators, and power management units
- Supports antenna diversity
- WiFi 2.4 GHz, support WPA/WPA2
- Support STA/AP/STA+AP operation modes
- Support Smart Link Function for both Android and iOS devices
- SDIO 2.0, (H) SPI, UART, I2C, I2S, IR Remote Control, PWM, GPIO
- STBC, 1x1 MIMO, 2x1 MIMO
- A-MPDU & A-MSDU aggregation & 0.4s guard interval
- Deep sleep power <10uA, Power down leakage current < 5uA
- Wake up and transmit packets in < 2ms
- Standby power consumption of < 1.0mW (DTIM3)
- +20 dBm output power in 802.11b mode
- Operating temperature range -40C ~ 125C
- FCC, CE, TELEC, WiFi Alliance, and SRRC certified

### 1.3. Parameters

Table 1 Parameters

# ANEXO H

## HOJA DE DATOS SENSOR IR TSOP4838



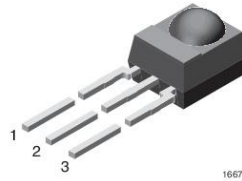
**TSOP48..**  
Vishay Semiconductors

### IR Receiver Modules for Remote Control Systems

#### Description

The TSOP48.. - series are miniaturized receivers for infrared remote control systems. PIN diode and preamplifier are assembled on lead frame, the epoxy package is designed as IR filter.

The demodulated output signal can directly be decoded by a microprocessor. TSOP48.. is the standard IR remote control receiver series, supporting all major transmission codes.



#### Features

- Photo detector and preamplifier in one package
- Internal filter for PCM frequency
- Improved shielding against electrical field disturbance
- TTL and CMOS compatibility
- Output active low
- Low power consumption



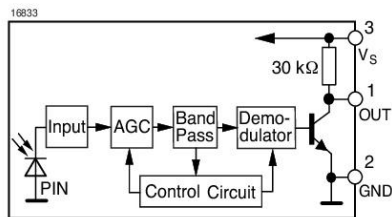
#### Special Features

- Improved immunity against ambient light
- Suitable burst length  $\geq 10$  cycles/burst

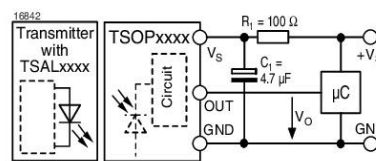
#### Parts Table

Part	Carrier Frequency
TSOP4830	30 kHz
TSOP4833	33 kHz
TSOP4836	36 kHz
TSOP4837	36.7 kHz
TSOP4838	38 kHz
TSOP4840	40 kHz
TSOP4856	56 kHz

#### Block Diagram



#### Application Circuit



$R_1 + C_1$  recommended to suppress power supply disturbances.

The output voltage should not be hold continuously at a voltage below  $V_O = 3.3$  V by the external circuit.



# TSOP48..

Vishay Semiconductors



## Absolute Maximum Ratings

Absolute Maximum Ratings  
 $T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified

Parameter	Test condition	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	(Pin 3)	$V_S$	- 0.3 to + 6.0	V
Supply Current	(Pin 3)	$I_S$	5	mA
Output Voltage	(Pin 1)	$V_O$	- 0.3 to + 6.0	V
Output Current	(Pin 1)	$I_O$	5	mA
Junction Temperature		$T_j$	100	$^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range		$T_{stg}$	- 25 to + 85	$^{\circ}\text{C}$
Operating Temperature Range		$T_{amb}$	- 25 to + 85	$^{\circ}\text{C}$
Power Consumption	( $T_{amb} \leq 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	$P_{tot}$	50	mW
Soldering Temperature	$t \leq 10\text{ s}$ , 1 mm from case	$T_{sd}$	260	$^{\circ}\text{C}$

## Electrical and Optical Characteristics

$T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise specified

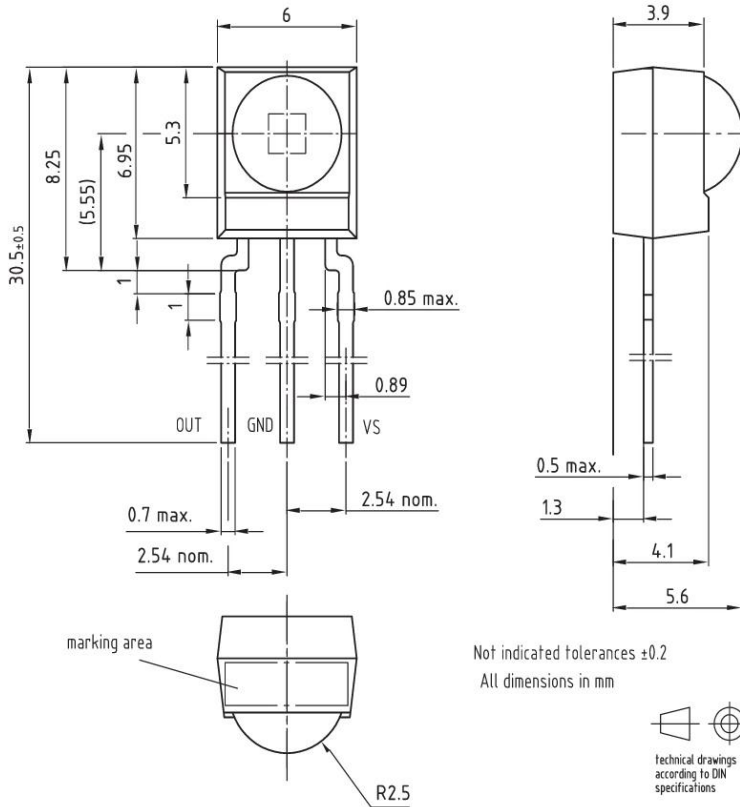
Parameter	Test condition	Symbol	Min	Typ.	Max	Unit
Supply Current (Pin 3)	$V_S = 5\text{ V}$ , $E_v = 0$	$I_{SD}$	0.8	1.2	1.5	mA
	$V_S = 5\text{ V}$ , $E_v = 40\text{ klx}$ , sunlight	$I_{SH}$		1.5		mA
Supply Voltage		$V_S$	4.5		5.5	V
Transmission Distance	$E_v = 0$ , test signal see fig.1, IR diode TSAL6200, $I_F = 250\text{ mA}$	$d$		35		m
Output Voltage Low (Pin 1)	$I_{OSL} = 0.5\text{ mA}$ , $E_e = 0.7\text{ mW/m}^2$ , test signal see fig. 1	$V_{OSL}$			250	mV
Minimum Irradiance (56 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig.1	$E_{e\ min}$		0.3	0.5	$\text{mW/m}^2$
Minimum Irradiance (30 - 40 kHz)	Pulse width tolerance: $t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig.1	$E_{e\ min}$		0.2	0.4	$\text{mW/m}^2$
Maximum Irradiance	$t_{pi} - 5/f_o < t_{po} < t_{pi} + 6/f_o$ , test signal see fig. 1	$E_{e\ max}$	30			$\text{W/m}^2$
Directivity	Angle of half transmission distance	$\Phi_{1/2}$		$\pm 45$		deg

# TSOP48..

Vishay Semiconductors



## Package Dimensions in mm



Drawing-No.: 6.550-5169.11-4  
Issue: 10; 08.06.04

16003



## ANEXO I

# ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO



## GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO

### EL I. CONCEJO DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO

#### CONSIDERANDO

- QUE**, los numerales 1, 2 y 6 del Art. 264 de la Constitución otorga a los gobiernos municipales como competencias exclusivas: planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural. Ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo en el cantón y planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte público dentro de su territorio cantonal.
- QUE**, el Artículo 55, literal f) del COOTAD establece que los gobiernos autónomos descentralizados municipales tendrán como competencia exclusiva la de planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte terrestre dentro de su circunscripción cantonal.
- QUE**, el Artículo 54 del COOTAD determina como funciones del GAD Municipal ejecutar las competencias exclusivas y concurrentes reconocidas por la Constitución y la ley y en dicho marco, prestar los servicios públicos y construir la obra pública cantonal correspondiente, con criterios de calidad, eficacia y eficiencia, observando los principios de universalidad, accesibilidad, regularidad, continuidad, solidaridad, interculturalidad, subsidiariedad, participación y equidad.
- QUE**, la Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, en su Artículo 30.5 literal f) atribuye como competencias de los gobiernos Autónomos Descentralizados, la construcción de terminales terrestre, centros de transferencia de mercadería, alimento y trazado de vías rápidas de transporte masivo colectivo.
- QUE**, es necesario operativizar lo planificado por la Municipalidad con relación a la implementación de la propuesta organizacional y operativa respecto de las competencias municipales de tránsito y transporte terrestre asumidas en mancomunidad.

En ejercicio de las atribuciones que lo confiere el literal a) del Art. 57 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización, COOTAD.

#### RESUELVE

Expedir la siguiente:

### ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO

#### CAPÍTULO I GENERALIDADES

**Art. 1.-** Se consideran terminales de transporte terrestre de pasajeros por carretera el conjunto de instalaciones que integran esta unidad de servicios permanentes,

HSP

1

2



## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

junto a los equipos, órganos de administración, servicios a los usuarios, a las operadoras de transporte y a su flota vehicular; donde se concentran las operadoras autorizadas o habilitadas que cubren rutas que tienen como origen, destino o se encuentran en tránsito por el cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi, conforme lo determina el Artículo 3 del Reglamento de Creación, Certificación de Habilitación Técnica, Autorización de Funcionamiento y Homologación de las terminales de transporte terrestre de pasajeros por carretera.

### OBJETO Y ÁMBITO.-

- Art. 2.-** La presente ordenanza regula las actividades y procedimientos técnicos y administrativos de la Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo, y sus operaciones se rigen por: la Ley Orgánica Reformatoria a la Ley Orgánica del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial; el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD); Ordenanzas Municipales del Cantón y Resoluciones del Concejo Cantonal; y, el Reglamento de Creación, Certificación de Habilitación Técnica, Autorización de Funcionamiento y Homologación de las terminales de transporte terrestre de pasajeros por carretera.
- Art. 3.-** La Operación y Administración de la Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo, se regirá por las disposiciones contenidas en esta ordenanza, reglamentos, resoluciones que se expidieren y marco legal pertinente.
- Art. 4.-** Es Obligación de las empresas de transporte público, cuyas unidades estén debidamente calificadas y autorizadas por la Agencia Nacional de Regulación y Control del Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial – A.N.R.C.T.T.S.V. que hayan obtenido el permiso de operación respectivo, para operar con origen o destino final desde y hasta la ciudad de San Miguel de Salcedo, el ocupar **obligatoriamente** la Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo; a excepción de las frecuencias en tránsito, que deberán circular por las vías determinadas para el efecto.
- Art. 5.-** El incumplimiento por parte de las empresas de transporte público, a las disposiciones establecidas en esta ordenanza, Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, reglamentos y resoluciones que se dictaren, será para que la Unidad Administrativa del Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo solicite a la A.N.R.C.T.T.S.V. para que deje insubsistente la autorización de operación en el Cantón Salcedo.
- Art. 6.-** El GAD Municipal del Cantón Salcedo, podrá suscribir los contratos de arrendamiento con las empresas de transporte público que estén legalmente autorizadas para operar desde y hasta el Cantón Salcedo.

### CAPITULO II DE LA ADMINISTRACIÓN

2



## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

**Art. 7.-** La gestión administrativa de la Terminal Terrestre la ejercerá el GAD Municipal del Cantón Salcedo a través de un Administrador/a, el Alcalde es la máxima autoridad.

### CAPITULO III FUNCIONAMIENTO ADMINISTRATIVO DE LA TERMINAL DE TRANSPORTE TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO.

**Art. 8.-** El Terminal Terrestre prestará los servicios de: partida y arribo de las unidades del Transporte Interprovincial, intercantonal, Intracantonal e Interparroquial de pasajeros cuyos viajes tienen como destino final u origen a esta Ciudad; el embarque y desembarque de pasajeros, recepción y despacho de encomiendas; carga y descarga; venta de alimentos y de productos alimenticios elaborados; servicios de telefonía y otros servicios afines relacionados con el funcionamiento del mismo, durante el horario que para el efecto establezca la Administración del Terminal.

La Administración del Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo estará a cargo de toda gestión basada en cuatro ejes fundamentales:

- 1.- Gestión administrativa;
- 2.- Operación;
- 3.- De servicio; y,
- 4.- De gestión ambiental y saneamiento.

**Art. 9.- Gestión administrativa.-** La gestión administrativa comprende el área administrativa; área operativa y el área económica financiera.

**Art. 10.- Operación.-** La operación comprende la organización y control de frecuencias; oficinas de compañías y cooperativas de transporte, andenes de llegada y salida de vehículos; área de pre-embarque; área de embarque; área de estacionamiento de vehículos particulares y control de identificaciones vehiculares y de conductores.

**Art. 11.- De Servicio.-** Se encarga del control y funcionamiento de los locales comerciales; patio de comidas; sala de espera; baterías sanitarias; y, la seguridad y vigilancia.

**Art. 12.- De Gestión ambiental y saneamiento.-** Comprende la limpieza de áreas internas; conservación de áreas verdes, coordinación de controles de salubridad alimenticia y control de emanación de gases tóxicos vehiculares.

### CAPITULO IV EMPRESAS DE TRANSPORTE PÚBLICO

*H999P*

3





## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

- Art. 13.-** Las empresas de transporte público que operen en el Terminal Terrestre prestarán el servicio de pasajeros, de carga y encomiendas, durante las 16 horas de servicio, desde las 04h00 hasta las 20h00, serán reguladas en el respectivo reglamento, de acuerdo a las rutas, frecuencias y destinos autorizados por el ente competente, manteniendo horarios adecuados de atención de sus oficinas, acorde a dicho servicio.
- Art. 14.-** Las oficinas de atención de las organizaciones de Transporte que operan en el Terminal de Transporte Terrestre de San Miguel de Salcedo, cumplirán el mismo horario de atención del terminal terrestre.
- Art. 15.-** Las empresas de transporte público, autorizadas para operar en el Terminal Terrestre utilizarán las instalaciones, oficinas y todos los servicios, acatando las normas establecidas en esta ordenanza, los reglamentos y las resoluciones aprobadas por el GAD Municipal del Cantón Salcedo.
- Art. 16.-** Las empresas de transporte público, entregarán en forma anual a la Administración del Terminal Terrestre, una copia del permiso de operación actualizado, con las rutas y frecuencias autorizadas por la A.N.R.C.T.T.S.V.; o cuando exista algún cambio en el mismo.
- Art. 17.-** Toda empresa que use el Terminal Terrestre, cobrará por pasaje el valor autorizado por la A.N.R.C.T.T.S.V.
- Art. 18.-** Para mantener el orden y organización en la utilización de frecuencias, se prohíbe la presencia de enganchadores, voceadores, y venta de boletos fuera de las oficinas de las empresas de transporte público.

### DE LAS OPERADORAS DE TRANSPORTE. DESCRIPCIONES OPERACIONALES Y CIRCUITO INTERNO DE CIRCULACIÓN:

- Art. 19.-** Toda salida de transporte interprovincial, intercantonal, intracantonal e interparroquial presupone una secuencia operativa de acuerdo a los siguientes pasos:
- El ingreso y salida de las unidades de transporte del terminal terrestre se lo hará únicamente por las calles designadas para el efecto.
  - Todas las unidades de transporte interprovincial cuyo origen sea el cantón Salcedo, previo a la salida de su ruta deberán dirigirse directamente al estacionamiento de buses o "PATIO DE PRE- OPERACIONES".

Deberán realizar el ingreso al patio de pre-operaciones en donde se efectuarán los tres tipos de controles: alcoholímetros, documentos habilitantes y revisión vehicular, operaciones efectuadas entre la Administración del Terminal, Policía Nacional y A.N.T.

*WSP*

*3*



## GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO

c) La activación de las frecuencias de viaje es un trámite que el conductor de la unidad de transporte tendrá que hacerlo en la caseta de Toque de Andén, para ello necesitará presentar la credencial entregada por la Administración del Terminal Terrestre, así como también la matrícula de su vehículo, y en caso de que se le pida realizarse controles e inspecciones, el conductor adjuntará la hoja de aprobación de control del conductor y de la unidad de transporte. Se entiende como documentos obligatorios que las unidades deben portar, los siguientes:

- 1.- Licencia del conductor
- 2.- Credencial del conductor, otorgado por la Administración
- 3.- Matrícula del vehículo.
- 4.- Resultados de la prueba de alcoholimetría y médica del conductor.
- 5.- Check List de la unidad de Transporte.

La activación de frecuencias se la realizará con una anticipación mínima de treinta minutos. Una vez revisada totalmente la información se procederá a activar la frecuencia, la unidad de transporte ahora puede dirigirse hacia los andenes de salida.

d) Una vez que pasó satisfactoriamente los controles establecidos y es declarado "Óptimo" deberá dirigirse hacia los andenes de salida al respectivo embarque de pasajeros

El paso a los andenes estará determinado por algunas de las siguientes categorías de viaje: largo, mediano, corto.

Si la unidad de transporte ha terminado de ser embarcada por los pasajeros en los andenes de salida, bien podrá dirigirse hacia la salida de transportes.

e) Las unidades de transporte entregarán el listado de pasajeros previo a su salida del terminal terrestre.

### Andenes de llegada:

**Art. 20.-** Las unidades deberán realizar su llegada únicamente por el carril destinado para este objetivo, no se permitirá utilizar para este fin las calles, plazoletas y avenidas de San Miguel de Salcedo.

El tiempo máximo para el desembarque de pasajeros es de 5 minutos.

La velocidad máxima de circulación en los Andenes de llegada es de 20Km/h.

### Andenes de Salida:

**Art. 21.-** Cada operadora debe tener andenes exclusivos para su uso asignados según el destino de viaje. Los tiempos máximos de embarque de pasajeros son:

- 1.- Viajes Largos (Interprovincial) 30 Minutos

PPAP

1



## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

- 2.- Viajes Medios:(Interprovincial según distancias) 15 Minutos
- 3.- Viajes Cortos: (Intercantonaes) 10 Minutos.
- 4.- Viajes Cortos intracantonaes 10 minutos
- 5.- Viajes interparroquiales: (las frecuencias se determinarán en el reglamento)

**Art. 22.-** Una vez cumplido el tiempo de embarque de pasajeros las unidades deben salir de inmediato de las instalaciones del Terminal, en caso de incumplir la disposición se someterán a la sanción respectiva.

**Art. 23.-** Todos los conductores y ayudantes de conducción deberán estar debidamente uniformados y previamente capacitados para brindar un buen trato y servicio a los usuarios, su incumplimiento generará sanciones según la gravedad del caso.

### CAPÍTULO V DE LOS USUARIOS Y PASAJEROS

#### Boleterías:

**Art. 24.-** El área de boletería contará con una amplia sala de espera y tendrá accesos directos a los andenes de salida. Los pasajeros deberán hacer uso imperativo de los torniquetes o "derecho de uso del Terminal" para el ingreso a los andenes cuyas tarifas se establecerá mediante acto normativo del Concejo Cantonal.

**Art. 25.-** Cada boletería emitirá un ticket de viaje en el mismo que deberá constar como mínimo: nombre del pasajero, número de cédula, hora de salida, destino y número de unidad.

**Art. 26.-** La boletería es área exclusiva para venta de boletos de viaje y en su interior podrán estar únicamente los empleados autorizados por la operadora del transporte.

**Art. 27.-** Los usuarios tienen derecho a contar con suficiente información turística del cantón, frecuencias y rutas de viaje de las operadoras, actualizadas, en el software que deberá estar instalado para el control de frecuencia y operadoras.

**Art. 28.-** Todo usuario y pasajero del Terminal tiene la obligación de respetar las señales informativas y de tránsito en el interior y exterior del Terminal.

**Art. 29.-** El usuario del Terminal Terrestre tiene la obligación de precautelar y conservar las áreas públicas, sus equipos e instalaciones. Por cualquier daño comprobado se seguirá la acción penal por destrucción de bienes públicos, el cobro de los valores de reposición y demás sanciones legales que correspondan.

El uso de las baterías sanitarias será gratuito, se colocará dispensadores de papel higiénico con su respectivo valor.





## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

### CAPITULO VI DE LA REGULACIÓN DEL USO DE LAS VÍA PÚBLICAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA TERMINAL TERRESTRE.

- Art. 30.-** El área de influencia del Terminal Terrestre será de 500 metros de radio de protección, tomando como eje el centro del predio donde se encuentra instalado.
- Art. 31.-** Los buses de transporte público, taxis y camionetas de carga liviana deberán cumplir los recorridos asignados y detenerse para recoger o dejar pasajeros, exclusivamente en las paradas o lugares destinados.

### CAPITULO VII TARIFAS POR OCUPACIÓN DEL TERMINAL TERRESTRE

- Art. 32- Uso de Frecuencias.-** Cada unidad de transporte que salga del Terminal Terrestre pagará por la frecuencia utilizada un valor adecuado para la auto sostenibilidad del servicio.
- Art. 33.-** Cada automotor particular que utilice el área de parqueadero deberá cancelar la cantidad de 0.25 centavos por fracción u hora.

### CAPITULO VIII DE LOS ARRENDATARIOS DE SERVICIOS Y CONCESIONES.

- Art. 34.-** El GAD Municipal del Cantón Salcedo suscribirá los contratos de arrendamiento de los locales y cubículos existentes en el Terminal Terrestre, para uso de oficinas, bodegas, servicios, expendio de comidas y comercio, de acuerdo a las disposiciones tipificadas para arrendamiento de bienes municipales.
- Art. 35.-** El canon de arrendamiento por metro cuadrado de los locales del Terminal Terrestre, alicuotas de mantenimiento y servicios anexos, serán establecidos por el GAD Municipal conforme lo establecido en la Ley de Inquilinato. La emisión de títulos de crédito estará a cargo de la Jefatura de Rentas.
- Art. 36.-** El contrato de arrendamiento se lo celebrará únicamente con el arrendatario, por lo tanto queda prohibido el subarrendamiento, la cesión o transferencia a cualquier título del local a otra persona natural o jurídica. La violación de esta prohibición será causal para la terminación automática del contrato de arrendamiento; y no se reconocerá ningún documento contrario.

### CAPITULO IX DEL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES Y ASEO DEL TERMINAL TERRESTRE.

AB/STP

1



## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

- Art. 37.-** El GAD Municipal del Cantón Salcedo a través de la Dirección de Gestión Ambiental será responsable del aseo del Terminal y de las calles aledañas; y, con el fin de mantener las instalaciones debidamente ordenadas, limpias y seguras, no se permitirá ventas informales de toda índole en las instalaciones ni dentro de los vehículos de transporte; así como no se permite arreglos mecánicos ni otro tipo de mantenimiento de los vehículos dentro de las áreas del Terminal Terrestre.
- Art. 38.-** Cada arrendatario será responsable del mantenimiento y reparación de daños menores en instalaciones interiores de sus locales, así como el aseo de los mismos. Estarán también obligados a cumplir toda disposición emanada por el GAD o la Administración.
- Art. 39.-** Las modificaciones que deban realizarse en los locales correrán a cargo de cada arrendatario y deben contar previamente con la autorización y disposiciones de la Administración del Terminal Terrestre.
- Art. 40.-** Las unidades deberán llevar en su interior recipientes o fundas de basura para los usuarios y los depositarán en lugares apropiados.

### CAPITULO X PROHIBICIONES

**Art. 41.-** Está prohibido:

- a) Utilizar las vías dentro del Terminal Terrestre para el embarque y desembarque de pasajeros y de carga, de los vehículos de transporte público.
- b) Está prohibido estacionar o detener las unidades de transporte en zonas de recorrido o circulación.
- c) No está permitido hacer uso de bocinas y pitos y circular a más de 20 km/h.
- d) No es permitido a conductores ni pasajeros consumir bebidas alcohólicas y sustancias psicotrópicas.
- e) No se permitirá el paso al área de andenes de salida a quienes no porten el ticket de viaje.
- f) Está prohibido a las cooperativas y Compañías que operan en el Terminal ensuciar y arrojar basura en el área de estacionamiento y/o en la vía pública, su incumplimiento será objeto de sanción determinada en la norma pertinente.
- g) Está prohibido portar armas dentro de las Instalaciones del Terminal Terrestre.

### CAPITULO XI DE LAS SANCIONES

H9.017

8





## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

**Art. 42.-** Las infracciones serán evaluadas por un equipo técnico conformado por: Administración del Terminal, Policía Nacional y A.N.T, quienes establecerán el procedimiento de aplicación de las sanciones, cobro de multas y extinción de obligaciones. Las sanciones serán establecidas en el Reglamento que se expedirá.

- a) **Amonestación escrita**, es el llamado de atención, mediante documento oficial por el incumplimiento de las normas que rigen el funcionamiento del terminal.
- b) **Multa**, es la sanción pecuniaria consistente en el pago de una suma de dinero que se impone al infractor.
- c) **Se configura reincidencia**: cuando el infractor comete la misma infracción por más de una vez. La reincidencia, exige la aplicación de una sanción igual al doble a la impuesta inicialmente.

**Art. 43.-** Constatada una infracción la Administración del Terminal Terrestre notificará por escrito a la empresa operadora de transporte relacionada con el infractor a fin de aplicar la correspondiente sanción.

**Art. 44.-** La notificación deberá contener uno o más de los siguientes datos:

- Nombre de la empresa operadora.
- Nombre del responsable de la infracción
- Identificación de la unidad
- Infracción cometida
- Norma legal o reglamentaria infringida
- Sanción impuesta
- Plazo máximo para cumplir la sanción.
- Lugar, fecha y hora en la que se emite la notificación.

De existir negativa a recibir la notificación, ésta se entregará en la oficina de la operadora relacionada con el infractor, con copia al equipo técnico evaluador.

**Art. 45.-** La empresa operadora notificada en uso de legítima defensa puede presentar argumentos de descargo, que serán entregados al Administrador del Terminal dentro de los 10 días calendario subsiguientes a la notificación, quien analizará la notificación y los documentos presentados y si llegase a determinar que no existió infracción, ordenará el archivo de la notificación; caso contrario, procederá a ratificar la sanción impuesta.

### DISPOSICIONES FINALES

**Art. 46.-** Derógase toda norma de igual o menor jerarquía que se opongan a la presente ordenanza.

**Art. 47.-** La presente Ordenanza entrará en vigencia a partir de su sanción y promulgación.

*Handwritten signature*



## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

### DISPOSICIONES TRANSITORIAS:

**PRIMERA:** Se derogan todas las normas, reglamentos, disposiciones e instructivos que se opongan a esta Ordenanza.

**SEGUNDA:** Una vez promulgada la Ordenanza se procederá a capacitar y difundir su contenido y disposiciones.

**TERCERA:** A las operadoras que van a utilizar las instalaciones del Terminal Terrestre se les notificará inmediatamente luego de la aprobación de la presente Ordenanza.

**CUARTA:** El cobro de las tasas por uso del Terminal se aplicará desde el día y hora de inauguración de las instalaciones.

**QUINTA:** La Administración del Terminal deberá contar anticipadamente con las tarjetas de identificación para los conductores debidamente acreditados.

**SEXTA:** De igual forma a la fecha de inicio de operaciones se contará con los contratos de arrendamiento para los locales comerciales y/o de expendio de alimentos.

**SÉPTIMA:** Considerando la necesidad del servicio de transporte público para la ciudadanía, se faculta la utilización de las instalaciones del terminal terrestre, por el lapso de un año, a las operadoras de transporte cuyos permisos de operación se encuentren en trámite en la Agencia Nacional de Tránsito.

Dado en la Sala de sesiones del I. Concejo a los 5 días del mes de mayo de 2015.

  
Ab. Darío Proaño A.  
VICEALCALDE DEL CANTÓN DE  
SALCEDO

  
Ab. Wilmo A. Gualpa C.  
SECRETARIO GENERAL

**CERTIFICO:** Que la presente **ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO**, fue discutida y aprobada por el I. Concejo del G. A. D. Municipal del Cantón Salcedo en sesiones ordinarias del martes 21 de abril y martes 5 de mayo de 2015.

  
Ab. Wilmo A. Gualpa C.  
SECRETARIO GENERAL DEL I. CONCEJO







## GAD MUNICIPAL DEL CANTON SALCEDO

**SECRETARÍA DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO.-** a los seis días del mes de mayo de dos mil quince, a las 17h00.- Vistos de conformidad con el Art. 322 del Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, remítase tres ejemplares de la **ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO,** ante el señor Alcalde para su sanción y promulgación.- Cúmplase.

CERTIFICO:

  
Ab. Wilmo A. Gualpa C.

SECRETARIO GENERAL DEL I. CONCEJO

**ALCALDÍA DEL GOBIERNO MUNICIPAL DEL CANTÓN SALCEDO.-** En San Miguel de Salcedo a los siete días del mes de mayo de 2015, de conformidad a lo establecido en el Art. 322 del Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización, habiéndose observado el trámite legal y por cuanto la presente, está de acuerdo con la Constitución y Leyes de la República del Ecuador, esta Alcaldía sanciona la **ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO,** sin perjuicio de su publicación. Las 09h00.

PROMÚLGUESE Y EJECÚTESE

  
Ing. Héctor Gutiérrez Padilla

ALCALDE DEL GAD MUNICIPAL DE SALCEDO

Proveyó y firmó la **ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO,** que antecede el señor Ing. Héctor Gutiérrez Padilla, Alcalde del GAD Municipal del Cantón Salcedo, el día jueves 7 de mayo de dos mil quince. Las 09h00.

CERTIFICO:

  
Ab. Wilmo A. Gualpa C.

SECRETARIO GENERAL DEL I. CONCEJO



## ANEXO J

### PROPUESTA DE INCLUSIÓN EMITIDA POR EL ADMINISTRADOR DEL TERMINAL TERRESTRE DE SAN MIGUEL DE SALCEDO (PLAN PILOTO DE MOVILIDAD)



#### ACUERDA

Expide la siguiente:

#### **ORDENANZA REFORMATORIA A LA ORDENANZA DE LA TERMINAL TERRESTRE DEL CANTÓN SALCEDO**

##### **CAPITULO I**

##### **GENERALIDADES SE SUGIERE AUMENTAR**

Art. 5.- Todos los valores recaudados, se destinarán para sustentar su operación, propendiendo a su crecimiento, tecnificación y mantenimiento del Terminal Municipal de Transporte Terrestre,.

##### **CAPITULO II**

##### **DE LOS SERVICIOS Y PROCESOS DEL TERMINAL TERRESTRE SE SUGIERE CAMBIAR**

Art. 5.- Al título de la Ordenanza, agréguese el horario de apertura que va desde las 04:00 am hasta las 20:00 pm del día.

##### **CAPITULO III**

##### **SE SUGIERE CAMBIAR**

Art. 10.- En el Texto cambiar el horario de atención por lo que consta en el Art. 5.

Art. 11.- En el Texto cambiar el horario de atención.

##### **CAPITULO IX**

##### **SANCIONES PARA LA ORDENANZA SE SUGIERE AUMENTAR**

Art. 41.- Las sanciones se los realizara previo a una especie valorada de distintos conceptos que será cobrada en Tesorería, el incumplimiento de las disposiciones señaladas en esta ordenanza, en las escrituras de arrendamiento y más cuerpos legales, por los usuarios de la terminal terrestre, dará lugar a las siguientes sanciones, pudiendo aplicarse cual es quiera de ellas de acuerdo a la gravedad de la falta y en sentido proporcional, a cada infractor, sin que signifique, en todos los casos, seguir el orden señalado a continuación:

1. 10% del salario básico unificado, por mal comportamiento al servicio que brinda.

2. 20% del salario básico unificado, por realizar escándalo público dentro de las instalaciones de la Terminal Terrestre.
3. 30% del salario básico unificado y suspensión definitiva del contrato de arrendamiento dentro de las instalaciones de la Terminal Terrestre.

**PARA LAS SANCIONES QUE SE SUGIERE EN EL INCUMPLIMIENTO O  
ROTO DEL SELLADO**

1. 10% del salario básico unificado por primera vez.
2. 20% del salario básico unificado por reincidir.
3. 30% del salario básico unificado por tercera ocasión y suspensión por un mes a la unidad infractora.

**CAPITULO VI**

**DE LOS ARRENDATARIOS DEL SERVICIO SE SUGIERE AUMENTAR**

Art. 26.- Las cooperativas de Transportes "BAÑOS y PUTUMAYO" deberán ingresar a la Terminal Terrestre y tener una oficina siendo de carácter primordial su operatividad.

Creación de un nuevo CAPITULO

**IMPLEMENTACIÓN DEL SELLADO**

Art. 1.- Los vehículos de Transporte Público con destino Interprovincial e Intercantonal serán sellados desde la Terminal Terrestre para su salida en las frecuencias autorizadas por la ANT.

Art. 2.- El horario del sellado de los buces de Transporte es desde las 07:00 am hasta las 18:00 pm.

Art. 3.- El Transporte Interprovincial que hace paso por el cantón Salcedo deberá ser sellado en sentido norte, centro y así como también en sentido sur.

- Redondel del príncipe en sentido norte.
- Av. Olmedo y Juan León Mera sentido centro.
- Av. Jaime Mata y Guayaquil a 50 metros de la gasolinera Hualpa sentido sur.



Art. 4.- El transporte que tiene como destino Salcedo no será sellado en ningún punto.

Art. 5.- La operación del sellado se regirá por las disposiciones del Administrador (a) de la Terminal Terrestre quien será el responsable de la operatividad y dará cumplimiento en los horarios previstos en el Art. 2, que regirá las respectivas sanciones a las unidades de transporte.