



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**TEMA:**

---

---

“SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR MEDIANTE ALCOHOLÍMETRO  
ELECTRÓNICO Y NOTIFICACIÓN POR COMUNICACIÓN MÓVIL.”

---

---

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

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Sistemas de Control

AUTOR: Edwin Orlando Lema Casa

TUTOR: Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo

Ambato – Ecuador


Julio, 2018

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación, sobre el tema: “SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR MEDIANTE ALCOHOLÍMETRO ELECTRÓNICO Y NOTIFICACIÓN POR COMUNICACIÓN MÓVIL”, de él señor EDWIN ORLANDO LEMA CASA, 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 Julio, 2018

TUTOR



---

Ing. Geovanni Danilo Brito Moncayo

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR MEDIANTE ALCOHOLÍMETRO ELECTRÓNICO Y NOTIFICACIÓN POR COMUNICACIÓN MÓVIL”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad de autor.

Ambato Julio, 2018



---

Edwin Orlando Lema Casa

CC: 0503616930

## **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 Julio, 2018



---

Edwin Orlando Lema Casa

CC: 0503616930



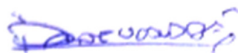
## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los Señores Docentes Ing. Patricio Encalada e Ing. Carlos Serra, revisaron y aprobaron el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE BLOQUEO VEHICULAR MEDIANTE ALCOHOLÍMETRO ELECTRÓNICO Y NOTIFICACIÓN POR COMUNICACIÓN MÓVIL”, presentado por el señor Edwin Orlando Lema Casa 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 Ambato.



---

Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



---

Ing. Patricio Encalada  
DOCENTE CALIFICADOR



---

Ing. Carlos Serra  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo lo dedico primero a Dios que ha sido mi apoyo incondicional, así como a mis padres y hermanos quienes siempre han estado junto a mí apoyándome en todo lo necesario, y que pese a las adversidades me han dado los ánimos necesarios para seguir esforzándome.

Es gracias al trabajo, sacrificio y dedicación de mi familia que he alcanzado varias cosas y es por ellos que sigo adelante, siempre con un objetivo en mente, ser alguien en quien puedan apoyarse cuando más lo necesiten, es por ello que con todo el amor y cariño les dedico el presente trabajo.

**Edwin Orlando Lema Casa**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios que con su infinita misericordia ha guiado cada uno de mis pasos, y me ha dado la fuerza necesaria para seguir adelante, así como a mis familiares, quienes con esfuerzo y dedicación han procurado apoyarme en todo momento.

A los docentes de la Universidad Técnica de Ambato, quienes con su sabiduría me han impartido varios conocimientos que son indispensables en la formación profesional.

Al Ingeniero Geovanni Brito quien ha sido una guía fundamental para el desarrollo del presente trabajo, ya que siempre estuvo dispuesto a disipar las dudas e inquietudes que se formaron durante el desarrollo de la misma.

Así como a todas las personas que de una u otra manera me ayudaron cuando lo más lo necesitaba, dándome sus palabras de apoyo y colaboración.

**Edwin Orlando Lema Casa**

## ÍNDICE

<b>PORTADA</b> .....	i
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	ii
<b>AUTORÍA</b> .....	iii
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	iv
<b>APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vii
<b>ÍNDICE</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	xiii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>RESUMEN</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xix
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xx
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
<b>EL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.1. Tema</b> .....	1
<b>1.2. Planteamiento del Problema</b> .....	1
<b>1.3. Delimitación</b> .....	2
<b>1.4. Justificación</b> .....	3
<b>1.5. Objetivos</b> .....	4
<b>1.5.1. Objetivo General</b> .....	4
<b>1.5.2. Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	5
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	5

2.1. Antecedentes Investigativos.....	5
2.2. Fundamentación teórica .....	6
2.2.1. Sistema de encendido del vehículo automotor .....	6
2.2.2. Alcoholímetro.....	10
2.2.3. Alcohol y conducción .....	12
2.2.4. Mensajería instantánea .....	14
2.2.5. Sistema de telefonía móvil .....	16
2.2.6. UMTS.....	16
2.2.7. Wifi.....	18
2.2.8. GPS.....	22
2.2.9. Sensores.....	24
2.2.10. SBC.....	26
2.2.11. Software libre.....	28
2.3. Propuesta de solución .....	30
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>31</b>
3.1. Modalidad de la investigación .....	31
3.2. Recolección de información.....	31
3.3. Procesamiento y análisis de datos .....	32
3.4. Desarrollo del proyecto.....	32
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>34</b>
<b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>	<b>34</b>
4.1. Leyes de tránsito sobre conductores en estado de embriaguez en el Ecuador y equipos de medición de alcoholemia.....	34
4.2. Estudio de la factibilidad .....	38
4.3. Diagrama de bloques del prototipo de sistema de bloqueo .....	39
4.4. Análisis de los requerimientos del sistema .....	41

4.4.1. Criterios del módulo de conectividad 3G/Wifi e indicadores del módulo de control.....	41
4.4.2. Parámetros del módulo de medición de alcoholemia .....	42
4.4.3. Factores del módulo de bloqueo .....	43
4.4.4. Análisis de los componentes del sistema .....	43
4.4.5. Sensor de alcohol .....	43
4.4.6. Sensor de humedad.....	44
4.4.7. Relé optoacoplador .....	44
4.4.8. Dispositivo GPS .....	45
4.4.9. Módulos con placa esp8266 .....	46
4.4.10. Router 3G/Wifi .....	47
4.4.11. Cámara.....	48
4.4.12. Placa SBC.....	48
4.4.13. Sistema operativo.....	49
4.5. Configuración del módulo de conectividad 3G/Wifi .....	50
4.5.1. Asignación de SSID y contraseña.....	50
4.5.2. Verificación de USIM y conexión a internet.....	51
4.6. Diseño del módulo de control .....	52
4.6.1. Instalación del sistema operativo raspbian.....	52
4.6.2. Implementación de servidor LAMP.....	54
4.6.3. Creación de servidor MQTT.....	59
4.6.4. Montaje de OpenCV .....	61
4.6.5. Instalación de Telegram-cli .....	63
4.6.6. Configuración de GPS .....	65
4.6.7. Distribución GPIO.....	67
4.6.8. Fijación de IP estática RPI.....	68
4.6.9. Creación de usuario y base de datos phpMyAdmin .....	69

4.6.10.	Adquisición y almacenamiento de coordenadas GPS.....	70
4.6.11.	Captura facial del usuario .....	71
4.6.12.	Almacenamiento de datos del alcoholímetro .....	76
4.6.13.	Consulta de datos del alcoholímetro y GPS .....	77
4.6.14.	Publicador MQTT bloqueo/llave/aplica .....	78
4.6.15.	Notificación Telegram-cli .....	78
4.6.16.	Suscriptor MQTT prueba/estado.....	79
4.7.	Diseño del módulo de medición de alcoholemia.....	81
4.7.1.	Acondicionamiento del sensor MQ3 .....	81
4.7.2.	Conversión A/D del sensor MQ3.....	83
4.7.3.	Comunicación nodeMCU y sensor DHT11.....	84
4.7.4.	Esquema de conexión del módulo de medición de alcoholemia .....	85
4.7.5.	Procesamiento de datos del módulo de medición de alcoholemia .....	86
4.7.6.	Visualización de datos en virtúino .....	89
4.8.	Diseño del módulo de bloqueo.....	90
4.8.1.	Esquema de conexión y funcionamiento del módulo de bloqueo .....	91
4.9.	Implementación del prototipo de sistema de bloqueo vehicular .....	92
4.10.	Pruebas de funcionamiento .....	98
4.10.1.	Comprobaciones del módulo de medición de alcoholemia.....	99
4.10.2.	Revisión del módulo de control .....	103
4.10.3.	Verificación del módulo de bloqueo.....	105
4.11.	Análisis de resultados .....	108
4.12.	Presupuesto.....	110
<b>CAPÍTULO 5.....</b>		<b>113</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>113</b>
5.1.	Conclusiones .....	113
5.2.	Recomendaciones.....	114

<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	116
<b>ANEXOS</b> .....	125



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tipos de sistema de encendido. [19] .....	7
Tabla 2.2: Efectos del alcohol sobre la conducción. [23] .....	13
Tabla 2.3: Resumen de protocolo de WiFi IEEE 802.11. [33] .....	22
Tabla 2.4: Clasificación de sensores. [38] .....	24
Tabla 4.1: Leyes referente al nivel de alcoholemia en conductores.....	34
Tabla 4.2: Equipos de medición de alcoholemia.....	37
Tabla 4.3: Sensores de alcohol.....	43
Tabla 4.4: Sensores de humedad.....	44
Tabla 4.5: Módulos GPS.....	45
Tabla 4.6: Placas esp8266.....	46
Tabla 4.7: Routers 3G.....	47
Tabla 4.8: Cámaras.....	48
Tabla 4.9: Placas SBC.....	48
Tabla 4.10: Sistemas operativos para raspberry Pi.....	50
Tabla 4.11: Prioridad de los colores del panel virtuino.....	89
Tabla 4.12: Valores comparativos de calibración del sensor MQ-3.....	101
Tabla 4.13: Datos extraídos de las tablas alcocheck y sensor de phpMyAdmin.....	107
Tabla 4.14: Pruebas del prototipo.....	108
Tabla 4.15: Presupuesto del prototipo.....	110
Tabla 4.16: Actividades para la implementación del sistema de bloqueo.....	111
Tabla 4.17: Sueldo básico del Ingeniero Eléctrico/Electrónico.....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Sistema de encendido convencional. [20] .....	7
Figura 2.2: Sistema de encendido electrónico general. [20] .....	9
Figura 2.3: Sistema de encendido directo computarizado sin distribuidor. [19].....	9
Figura 2.4: Alcoholímetro electrónico. [21].....	10
Figura 2.5: Espectro radioeléctrico. [22] .....	11
Figura 2.6: Célula electroquímica. [22] .....	12
Figura 2.7: Red sin infraestructura. [31] .....	19
Figura 2.8: Red en modo infraestructura. [31] .....	20
Figura 2.9: Canales wifi [32].....	20
Figura 2.10: Placa SBC. [44] .....	27
Figura 4.1: Diagrama de bloques del diseño general del prototipo. ....	40
Figura 4.2: Esquema general de un relé.....	45
Figura 4.3: Credenciales de acceso para la configuración interna del router Trinity.	50
Figura 4.4: Configuración de la SSID, contraseña y potencia de transmisión de la red interna Wifi.....	51
Figura 4.5: Comprobación de la bandeja local de mensajería SMS del router Trinity. ....	51
Figura 4.6: Verificación de conexión hacia la nube mediante comando ping y panel de router. ....	51
Figura 4.7: Distribuciones oficiales de sistemas operativos para Raspberry Pi.....	52
Figura 4.8: Paquetes comprimidos de instalación del sistema operativo Raspbian Stretch. ....	53
Figura 4.9: Herramienta SD Card Formatter, especializada en el formateo de tarjetas micro SD. ....	53
Figura 4.10: Programa Win32 Disk Imager, experta en la instalación y respaldo de sistemas operativos con extensión *.img. ....	54
Figura 4.11: Modo grafico del sistema operativo Raspbian Stretch.....	54
Figura 4.12: Paquete de instalación apache2. ....	55
Figura 4.13: Pagina por defecto del servidor Apache2.....	55
Figura 4.14: Paquetes de instalación php y php-mbstring. ....	56

Figura 4.15: Página por defecto del servidor PHP al ejecutar el archivo info.php. ....	56
Figura 4.16: Paquetes de instalación mysql-server y php-mysql. ....	57
Figura 4.17: Paquete de instalación phpmyadmin. ....	57
Figura 4.18: Cuadros de dialogo de la instalación de phpMyAdmin. ....	58
Figura 4.19: Página por defecto para el inicio de sesión en phpMyAdmin. ....	59
Figura 4.20: Clave de firma mosquito-repo.gpg.key. ....	59
Figura 4.21: Paquetes de instalación mosquito y mosquito-clients. ....	60
Figura 4.22: Verificación de servicio del protocolo MQTT. ....	60
Figura 4.23: Ejecución del entorno virtual workon cv. ....	62
Figura 4.24: Compilación de la librería OpenCV. ....	62
Figura 4.25: Instalación de la librería OpenCV. ....	63
Figura 4.26: Prueba de ejecución de OpenCV en Python. ....	63
Figura 4.27: Paquete de libre distribución Telegram-cli. ....	63
Figura 4.28: Paquetes de instalación libreadline-dev, libconfig-dev, libssl-dev, lua5.2 y liblua5.2-dev. ....	64
Figura 4.29: Registro y verificación de la plataforma Telegram-cli. ....	65
Figura 4.30: Esquema de conexión GPS NEO-6 u-blox a RPI. ....	65
Figura 4.31: Paquetes de instalación gpsd, gpsd-clients y python-gps. ....	66
Figura 4.32: Esquema de conexión relé y ventilador. ....	68
Figura 4.33: Cuadro de dialogo para la creación de una nueva cuenta de usuario en phpMyAdmin. ....	69
Figura 4.34: Fijación de variables para la creación de tablas de datos alcocheck y dgps. .....	70
Figura 4.35: Flujograma de adquisición y almacenamiento de coordenadas GPS. ....	70
Figura 4.36: Flujograma de captura facial del usuario, sección A. ....	72
Figura 4.37: Flujograma de captura facial del usuario, sección B. ....	73
Figura 4.38: Flujograma de captura facial del usuario, sección C. ....	74
Figura 4.39: Flujograma de captura facial del usuario, sección D. ....	75
Figura 4.40: Flujograma de almacenamiento de datos de alcoholímetro. ....	76
Figura 4.41: Flujograma de consulta de datos del alcoholímetro y GPS. ....	77
Figura 4.42: Flujograma de publicador MQTT bloqueo/llave/aplica. ....	78
Figura 4.43: Flujograma de notificación Telegram-cli. ....	79
Figura 4.44: Flujograma de suscriptor MQTT prueba/estado. ....	80

Figura 4.45: Esquema general del divisor de tensión. ....	82
Figura 4.46: Esquema del circuito equivalente del sensor MQ3 con señal acondicionada. ....	82
Figura 4.47: Diseño de bloques del Conversor A/D. ....	83
Figura 4.48: Señales de datos y control del protocolo de comunicación DHT11. [84]. .....	85
Figura 4.49: Esquema de conexión del módulo de medición de alcoholemia. ....	86
Figura 4.50: Flujograma del módulo de medición de alcoholemia, sección A. ....	87
Figura 4.51: Flujograma del módulo de medición de alcoholemia, sección B. ....	88
Figura 4.52: Configuración de IP estática en aplicación móvil virtuíno. ....	89
Figura 4.53: Panel de control en virtuíno, configuraciones de la aplicación para un botón de encendido virtual y la visualización de mediciones de alcoholemia, humedad y temperatura. ....	90
Figura 4.54: Esquema de conexión del módulo de bloqueo. ....	91
Figura 4.55: Flujograma de funcionamiento del módulo de bloqueo. ....	92
Figura 4.56: Diagrama de implementación del prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil. ....	93
Figura 4.57: Conexiones física de la fuente de alimentación del módulo de control. ....	94
Figura 4.58: Fijación y conexión de elementos a terminales GPIO. ....	94
Figura 4.59: Conexión de dispositivos a los puertos USB de la RPI3. ....	95
Figura 4.60: Vista externa del empaque del módulo de control. ....	95
Figura 4.61: Vista interna del empaque del módulo de control. ....	96
Figura 4.62: Circuito electrónico del módulo de medición de alcoholemia. ....	96
Figura 4.63: Vista externa del empaque del módulo de medición de alcoholemia. ....	96
Figura 4.64: Vista interna del empaque del módulo de medición de alcoholemia. ....	97
Figura 4.65: Circuito electrónico del módulo de bloqueo. ....	97
Figura 4.66: Vista externa e interna del empaque del módulo de bloqueo. ....	97
Figura 4.67: Implementación del prototipo en el vehículo. ....	98
Figura 4.68: Mensajes informativos del módulo de medición de alcoholemia mediante virtuíno. ....	99
Figura 4.69: Indicadores de la finalización de la prueba de alcoholemia. ....	99

Figura 4.70: Mensajes de comunicación serial que notifican el envío de los comandos LEDon, fin y URL de la página PHP para almacenamiento de datos en phpMyAdmin. .....	100
Figura 4.71: Curvas comparativas de calibración del módulo de medición de alcoholemia. ....	102
Figura 4.72: Mensajes del terminal de consola del suscriptor MQTT prueba/estado, identificador de detección facial y lista de imágenes relacionadas. ....	103
Figura 4.73: Comparación de coordenadas GPS entre el terminal de consola y la tabla de datos dgps. ....	104
Figura 4.74: Nivel de alcoholemia y humedad almacenado en la tabla de datos alcocheck. ....	104
Figura 4.75: Mensajes del terminal de consola del suscriptor MQTT prueba/estado, consulta a base de datos y determinación de bloqueo al circuito de encendido del vehículo. ....	105
Figura 4.76: Comprobación de la transmisión de mensajes Telegram. ....	105
Figura 4.77: Verificación del encendido del motor. ....	106
Figura 4.78: Registro de tiempo de finalización de test de alcoholemia, respuesta de confirmación y duración del estado de bloqueo/desbloqueo. ....	106
Figura 4.79: Histórico de los datos almacenados del módulos de medición y bloqueo. .....	107

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se analiza la problemática del ente humano atrás del volante cuando este no se encuentre en las condiciones adecuadas para conducir por la ingesta de licor y se da solución con el diseño e implementación del prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico, el cual conmuta el sistema de encendido de un automotor como un circuito abierto o cerrado, acorde a los valores marcados por un dispositivo que mide la concentración de alcohol en el aliento.

Para brindar apoyo al conductor se dispone de una plataforma de notificación por comunicación móvil que informa el nivel de alcoholemia detectado, la habilitación/inhabilitación de la restricción aplicada al vehículo, la localización geográfica por coordenadas GPS de este y una fotografía facial frontal del usuario, dicho enlace incorpora una red local inalámbrica (WiFi) para los elementos que conforman el prototipo y la transmisión de información hacia terminales móviles compatibles con el sistema de mensajería instantánea Telegram mediante la red UTMS.

Con el prototipo propuesto se protege la vida del conductor.

**Palabras clave:** Alcoholímetro, sistema de encendido vehicular, GPS, mensajería instantánea.

## **ABSTRACT**

In the present research project is analyzed the problem of the human being behind the wheel when it is not in the right conditions to drive the intake of liquor and is given a solution with the design and implementation of the prototype vehicle locking system by breathalyzer electronic, which switches the ignition system of a motor vehicle as an open or closed circuit, according to the values marked by a device that measures the concentration of alcohol in the breath.

To provide support to the driver, there is a notification platform for mobile communication that informs the level of BAC detected, the enabling / disabling of the restriction applied to the vehicle, the geographical location by GPS coordinates of this and a frontal face photograph of the user, this link incorporates a wireless local network (WiFi) for the elements that make up the prototype and the transmission of information to mobile terminals compatible with the Telegram instant messaging system through the UTMS network.

With the proposed prototype, the life of the driver is protected.

**Keywords:** Breathalyzer, vehicle ignition system, GPS, instant messaging.

## INTRODUCCIÓN

El prototipo del sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil, aportó funciones adicionales en comparación a los proyectos planteados referentes a los alcoholímetros electrónicos. Las funciones que se destacaron en este prototipo fueron la notificación de los resultados de las pruebas de alcoholemia por la plataforma de mensajería instantánea Telegram, los cuales se almacenaron en una base de datos, la captura facial del usuario, la localización del vehículo por coordenadas GPS y el bloqueo del circuito de encendido; es necesario indicar que no se encontró en el mercado ecuatoriano por el momento un equipo que reúna todas las características anteriormente mencionadas.

Para el desarrollo del tema investigado se describe la fundamentación teórica, la metodología empleada para la recolección y análisis de la información, así como las conclusiones y recomendaciones que se presentan de la data obtenida.

El presente trabajo consta de cinco capítulos estructurados de la siguiente manera:

Capítulo I, se plantea el problema y su delimitación, se justifica el desarrollo de un prototipo y se establecen los objetivos a lograrse.

Capítulo II, se exhibe los antecedentes investigativos relacionados al proyecto, la fundamentación teórica empleada y la propuesta de solución al problema.

Capítulo III, se describe la metodología utilizada en la investigación.

Capítulo IV, se describe el diseño e implementación del prototipo propuesto.

Capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones del prototipo implementado.

Finalmente se encuentra la bibliografía utilizada y los anexos con los datos técnicos de los elementos utilizados, la programación realizada y las fotografías del prototipo.



# **CAPÍTULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1.Tema**

“Sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.”

### **1.2.Planteamiento del Problema**

En el mundo, los accidentes de tránsito causó la muerte de aproximadamente 1,25 millones de personas por año, entre 20 y 50 millones de ellas sufrió traumatismos no mortales, sin embargo en su mayoría provocó una discapacidad, siendo esta la principal causa de defunción en el grupo etario de 15 a 29 años, los países de ingresos bajos y medianos presentó el 90% de las defunciones relacionadas a este hecho, pese a poseer solo el 54% de los vehículos a nivel mundial. [1]

Los accidentes de tránsito costó a la mayoría de los países el 3% de su PIB, y fue provocado principalmente por factores de riesgo como la aceleración, conducción bajo los efectos del alcohol, la no utilización de los implementos de seguridad, conducción distraída e infraestructura vial insegura; siendo el alcohol el más riesgoso de todos pues desembocó en accidentes con desenlaces fatales o lesiones graves. [1], [2]

En el Ecuador, la Agencia Nacional de Tránsito el año pasado registró accidentes por causas probables de conducción bajo la influencia del alcohol, y se posicionó como

una de las principales procedencias de los accidentes de tránsito en el país, con cifras por siniestros de 2.096, 1.472 lesionados y 76 fallecidos a nivel nacional. [3]

Las leyes de tránsito ecuatorianas en los últimos años han sido muy rigurosas, debido a las severas sanciones económicas, equivalentes o superiores al salario básico unificado, detención vehicular y prisión, cuando se presume que un conductor presentó niveles de alcoholemia superiores a los permitidos. [4]

El Cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi, el último año presentó muertes por accidentes de tránsito a causa del exceso de velocidad por la ingesta sugestiva de alcohol, según informó Mauricio Maya, Jefe de Tránsito en Cotopaxi, también se indicó el registro de 36 accidentes; debido a que existen muchas fiestas donde se ingiere bebidas alcohólicas, los conductores no toman conciencia real del enorme riesgo al que se ven expuestos al participar en dicha actividad. [5], [6]

El alcohol etílico es un tóxico, una vez que ingresó al organismo genera en pocos minutos alteraciones en el sistema nervioso central, por lo tanto superado el límite máximo permitido por la ley ecuatoriana de 0,1 g/l de sangre para el transporte público y 0,3 g/l para personas particulares, el conductor no se encuentra apto para conducir un vehículo legalmente y fisiológicamente, por ende se le niega la conducción de un automóvil para salvaguardar su seguridad y la de los demás. [7]

### **1.3.Delimitación**

#### **Delimitación de contenidos**

- Área académica: Ingeniería.
- Línea de investigación: Sistemas de Control.
- Sublínea de investigación: Seguridad y prevención de riesgos laborales.

#### **Delimitación espacial**

- El proyecto se desarrolló en el cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

## **Delimitación temporal**

- El proyecto se desarrolló en el periodo de diciembre de 2017 a julio de 2018.

## **1.4. Justificación**

El presente tema investigativo fue importante porque fomentó el desarrollo de la tecnología vial terrestre, buscó la prevención de los accidentes de tránsito, el resguardo del elemento humano que es el factor más importante en la infraestructura vial y la disminución de daños materiales. [8]

Los alcoholímetros son instrumentos que permitieron determinar los niveles de alcohol de una persona, dicha medida se realizó en forma gaseosa; su uso típico se observó en los controles realizados por la Agencia Nacional de Tránsito cuando se cometió un accidente presuntamente por la ingesta de licor. [9], [10]

De lo descrito en el párrafo anterior, el mencionado dispositivo se empleó en conjunto con otros elementos para efectuar el bloqueo del vehículo en su sistema de encendido, para la restricción en la manipulación del automotor, cuando su conductor se halló en estado etílico, de esta forma se previno los accidentes de tránsito causados por este hecho. [11]

También se generó una notificación cuando el conductor no se encontraba en condiciones aptas por efectos del licor, así se contactó a una persona de confianza que pueda prestar su ayuda en dicha situación; se optó enviar dicho mensaje por el sistema de comunicación móvil, dado que se ha difundido como uno de los medios de comunicación más empleados en la sociedad actual. [12]

El beneficiario directo fue el propietario del vehículo, en el cual se instaló el prototipo desarrollado por la presente investigación, lo que contribuyó a mejorar la seguridad vial tanto de usuarios como de peatones, además de ello los datos tecnológicos resultantes de la investigación fue un precedente para las futuras investigaciones relacionadas a este campo de estudio.

El diseño e implementación de un prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil, fue factible institucional, tecnológica y económica con la aplicación de placas simples computacionales (SBC).

Se contó con los recursos institucionales de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial como fueron sus laboratorios, biblioteca y repositorios con información relevante para el proyecto investigativo.

El mercado tecnológico que abarcan las SBC es muy amplio, por ende presentó variedad en sensores, proveedores, precios y modelos, además de la conectividad hacia el internet, siendo adecuado para el proyecto, respecto a los precios estos fueron moderados y asequibles. [13]

## **1.5.Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

Implementar un prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Analizar la situación actual de la ley de tránsito y los equipos de medición de alcoholemia en el Ecuador.
- Seleccionar los dispositivos electrónicos óptimos para la implementación de un prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Diseñar un prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes Investigativos**

En los antecedentes investigativos se encontró los siguientes trabajos relacionados al presente proyecto de investigación, se investigó principalmente en publicaciones de revistas, repositorios de universidades; algunos de los temas con la mayor concordancia se presentan a continuación:

En la ESPOCH, María Casanova realizó la tesis de grado "Diseño, construcción e instalación de un alcoholímetro con dispositivo de bloqueo de un vehículo" en el año 2014, para ello empleó un microcontrolador ATMEGA, sensor de alcohol MQ3 y relés, concluyendo que el uso de sensores de alcohol en el vehículo limitan la conducción cuando se ha bebido alcohol, siendo una opción de bienestar y seguridad. [14]

En la ESPE de Latacunga Euro Mena ejecutó la tesis de grado "Diseño y construcción de un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo" en el año 2005, para este fin se basa en el microcontrolador 16F877, sensor semiconductor de dióxido de estaño y relés, concluyendo que el estudio permitió construir un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo que permite controlar si el conductor se encuentra en estado de embriaguez o no, para poder conducir su vehículo. [15]

En la ESPOCH Juan Cujano, efectúa la tesis de grado "Diseño e implementación de un sistema de control electrónico para bloquear /desbloquear automóviles mediante

mensajes MSM encriptados" en el año 2010, para ello empleó un microcontrolador 16F877, modem GSM, relés, software Proton IDE y MELABS, concluyendo que mediante comandos AT, microcontrolador y red de telefonía celular para SMS se puede bloquear o desbloquear un automóvil. [16]

En la revista International Journal of Scientific & Engineering Research, M. Vaishnavi publicó el artículo "Intelligent Alcohol Detection System For Car" en el año 2014, empleó un microcontrolador 16F877A y sensor MQ-2, concluyendo que el dispositivo es una tecnología no invasiva y permite medir de forma rápida el contenido de alcohol en la sangre del conductor. [17]

En la revista International Journal of Engineering Research, K. Deepa publicó el artículo "Accident Prevention by Eye Blinking Sensor and Alcohol Detector" en el año 2015, para ello recurrió a un microcontrolador AT89S8252, sensor de alcohol MQ7, sensor IR y un buzzer, concluyendo que se puede reducir el consumo de alcohol y los accidentes de carretera relacionados con somnolencia y por tanto los detectores empleados tienen una gran relevancia. [18]

## **2.2.Fundamentación teórica**

Para la presente investigación su fundamentación teórica-científica, se basó en la contextualización expuesta a continuación.

### **2.2.1. Sistema de encendido del vehículo automotor**

El vehículo automotor es un medio de transporte destinado a la movilidad de personas y/o mercancías, convierte la energía generada por la combustión del combustible en energía mecánica para desplazarse sobre cuatro ruedas, mismo que basa su funcionamiento en múltiples sistemas.

El sistema de encendido se encarga de la creación y distribución de la chispa que inicia la ignición de la mezcla aire-combustible al interior de una recámara de combustión, que tiene como resultado el deslizamiento de los pistones y su consiguiente generación

de fuerza. La nomenclatura para nombrar los distintos tipos de sistemas de encendido, surge del fabricante alemán Bosch, según el funcionamiento a largo de los años, se puede resumir acorde a la siguiente tabla.

Tabla 2.1: Tipos de sistema de encendido. [19]

<b>SISTEMAS DE ENCENDIDO</b>
<b>Primera generación: Sistema convencional</b>
- Encendido convencional con platinos.
<b>Segunda generación: Sistemas con ayuda electrónica (sin contactos)</b>
- Encendido electrónico con bobina captadora.
- Encendido electrónico con sensor Hall.
- Encendido electrónico integral por efecto óptico.
<b>Tercera generación: Sistemas integrales estáticos (sin distribuidor)</b>
- Encendido directo computarizado sin distribuidor.
- Encendido directo computarizado con reparto de chispa mediante sistema de bobina-bujía.

#### a. Sistema convencional (con platino)

La figura 2.1 muestra el esquema de un sistema de encendido convencional, la batería proporciona una tensión de 12V constante para el vehículo, por tanto es el elemento más importante, la llave de encendido controla el paso de corriente hacia la bobina cuando el conductor activa la función de ignición.

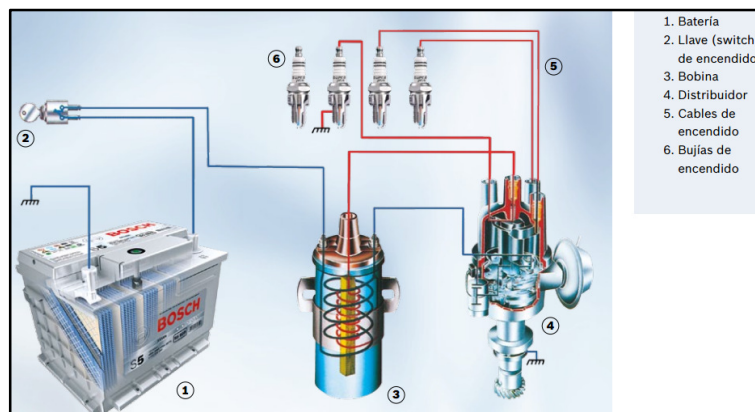


Figura 2.1: Sistema de encendido convencional. [20]

El voltaje de 12V entregada por la batería no es capaz de generar la chispa en la bujía de encendido, por lo tanto dicha tensión debe ser elevada hasta que se trascendencia el valor necesario para esta acción, el aumento se consigue a través de la bobina de encendido, compuesta por un bobinado primario y un secundario, la inducción entre ellas produce alrededor de 20.000 voltios.

### **Distribuidor con platino**

En el lapso de tiempo que el platino del distribuidor se encuentra cerrado, se ejerce en la bobina de encendido un campo magnético, mismo que perdura hasta alcanzar su valor máximo, en dicho punto se apertura el circuito del bobinado primario a causa de la abertura del platino.

Al momento de abrir el platino, de manera inmediata el condensador funciona como un acumulador, en el cual se almacena la corriente generada hasta el momento, dicha acción dura momentáneamente, a su vez las líneas magnéticas empiezan a desaparecer del bobinado primario y consecuentemente comienzan a inducir tensión en el circuito secundario.

La alta tensión procedente del bobinado secundario se envía al cable de la bobina capaz de soportar dicho voltaje, y luego a la tapa del distribuidor, que cruza por el rotor, y se comparte a la bujía de cada cilindro de forma secuencial para producir la chispa de ignición, el orden varía dependiendo de la clase de motor.

### **b. Sistema de encendido electrónico**

El encendido electrónico se compone de los elementos de un sistema convencional, la diferencia radica en la sustitución del ruptor o platino en la cabeza del distribuidor por una bobina captadora, sensor Hall o un sensor de luz infrarroja, cada uno de ellos se conecta con un módulo electrónico específico capaz de entender la información transmitida por estos, dichos datos establecen el corte de la circulación de corriente del bobinado primario para la generación de la chispa de ignición de la bujía, la figura 2.2 muestra el esquema en general.



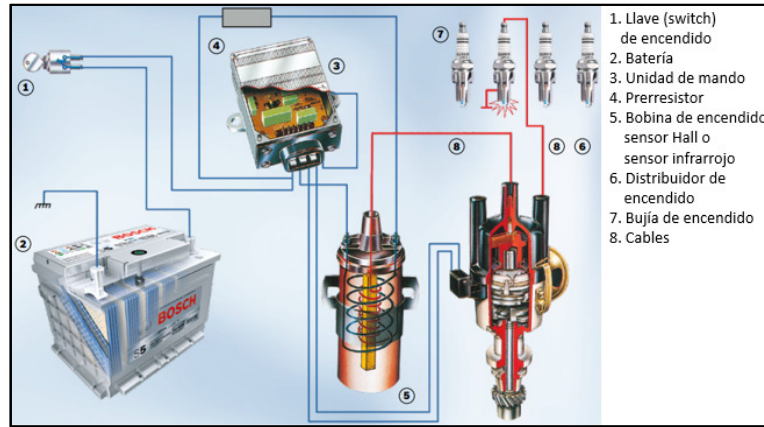


Figura 2.2: Sistema de encendido electrónico general. [20]

### c. Sistema de encendido directo computarizado sin distribuidor

Sistema de encendido directo computarizado sin distribuidor o por sus siglas DIS, se caracteriza por eliminar por completo el último elemento mecánico de distribución, los ajustes para crear la chispa de ignición depende de la información de los sensores que comprueban las circunstancias del motor, los datos se comparten entre el módulo de encendido y la computadora, tal cual lo indica la figura a continuación.

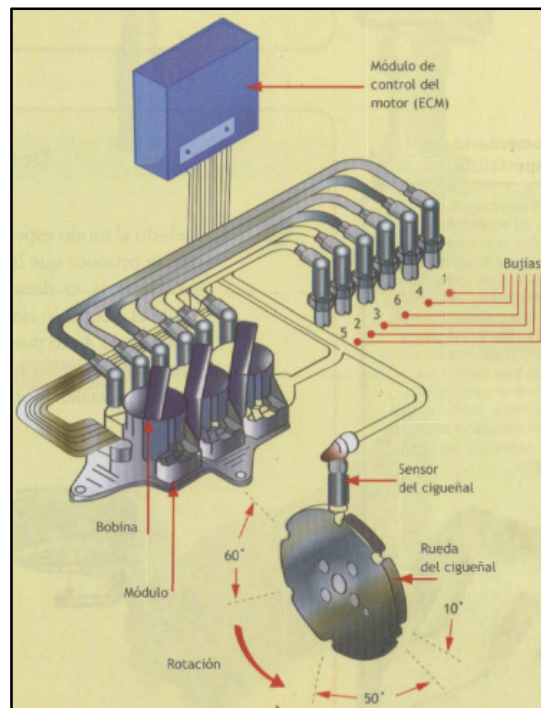


Figura 2.3: Sistema de encendido directo computarizado sin distribuidor. [19]

#### **d. Sistema de encendido directo computarizado con reparto de chispa**

La computadora automotriz regulariza la ignición del auto, por tanto en este sistema es innecesario la utilización de un módulo electrónico, se diferencia por implementar en cada bujía una mini bobina de encendido, debido a ello se reduce el cableado de alta tensión.

#### **2.2.2. Alcohómetro**

El alcohómetro o alcohómetro es un elemento empleado para la comprobación del nivel de alcohol que se halla presente en un líquido o gas, puede utilizarse, por tanto, para la medición del porcentaje de alcohol en una bebida alcohólica o para determinar la presencia de alcohol en la sangre o aliento. [21]

Un alcohómetro electrónico, basado en el funcionamiento de un sensor de gas, efectúa mediciones al exhalar sobre él; la relación de alcohol en la sangre es de interés cuando una persona requiere percatarse de las condiciones en las que se encuentra un conductor, determinar el estado de este es relevante para la seguridad en las carreteras y calles.



Figura 2.4: Alcohómetro electrónico. [21]

Los alcohómetros de aire exhalado, son diseñados y construidos en base a uno de los siguientes elementos presentados a continuación.

### a. Sensor de infrarrojos

El diseño empleando infrarrojos utiliza la característica de los gases para absorber una fracción de las radiaciones electromagnéticas que cruzan por dicho medio, ubicándose entre la zona visible y las microondas del espectro radioeléctrico denominada infrarrojo, la longitud de onda absorbida más eficientemente por el etanol vaporizado es de 9,5 micrómetros, por lo que la técnica implementada en el alcoholímetro radica en el uso de un emisor de infrarrojos conectado a filtros que excluyen las ondas diferentes a 9,5 micrómetros, de esta forma se evitan falsos negativos en las mediciones. [22]

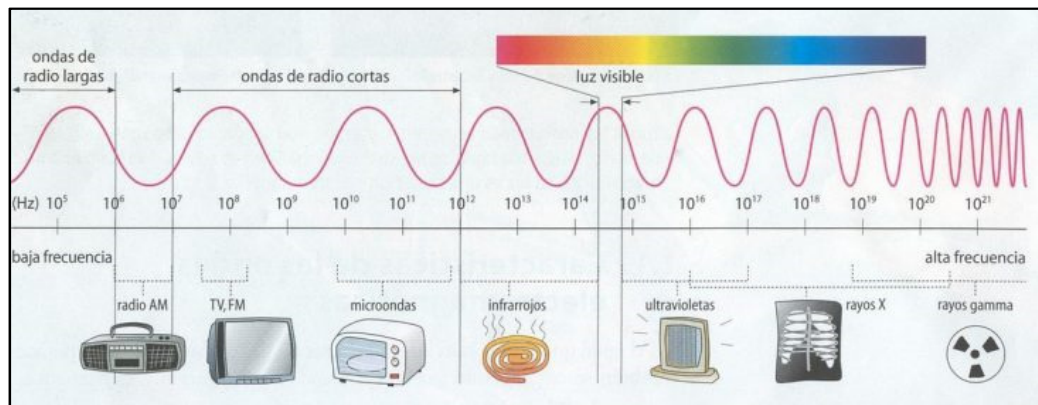


Figura 2.5: Espectro radioeléctrico. [22]

Las mediciones se basan en el principio de ley de Lambert-Beer, el cual menciona que la cantidad de energía absorbida es proporcional a la concentración de gas, por tanto la energía restante se convierte en un diferencial eléctrico que ayuda a determinar el valor representativo de la cantidad de alcohol exhalado.

### b. Célula electroquímica

El precio de un sensor de infrarrojos es elevado, por tanto la industria diseñó un elemento de fabricación con un coste reducido, así se comenzó la implementación de las células electroquímicas en los alcoholímetros, el principio de funcionamiento aplicado es la generación de energía eléctrica mediante la manipulación de reacciones químicas.

La célula electroquímica de uso más cotidiano es aquella conocida como pila, la cual se conforma de los electrodos metálicos cátodo y ánodo, dichos terminales se encuentran inmersos en una solución conocida como electrolito, en donde se ocasiona una reacción de oxidación en el ánodo, el cual produce un flujo de electrones que recorrerá hasta el cátodo, de esta forma se genera una corriente eléctrica proporcional a la cantidad de etanol presente en el aire, la figura a continuación muestra su estructura. [22]

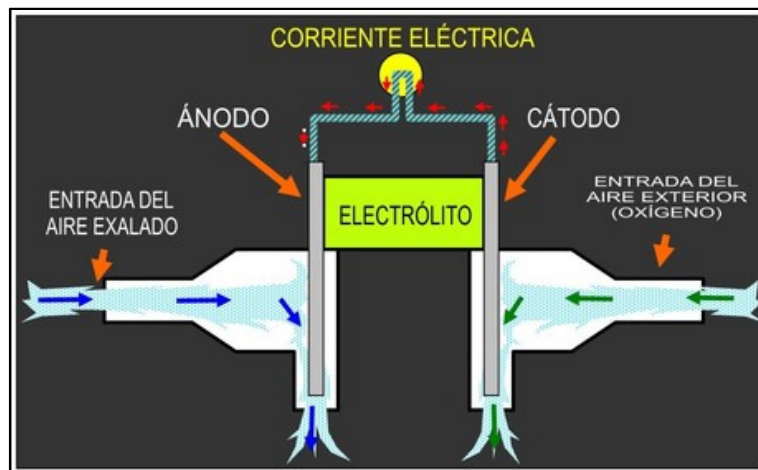


Figura 2.6: Célula electroquímica. [22]

### 2.2.3. Alcohol y conducción

Aquellos que beben y conducen tienen muchas posibilidades de causar o sufrir accidentes, debido a que el alcohol ocasiona cambios evidentes en el comportamiento, afectando múltiples capacidades psicofísicas requeridas para una segura conducción, por debajo de la norma legal el conductor es inconsciente del peligro al cual está expuesto y no toma las previsiones adecuadas, aumentando su tolerancia al riesgo.

La alcoholemia simboliza el volumen de alcohol existente en la sangre y se cuantifica en gramos de alcohol por cada litro de sangre (g/l) o su semejante en aire espirado (mg/l), el alcohol comienza a detectarse en la sangre a los 5 minutos de haberlo ingerido y adquiere su máximo nivel en el intervalo de 30 a 90 minutos subsecuentes, desde dicho instante, empieza a desaparecer lentamente de la sangre hasta su completa expulsión. [23]

Los efectos que el licor produce en un conductor son muy numerosas y diversas, acorde al nivel de alcoholemia la sintomatología cambia, a continuación en la tabla 2.2 son mencionadas únicamente las alteraciones más peligrosas y comunes referente a la conducción de vehículos junto a su grado del consumo de alcohol.

Tabla 2.2: Efectos del alcohol sobre la conducción. [23]

<b>ESTADO</b>	<b>TASA DE ALCOHOLEMIA</b>
<b>Inicio de la zona de riesgo</b>	<b>Hasta 0,5 g/l</b>
<p>Aparecen algunas alteraciones perceptivas.</p> <p>Ciertas alteraciones en la toma de decisiones.</p> <p>Excitabilidad emocional y desinhibición.</p> <p>Subestimación de la velocidad.</p> <p>Mayor tolerancia al riesgo.</p> <p>Aumento del tiempo de reacción.</p> <p>Problemas de coordinación motora y psicomotora.</p> <p>Alteraciones en la precisión de los movimientos.</p>	
<b>Zona de alarma</b>	<b>0,5 g/l – 0,8 g/l</b>
<p>Peor percepción de las distancias.</p> <p>Problemas para adaptar la visión a los cambios de luz (deslumbramientos).</p> <p>Disminución de la sensibilidad a la luz roja.</p> <p>Alteraciones en la toma de decisiones.</p> <p>Falsa sensación de seguridad en sí mismo.</p> <p>Impulsividad y agresividad.</p> <p>Alteraciones motoras y psicomotoras.</p> <p>Mayor número de errores en la trayectoria.</p> <p>Perturbación del equilibrio.</p> <p>Menor sensación de fatiga.</p> <p>Incremento de la somnolencia.</p>	
<b>Conducción peligrosa</b>	<b>0,8 g/l – 1,5 g/l</b>
<p>Graves problemas perceptivos (visión doble, deslumbramientos, visión en túnel, etc.).</p>	

Graves alteraciones atencionales (especialmente la vigilancia y la atención dividida).	
Graves alteraciones en la toma de decisiones.	
Peor percepción y mayor tolerancia al riesgo.	
Sobreestimación de las propias capacidades.	
Comportamiento impulsivo e impredecible.	
Grave alteración del tiempo de reacción.	
Problemas serios de la coordinación y la precisión de los movimientos.	
<b>Conducción altamente peligrosa</b>	<b>1,5 g/l – 2,5 g/l</b>
Graves problemas perceptivos y atencionales.	
Graves alteraciones del control y la coordinación motora. Toma de decisiones gravemente afectada. Comportamiento titubeante, impulsivo e impredecible.	
<b>Conducción imposible</b>	<b>Más de 3 g/l</b>
Embriaguez profunda.	
Estado de estupor y progresiva inconsciencia.	
Posibilidad de coma (más de 4 g/l) y de muerte (más de 5 g/l).	

#### 2.2.4. Mensajería instantánea

La mensajería instantánea o por sus siglas en inglés IM, es un servicio de comunicación de tiempo real entre dispositivos como computadoras, tabletas, celulares, etc., misma que ha evolucionado desde los 90's y hoy en día se ha sofisticado y adoptado como parte del uso cotidiano. [24]

En la actualidad dicho servicio se ha difundido entre dispositivos móviles como aplicaciones de mensajería orientadas a entablar un canal de comunicación a través de la nube, para acceder a internet los equipos terminales principalmente emplean las redes de datos móviles de telefonía celular por mantener el enlace mientras continúan en movimiento y separados por enormes distancias.

#### Funcionamiento de la mensajería instantánea

Según [24], la forma en que la comunicación ocurre se describe de la siguiente manera:

1. Usando un cliente de IM (programa de mensajería instantánea instalado), se ingresa el identificador de usuario y contraseña.
2. El cliente se enlaza a un servidor usando Internet y algún protocolo de comunicación, que es usualmente específico para el servicio que se esté usando.
3. El servidor confirma la identidad del cliente IM y se elabora un registro temporal de la conexión junto con la lista de contactos previamente almacenados.
4. El servidor comprueba de la lista de contactos aquellos que se encuentran disponibles en dicho momento y provee la información (estado en línea) al cliente.
5. Se elige a la persona a quien se transmitirá un mensaje y consecuentemente se escribe y envía. En dicho instante el software del cliente emisor conoce la IP y puerto del destinatario y muestra al cliente del contacto seleccionado el mensaje.
6. El destinatario escribe un mensaje en respuesta, repitiendo el proceso anterior y así lleva a cabo una conversación.
7. Cuando se cierra el cliente IM, el servidor se percata de que se está fuera de línea y le comunica a los clientes listados en contactos que no se encuentra disponible. El servidor destruye el registro temporal que se había creado cuando se estableció conexión.

### **Plataformas de aplicaciones de mensajería instantánea**

Las plataformas bajo las cuales funcionan las aplicaciones de mensajería instantánea, son diversas y gozan de distintos índices de popularidad dependiendo de cada país, a continuación se indican aquellas que se han mantenido operativas y con acogida de nuevos usuarios en los últimos años.

#### **a. WhatsApp**

Es la aplicación de mensajería más utilizada, alcanza los 1.500 millones de usuarios activos, según ellos mismos han anunciado, por esta plataforma se envía 60.000 millones de mensajes cada día, es decir, una media de 40 mensajes por persona. Admite llamadas VOIP gratis entre usuarios, envió de mensajes de textos, fotos, videos, audio y enlaces tanto a usuarios como a grupos, sencilla y fácil de manejar.

[25]

## **b. Telegram**

Alcanza los 100 millones de usuarios, de uso gratuito, programado en OpenSource o código libre, presume de seguridad gracias al cifrado de sus mensajes, tiene chats secretos o privados que se autodestruyen en un tiempo determinado que se fije, envía fotos sin compresión, archivos de hasta 1Gb de capacidad, los grupos pueden ser de hasta 200 personas y dispone de una aplicación para ordenador. [26]

## **c. Facebook Messenger**

Cuenta con más de 650 millones, cuenta con llamadas VOIP, se puede enviar fotos, videos, audios y mantener conversaciones privadas particulares o de grupos, disponible como aplicación en Smartphone y vía web. [26]

### **2.2.5. Sistema de telefonía móvil**

El sistema de telefonía es el servicio más utilizado de los que ofrecen los sistemas de comunicaciones móviles, presenta la mayor cobertura a nivel mundial, si bien la telefonía móvil empezó siendo analógica, en la actualidad todo el servicio es digital, dependiendo de la infraestructura se puede brindar servicios de voz, video o datos. [27]

### **Clasificación de los sistemas de telefonía móvil**

Los sistemas de telefonía móvil comúnmente se clasifican en Primera generación 1G o analógicos (AMPS, NTM, TACS...), Segunda generación 2G o digitales (GSM), Tercera generación 3G (UMTS), Tercera generación avanzada 3.5G (HSDPA), 3.75G (HSUPA) y 3.8G - 3.85G (HSPA+), Cuarta generación 4G (LTE) y 4G+ (LTE Advanced). [28]

### **2.2.6. UMTS**

Las redes móviles de tercera generación se desarrollan por la necesidad de transmisión de datos, procedentes del acelerado desarrollo de aplicaciones móviles que requieren



transmisiones de alta velocidad de datos, debido a que las redes 2G son incapaces de cumplir con tales requisitos.

El acrónimo 3G no se designa a un explícito estándar o tecnología, este comprende numerosas especificaciones técnicas que han sido aceptados para optimizar progresivamente el UMTS inicial con el objetivo de satisfacer la creciente demanda presente en la telefonía móvil.

Con el propósito de trabajar hacia un estándar global 3G móvil, en 1998 se instituyó 3GPP (*Third Generation Partnership Project*), el cual está formado por miembros de los organismos de normalización a nivel mundial, Europa (ETSI), EE.UU. (ANSI) o Japón (ARIB). [29]

### **Asignación de frecuencias UMTS**

Los sistemas UMTS emplean bandas de frecuencia alrededor de 2 GHz para su funcionamiento, se emplea dicho valor por mostrar características favorables como la fácil penetración de la señal en edificios (*indoor*) y la baja atenuación de la señal, la banda asignada depende también de si se emplea duplexación por división de tiempo (*Time Division Duplex, TDD*) o duplexación por división de frecuencia (*Frequency Division Duplex, FDD*).

Para UMTS TDD, la banda se encuentra entre los 1900-1920 MHz para el enlace ascendente y en la banda de 2010-2025 MHz para el enlace descendente, en el caso de UMTS FDD se establecen bandas de frecuencias en el rango de 1920-1980 MHz para el enlace ascendente y de 2110-2170 MHz para el enlace descendente. [29]

### **Estandarización y evolución UMTS**

La evolución de las redes 3G se ha dado desde hace ya varios años, comenzando con la primera versión UMTS conocida como Release 99, la cual presentaba las velocidades teóricas de transmisión de datos de 2 Mbps para el enlace descendente y 384 Kbps para el de subida, a partir de numerosas publicaciones (Release 4, 5, 6 y 7)

se llegó hasta los 42 Mbit/s en el enlace descendente y de hasta 11,5 Mbit/s en el ascendente.

### **2.2.7. Wifi**

La tecnología wifi, acrónimo de Wireless Fidelity (fiabilidad sin hilos), es un conjunto de especificaciones para establecer una red local inalámbrica, la cual se ha difundido mundialmente en entornos domésticos, públicos, institucionales y empresariales, posibilita el acceso sin cables al ancho de banda de un proveedor de internet.

Esta tecnología permite la comunicación entre ordenadores, Smartphones, Tablets, impresoras o cualquier otro dispositivo que pueda enlazarse a la red interna implementada; los terminales deben localizarse dentro de la huella de cobertura de la señal inalámbrica.

#### **a. Regulación del espectro**

Las bandas de frecuencia designada para las redes Wi-Fi son las de 2,4 y 5 GHz, las cuales no son licenciadas, es decir para su utilización no es necesario la contratación del espectro radioeléctrico con la entidad pertinente de regulación del país, por tanto es de uso compartido.

Los dispositivos implementados con esta tecnología están sujetos a las condiciones de potencia de radiación y protocolos de comunicación. La limitación de potencias máximas de radiación está encaminada a buscar una moderación entre la cobertura de los puntos de acceso y las interferencias posibles entre transmisores, en el caso de las bandas de uso común del espectro, se fija la potencia isotropa radiada a 100 mW (20 dBm). [30]

#### **b. Topología de redes Wifi**

Las topologías implementadas para las redes inalámbricas de área local se presentan a continuación.

- **Redes sin infraestructura**

Esta topología popularmente se denomina como redes Ad-Hoc o punto a punto, se caracteriza por permitir la comunicación directa entre las estaciones inalámbricas, no requiere un punto de acceso.

Para establecer una comunicación punto a punto entre equipos, estos se configuran con el mismo canal e identificador de red, de esta forma se sincronizan las señales de radio empleadas para transmisión y recepción de información, el alcance depende de la cobertura de las unidades empleadas.

Cuando dos o más terminales se enlazan de manera dinámica, cada dispositivo funciona como encaminador de la información transmitida y se lo conoce como Mesh, se trabaja con múltiples canales de frecuencia para establecer el enlace.

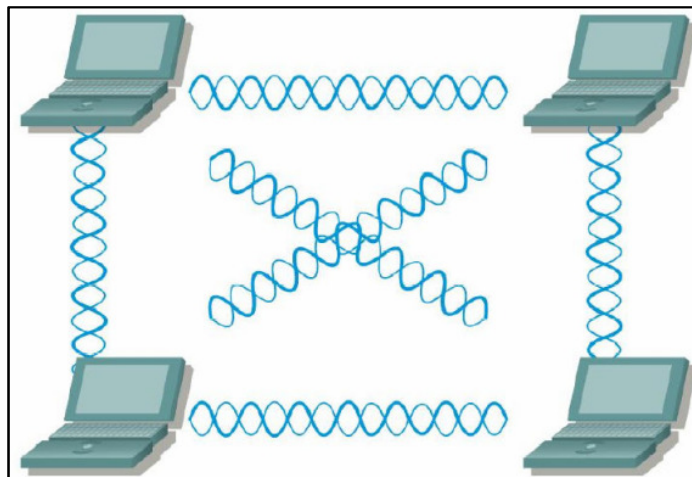


Figura 2.7: Red sin infraestructura. [31]

- **Redes en modo infraestructura**

Esta topología emplea un nodo central llamado punto de acceso (AP), en el cual se conectan las estaciones inalámbricas que se encuentren al alcance de la huella de cobertura, se caracteriza por establecer la comunicación indirecta entre los equipos enlazados.

La eficiencia en cuanto al transporte y gestión de cada paquete a su destinatario es superior a la topología anterior, por tanto la velocidad de transmisión de las múltiples estaciones inalámbricas mejora al trabajar en conjunto; cabe mencionar que cada elemento utiliza el mismo canal de comunicación.

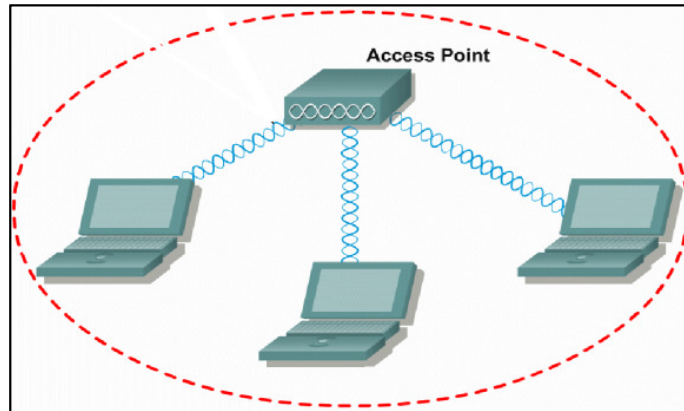


Figura 2.8: Red en modo infraestructura. [31]

### c. Canales Wifi

Un canal wifi es una frecuencia específica extraída de la banda de 2,4GHz, esta puede tomar un valor comprendido entre 2,412 y 2,484GHz, la modalidad de transmisión para el envío y recepción de información es half-duplex; la figura a continuación muestra los canales disponibles.

Cada canal entre sí está separado por 5MHz, sin embargo cada uno de ellos ocupa 22MHz, por tanto existe el solapamiento entre las señales, cuando esto sucede se cambia de frecuencia; cabe mencionar que los canales 1, 6 y 11 no ejercen entre si contacto alguno.

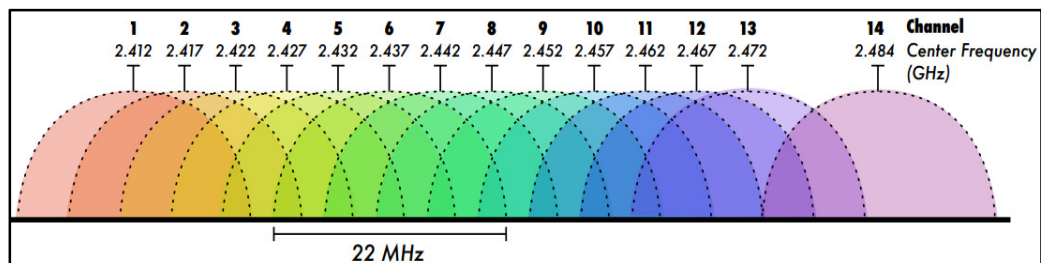


Figura 2.9: Canales wifi [32]

#### **d. Estándares Wifi**

El estándar 802.11 fue asignado a las redes wifi por la Asociación Internacional de Ingenieros Electrónicos y de Telecomunicaciones (*IEEE, International Electrical and Electronic Engineers*), las derivaciones del mismo se diferencian por la utilización de una letra al final, los cuales se redactaron acorde a las mejoras o cambios de algún aspecto como por ejemplo la velocidad de transmisión, ancho de banda, etc.

Por las características propias del diseño de la tecnología wifi, esta presenta una serie de limitantes propias de su funcionamiento, independientemente de la banda de frecuencia en la que trabajan, las mismas se mencionan a continuación.

- **Alcance**

Teóricamente el alcance máximo de la señal wifi en espacios abiertos sin la presencia de obstáculos es de 100 metros, sin embargo con cualquier objeto que obstruya la línea de vista se reduce considerablemente la distancia, sucede igualmente con condiciones meteorológicas desfavorables y con la interferencia de dispositivos que operen en la misma banda de frecuencia.

- **Ancho de banda**

El ancho de banda hace referencia a la velocidad variable que puede manejar un canal acorde a los requerimientos de cada estándar en la búsqueda de un enlace estable con mínimas interferencias y errores, por tanto no es extraño encontrar puntos de acceso desde 2Mbps en adelante.

- **Movilidad**

La red wifi no posee un estándar que permita la movilidad de un usuario, por ende al cambiar el enlace de un equipo terminal con distintos puntos de acceso, se pierde la comunicación momentáneamente, es decir la localización geográfica está limitada a la huella de cobertura de un punto fijo.

En la tabla siguiente se resume los protocolos principales del estándar 802.11, se menciona la banda de frecuencia, el ancho de banda y la velocidad teórica máxima que permite un enlace.

Tabla 2.3: Resumen de protocolo de WiFi IEEE 802.11. [33]

Protocolo	Frecuencia	Ancho de canal	Velocidad de datos máxima (en teoría)
<b>802.11ac wave2</b>	5 GHz	80, 160 MHz	1,73 Gbps
<b>802.11ac wave1</b>	5 GHz	80 MHz	866,7 Mbps
<b>802.11n</b>	2,4 o 5 GHz	20, 40 MHz	450 Mbps
<b>802.11g</b>	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbps
<b>802.11a</b>	5 GHz	20 MHz	54 Mbps
<b>802.11b</b>	2,4 GHz	20 MHz	11 Mbps
<b>802.11</b>	2,4 GHz	20 MHz	2 Mbps

### 2.2.8. GPS

GPS (Global Positioning System) es la abreviatura de Global Positioning System, el cual es un sistema de radionavegación basado en satélites desarrollado por el Departamento de Defensa de Estados Unidos de América que permite a cualquier usuario saber su localización, velocidad y altura, las 24 horas del día, bajo cualquier condición atmosférica y en cualquier punto del globo terrestre. [34]

#### Funcionamiento GPS

Los receptores GPS reciben la información transmitida por los satélites pertinentes a esta función y triangulan la ubicación exacta del usuario mediante cálculos de retardo entre la transmisión y recepción de la señal. La diferencia de tiempo revela al receptor GPS la distancia de separación respecto al satélite.

Los cálculos posicionales en 2D (latitud y longitud) efectuados por el receptor GPS requieren de al menos de tres satélites, mientras que con cuatro o más se determina la ubicación del usuario en 3D (latitud, longitud y altitud), adicionalmente se puede obtener la velocidad, distancia de viaje, distancia al destino, pista, rumbo, fecha, hora, etc.

Los 24 satélites GPS transmiten dos señales de radio de baja potencia, denominadas L1 y L2, el GPS civil utiliza la frecuencia L1 de 1575,42 MHz que depende de la línea de vista para entablar comunicación, por ende no traspasa la mayoría de los objetos sólidos como edificios y montañas; la precisión de la localización geográfica es de 15 metros como media. [34]

Una señal GPS se conforma de tres bytes de información distinta: un código pseudoaleatorio (identificación del satélite), datos de efemérides (información orbital) y datos de almanaque, este último es parte fundamental para determinar una posición, debido a que contiene datos importantes sobre el estado del satélite, fecha y hora actuales.

### **Módulos GPS**

En la actualidad se encuentran varios módulos GPS de diversos fabricantes y en distintos modelos, por tanto a continuación se mencionan aquellos orientados a proyectos electrónicos.

#### **a. GPS NEO 6M**

El módulo NEO 6M de la empresa suiza UBlox es una excelente alternativa de precisión y costo beneficio, es de tamaño reducido por lo que es fácilmente portable en proyectos electrónicos, establece comunicación mediante el puerto serial UART, utiliza el modo modular para ser usado en plataformas como Arduino, RaspberryPi, pcDuino o Laptop, mide los parámetros latitud, longitud, velocidad y altitud. [35]

#### **b. GPS NEO 7**

NEO 7 es un módulo GPS utilizado con dispositivos Arduino y microcontroladores, el módulo emplea una antena cerámica que se coloca directamente sobre el PCB, por tanto no requiere accesorios adicionales para operar. Para recibir los datos NMEA basta con conectar el pin TX con el RX de Arduino, reconoce los 3.3 voltios como nivel alto. [36]

### c. GPS SkyLab SKM53

El módulo SkyLab SKM53 está basado en el circuito MT3329 de MediaTek y cuenta con una antena GPS integrada al módulo. El protocolo NMEA funciona a través del intercambio de cadenas de caracteres ASCII entre el módulo GPS y el microcontrolador, simplificando su interfaz con cualquier sistema que requiera determinar la latitud, longitud, altitud y velocidad de desplazamiento. [37]

#### 2.2.9. Sensores

Un sensor es aquel elemento que proporciona una respuesta determinada ante estímulos químicos o magnitudes físicas (presión, temperatura, sonido, etc.); la tabla a continuación indica las diversas formas de clasificación de este dispositivo.

Tabla 2.4: Clasificación de sensores. [38]

<b>CLASIFICACIÓN DE SENSORES</b>
<b>Según aporte de energía</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Moduladores: precisan una fuente externa de alimentación.</li><li>- Generadores: toman únicamente la energía del medio donde miden.</li></ul>
<b>Según la señal de salida</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Analógicos: la salida varía de forma continua. Normalmente la información está en la amplitud. Cuando la información está en la frecuencia se denominan “cuasi-digitales”.</li><li>- Digitales: la salida varía en pasos discretos.</li></ul>
<b>Según el modo de funcionamiento</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Deflexión: la magnitud medida genera un efecto físico (deflexión).</li><li>- Comparación: se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto opuesto al generado por la magnitud medida.</li></ul>
<b>Según la relación entrada-salida</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Orden cero.</li><li>- Primer orden.</li><li>- Segundo orden</li></ul>



<b>Según el principio físico</b>
- Resistivo, capacitivo, inductivo, termoeléctrico, piezoeléctrico, etc.
<b>Según la magnitud de medida</b>
- Temperatura, presión, aceleración, pH, etc.

#### **a. Sensores de alcohol**

Este tipo de sensores detectan la concentración de alcohol en el ambiente, a continuación se mencionan los distintos modelos.

- **Sensor MQ-3**

El sensor de gas MQ-3 es apto para detectar la concentración de alcohol en el ambiente o en el aliento de una persona, justo como lo haría un alcoholímetro. El MQ-3 posee una gran sensibilidad y tiempo de respuesta, la salida del sensor es de tipo analógica (resistivo) que varía en función de la concentración de alcohol detectada, contiene toda la electrónica básica necesaria para el funcionamiento del mismo. [39]

- **Sensor MQ-303A**

El MQ-303A es un sensor de gas, basado en un semiconductor de dióxido de estaño que tiene una alta sensibilidad al alcohol con rapidez en la velocidad de respuesta. Este modelo es adecuado como comprobador portátil de alcohol en aliento o sistema de bloqueo de encendido en automóviles. [40]

- **Sensor MQ-135**

El MQ-135 es un sensor de calidad del aire que permite detectar algunos gases peligrosos como Amoniaco, Dioxido de Nitrógeno, Alcohol, Benzeno, Dioxido y Monoxido de carbono. El sensor puede detectar concentraciones de gas entre 10 y 1000 ppm y es de utilidad para la detección de gases nocivos para la salud en la industria principalmente, su velocidad de respuesta es bastante buena, por lo que puede activar cualquier dispositivo de manera oportuna. [41]

- **Sensor MQ-138**

Sensor semiconductor de material SnO<sub>2</sub>, tiene una menor conductividad en aire limpio, esta aumenta junto con la concentración de gas. El MQ138 tiene una alta sensibilidad al tolueno, la acetona, el etanol (alcohol) y el formaldehído, es de bajo costo y adecuado para diferentes aplicaciones. [42]

**b. Sensores de humedad**

El sensor de humedad se usa siempre que sea necesario detectar la humedad del aire, combina además la medición de temperatura, a continuación se indican los modelos de uso más cotidiano.

- **DHT11**

Este elemento es digital, realiza mediciones de humedad e internamente realiza la conversión de la temperatura a grados centígrados desde 0 a 50°C, presenta dos modelos, el primero sin la resistencia pull-up (evita inestabilidades de salida) y el segundo se conforma de un circuito integrado que tiene todo lo necesario para conectarse y funcionar, ideal en aplicaciones donde no se requiere datos de alta precisión. [43]

- **DHT22**

Es el hermano mayor del sensor DHT11 y mide los mismos parámetros que este, el DHT22 posee alta fiabilidad y estabilidad, abarca temperaturas bajo cero, tiene una precisión mayor y resolución de 16 bit, aunque sigue siendo un sensor lento ya que podemos obtener una muestra cada 2 segundos. [43]

### **2.2.10. SBC**

Una placa computadora u ordenador de placa reducida (*SBC, Single Board Computer*) es una computadora completa en un sólo circuito, el diseño se centraliza en un

microprocesador con la RAM, E/S y todas las demás características de un computador funcional, el tamaño es reducido dado que la placa base con toda la circuitería necesaria ocupa tan solo algunos centímetros cuadrados. [44]



Figura 2.10: Placa SBC. [44]

Esta arquitectura generalmente se aprovecha en la aplicación de sistemas embebidos o ambientes industriales, típicamente se recurren a ellos como controladores e interfaces, dado los enormes niveles de integración, reducción de conectores y componentes; suelen ser livianos y con un consumo eléctrico reducido.

### **Tipos de placas SBC**

A continuación se presentan placas computacionales simples que han ganado mercado en los últimos años:

#### **a. Raspberry Pi**

Es la placa SBC más difundida en los últimos años, la pequeña placa cuenta con diferentes versiones en el mercado y posee una profunda comunidad, el proyecto se originó durante la búsqueda de hardware económico y libre, con la finalidad para educar computación en los colegios de primaria; eventualmente con la ayuda de su comunidad la placa ha podido desarrollar casi cualquier proyecto, desde un servidor hasta un clúster. [45]

### **b. BeagleBone Black**

Es la opción alternativa a Raspberry Pi, propuesta por los estadounidenses, generalmente no presenta mucha diferencia con sus competidores en cuestión de potencia, ahora bien, BeagleBone Black consigue soportar Ubuntu o también puede trabajar como un accesorio adicional del PC habitual. [46]

### **c. PcDuino**

Es la placa SBC más libre existente según mencionan sus proveedores, PcDuino, está fundamentado en los esquemas de Arduino e incorpora lo necesario para hacer frente a sus competidores, es decir procesador y memoria RAM, a diferencia del resto es bastante grande, alcanza dimensiones de 12 cm de largo por 6 cm de ancho, la última versión de la placa permite y soporta, Ubuntu y Android. [47]

### **d. Pandaboard**

Es quizás la menos popular entre las placas computacionales mencionadas, sin embargo tiene una gran comunidad que está desarrollando interesantes proyectos con esta, una de sus características es la conexión Wireless gracias a una antena incorporada a la placa. [48]

## **2.2.11. Software libre**

El software libre se define como la libertad de los usuarios para ejecutar un programa como se desee, con cualquier propósito (libertad 0), estudiar cómo funciona y cambiarlo según se quiera (libertad 1), redistribuir copias para ayudar a otros (libertad 2) y distribuir copias de versiones modificadas a terceros (libertad 3). [49]

El máximo representante del software libre es GNU/Linux, derivada del núcleo o kernel del sistema, el cual se encarga de gestionar mediante un código los recursos del hardware y facilitar las distintas herramientas y programas del sistema operativo GNU;

las modificaciones y adiciones a lo largo de los años se han denominado como distribuciones o distros, mismas que superan un centenar de versiones.

Las placas computacionales simples pueden trabajar bajo un sistema operativo de distribución GNU/Linux, por tanto a continuación se indican las distribuciones compatibles.

#### **a. Ubuntu**

Basada en Debian GNU/Linux, Ubuntu concentra su objetivo en la facilidad de uso, la libertad en la restricción de uso, los lanzamientos regulares (cada 6 meses) y la facilidad en la instalación; el entorno de escritorio oficial es Gnome y se sincronizan con sus liberaciones [50]

#### **b. Raspbian**

Raspbian es el sistema operativo recomendado para Raspberry Pi (al estar optimizado para su hardware), se basa en una distribución de GNU/Linux llamada Debian, dispone de dos versiones, la más completa con entorno gráfico y otra más reducida sin entorno gráfico. [51]

#### **c. Arch Linux**

Es una distribución de Linux independiente, de propósito general, desarrollada para las arquitecturas i686 y x86-64, utiliza su propio gestor de paquetes, diseñada para ser liviana y simple, el enfoque de su diseño se centra en simplicidad, elegancia y coherencia de código. [52]

#### **d. Lubuntu**

Lubuntu, se trata de una versión ligera del popular sistema Ubuntu (posiblemente el Linux más conocido) optimizado para usarse en equipos con pocos recursos, disponible en versiones de 32 y 64 bits. [53]

### **2.3.Propuesta de solución**

La implementación de un prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil, empleando SBC, permitió la limitación de la manipulación del vehículo a fin de evitar accidentes de tránsito y notificar a un contacto de confianza sobre el estado del conductor.

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.Modalidad de la investigación**

La presente investigación se basó en una metodología aplicada, se desarrolló ideas para la resolución del problema de niveles alcoholemia en la conducción superior a lo establecido por la ley ecuatoriana y también se empleó la modalidad bibliográfica-documental.

Se realizó una investigación bibliográfica-documental mediante libros, revistas científicas y publicaciones electrónicas, se profundizó diferentes enfoques con respecto al tema de investigación, de esta manera se recopiló información valiosa que sirvió de sustento científico para el proyecto.

Se realizó investigación de campo porque se toma información de alcoholímetros existentes, se efectuaron pruebas del funcionamiento del prototipo y análisis del mismo.

#### **3.2.Recolección de información**

Para la recolección de información se utilizó, fuentes bibliográficas, repositorios de publicaciones y archivos de internet, se recogió datos importantes para el avance de la investigación.

### **3.3. Procesamiento y análisis de datos**

La información recabada en la investigación fue procesada y analizada para la obtención de resultados claros y concisos, por ello se preconizaron acorde a lo siguiente:

- Analizar la información compilada.
- Depurar la información.
- Procesar la información.
- Elaborar una arquitectura esquematizada del diseño.
- Mejorar los algoritmos de diseño.
- Verificar el diseño del prototipo.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo y ajustes.
- Presentar resultados.

### **3.4. Desarrollo del proyecto**

Para el desarrollo del presente proyecto se realizó a cabo la siguiente estructura de pasos:

- Analizar en la ley de tránsito, artículos relacionados a los niveles de alcoholemia en la conducción y las sanciones aplicadas.
- Investigar sobre los equipos de medición de alcoholemia en el Ecuador.
- Establecer los requisitos para el prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Identificar las tecnologías en hardware disponibles para el diseño del proyecto.
- Seleccionar los componentes de hardware requerido para el diseño del prototipo.
- Determinar el software a utilizarse con el hardware seleccionado.
- Elaborar la arquitectura del sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Desarrollar algoritmos para la etapa del diseño del proyecto investigativo.



- Validar el prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Instalar en un vehículo el prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo y correcciones en caso de ser requeridas.
- Elaborar el informe final.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 4.1. Leyes de tránsito sobre conductores en estado de embriaguez en el Ecuador y equipos de medición de alcoholemia

Se realizó el diseño e implementación del prototipo de un sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil; para ello fue necesario investigar los antecedentes investigativos en lo referente al marco legal sobre conductores en estado de embriaguez y las características de los alcoholímetros.

Se recurrió al Código Orgánico Integral Penal (COIP) aprobado y vigente bajo el oficio No. SAN-2014-0138 para la investigación de los artículos 376,379 y 385 referentes a los niveles de alcoholemia permitidos por las leyes ecuatorianas, así como también las sanciones aplicables.

Tabla 4.1: Leyes referente al nivel de alcoholemia en conductores.

<b>SECCIÓN TERCERA</b>					
<b>Contravenciones de tránsito</b>					
<b>Artículo</b>	<b>Conductor</b>	<b>Nivel de alcoholemia (g/L)</b>	<b>Sanción monetaria</b>	<b>Sanción a la licencia</b>	<b>Privación de libertad</b>
385. Conducción de vehículo en estado de embriaguez	Particular	0,3 a 0,8	1 S.B.U.	-5 puntos	5 días
		Mayor de 0,8 hasta 1,2	2 S.B.U.	-10 puntos	15 días
		Mayor 1,2	3 S.B.U.	Suspensión 60 días	30 días
	Transporte público liviano o	Mayor 0,1	-	-30 puntos	90 días

	pesado, comercial o de carga				
En todos estos casos, se aprehenderá el vehículo por veinticuatro horas					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salario básico unificado, S.B.U.</li> </ul>					
<b>SECCIÓN SEGUNDA</b>					
<b>Delitos culposos de tránsito</b>					
<b>Artículo</b>	<b>Conductor</b>	<b>Nivel de alcoholemia (g/L)</b>	<b>Sanción monetaria</b>	<b>Sanción a la licencia</b>	<b>Privación de libertad</b>
376. Muerte causada por conductor en estado de embriaguez	Particular	Igual o mayor 0,3	Solidariamente responsable de daños civiles	Revocatoria definitiva	10 a 12 años
	Transporte público liviano o pesado, comercial o de carga	Mayor 0,1	Propietario y operadora del vehículo, responsable de daños civiles	Revocatoria definitiva	10 a 12 años
379. Lesiones causadas por accidente de tránsito	<b>Víctima un daño, enfermedad o incapacidad de cuatro a ocho días</b>				
	Conductor	Mayor al permitido	Solidariamente responsable por los daños civiles	Suspensión 40 días	80 días
	<b>Víctima un daño, incapacidad o enfermedad de nueve a treinta días</b>				
	Conductor	Mayor al permitido	Solidariamente responsable por los daños civiles	Suspensión 8 meses	1 año y 4 meses
	<b>Víctima un daño, incapacidad o enfermedad de treinta y uno a noventa días</b>				
	Conductor	Mayor al permitido	Solidariamente responsable por los daños civiles	Suspensión 2 años	4 años

<b>Víctima un grave daño, incapacidad o enfermedad superior a noventa días</b>				
Conductor	Mayor al permitido	Solidariamente responsable por los daños civiles	Suspensión 3 años y 4 meses	6 años y 8 meses
<b>Víctima enajenación mental, pérdida de un sentido o de la facultad del habla, inutilidad para el trabajo, incapacidad permanente, pérdida o inutilización de algún órgano</b>				
Conductor	Mayor al permitido	Solidariamente responsable por los daños civiles	Suspensión 4 años y 6 meses	9 años y 2 meses

Elaborado por: El investigador, en base a [8].






Para la investigación sobre equipos de medición de alcoholemia se recurrió a una fuente primaria de información, como fueron las entrevistas realizadas al Ing. Juan José Ponce y la Eco. Gladis Sánchez, operativos encargados de los alcoholímetros instalados en el terminal terrestre de la ciudad de Ambato y de Latacunga respectivamente, dado que los datos proporcionados no tuvieron el mismo nivel información, se hace énfasis a la de mayor relevancia, así se obtuvo la información planteada a continuación.

Según menciona el Ing. Juan José Ponce, los alcoholímetros empleados al interior de las instalaciones son de mano y de cabina, los alcoholímetros de mano son de los más utilizados, por su fácil movilidad y comodidad al realizar las pruebas de alcoholemia, los alcoholímetros de cabina incorporan un alcoholímetro de mano en conjunto a una cámara, escáner y expendedor de tickets; refiérase al anexo A por imágenes de los alcoholímetros implementados.

La marca de los dispositivos de medición de alcoholemia utilizados es Lifeloc, mismos que fueron regulados por la Agencia Nacional de Tránsito, bajo la resolución No. 171-DIR-2013-ANT, en la cual se indica el procedimiento a seguir por los agentes civiles de tránsito de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, cuerpo de vigilantes de la Comisión de Tránsito y Policía Nacional según la atribución que les corresponda.

Dado que se identificó a Lifeloc como la marca de alcoholímetro empleada por la ANT, se procedió a investigar dicho equipo y sus principales competidores, para determinar los parámetros a aplicarse en el diseño del prototipo planteado, a continuación se detallan las principales características.

Tabla 4.2: Equipos de medición de alcoholemia.

Marca / Características	Lifeloc 	Dräger 	Sentech 	AlcoHawk 	VDO grupo Davasa 
Modelos	FC5, FC10, FC10 PLUS, FC20 y FC20BT	7510, 6810 y 5510	AL7000, AL6000 y AL4000	PT750, PT500P y PT500	ZL2008301 54590.9
Tolerancia	0 a 2,85 mg/L	0 a 2,5 mg/L	0 a 2 mg/L	0 a 2 mg/L	0 a 0,995 mg/L
Modos de prueba	Modalidad positivo / negativo, modalidad cero / bajo / alto y modalidad manual	Muestreo pasivo, muestreo manual	Muestreo auto-mático, muestreo rápido	Muestreo activo, muestreo pasivo	Muestras directas
Sensor	Sensor electro-químico	Sensor electro-químico	Sensor modular	Sensor electro-químico	Sensor electro-químico
Celda	Combustión de platino robusta	-	Celda de combustible	Celda de combustible	Celda de combustible

Respuesta	Inmediata en negativos, < 10 segundos en positivos	3 segundos	Cualitativos en 3 segundos (positivo/negativo)	3 a 8 segundos	< 5 segundos, calentamiento < 20 segundos
Temperatura de operación	0 °C a +55 °C	-5 °C a +50 °C	-5 °C a +40 °C	+10 °C a +40 °C	0 °C a +50 °C
Memoria	4000 exámenes	5000 exámenes	500 exámenes	1000 exámenes	-
Comunicación inalámbrica	Bluetooth impresora	IR,GPS	-	-	-
Precio	\$500,00	\$ 2003,07	\$295,10	\$500,00	\$55,00

Elaborado por: El investigador, en base a [54], [55], [56], [57]. [58], [59].

#### 4.2. Estudio de la factibilidad

Se realizó el análisis de la factibilidad técnica, bibliográfica y económica para determinar la viabilidad del proyecto de investigación en la solución de las necesidades planteadas, así se menciona lo siguiente:

##### a. Factibilidad técnica

El presente proyecto de investigación posee factibilidad técnica, porque los materiales requeridos fueron de fácil adquisición, mismos que pueden encontrarse en el mercado nacional e internacional.

##### b. Factibilidad bibliográfica

El presente proyecto de investigación posee factibilidad bibliográfica debido a la información obtenida de los repositorios de las distintas Universidades, artículos científicos, libros y revistas; las cuales se empleó de base para la ejecución del proyecto.

### **c. Factibilidad económica**

El presente proyecto de investigación posee también factibilidad económica porque el costo total de la implementación del prototipo de un sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil, fue asequible para el investigador.

### **4.3. Diagrama de bloques del prototipo de sistema de bloqueo**

En el diseño de la propuesta del trabajo de investigación se consideró dividir las distintas funciones del sistema en módulos, mismos que trabajan en conjunto para satisfacer las necesidades de la problemática planteada, la figura 4.1 indica un diagrama de bloques general del prototipo.

El prototipo implementado se conformó de los siguientes módulos:

1. Conectividad 3G/Wifi.
2. Control.
3. Medición de alcoholemia.
4. Bloqueo.

El diagrama muestra los componentes físicos utilizados en el prototipo, en el mismo se aprecian los enlaces de la comunicación inalámbrica, los cuales son gestionados en su totalidad por el módulo de conectividad 3G/Wifi.

Se distingue un módulo de control, cuyo punto central es el servidor, en el cual se conectan por medios guiados la cámara, unidad GPS, fuente de alimentación, relé y ventilador, estos dos últimos trabajan juntos para enfriar a los componentes internos con el propósito de evitar algún sobrecalentamiento.

Las funciones principales que cumple el módulo de control es el almacenamiento de los datos generados durante una prueba de alcoholemia, en base a dichos valores se computa en qué estado debe encontrarse el módulo de bloqueo.

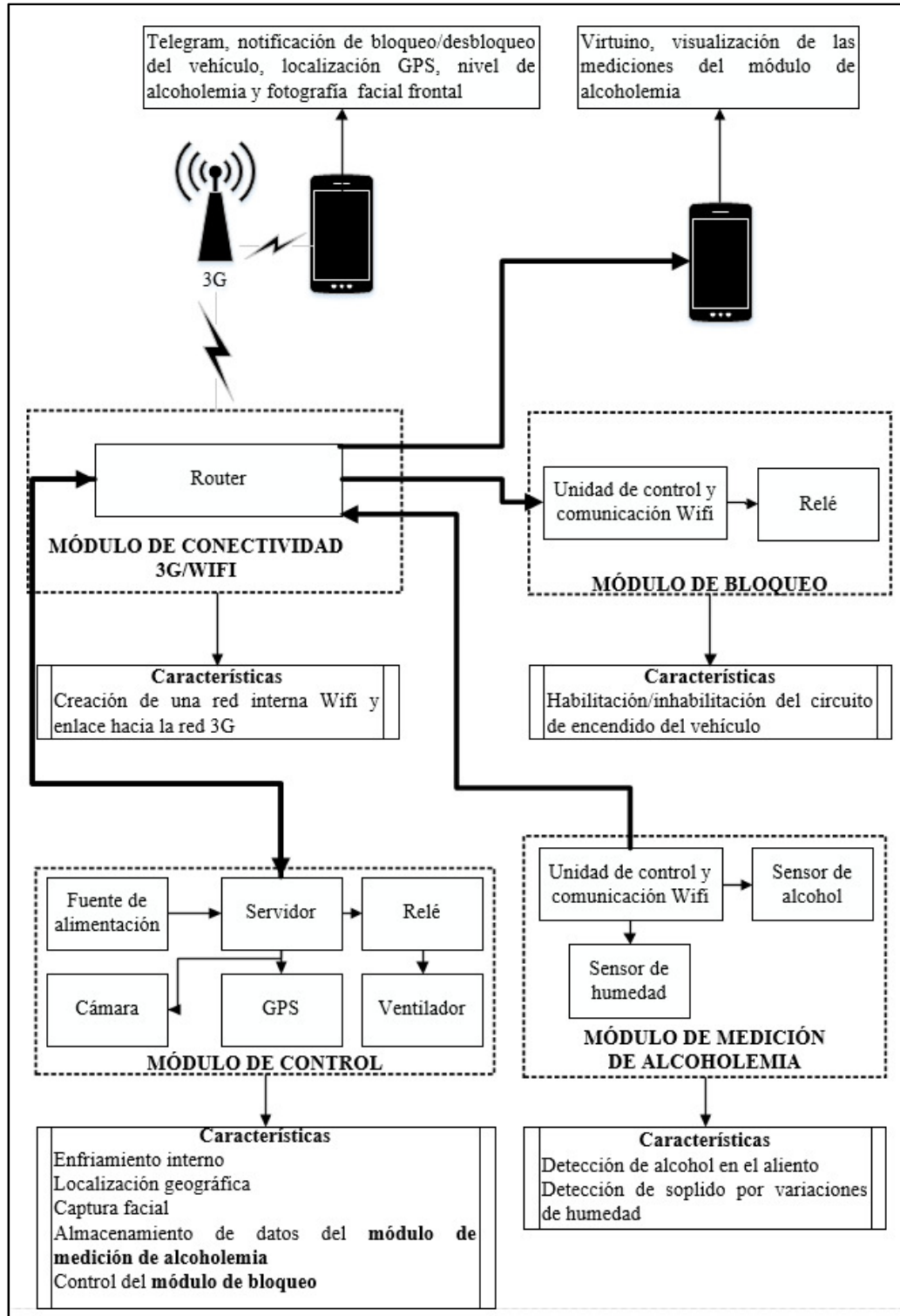


Figura 4.1: Diagrama de bloques del diseño general del prototipo.

Elaborado por: El investigador.



Por tanto el módulo de control determina si se da paso al encendido del vehículo, los resultados obtenidos en cada test son enviados por mensajería instantánea Telegram, se adjunta además la localización por coordenadas GPS del automotor y una fotografía del conductor.

El módulo de medición de alcoholemia como su nombre lo indica detecta la concentración de alcohol en el aliento de una persona por medio de un sensor, es sensible al soplo por la medición de humedad. Los datos de los sensores son transmitidos de forma inalámbrica al módulo de control y a un Smartphone con la aplicación virtuno (visualización de medidas).

El módulo de bloqueo abre y cierra el circuito de encendido del vehículo acorde a las instrucciones recibidas del módulo de control; los algoritmos de funcionamiento posteriormente aplicados se explican en los flujogramas de cada módulo.

#### **4.4. Análisis de los requerimientos del sistema**

Los requerimientos del prototipo se los analizó acorde a los apartados subsecuentes a continuación.

##### **4.4.1. Criterios del módulo de conectividad 3G/Wifi e indicadores del módulo de control**

El módulo de conectividad 3G/Wifi hace mención al dispositivo encargado de la comunicación inalámbrica, el sistema abarca este punto como notificación por comunicación móvil. Por tanto el prototipo planteado requirió la capacidad de enviar mensajes por una plataforma de mensajería instantánea compatible con dispositivos Smartphone, así pues se proporcionó la conectividad hacia la red celular de datos 3G, debido a que se necesita establecer un enlace entre módulos, se decidió establecer una red Wifi.

El módulo de control hizo énfasis en una placa computacional simple capaz de registrar, controlar, administrar y sincronizar la información proporcionada por cada

uno de los módulos presentes en el prototipo de un sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.

#### **4.4.2. Parámetros del módulo de medición de alcoholemia**

De la información recabada sobre alcoholímetros y sanciones por la concentración de alcohol en niveles ilegales para la conducción, se tomó en consideración el nivel de alcoholemia, tolerancia de medición, temperatura de operación y memoria como los parámetros requeridos por el prototipo, por tanto se definen cada uno de ellos en los apartados subsecuentes.

##### **a. Nivel de alcoholemia**

El nivel de alcoholemia permitido por el prototipo del sistema fue establecido en 0,1 gramos por litro de sangre, que equivale a 0,05 mg/L de aire exhalado de alcohol, dicho valor no infringe las leyes ecuatorianas sobre consumo de alcohol y conducción en ninguno de los artículos vigentes, la medida fijada no discrimina entre conductores noveles y profesionales por tanto es un parámetro general.

##### **b. Tolerancia de medición**

La tolerancia de medición es un factor relevante dado que proporciona el rango de medición a cumplirse en las pruebas de alcoholemia, la tolerancia ínfima para el sistema se estableció de 0,05 a 2,85 mg/L, dicho valor se consideró en base a los alcoholímetros investigados y la ley vigente de alcoholemia en la conducción, por tanto el prototipo puede superar la escala fijada.

##### **c. Temperatura de operación.**

La temperatura de operación es importante debido a que indica la fiabilidad de las pruebas realizadas en un medio ambiente que cambia constantemente, es decir las mediciones no son fácilmente afectadas por enfriarse o calentarse el clima, así el valor referencial se fijó de 0 a +50°C.

#### **d. Memoria**

La capacidad de memoria o almacenamiento referencial obtenido de la investigación previa se fijó en 7500 exámenes, dicho valor se obtuvo de la cifra más alta encontrada con un aumento del 50%, por tanto en el diseño del prototipo del sistema se decidió la utilización de una base de datos capaz de llevar un registro de consulta igual o superior al mencionado.

#### **4.4.3. Factores del módulo de bloqueo**

Debido a que la finalidad del módulo de bloqueo es mantener apagado el motor, se decidió irrumpir la señal enviada entre la llave de contacto y la bobina de encendido, estos elementos conforman parte del sistema de encendido.

Con valores del test de alcoholemia igual o superior a 0,05 mg/L en aire exhalado por el conductor se abre el circuito del sistema de encendido, mientras que con mediciones inferiores a la cifra mencionada se cierra el mismo.

#### **4.4.4. Análisis de los componentes del sistema**

Para la selección de los diferentes componentes que intervienen en la toma de datos y procesamiento de información, se realizó el análisis de distintos elementos a fin de determinar aquellos que se ajusten a los requerimientos del prototipo planteado.

#### **4.4.5. Sensor de alcohol**

Se realizó un análisis entre los sensores MQ3, MQ135, MQ303A y AQ3, mismos que detectan el alcohol en el aire, a continuación se detallan las características técnicas de cada uno de ellos.

Tabla 4.3: Sensores de alcohol.

<b>Especificaciones</b>	<b>MQ-3</b>	<b>MQ-135</b>	<b>MQ-303A</b>	<b>AQ-3</b>
Alimentación	5V	5V	3V	5V

Temperatura de operación	-10°C a 70°C	-20°C a 70°C	-10°C a 70°C	-20°C a 60°C
Potencia de consumo	750mW	950mW	140mW	315mW
Rango de medición alcohol	0,04 mg/L a 10 mg/L	0,02 mg/L a 0,56 mg/L	0,04 mg/L a 1,88 mg/L	0,56 mg/L a 5,64 mg/L
Precio	\$5,00	\$7,00	\$5,50	\$7,00

Elaborado por: El investigador, en base a [60], [61], [62], [63].

Se seleccionó el sensor MQ-3, por presentar el mayor rango de medición de alcohol, menor precio y un rango de temperatura de operación adecuado al diseño planteado; refiérase al anexo B por la hoja de datos.

#### 4.4.6. Sensor de humedad

Se realizó el análisis comparativo entre los sensores DHT11 y DHT22, los cuales pueden detectar las variaciones de humedad y temperatura de un soplido, las características técnicas se detallan a continuación.

Tabla 4.4: Sensores de humedad.

Especificaciones	DHT11	DHT22
Alimentación	3.5V a 5.5V	3.3V a 6V
Intensidad de corriente	2.5 mA	2.5 mA
Señal de salida	Señal digital serial	Señal digital serial
Rango de operación	20 a 80% RH -0 a 50°C	0 a 100% RH -40 a 80°C
Tasa de muestreo	1 Hz	0.5 Hz
Precio	\$3,00	\$6,00

Elaborado por: El investigador, en base a [64], [65].

Se seleccionó el sensor DHT11 dado que presenta un costo bajo y un rango de operación que se ajusta a las necesidades del prototipo; las especificaciones técnicas se indican en el anexo C.

#### 4.4.7. Relé optoacoplador

Debido a que este dispositivo es básicamente un interruptor controlado con señales eléctricas, no se consideró compararlo con otra unidad, sin embargo fue necesario

profundizar la investigación en las características técnicas del funcionamiento de los contactos internos a fin de evitar daños eléctricos durante su conexión; la figura a continuación indica el esquema general de este módulo.

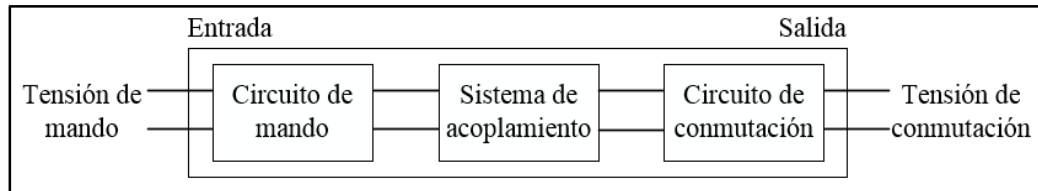


Figura 4.2: Esquema general de un relé.

Elaborado por: El investigador

Por causa del acoplamiento óptico, el circuito de mando y el de conmutación son eléctricamente independientes por tanto es la mejor opción para abrir o cerrar un circuito, así se disminuye el riesgo de daño eléctrico a la placa de control.

La tensión de mando de este dispositivo es de 5V con una corriente de 20mA y se puede controlar cargas de 250V AC o 30V DC a 10A, acorde al dato anterior el relé optoacoplado puede manejar el voltaje de baja tensión del sistema de encendido del vehículo.

Las especificaciones técnicas del relé se muestran en el anexo D.

#### 4.4.8. Dispositivo GPS

Se analizó las características de los módulos GPS NEO-6 u-blox, NEO-7 u-blox y SkyNav SKM53, acorde a las especificaciones técnicas y el precio de adquisición, los cuales se mencionan a continuación.

Tabla 4.5: Módulos GPS.

Especificaciones	NEO-6 u-blox	NEO-7 u-blox	SkyNav SKM53
Tipo de receptor	50 canales, GPS L1 frequency, C/A Code	56 canales, GPS L1C/A	66 canales, GPS L1C/A
Tiempo de primer ajuste	Inicio frío: 27s Inicio caliente: 1s	Inicio frío: 32s Inicio caliente: 1s	Inicio frío: 36s Inicio caliente: 1s

Sensibilidad rastreo y navegación	-161dBm	-158dBm	-165dBm
Precisión de posición horizontal	2.5m	4m	3m
Alimentación	3V	3V	5V
Temperatura de operación	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Precio	\$24,00	\$32,00	\$45,00

Elaborado por: El investigador, en base a [66], [67], [68].

Se seleccionó el módulo GPS NEO-6 u-blox, por presentar la posición horizontal más precisa, el menor tiempo de ajuste en inicio frío, además del menor precio en comparación de las otras opciones.

Las indicaciones técnicas del GPS NEO-6 u-blox se encuentran en el anexo E.

#### 4.4.9. Módulos con placa esp8266

Se decidió el análisis de dispositivos que integran el chip 8266, por el enorme impacto que ha tenido en proyectos de internet de las cosas (IoT), redes de sensores, automatización del hogar y la industria, es decir en aplicaciones en donde se requiera conexión a una red local Wifi con un bajo consumo energético; a continuación se detallan las especificaciones técnicas.

Tabla 4.6: Placas esp8266.

Especificaciones	Esp8266 Serial Esp-01	nodeMCU	Wemos D1
Memoria	SRAM(36KB)/ SPI flash(1MB)	SRAM(128KB)/ SPI flash(4MB)	SRAM(64KB)/ SPI flash(4MB)
Alimentación	3 V a 3,6 V	3,3 V a 5V microUSB	microUSB
Intensidad de corriente	80 mA	200 mA	-
Temperatura de operación	-40 °C a 125 °C	-40 °C a 125 °C	-40 °C a 125 °C
Velocidad de reloj	80 MHz	80 MHz	80 MHz
Bus periférico	UART/HSPI/I2C/I2S/PWM	UART/HSPI/I2C/I2S/PWM	I2C/PWM
Protocolo Wifi	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n

802.11 b	+19,5 dBm	+16 dBm	+25 dBm
Seguridad	WPA/WPA2	WPA/WPA2	WPA/WPA2
Protocolo de red	IPv4, TCP/UDP/HTT P/FTP	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP	IPv4, TCP/UDP/HTTP/ FTP
Pines digitales	2	13	11
Pines análogos	-	1 (10bit)	1 (10bit)
Entrada de voltaje	3,3V	3,3V	3,3 V
Precio	\$6,00	\$14,00	\$15,00

Elaborado por: El investigador, en base a [69], [70], [71].

Se seleccionó los modelos electrónicos esp8266 genérico y el nodeMCU, porque establecen fácilmente la comunicación entre los módulos de medición de alcoholemia, bloqueo y control, los cuales están enlazados a la red Wifi generada por el módulo de conectividad 3G/Wifi. Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo F.

#### 4.4.10. Router 3G/Wifi

Para el análisis se consideraron los modelos Trinity 3G y Alcatel OneTouch Y580, mismos que se encontraron en el mercado nacional, por tanto cumplen con la homologación interna de equipos ecuatorianos, las especificaciones se mencionan a continuación.

Tabla 4.7: Routers 3G.

Especificaciones	Trinity 3G	Alcatel OneTouch Y580
Redes	HSPA+/HSPA/UMTS	HSPA+/HSPA/UMTS
Velocidad de bajada	21.6Mbps	21Mbps
Velocidad de subida	5.76Mbps	5.Mbps
Número de usuarios	10	10
Estándares Inalámbricos	802.11b/g/n	802.11b/g/n
Seguridad	WPA-PSK/WPA2-PSK	WPA-PSK/WPA2-PSK
Batería interna	2000mAh	1500mAh
Precio	\$100,00	\$99,00

Elaborado por: El investigador, en base a [72], [73].

Se seleccionó a la unidad Trinity 3G porque trabaja con todos los estándares derivados de la red UTMS, posee la capacidad suficiente para enlazar a todos los módulos del prototipo y la duración de la batería es superior al de Alcatel OneTouch Y580. La hoja de datos con las características técnicas se encuentra en el anexo G.

#### 4.4.11. Cámara

Se analizó las especificaciones entre la Pi Camera Module y la webcam para PC, las características respectivas se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 4.8: Cámaras.

<b>Especificaciones</b>	<b>Pi Camera Module</b>	<b>Webcam</b>
Sensor de imagen	Sony IMX 219 PQ CMOS	CMOS color
Resolución	8 megapixel	640 x 480 pixel
Tamaño de imagen	3280 x 2464 pixel	4000 x 3000 pixel
Velocidad frame	30 FPS/60 FPS	30 FPS
Conector	CSI 15-pin	USB
Precio	\$30,00	\$10,00

Elaborado por: El investigador, en base a [74], [75].

Se seleccionó la cámara webcam debido a que el conector USB se extiende aproximadamente un par de metros, lo que hace más maleable este dispositivo, en comparación a los pocos centímetros que se extiende la interfaz CSI, la elección se reforzó por un menor coste de adquisición, además de presentar las características necesarias para trabajar con el prototipo del sistema. Las especificaciones técnicas se encuentran en el anexo H.

#### 4.4.12. Placa SBC

La selección de la placa computacional simple es una de las partes más importantes, debido a que cumplirá las funciones del módulo de control, por tanto se consideró las características de un servidor como las velocidades de procesamiento, capacidad de almacenamiento, memoria RAM, conectividad Wifi, etc. A continuación se detallan las especificaciones de los modelos de placas computacionales aplicables al proyecto.

Tabla 4.9: Placas SBC.

<b>Especificaciones</b>	<b>Beagle Bone Black Wireless</b>	<b>Raspberr y Pi 3</b>	<b>pcDuino Lite</b>	<b>PandaBoard</b>	<b>Udoo Neo</b>
-------------------------	-----------------------------------	------------------------	---------------------	-------------------	-----------------



Procesador	TI Sitara AM3358	Broadcom BCM2837	Allwinner A10	OMAP4 430	Cortex-A9
Arquitectura core	64/32 bit	64/32 bit	64/32 bit	64/32 bit	32 bit
Reloj CPU	1 GHz	1,2 GHz	1 GHz	1,2 GHz	1 GHz
Memoria	Micro SD	Micro SD	Micro SD	Micro SD	Micro SD
RAM	512 MB	1 GB	512 MB	1 GB	512 MB
Puertos	1xMicro USB 1xUSB 1xHDMI 3.5mm audio jack	1xMicro USB 4xUSB 1xHDMI 3.5mm audio Jack	1xMicro USB 2xUSB 3.5mm audio jack	1xMicro USB 2xUSB 1xHDMI	1xUSB 1xHDMI 3.5mm audio jack
Pines GPIO	46	40	14	-	36
Función GPIO	UART/I2C/SPI/I2S	UART/I2C/SPI/I2S	UART/I2C/SPI/I2S/PWM	-	UART/I2C/SPI/I2S/PWM
Ethernet	-	100/1000 Mbps	10/100 Mbps	10/100 Mbps	10/100 Mbps
Wifi	802.11 a/b/g/n	802.11 ac	802.11 a/b/g/n	802.11 a/b/g/n	802.11 a/b/g/n
Bluetooth	4.1	4.1	-	2.1	-
Alimentación	5V; 2A	5V; 2A	5V; 2A	5V; 2A	6 a 15V; 2A
Precio	\$111	\$77	\$71	\$174	\$116

Elaborado por: El investigador, en base a [76], [77], [78], [79], [80].

Se seleccionó la placa Raspberry Pi 3 por la alta velocidad de reloj del procesador, la elevada memoria RAM de 1GB, la conectividad Wifi, los pines GPIO configurables, los múltiples puertos y el precio moderado; por dichas razones cumplió con los requisitos adecuados para integrarse a la implementación del proyecto.

Las especificaciones técnicas de la raspberry Pi 3 se indican en el anexo I.

#### 4.4.13. Sistema operativo

En este apartado se trata los sistemas operativos compatibles con la placa computacional simple raspberry pi 3, debido a que en esta se implementa el servidor encargado de controlar las funciones del prototipo propuesto en el proyecto investigado, por ello se elaboró la tabla 4.10 con las características principales de las opciones recabadas.

Tabla 4.10: Sistemas operativos para raspberry Pi.

Sistemas Operativos	Raspbian	Ubuntu Core	Ubuntu Mate	Arch Linux	Lubuntu
SD mínimo	4GB	1GB	6GB	4GB	4GB
Distribución	GNU/Linux Debian	GNU/Linux Ubuntu	GNU/Linux Ubuntu	GNU/Linux	GNU/Linux
Escritorio	PIXEL	N/A	MATE	N/A	LXDE
Wifi	Si	Si	Si	Si	Si
Bluetooth	Si	Si	Si	Si	Si
Soporte	Oficial	Comunidad	Comunidad	Comunidad	Comunidad
Python Stack	Si	No	Si	Si	Si
Python IDLE	Si	No	Si	Si	Si

Elaborado por: El investigador, en base a [81], [82].

Se seleccionó a raspbian como el sistema operativo, por ser una distribución de software libre GNU/Linux, soporte oficial para dispositivos raspberry y paquetes de instalación compatibles con el hardware dispuesto para el proyecto.

#### 4.5. Configuración del módulo de conectividad 3G/Wifi

Para realizar la configuración correcta del módulo, se realizaron la serie de pasos descritos en los apartados subsecuentes.

##### 4.5.1. Asignación de SSID y contraseña

El router Trinity es un dispositivo plug and play, por tanto para acceder a su configuración interna tan solo se lo conectó a un puerto USB del ordenador y mediante un navegador web se accedió a la dirección IP 192.168.0.1 con las credenciales de la imagen a continuación.

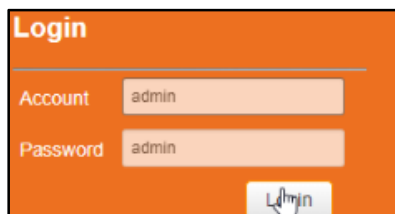


Figura 4.3: Credenciales de acceso para la configuración interna del router Trinity.

Elaborado por: El investigador.

Los parámetros Wifi se configuraron tal cual muestra la figura de abajo, las credenciales aplicadas a la red inalámbrica se configuran en todas las unidades del prototipo que utilicen protocolo 802.11.



Figura 4.4: Configuración de la SSID, contraseña y potencia de transmisión de la red interna Wifi.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.5.2. Verificación de USIM y conexión a internet

La verificación de la tarjeta USIM es importante debido a que en configuraciones posteriores se requiere la recepción de SMS y la conexión hacia internet, por tanto se envió un mensaje de texto hacia el router para realizar una comprobación, el cual se muestra a continuación.

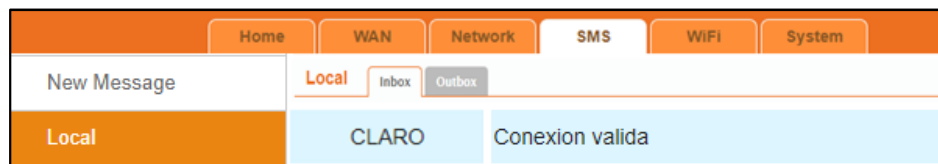


Figura 4.5: Comprobación de la bandeja local de mensajería SMS del router Trinity.

Elaborado por: El investigador.

El acceso al ciberespacio se lo confirmó desde el panel de opciones del dispositivo y con él envío de paquetes de datos, para ello desde un ordenador se ejecutó el comando ping hacia la nube, la siguiente imagen muestra la prueba realizada.



Figura 4.6: Verificación de conexión hacia la nube mediante comando ping y panel de router.

Elaborado por: El investigador.

## 4.6. Diseño del módulo de control

En este apartado se explican todas las configuraciones necesarias para cumplir con las funciones requeridas por este módulo.

### 4.6.1. Instalación del sistema operativo raspbian

Se realizó la instalación del sistema operativo raspbian, para ello se recurrió primeramente al sitio web oficial de descargas <https://www.raspberrypi.org/downloads/>, de donde se obtuvo la distribución a utilizarse por la raspberry.

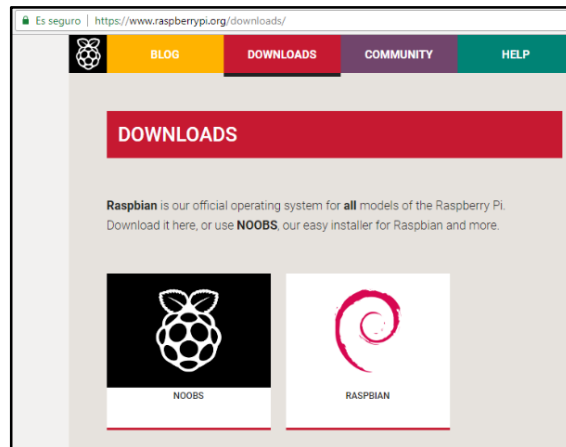


Figura 4.7: Distribuciones oficiales de sistemas operativos para Raspberry Pi.

Elaborado por: El investigador.

Existen varios paquetes de instalación desde los cuales se puede instalar raspbian, la opción Noobs no fue recomendable dado que ocupa un espacio de memoria mayor en el almacenamiento de la tarjeta micro SD debido a las plataformas adicionales que se pueden utilizar.

Por tanto se optó por utilizar la última versión de raspbian denominada stretch, la cual cuenta con entorno gráfico, misma que presenta pasos sencillos de instalación, así se descargó el comprimido raspbian\_latest.zip, en cuyo interior se encuentra un archivo \*.img.

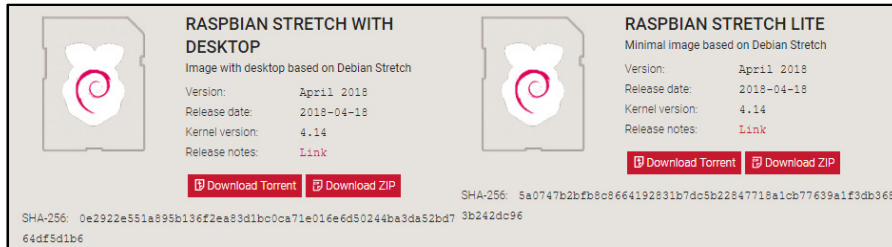


Figura 4.8: Paquetes comprimidos de instalación del sistema operativo Raspbian Stretch.

Elaborado por: El investigador.

Para continuar con la instalación se formateó una tarjeta micro SD de 32GB mediante la herramienta SD Card Formatter, obtenida del sitio web [https://www.sdcard.org/downloads/formatter\\_4/eula\\_windows/index.html](https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_windows/index.html), se optó por este programa dado que es mencionado en múltiples proyectos de RPI.

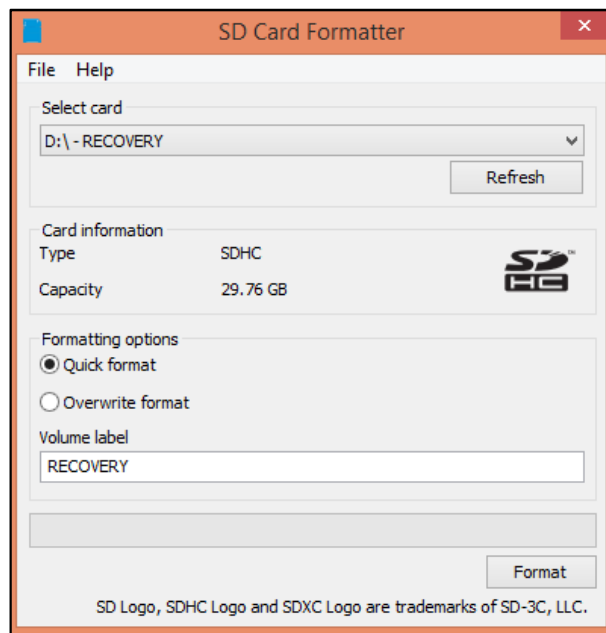


Figura 4.9: Herramienta SD Card Formatter, especializada en el formateo de tarjetas micro SD.

Elaborado por: El investigador.

El siguiente paso fue grabar el sistema operativo en la Micro SD, por lo cual se decidió utilizar el software Win32 Disk Imager, obtenido de la URL <http://sourceforge.net/projects/win32diskimager/files/latest/download>, la ventaja que presenta esta herramienta es la opción de copia de seguridad de la información presente en la tarjeta, el tiempo estimado de esta tarea es de 20 minutos.

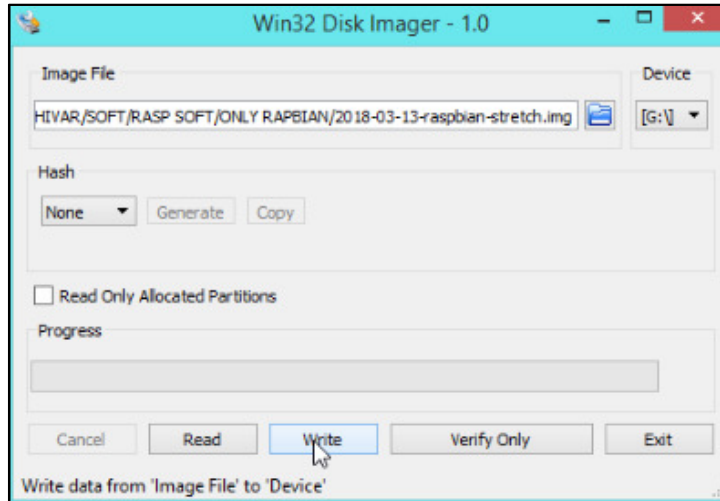


Figura 4.10: Programa Win32 Disk Imager, experta en la instalación y respaldo de sistemas operativos con extensión \*.img.

Elaborado por: El investigador.

Finalmente se colocó la memoria en la ranura pertinente de la raspberry y se procedió con el arranque del sistema operativo, la imagen a continuación muestra el escritorio de raspbian stretch.

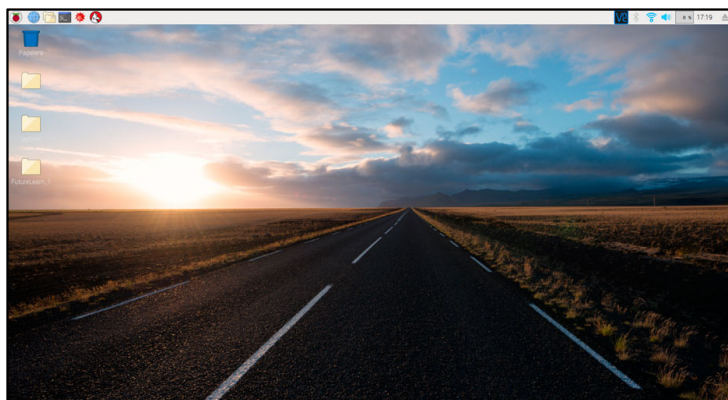


Figura 4.11: Modo gráfico del sistema operativo Raspbian Stretch.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.2. Implementación de servidor LAMP

Para iniciar con la creación del servidor LAMP, se procedió a descargar el paquete apache2 desde el terminal de consola con el comando *sudo apt-get install*, una vez instalado cumplió la función de servidor web.

```
pi@alcouta: ~
pi@alcouta:~ $ sudo apt-get install apache2
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  apache2-bin apache2-data apache2-utils libapr1 libaprutil1
  libaprutil1-dbd-sqlite3 libaprutil1-ldap liblua5.2-0 ssl-cert
```

Figura 4.12: Paquete de instalación apache2.

Elaborado por: El investigador.

Se comprobó la correcta instalación del servicio anterior; al ingresar la IP de la raspberry en un navegador web se obtuvo la página de inicio del servidor apache, se determinó la dirección asignada por el router con el comando *ip add*, la cual fue *192.168.0.101*.

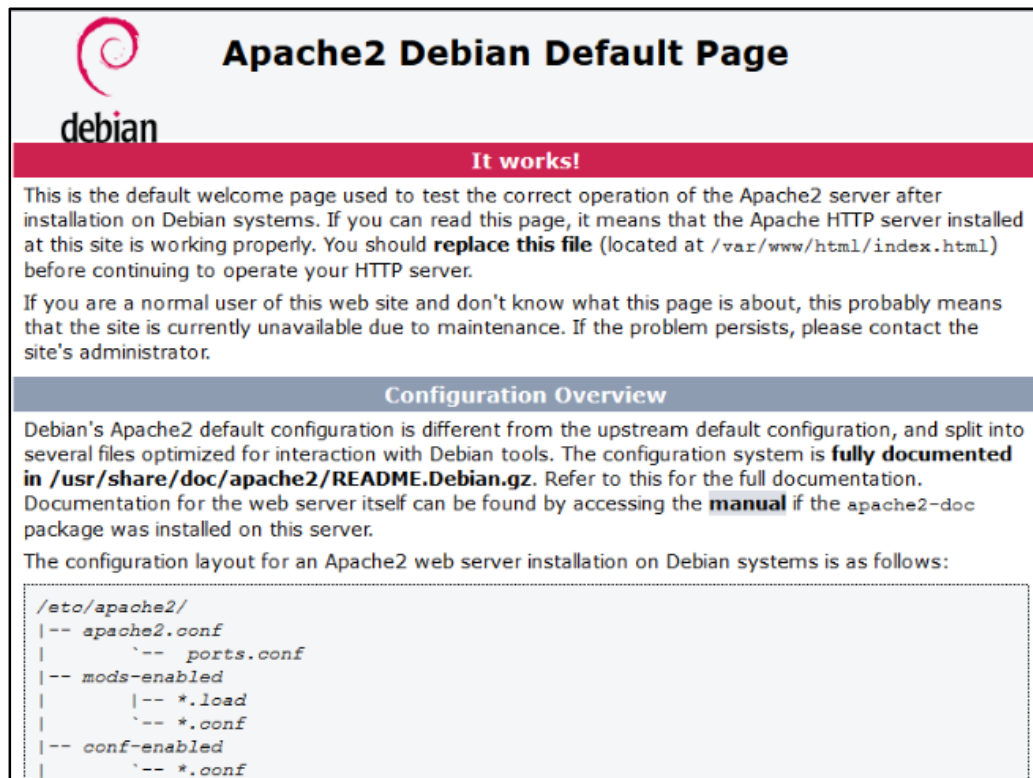


Figura 4.13: Pagina por defecto del servidor Apache2.

Elaborado por: El investigador.

Para manejar páginas con lenguaje PHP, que visualiza los comandos de programación solo del lado del servidor, fue necesario ejecutar el comando *sudo apt-get install php php-mbstring*.

```
pi@alcouta: ~
pi@alcouta:~ $ sudo apt-get install php php-mbstring
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
  libapache2-mod-php7.0 php-common php7.0 php7.0-cli php7.0-common php7.0-json
  php7.0-mbstring php7.0-opcache php7.0-readline
```

Figura 4.14: Paquetes de instalación php y php-mbstring.

Elaborado por: El investigador.

Al terminar la instalación se reinició la placa computacional simple para levantar el nuevo servicio instalado, se verificó aquello mediante la creación y ejecución de un documento *info.php* en el directorio */var/www/html/*, para cumplir con dicha labor se utilizó el siguiente código.

- `sudo vi /var/www/html/info.php`
- `<?php`
- `phpinfo();`
- `?>`

Después de editado el archivo anteriormente mencionado, este se ejecuta desde el navegador web con la dirección *192.168.0.101/info.php*, el resultado de dicha acción es una página por defecto con el siguiente contenido.

PHP Version 7.0.27-0+deb9u1	
System	Linux alcouta 4.9.66-v7+ #1059 SMP Fri Dec 1 15:38:42 GMT 2017 armv7l
Build Date	Jan 5 2018 13:51:52
Server API	Apache 2.0 Handler
Virtual Directory Support	disabled
Configuration File (php.ini) Path	/etc/php/7.0/apache2
Loaded Configuration File	/etc/php/7.0/apache2/php.ini
Scan this dir for additional .ini files	/etc/php/7.0/apache2/conf.d

Figura 4.15: Página por defecto del servidor PHP al ejecutar el archivo info.php.

Elaborado por: El investigador.

El siguiente paso que se efectuó fue la implementación del gestor de base de datos MySQL/MariaDB, para ello fue necesario la compilación de los paquetes *mysql-server* y *php-mysql*.



```
pi@alcouta: ~  
pi@alcouta:~ $ sudo apt-get install mysql-server php-mysql  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
The following additional packages will be installed:  
default-mysql-server galera-3 gawk libaio1 libcgi-fast-perl libcgi-pm-perl  
libdbd-mysql-perl libdbi-perl libencode-locale-perl libfcgi-perl  
libhtml-parser-perl libhtml-tagset-perl libhtml-template-perl  
libhttp-date-perl libhttp-message-perl libio-html-perl libjemalloc1
```

Figura 4.16: Paquetes de instalación mysql-server y php-mysql.

Elaborado por: El investigador.

Adicionalmente se configuró la contraseña para acceder a este servicio con el comando *sudo mysql\_secure\_installation*, la clave asignada pertenece al usuario root; también se editó el archivo *php.ini* tal cual se enseña a continuación.

- `sudo vi /etc/php/7.0/apache2/php.ini`
- (línea 850)
- `extension=mysql.so`

Para administrar MariaDB por código PHP se resolvió instalar la herramienta phpMyAdmin con el comando *sudo apt-get install phpmyadmin*, esto es de suma importancia debido a que las consultas y almacenamiento de las pruebas de alcoholemia y/o coordenadas geográficas se lo realiza por este medio.

```
pi@alcouta: ~  
pi@alcouta:~ $ sudo apt-get install phpmyadmin  
Reading package lists... Done  
Building dependency tree  
Reading state information... Done  
The following additional packages will be installed:  
dbconfig-common dbconfig-mysql libzip4 php-bz2 php-curl php-gd php-pear  
php-php-gettext php-phpseclib php-tcpdf php-xml php-zip php7.0-bz2  
php7.0-curl php7.0-gd php7.0-xml php7.0-zip
```

Figura 4.17: Paquete de instalación phpmyadmin.

Elaborado por: El investigador.

Cabe mencionar que durante la instalación de *phpmyadmin* se fijó parámetros como el servidor web y la contraseña para el usuario por defecto generada, la imagen a continuación muestra los cuadros de diálogo en donde se realizó los cambios mencionados.

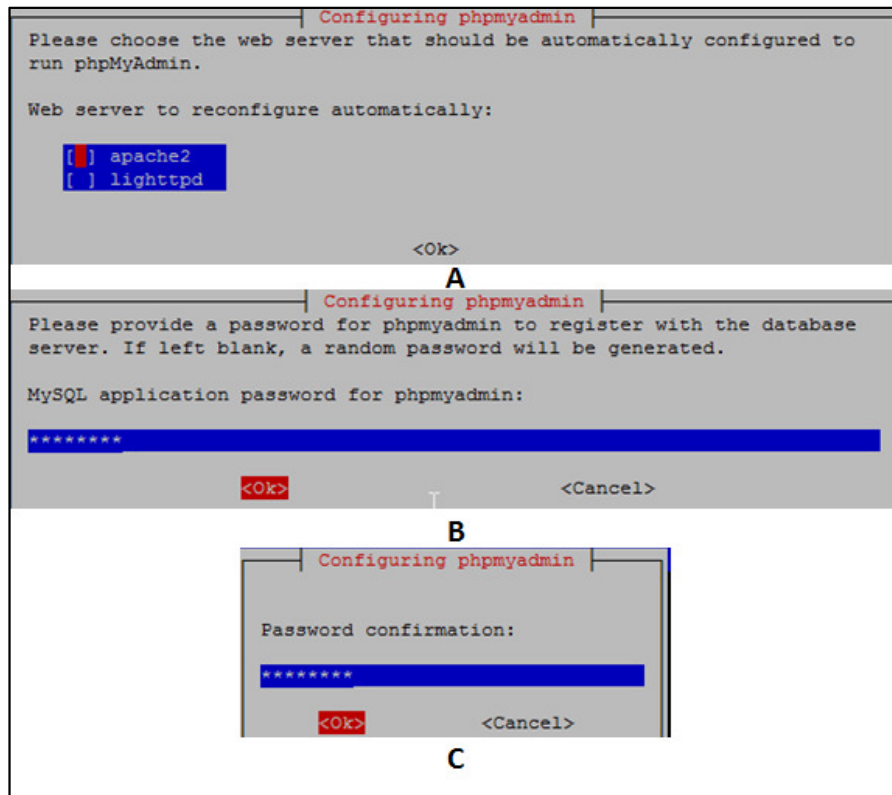


Figura 4.18: Cuadros de dialogo de la instalación de phpMyAdmin.

Elaborado por: El investigador.

Para habilitar el servicio de phpMyAdmin se realizó el enlace del archivo *apache.conf* con el servidor web mediante el comando `ln -s`, para reconocer este cambio se reinició los servidores Apache y MariaDB, abajo se indica los comandos efectuados para cumplir con esta labor.

- `sudo mkdir /etc/apache2/conf.d`
- `cd`
- `sudo ln -s /etc/phpmyadmin/apache.conf /etc/apache2/conf.d/phpmyadmin.conf`
- `sudo /etc/init.d/apache2 reload`
- `sudo systemctl restart mariadb`

Para verificar que phpMyAdmin se encontraba activo, en el navegador se ingresó la dirección `192.168.0.101/phpmyadmin` que abrió la página de inicio de sesión, como lo demuestra la siguiente figura.



Figura 4.19: Página por defecto para el inicio de sesión en phpMyAdmin.

Elaborado por: El investigador.

### 4.6.3. Creación de servidor MQTT

El servidor MQTT en la raspberry se designa Broker y es la parte central de una topología en estrella, en donde los terminales emplean comunicación bidireccional denominada publicador/suscriptor, dicho de otra de forma es un protocolo M2M que gestiona el envío y la recepción de la información en la red interna Wifi.

Para comenzar la instalación primeramente se obtuvo la clave de firma con el comando `sudo wget http://repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-repo.gpg.key` y el archivo generado se añadió a lista de autenticación de paquetes mediante la instrucción `sudo apt-key add mosquitto-repo.gpg.key`.

```
root@alcouta:/home/pi# sudo wget http://repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-repo
.gpg.key
mosquitto-repo.gpg. 100%[=====] 3.05K --.-KB/s in 0.005s
2018-04-04 17:39:41 (601 KB/s) - 'mosquitto-repo.gpg.key' saved [3120/3120]
root@alcouta:/home/pi# sudo apt-key add mosquitto-repo.gpg.key
OK
```

Figura 4.20: Clave de firma mosquitto-repo.gpg.key.

Elaborado por: El investigador.

Para cumplir con los prerequisites necesarios para la implementación del servidor, se descargó la lista de repositorios para mosquitto y posteriormente se procedió a la actualización de los paquetes del sistema operativo raspbian, las instrucciones se detallan abajo.

- `cd /etc/apt/sources.list.d/`
- `sudo wget http://repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-wheezy.list`
- `sudo wget http://repo.mosquitto.org/debian/mosquitto-stretch.list`
- `sudo apt-get update`

Los paquetes necesarios para compilar el Broker fueron *mosquitto* y *mosquitto-clients*, estos se instalaron tal cual como se muestra en la figura de abajo; para habilitar el servicio MQTT se reinició la placa computacional.

```
root@alcouta:/etc/apt/sources.list.d# sudo apt-get install mosquitto
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
The following additional packages will be installed:
 libev4 libwebsockets8
```

Figura 4.21: Paquetes de instalación mosquitto y mosquitto-clients.

Elaborado por: El investigador.

Para comprobar el correcto funcionamiento del servicio MQTT, se ejecutó desde una consola1 el comando `mosquitto_pub -d -t hello/world -m "Hello from Terminal window 2!"` y en una consola2 la instrucción `mosquitto_sub -d -t hello/world`, como muestra la imagen a continuación el mensaje fue recibido por el segundo terminal.

```
root@alcouta:/etc/mosquitto# mosquitto_sub -d -t hello/world
Client mosqsub|8680-alcouta sending CONNECT
Client mosqsub|8680-alcouta received CONNACK
Client mosqsub|8680-alcouta sending SUBSCRIBE (Mid: 1, Topic: hello/world, QoS: 0)
Client mosqsub|8680-alcouta received SUBACK
Subscribed (mid: 1): 0
Client mosqsub|8680-alcouta received PUBLISH (d0, q0, r0, m0, 'hello/world', ...
(29 bytes))
Hello from Terminal window 2!
Client mosqsub|8680-alcouta sending PINGREQ
Client mosqsub|8680-alcouta received PINGRESP
```

Figura 4.22: Verificación de servicio del protocolo MQTT.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.4. Montaje de OpenCV

OpenCV es una librería de software de código abierto desarrollado para aplicaciones de visión artificial y aprendizaje automático, entre los múltiples lenguajes de programación se halla Python. Para ser instalado en la RPI se compiló previamente las dependencias que se indican a continuación.

- `sudo apt-get install build-essential cmake pkg-config`
- `sudo apt-get install libjpeg-dev libtiff5-dev libjasper-dev libpng12-dev`
- `sudo apt-get install libavcodec-dev libavformat-dev`
- `sudo apt-get install libswscale-dev libv4l-dev`
- `sudo apt-get install libxvidcore-dev libx264-dev`
- `sudo apt-get install libgtk2.0-dev libgtk-3-dev`
- `sudo apt-get install libatlas-base-dev gfortran`

A continuación se descargó el código fuente de OpenCV y la actualización del gestor de paquetes Python, a continuación se muestra las instrucciones efectuadas para dicha tarea.

- `cd ~`
- `wget -O opencv.zip https://github.com/Itseez/opencv/archive/3.3.0.zip`
- `unzip opencv.zip`
- `wget -O opencv_contrib.zip https://github.com/Itseez/opencv\_contrib/archive/3.3.0.zip`
- `unzip opencv_contrib.zip`
- `wget https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py`
- `sudo python get-pip.py`
- `sudo python3 get-pip.py`

El siguiente paso fue la instalación de un entorno virtual con la finalidad de evitar incompatibilidades entre librerías, así se ejecutó el comando `sudo pip install virtualenv`

*virtualenvwrapper* y se editó el archivo *~/.profile*, abajo se muestra la programación realizada para esta labor.

- `vi ~/.profile`
- `export WORKON_HOME=$HOME/.virtualenvs`
- `source /usr/local/bin/virtualenvwrapper.sh`

Se creó un entorno virtual en Python 2.7 para las aplicaciones en OpenCV con el comando `mkvirtualenv cv -p python2`, es decir las librerías instaladas solo funcionan al acceder a este servicio, las instrucciones para el ingreso o salida se indican en la siguiente imagen.

```
pi@alcouta:~ $ source ~/.profile
pi@alcouta:~ $ workon cv
(cv) pi@alcouta:~ $ deactivate
pi@alcouta:~ $ workon cv
```

Figura 4.23: Ejecución del entorno virtual `workon cv`.

Elaborado por: El investigador.

Previo a compilar openCV se instaló el paquete `numpy` en el entorno virtual `cv`, mismo que se utiliza en procesos de cálculo numérico, por ello se ejecutó el comando `pip install numpy`, para verificar la versión de la distribución se efectuó la instrucción `pip freeze`.

La compilación de OpenCV se lo realizó en la carpeta `build` creada al interior del código fuente de esta distribución, los comandos efectuados para cumplir con esta labor se muestran en la figura a continuación, cabe mencionar que el tiempo de espera es corto.

```
(cv) pi@alcouta:~ $ cd ~/opencv-3.3.0/
(cv) pi@alcouta:~/opencv-3.3.0 $ cd build
(cv) pi@alcouta:~/opencv-3.3.0/build $ cmake -D CMAKE_BUILD_TYPE=RELEASE \
> -D CMAKE_INSTALL_PREFIX=/usr/local \
> -D INSTALL_PYTHON_EXAMPLES=ON \
> -D OPENCV_EXTRA_MODULES_PATH=~/opencv_contrib-3.3.0/modules \
> -D BUILD_EXAMPLES=ON ..
```

Figura 4.24: Compilación de la librería OpenCV.

Elaborado por: El investigador.

Para continuar con la instalación se ejecutó el comando *make*, encargado de construir los paquetes de datos compilados, el tiempo de espera en este paso fue de varias horas, terminado el paso anterior se efectuó las instrucciones *sudo make install* y *sudo ldconfig* de corta duración, la figura a continuación muestra el procedimiento explicado anteriormente.

```
(cv) pi@alcouta:~/opencv-3.3.0/build $ make
Scanning dependencies of target libwebp
[ 0%] Building C object 3rdparty/libwebp/CMakeFiles/libwebp.dir/dec/alpha_dec.c.o
[ 0%] Building C object 3rdparty/libwebp/CMakeFiles/libwebp.dir/dec/buffer_dec.c.o
pi@alcouta:~/opencv-3.3.0/build $ sudo make install
[ 4%] Built target libwebp
[ 7%] Built target IlmImf
pi@alcouta:~/opencv-3.3.0/build $ sudo ldconfig
```

Figura 4.25: Instalación de la librería OpenCV.

Elaborado por: El investigador.

Para habilitar OpenCV con Python se enlazó desde la carpeta de entornos virtuales denominado *~/virtualenvs/cv/lib/python2.7/site-packages/* al archivo *cv2.so*, dicha tarea se efectuó con el comando *ln -s /usr/local/lib/python2.7/site-packages/cv2.so cv2.so*; la imagen a continuación muestra a la librería trabajando apropiadamente.

```
(cv) pi@alcouta:~ $ python
>>> import cv2
>>> cv2.__version__
'3.3.0'
```

Figura 4.26: Prueba de ejecución de OpenCV en Python.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.5. Instalación de Telegram-cli

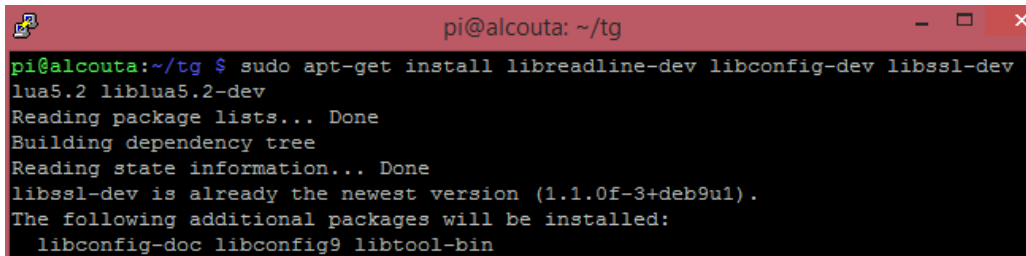
Telegram-cli es una distribución de software que permite la interacción de la raspberry con la plataforma de mensajería instantánea Telegram, por tanto se lo descargó al sistema operativo con el comando *git clone https://github.com/vysheng/tg.git && cd tg*, tal cual lo indica la imagen de abajo.

```
pi@alcouta:~ $ sudo git clone https://github.com/vysheng/tg.git && cd tg
Cloning into 'tg'...
remote: Counting objects: 4511, done.
```

Figura 4.27: Paquete de libre distribución Telegram-cli.

Elaborado por: El investigador.

Se instaló las dependencias necesarias para continuar con la instalación, así se ejecutó la instrucción `sudo apt-get install libreadline-dev libconfig-dev libssl-dev lua5.2 liblua5.2-dev`, tal cual muestra la figura de abajo.



```
pi@alcouta: ~/tg
pi@alcouta:~/tg $ sudo apt-get install libreadline-dev libconfig-dev libssl-dev lua5.2 liblua5.2-dev
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
libssl-dev is already the newest version (1.1.0f-3+deb9u1).
The following additional packages will be installed:
  libconfig-doc libconfig9 libtool-bin
```

Figura 4.28: Paquetes de instalación libreadline-dev, libconfig-dev, libssl-dev, lua5.2 y liblua5.2-dev.

Elaborado por: El investigador.

A continuación se editó el archivo `rsa_pem_openssl.c`, para compilar el servicio Telegram-cli la línea con el contenido `return wrap_bn (unwrap_rsa (key)->M)` es reemplazado por la información mostrada a continuación.

- `TGLC_bn *TGLC_rsa_ ## M (TGLC_rsa *key) { \`
- `BIGNUM *rsa_n, *rsa_e, *rsa_d; \`
- `RSA_get0_key(unwrap_rsa (key), \`
- `(const BIGNUM **) &rsa_n, \`
- `(const BIGNUM **) &rsa_e, \`
- `(const BIGNUM **) &rsa_d); \`
- `return wrap_bn (rsa_ ## M); \ }`

Para compilar se ejecutó el comando `./configure` y para instalar la instrucción `make`, previo el paso anterior se procedió a editar el archivo `mtproto-utils.c` comentando el contenido `assert (0)` en las líneas 101 y 107.

Para habilitar y autenticar el servicio se utilizó `bin/telegram-cli -k tg-server.pub -W` en el terminal de consola, donde se ingresa el número de la USIM y código de acceso recibido por SMS, culminado todo este proceso se estableció la comunicación con la plataforma Telegram mediante un panel de control tal cual se muestra en la figura presentada a continuación.



```
pi@alcouta: ~/tg
root@alcouta:~/home/pi/tg# bin/telegram-cli -k tg-server.pub -W
Telegram-cli version 1.4.1, Copyright (C) 2013-2015 Vitaly Valtman
Telegram-cli includes software developed by the OpenSSL Project
for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.openssl.org/)
I: config dir=[/root/.telegram-cli]
phone number: +593[REDACTED]
code ('CALL' for phone code): 497
User Raspbe Alco online (was online [2018/03/29 03:02:54])
[03:04] EdwinLema >>> Mensaje de confirmacion
User EdwinLema offline (was online [2018/03/29 03:04:45])
User EdwinLema online (was online [2018/03/29 03:09:54])
```

Figura 4.29: Registro y verificación de la plataforma Telegram-cli.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.6. Configuración de GPS

Para la configuración de GPS se consideró la conexión física, instalación de librerías, y la edición de archivos de sistema de la RPI, los puntos mencionados se explican de manera específica en los apartados a continuación.

##### a. Esquema de conexión GPS a RPI

La conexión física de la raspberry PI hacia el módulo GPS NEO-6 u-blox distribuye los pines GPIO1 a VCC, GPIO14 a GND, GPIO8 a RX y GPIO10 a TX, por defecto la comunicación entre dispositivos es UART.

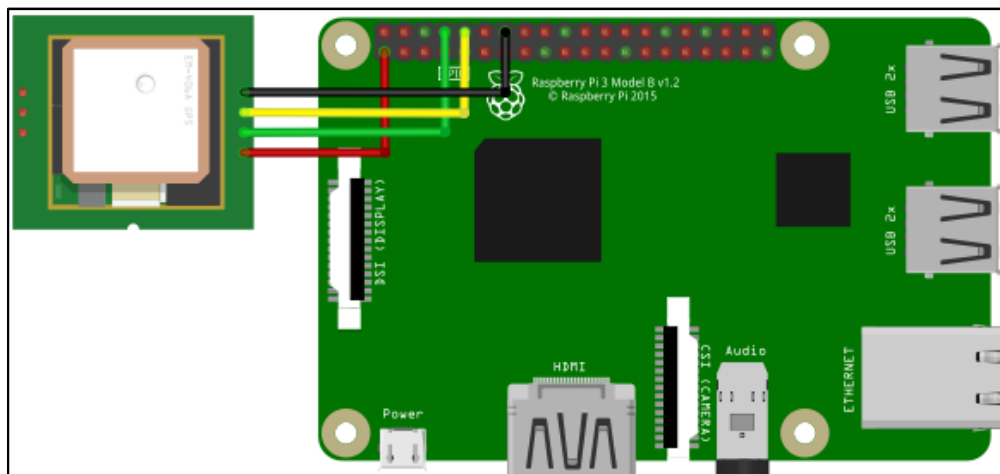


Figura 4.30: Esquema de conexión GPS NEO-6 u-blox a RPI.

Elaborado por: El investigador.

## b. Instalación de librerías

La instalación de librerías fue necesaria para gestionar la información generada por el dispositivo GPS, por tanto se ejecutó el comando `sudo apt-get install gpsd gpsd-clients python-gps`, tal cual se muestra en la figura a continuación.

```
pi@alcouta:~$ sudo apt-get install gpsd gpsd-clients python-gps
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
```

Figura 4.31: Paquetes de instalación `gpsd`, `gpsd-clients` y `python-gps`.

Elaborado por: El investigador.

## c. Configuración de archivos

Para establecer la comunicación serial entre pines de manera automática al iniciar el sistema operativo se editó el archivo `cmdline.txt`, para cumplir con esta tarea se utilizó la programación mostrada abajo.

- `sudo vi /boot/cmdline.txt`
- `dwc_otg.lpm_enable=0 console=tty1 root=PARTUUID=495d3342-02 rootfstype=ext4 elevator=deadline fsck.repair=yes rootwait quiet splash plymouth.ignore-serial-consoles`

Para seleccionar el canal de comunicación serial por el cual se recibe las coordenadas geográficas se editó el archivo `gpsd`, acorde a la información presentada a continuación.

- `cd /etc/default/`
- `sudo vi gpsd`
- `START_DAEMON="true"`
- `USBAUTO="false"`
- `DEVICES="/dev/ttyS0"`
- `GPSD_OPTIONS="-n"`

- GPSD\_SOCKET="/var/run/gpsd.sock"

#### **d. Habilitación del servicio gpsd**

El servicio gpsd proporciona la visualización de las coordenadas geográficas obtenidas de la unidad GPS y para su habilitación en el terminal de consola se efectuó la ejecución de la programación de abajo.

- sudo systemctl stop serial-getty@ttyS0.service
- sudo systemctl disable serial-getty@ttyS0.service
- sudo reboot
- sudo killall gpsd
- sudo gpsd /dev/ttyS0 -F /var/run/gpsd.sock
- cgps -s

#### **4.6.7. Distribución GPIO**

La distribución de pines GPIO de la raspberry Pi se realizó con el propósito de enfriar el módulo de control mediante un ventilador, dicha tarea se cumplió también para reducir el consumo de energía eléctrica cuando no se encuentre operativo el prototipo.

Por ello se realizó la conexión física tal cual se muestra en la figura 4.32, cabe mencionar que los pines GPIO de alimentación VCC y GND se encuentran permanentemente habilitados durante la energización de la raspberry.

Los pines GPIO2 y GPIO4 son la fuente de corriente continua de 5V, GPIO6 y GPIO34 el terminal a tierra, GPIO16 la habilitación del relé optoacoplado, para determinar el estado de salida se ejecutó un archivo bash con la finalidad de intercambiar la posición del contacto normalmente abierto a cerrado, el código empleado se enseña a continuación.

- sudo vi releon.sh
- #!/bin/bash

- `gpio -g mode 23 out`
- `gpio -g write 23 0`

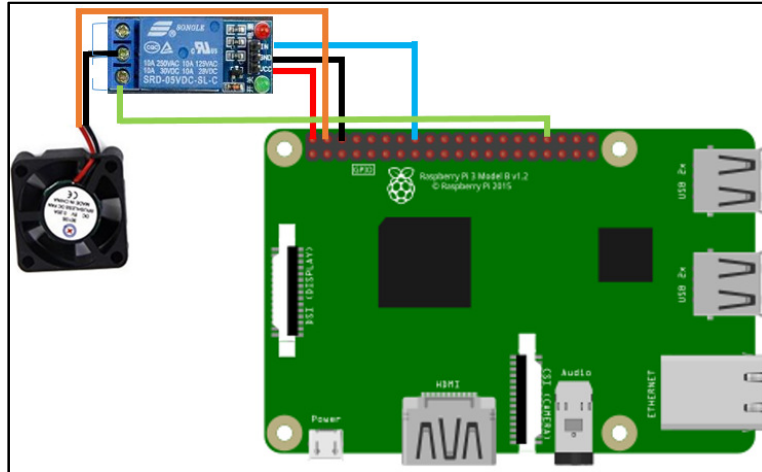


Figura 4.32: Esquema de conexión relé y ventilador.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.8. Fijación de IP estática RPI

Se configuró la placa raspberry con una IP estática, debido a que cumple funciones de servidor, así los módulos dependientes de algún servicio implementado en la SBC manejan una única dirección TCP/IP, para cumplir con dicha labor se editó el archivo *interfaces* con el código mostrado abajo.

- `sudo vi /etc/network/interfaces`
- `source-directory /etc/network/interfaces.d`
- `auto lo`
- `iface lo inet loopback`
- `iface eth0 inet dhcp`
- `allow-hotplug wlan0`
- `auto wlan0`
- `iface wlan0 inet static`
- `address 192.168.0.108`
- `netmask 255.255.255.0`

- gateway 192.168.0.1
- wpa-ssid "Nexxt\_081D72"
- wpa-psk "XXXXXX"

#### 4.6.9. Creación de usuario y base de datos phpMyAdmin

En secciones anteriores se crearon los usuarios root y phpmyadmin, sin embargo no son adecuadas para ser manejadas por el usuario del prototipo, dado que root concede privilegio total de las bases de datos, lo cual es un inconveniente por la vulnerabilidad de seguridad de la información.

Mientras que phpmyadmin por lo contrario no concede los suficientes permisos, por tanto bajo la autoridad de administrador se creó al usuario ualco, el cual posee los privilegios necesarios para manejar una base de datos, la figura a continuación muestra la nueva cuenta generada.

Figura 4.33: Cuadro de dialogo para la creación de una nueva cuenta de usuario en phpMyAdmin.

Elaborado por: El investigador.

Bajo la autenticación del usuario ualco se estableció la base de datos *dbcheck* con las tablas *alcocheck* y *dgps*, en ellas se estableció los parámetros requeridos por el prototipo planteado en el proyecto, la figura a continuación muestra lo descrito anteriormente.

Crear base de datos

dbcheck Cotejamiento

Nombre de la tabla:  Nombre de la tabla:

Nombre	Tipo	Longitud/Valores	Nombre	Tipo	Longitud/Valores
<input type="text" value="id"/>	INT	<input type="text"/>	<input type="text" value="id"/>	INT	<input type="text"/>
<input type="text" value="alco"/>	FLOAT	<input type="text"/>	<input type="text" value="lat"/>	FLOAT	<input type="text"/>
<input type="text" value="hum"/>	FLOAT	<input type="text"/>	<input type="text" value="lon"/>	FLOAT	<input type="text"/>
<input type="text" value="fecha"/>	TIMESTAMP	<input type="text"/>	<input type="text" value="fecha"/>	TIMESTAMP	<input type="text"/>

Figura 4.34: Fijación de variables para la creación de tablas de datos alcocheck y dgps.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.10. Adquisición y almacenamiento de coordenadas GPS

El flujograma a continuación muestra el funcionamiento del código Python encargado de la adquisición y almacenamiento de las coordenadas GPS, inicialmente se importan librerías para interactuar con los servicios previamente instalados.

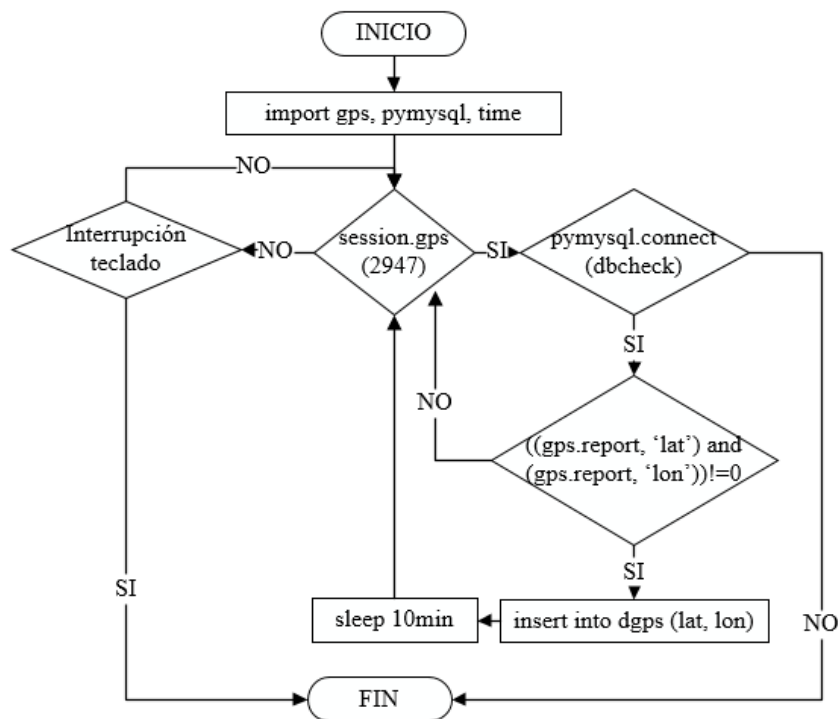


Figura 4.35: Flujograma de adquisición y almacenamiento de coordenadas GPS.

Elaborado por: El investigador.

La unidad GPS en estado operativo envía datos seriales a la raspberry y dicha información se puede escuchar a través del puerto 2947 a manera de un reporte general, debido a que se recibe las coordenadas geográficas del posicionamiento, se establece conexión con la base datos *dbcheck* a través de *pymysql*.

Se segregó la longitud y latitud de toda la información recibida en el reporte, con la finalidad de almacenarla en la tabla de datos *dgps*, siempre y cuando no sean valores nulos, la acción anterior se repite en un intervalo de 10 minutos; el proceso termina solo cuando se presentan errores con la base de datos o interrupción desde el teclado.

#### **4.6.11. Captura facial del usuario**

Se consideró la captura facial del usuario con el objetivo de permitir al contacto de confianza registrado en el prototipo, la posibilidad de identificar visualmente la identidad del conductor a cargo de maniobrar el automotor.

Así se procedió a diseñar el proceso de captura como un conjunto de scripts dependientes uno de otro, se decidió este método para simplificar el flujo de información generado durante la ejecución de esta actividad.

El flujograma de la figura 4.36 presenta al archivo bash *Inicializar\_camara.sh*, el cual gestiona los siguientes documentos Python secundarios:

1. *capturar\_img.py* (documento 1), se encarga de capturar fotografías del perfil facial frontal del conductor.
2. *actualizar\_entrenamiento.py* (archivo 2), elabora una matriz de reconocimiento facial del usuario del sistema de bloqueo vehicular.
3. *deteccion\_usuario.py* (documento 3), asigna un identificador a la persona frente a la cámara del prototipo y realiza una fotografía de su rostro.

En la figura de abajo denominada sección A, se inicia el entorno virtual cv con *workon*, dado que OpenCV opera solo en esta cuenta; la carpeta usuarios es la ubicación donde se almacenan las imágenes de detección facial.

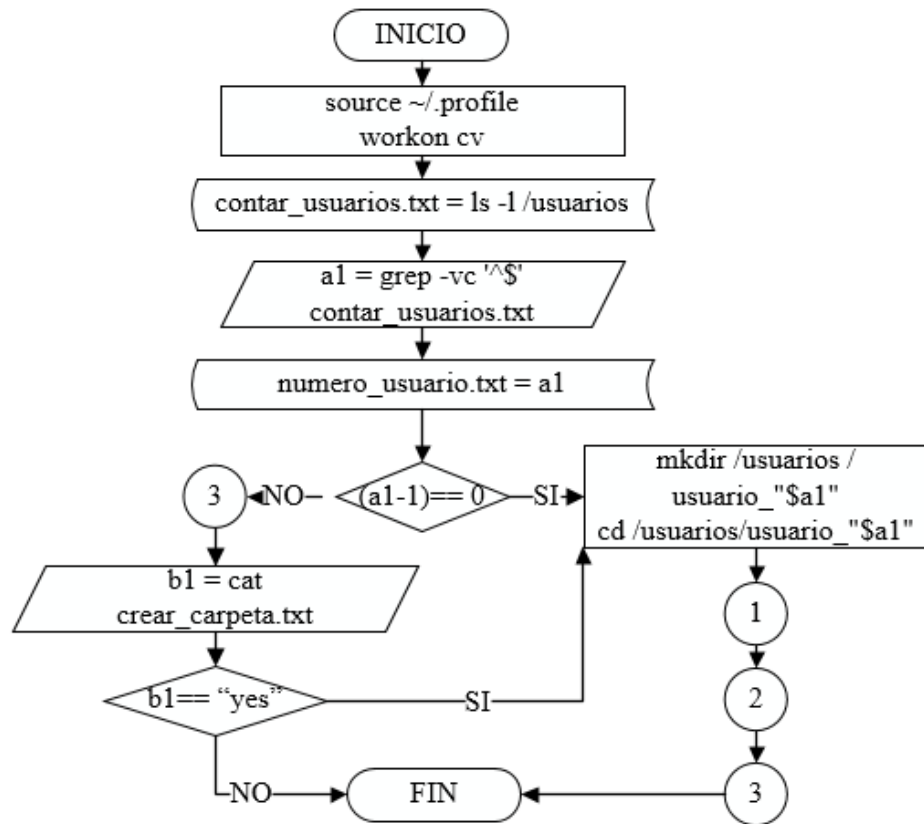


Figura 4.36: Flujograma de captura facial del usuario, sección A.

Elaborado por: El investigador.

Con el comando `ls -l /usuarios` se listó el número de personas que han utilizado el sistema, inicialmente no se encuentra ninguno, esta información se guardó en el archivo `contar_usuarios.txt`, con la instrucción `grep -vc '^$'` se listó la cantidad de líneas, reduciendo en uno el valor anterior como es nulo se procedió a crear una carpeta de nombre `usuario_1`, en donde se almacenan imágenes después de ejecutar los scripts 1, 2 y 3.

Al tener un usuario registrado se ejecutó el documento 3 del flujograma, luego se verificó el contenido de archivo `crear_carpetas.txt`, si este es `yes` se realiza la actividad descrita en el párrafo anterior, caso contrario se finaliza la captura.

La figura 4.37 representa al documento 1 del esquema general, denominado también sección B, en esta parte se inicializó la cámara con `cv2.VideoCapture(0)`, el archivo `frontalface_alt2.xml` que contiene un algoritmo de detección facial frontal en escala



grises que define una región rectangular se empleó con la función *face\_cascade.detectMultiScale()* para obtener una matriz de píxeles con el rostro identificado por la lente en distintas dimensiones y posiciones.

Una vez obtenida la matriz se procedió a calcular las coordenadas de posición del rostro en la frame de video obtenida, es decir su alto y su ancho, con el parámetro *roi\_color* se cambió la escala de grises a color y dicha imagen es almacenada en el directorio */usuarios/usuario\_ "\$a1"* con el código *cv2.imwrite(img\_item, roi\_color)*, se registran un total de 30 fotografías numeradas desde el valor 1 en adelante y se finaliza el script; las librerías importadas aquí mencionadas son necesarias para la programación Python con OpenCV.

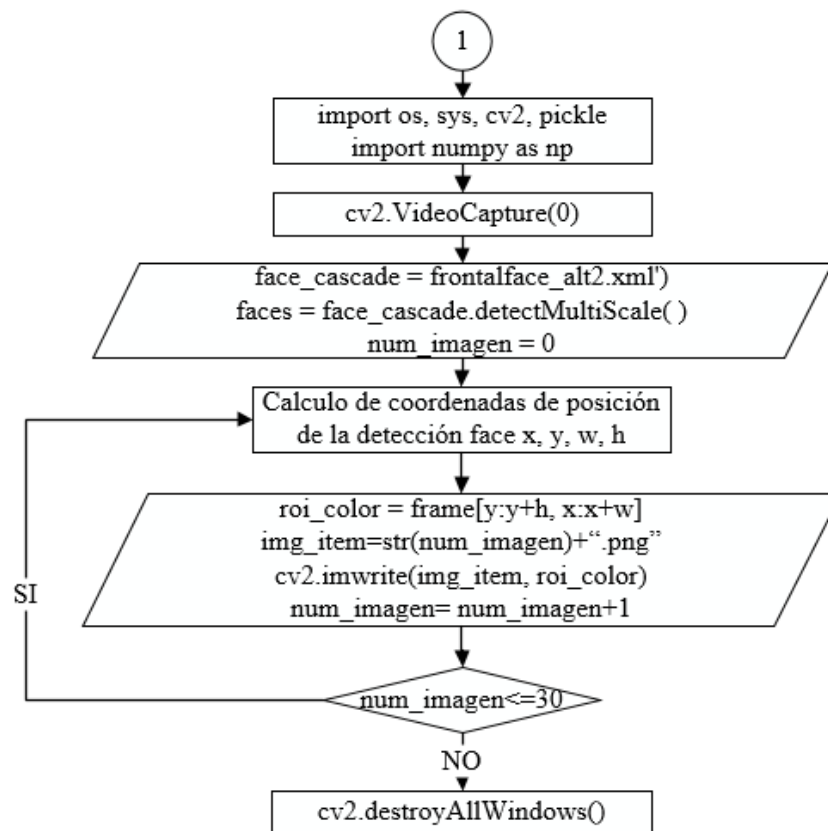


Figura 4.37: Flujograma de captura facial del usuario, sección B.

Elaborado por: El investigador.

La sección C hace referencia al documento 2, cuyo flujograma corresponde a la figura 4.38, en donde se designó al directorio */usuarios* como la raíz de archivos \*.png y \*.jpg

para la creación de patrones locales binarios de histogramas que convierte cada grupo de 3x3 píxeles a un valor binario representativo, dicha labor se la realizó para cada imagen almacenada.

Por cada nombre de carpeta de usuario generado por el comando `mkdir usuario_ "$a1"` se asignó una etiqueta que se almacena en el documento `cara-labels.pickle`, dicho identificador representa al grupo de imágenes contenidas en un directorio, al ejecutar la función `recognizer.train()` con el contenido anterior se genera una serie de matrices individuales con valores binarios, los cuales se guardó en el archivo `trainer2.yml`.

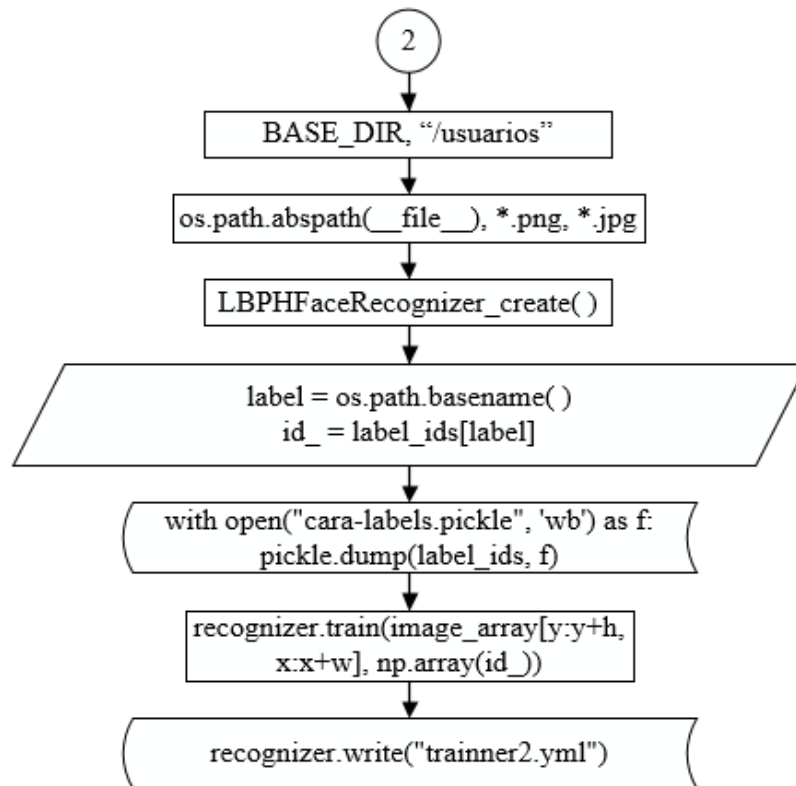


Figura 4.38: Flujograma de captura facial del usuario, sección C.

Elaborado por: El investigador.

La sección D explica al tercer documento de Python, la detección facial se realiza tal cual se explica en la sección B, pero se añade la utilización de los identificadores `cara-labels.pickle` y el archivo `trainer2.yml`, el cual identifica al usuario frente a la cámara

al comparar el parámetro *conf* de la frame actual con las matrices binarias de entrenamiento del apartado C.

Si se detecta más de cuatro veces un perfil facial como usuario registrado, se almacena en el documento *num\_fot\_deteccion.txt* el nombre de la imagen capturada y el contenido de *crear\_carpeta.txt* cambia a *no*; si se cumple la condicionante de usuario no detectado el archivo anterior se modifica por *yes*, el script finaliza cerrando los procesos con OpenCV.

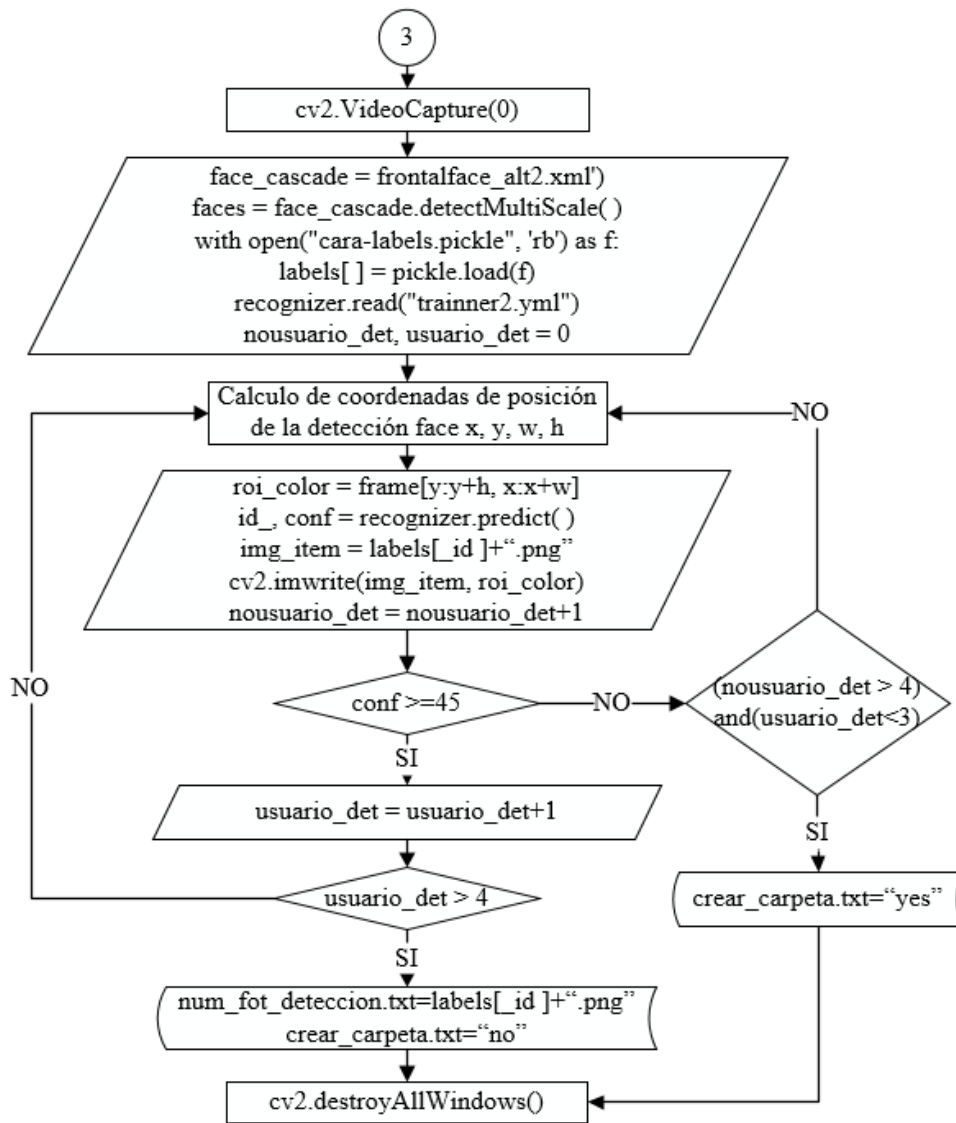


Figura 4.39: Flujograma de captura facial del usuario, sección D.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.12. Almacenamiento de datos del alcoholímetro

Para el almacenamiento de información generada por el módulo de medición de alcoholemia se decidió emplear la tabla *alcocheck* de la base de datos *dbcheck*, así se resolvió emplear código PHP en la carpeta */var/www/html* para guardar los valores de los sensores transmitidos por la red interna Wifi, el flujograma a continuación muestra los pasos realizados para dicha tarea.

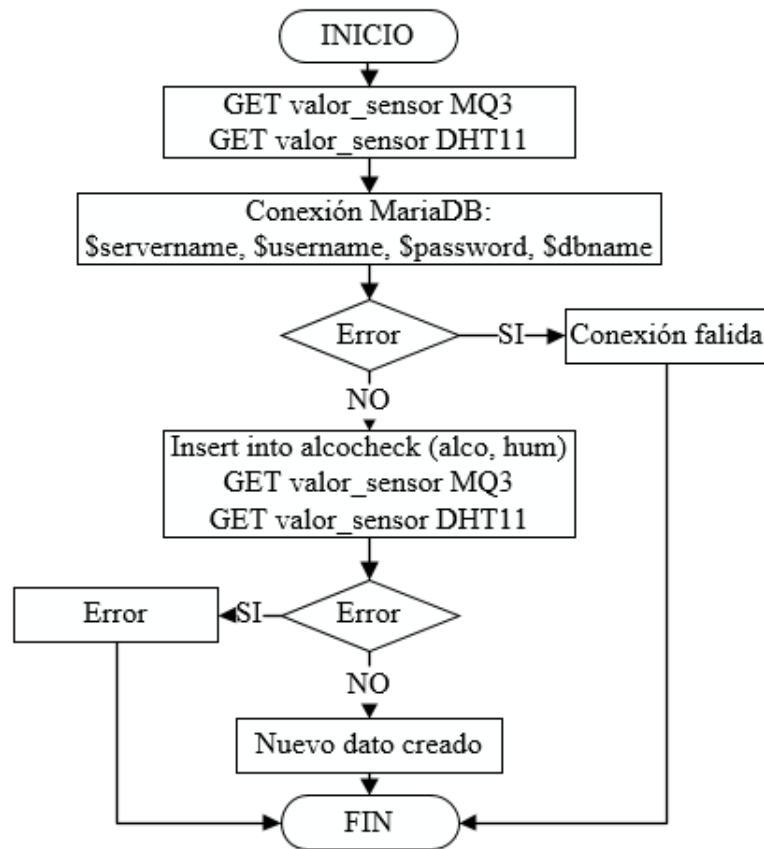


Figura 4.40: Flujograma de almacenamiento de datos de alcoholímetro.

Elaborado por: El investigador.

Por medio del método GET se obtuvo la data enviada en variables, se estableció conexión con el servicio MariaDB fijando los parámetros *localhost*, *ualco*, *xxxxx* y *dbcheck*, dicha información correspondiente a la base de datos administrada, para guardar los valores de los sensores se utilizó lenguaje sql de inserción y culminado el paso anterior se cierra la sesión.

#### 4.6.13. Consulta de datos del alcoholímetro y GPS

El flujograma de consulta de datos del alcoholímetro y GPS empleó la librería *pymysql* para establecer comunicación con la base de datos *dbcheck* y mediante el comando *select* obtener la información contenida en las tablas *alcocheck* y *dgps*, debido al *id desc limit 1* los valores obtenidos son los últimos registrados en los parámetros *alco*, *hum*, *lat* y *lon*.

Se guardó la consulta mencionada anteriormente en el archivo *base\_datos.txt* con la aplicación de las librerías *os* y *sys*, mismas que permiten efectuar líneas de comando en el terminal de consola tal cual se muestra en la figura a continuación, la información almacenada se verificó con la instrucción *cat*, cabe mencionar que el documento se blanquea cada vez que es ejecutado.

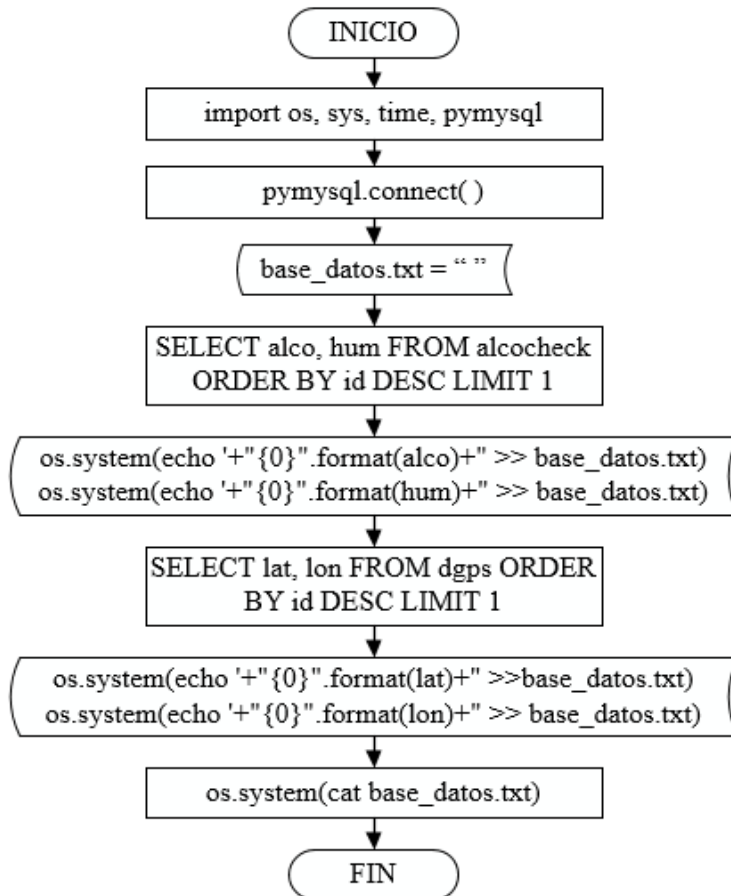


Figura 4.41: Flujograma de consulta de datos del alcoholímetro y GPS.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.14. Publicador MQTT bloqueo/llave/aplica

El topic publicador MQTT *bloqueo/llave/aplica* se utilizó para transmitir el estado a cumplirse por el módulo de bloqueo, para determinar dicho parámetro se consultó el archivo *base\_datos.txt*, el cual se comparó con la condicionante del flujograma a continuación.

Si se cumple la condicionante se envía el valor 0 y se almacena el contenido *bloqueoSI* en el documento *det\_shutdown.txt* debido a que el nivel de alcoholemia es mayor al permitido legalmente, en caso contrario se transmite 1 y se guarda *bloqueoNO* en el archivo mencionado.

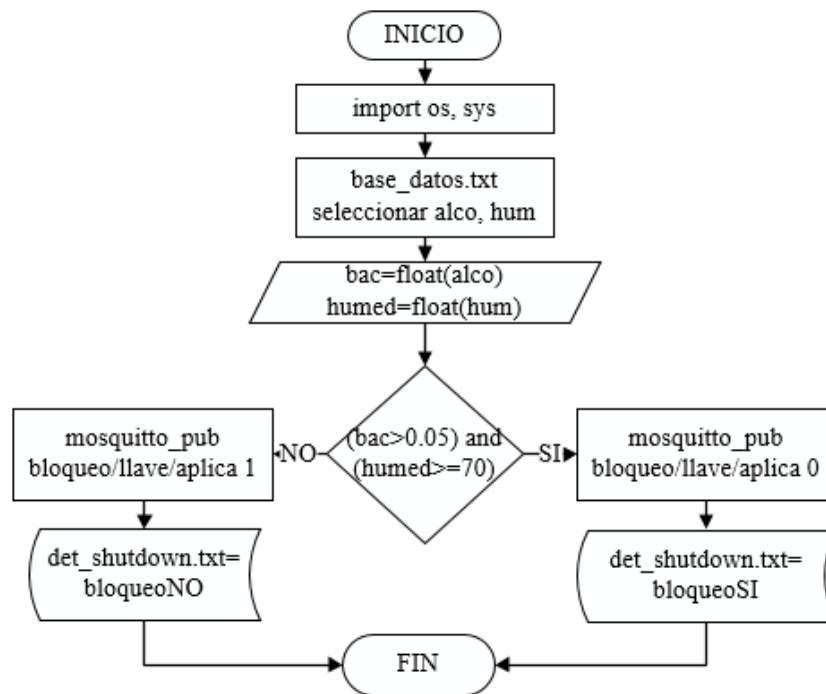


Figura 4.42: Flujograma de publicador MQTT bloqueo/llave/aplica.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.6.15. Notificación Telegram-cli

Se envió la notificación por mensajería instantánea, automatizando el servicio Telegram-cli previamente instalado con librerías de programación Python, tal cual se muestra en el flujograma presentado en la figura 4.43.

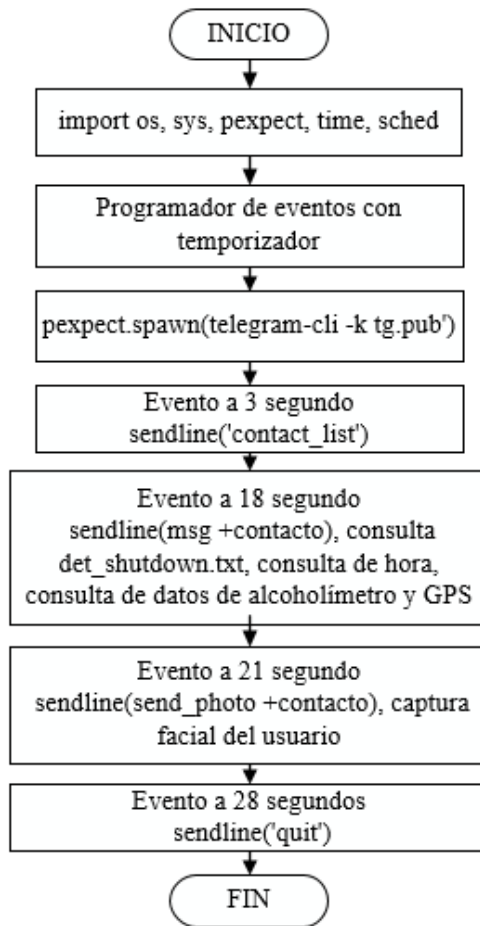


Figura 4.43: Flujograma de notificación Telegram-cli.

Elaborado por: El investigador.

Se ejecutó un programador de eventos con temporizador para interactuar correctamente con los comandos de la librería *pexpect* al vincularse con el servicio mencionado, a los 3 segundos se desplaza la lista de contactos Telegram registrados con la USIM, a los 18 segundos mediante mensajes por *sendline()* se envió la consulta del estado de bloqueo, hora actual, datos del alcoholímetro y las coordenadas GPS, a los 21 segundos la captura facial del usuario previamente obtenida y a los 28 segundos se cierra la sesión de comunicación establecida, finalizando así el script.

#### 4.6.16. Suscriptor MQTT prueba/estado

Se realizó un documento Python encargado de cumplir con la tarea de un topic suscriptor MQTT *prueba/estado*, el cual realizó la sincronización de todas las

funciones del prototipo planteado, el flujograma a continuación indica su funcionamiento.

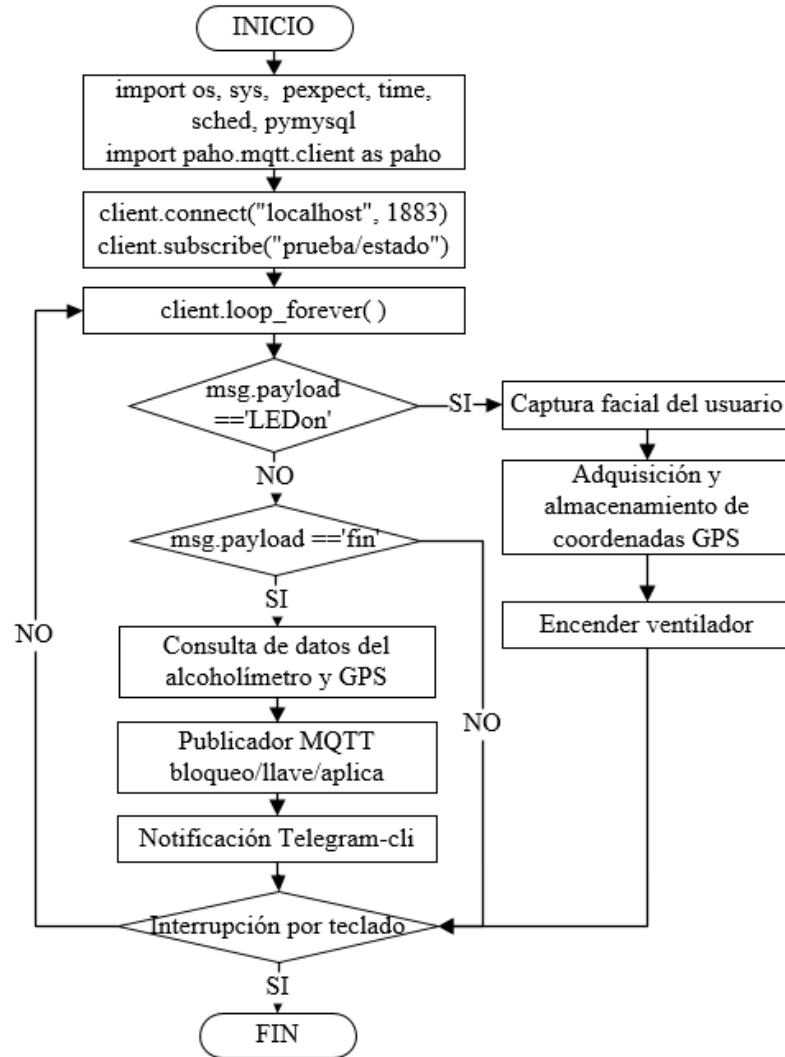


Figura 4.44: Flujograma de suscriptor MQTT prueba/estado.

Elaborado por: El investigador.

Se realizó el importe de las librerías requeridas, se suscribió al identificador *prueba/estado* con la IP del servidor MQTT y el puerto 1883, para detectar la recepción de mensajes se empleó la variable *msg.payload* ejecutada permanentemente por la función *client.loop\_forever()*. Si el comando recibido es *LEDOn* se efectúa la captura facial del usuario con OpenCV, la adquisición y almacenamiento de datos GPS en la tabla *dgps* y el encendido del ventilador por el archivo bash *releon.sh*.



En caso de recibir la instrucción *fin*, se realiza la consulta de los parámetros *alco*, *hum*, *lat* y *lon* de la base de datos *dbcheck*, dichos valores son comparados para determinar el código a enviar con el publicador MQTT *bloqueo/llave/aplica*, finalmente se envía la notificación por Telegram-cli; para detener el script a cargo de todo el proceso anteriormente explicado se realizó la interrupción por teclado.

La información receptada en la variable *msg.payload* proviene del módulo de medición de alcoholemia, por tanto se explica de manera específica las condiciones bajo las cuales se transmite dicha información en los apartados de diseño correspondientes a este tema. En caso de perder la conexión por un lapso prolongado la RPI entra en modo de standby y se enciende automáticamente al recuperarla mediante la placa Esp8266.

En el anexo J se indican los scripts programados en el módulo de control.

#### **4.7. Diseño del módulo de medición de alcoholemia**

En base al esquema general mostrado con anterioridad del diseño del prototipo, se decidió dividir por etapas el funcionamiento de los elementos empleados, a fin de proporcionar una información ordenada y comprensible, así se menciona lo siguiente:

##### **4.7.1. Acondicionamiento del sensor MQ3**

Las entradas y salidas de la unidad nodeMCU operan con niveles de voltaje de 0 a 3,3V, debido a que el sensor MQ3 maneja valores de 0 a 5V se realizó el acondicionamiento de la señal analógica mediante un divisor de voltaje, la ecuación típica se presenta a continuación.

$$V_{out} = \frac{V_{in} * R2}{(R1 + R2)} \quad (1)$$

En donde:

- *Vout*: Voltaje de salida de la resistencia R2.
- *Vin*: Voltaje de alimentación del circuito.
- R1, R2: Resistencias en serie.

Se aplicó la ecuación anterior al divisor de voltaje diseñado para verificar una magnitud de entrada adecuada, se calculó el máximo nivel de tensión generada por 5V, los valores matemáticos correspondientes y esquema del circuito se presentan a continuación.

$$V_{out} = \frac{5V * (1K\Omega + 1K\Omega)}{(1K\Omega + 1K\Omega + 1K\Omega)} = 3,3V$$

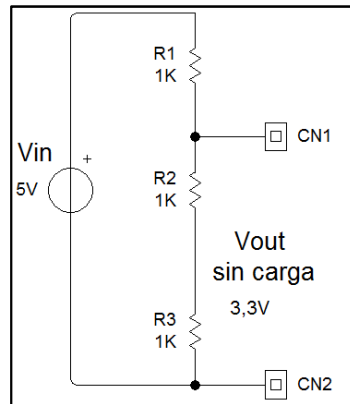


Figura 4.45: Esquema general del divisor de tensión.

Elaborado por: El investigador.

El sensor MQ3 mide la concentración de alcohol en el aire, acorde a la cantidad detectada varia la resistencia de dicho elemento, ambos parámetros son inversamente proporcionales, en la figura de abajo se muestra el circuito equivalente de la señal analógica acondicionada.

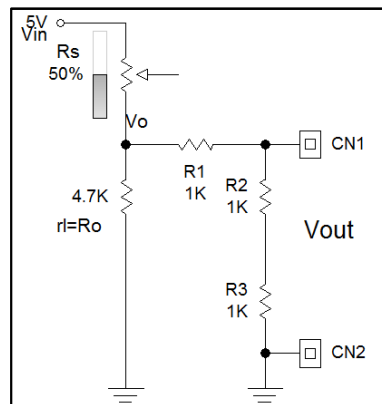


Figura 4.46: Esquema del circuito equivalente del sensor MQ3 con señal acondicionada.

Elaborado por: El investigador, en base a [83].

Según [83], la ecuación característica del sensor aplica una regresión lineal con los parámetros mostrados a continuación.

$$\frac{mg}{L} = 0,354 \left( \frac{R_s}{R_o} \right)^{-1,518} \quad (2)$$

En donde:

- mg/L: Concentración de alcohol en aire expirado.
- Rs: Resistencia variable acorde a la concentración de alcohol.
- Ro: Resistencia de carga en serie con Rs.

Para el esquema mostrado anteriormente, la Ro de la ecuación 2 se sustituye por una resistencia equivalente Rt compuesta por Ro en paralelo con el conjunto en serie R1, R2 y R3, la relación Rs/Rt y Vout se determina aplicando la ecuación 1.

$$V_o = \frac{V_{in} * R_t}{(R_s + R_t)}$$

$$\frac{R_s}{R_t} = \frac{V_{in}}{V_o} - 1 \quad (3)$$

$$V_{out} = \frac{V_o}{3} * 2 \quad (4)$$

#### 4.7.2. Conversión A/D del sensor MQ3

La unidad nodeMCU maneja datos binarios, por tanto se convirtió la señal analógica del sensor a digital con el conversor A/D integrado en la placa, cabe mencionar que el pin D0 del MQ3 no es adecuado para el diseño debido a que tan solo presenta dos valores, la siguiente figura muestra las etapas de esta actividad.

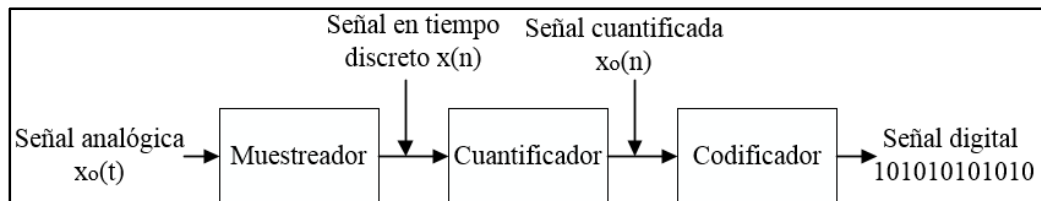


Figura 4.47: Diseño de bloques del Conversor A/D.

Elaborado por: El investigador.

#### **a. Muestreador**

La señal analógica de entrada toma un número finito de valores determinado por la  $2^n \text{ bit}$ , debido a que el conversor analógico digital posee 10 bits las muestras toman cifras entre 0 y 1024, para determinar el tiempo de muestreo entre ellas se utilizó la ecuación siguiente.

$$t_{\text{muestreo}} = \frac{1}{f_{\text{reloj}}} \quad (5)$$

La frecuencia de reloj de la placa nodeMCU es de 24MHz según las especificaciones técnicas, por tanto el tiempo máximo de muestreo es de 0,4166ns, es decir los datos se reciben en tiempo real.

#### **b. Cuantificador**

Las muestras en tiempo discreto presentan una diferencia de  $3,3v/1024$  entre el valor actual y su próximo más cercano anterior o posterior, por tanto el número de medidas eléctricas diferentes no puede ser mayor a  $2^n \text{ bit}$ , es decir una cantidad intermedia se aproxima a la cifra más cercana.

#### **c. Codificador**

Cada valor obtenido del cuantificador se representa con un número binario específico, cada cadena de 0 y 1, tiene su equivalente decimal entre 0 y 1024, según corresponda a su medida.

### **4.7.3. Comunicación nodeMCU y sensor DHT11**

Para entablar el intercambio de información entre la unidad nodeMCU y el elemento DHT11, se emplea un protocolo de comunicación simple y propio de este sensor, mediante un solo hilo se envía la temperatura y humedad relativa detectada en el ambiente.

Para inicializar el sensor la placa nodeMCU fija la línea de datos en estado bajo alrededor de 18us y después de un corto lapso el DHT11 responde con un nivel lógico 0 y 1 en periodos de 80us para alertar el envío próximo de información generada por el mismo.

Los datos de información transmitidos por el sensor emplean codificación digital mediante anchos de pulso, así se establece que un nivel de voltaje 0 son periodos de espera entre bit y bit, un valor binario 1 dura 70us y su contrario perdura alrededor de 26 a 28 us, la figura a continuación muestra lo explicado hasta el momento.

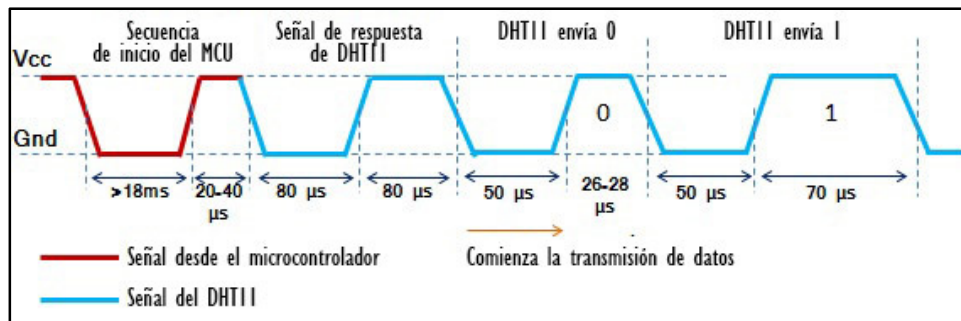


Figura 4.48: Señales de datos y control del protocolo de comunicación DHT11. [84].

Cada medición realizada por el DHT11 se compone de 5 bytes, el primero y segundo representan la humedad relativa, parte entera y decimal respectivamente, el tercero y cuarto la temperatura y el quinto es la suma de comprobación de los bits anteriores, todo este proceso lo realiza la librería *DHT.h*.

#### 4.7.4. Esquema de conexión del módulo de medición de alcoholemia

La figura 4.49 muestra los componentes empleados en el módulo de medición de alcoholemia, así como su conexión, se empleó el sensor MQ3 para medir la detección de alcohol y el sensor DHT11 determina el soplo del usuario detectando variaciones en la temperatura y la humedad.

Con un pulsador se habilita o deshabilita la prueba de alcoholemia y los LED indican estados de encendido, espera y finalización de test, los pines D0 a D8 detectan niveles lógicos 0 y 1, D0 y D8 se configuran como entradas y D1 a D3 como salidas.

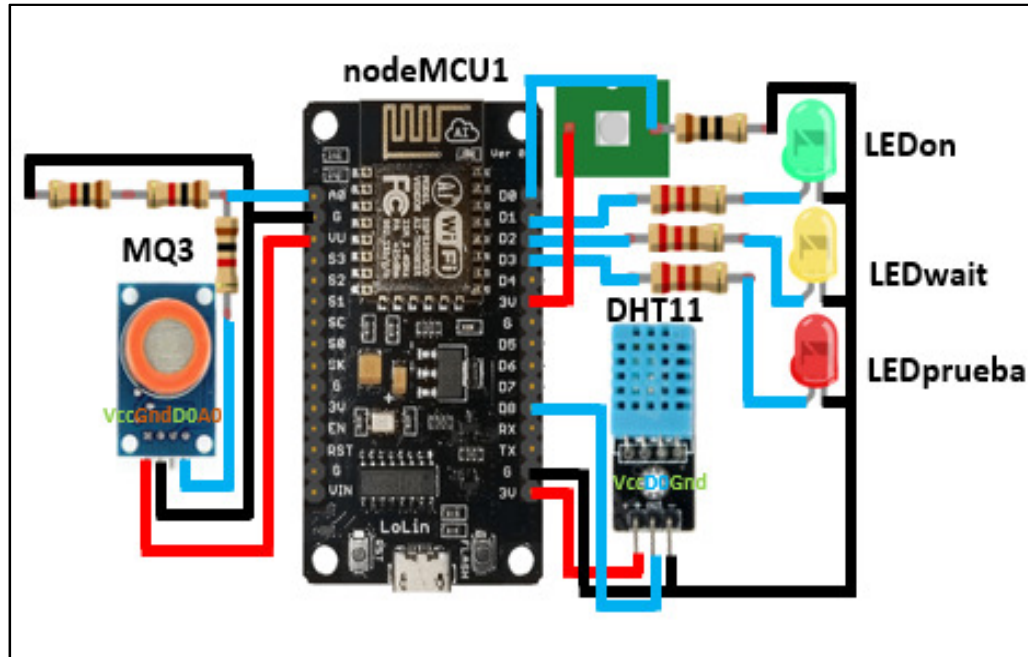


Figura 4.49: Esquema de conexión del módulo de medición de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.7.5. Procesamiento de datos del módulo de medición de alcoholemia

Para realizar el procesamiento de datos del módulo de medición de alcoholemia se efectuó la programación de la unidad nodeMCU mediante el IDE Arduino, dicha herramienta es compatible con los circuitos electrónicos que integran el chip esp8266 previa la instalación de un paquete que lista a dichos dispositivos.

Debido a lo extenso del proceso, se realizó la explicación del mismo con un flujograma dividido en dos partes, así el primer segmento denominado sección A muestra la inclusión de librerías, inicialización de variables locales y la conexión con servicios de red inalámbrica.

*ESP8266WiFi.h* configura los parámetros del chip wifi esp8266, *PubSubClient.h* establece las variables para interactuar con el servidor MQTT instalado en la raspberry PI, *DHT.h* implanta el protocolo de comunicación para el elemento DHT11, *Virtuino\_ESP\_WifiServer.h* fija las funciones para la visualización en un dispositivo móvil Android de los datos internos de los sensores.

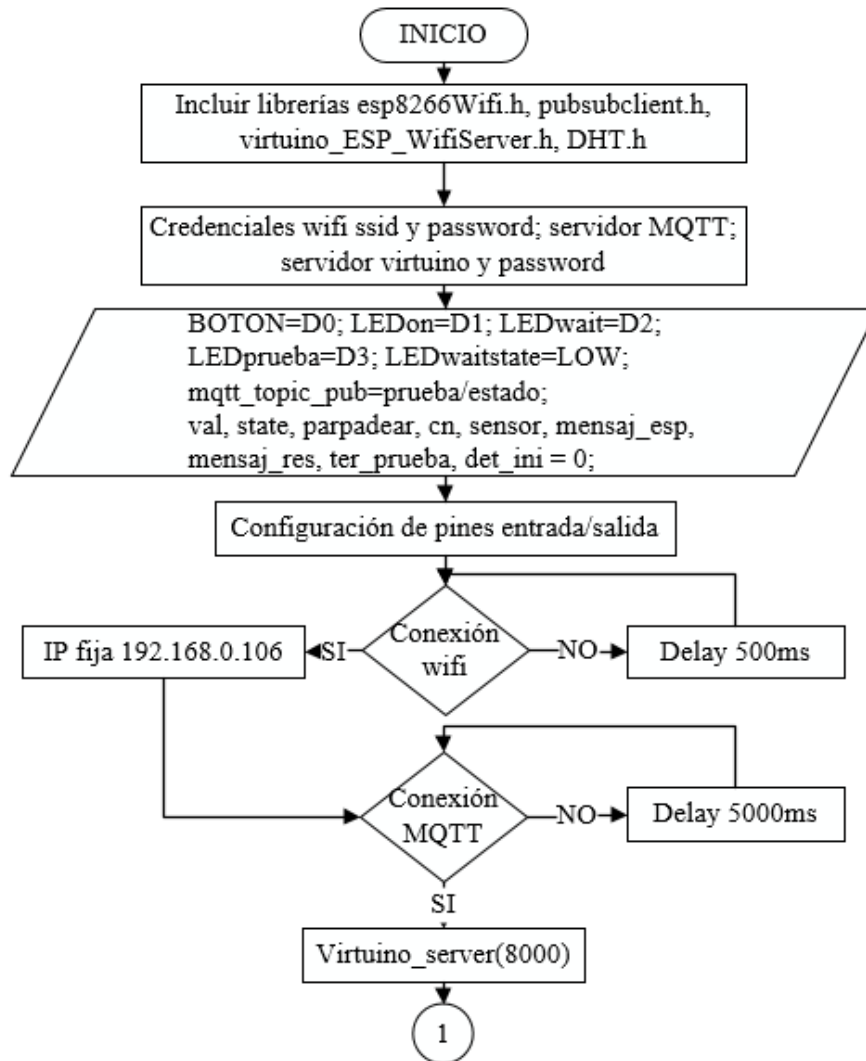


Figura 4.50: Flujograma del módulo de medición de alcoholemia, sección A.

Elaborado por: El investigador.

Se realizó el test de alcoholemia acorde a los pasos indicados en la sección B, para iniciar se presiona el pulsador, el LEDon se enciende y a su vez se envía el comando *LEDon* por el topic publicador *prueba/estado* hacia la raspberry, el LEDwait parpadea durante 30 segundos para el calentamiento de los sensores y para permitir a la SBC cumplir con los procesos requeridos por la instrucción transmitida desde la nodeMCU.

Se efectuó las medidas con un intervalo de un segundo para ser almacenadas en la base de datos de phpMyAdmin mediante código PHP, dicha labor se realiza mientras el soplo del usuario no supere la humedad relativa de 75 y la temperatura de 24 grados

centígrados, se consideró que dichos parámetros colaboran para realizar una prueba correcta de alcoholemia; en el caso del sensor MQ3 se efectuó la conversión de los datos de la entrada análoga a mg/L en base a las ecuaciones 2, 3 y 4.

Cuando se cumple la condición anterior se da por terminado el test y se envía el comando *fin* por el protocolo MQTT, el LEDwait se enciende y dependiendo de la concentración de alcohol el LEDprueba se ilumina, mientras no disminuya los valores de los sensores a un estado cercano al inicial una nueva prueba no puede ser realizada, debido a que se prolonga el tiempo de espera.

La información de los sensores se envía a virtuíno en cada medición realizada; para mantener al módulo de medición de alcoholemia en standby se presiona por segunda vez al pulsador.

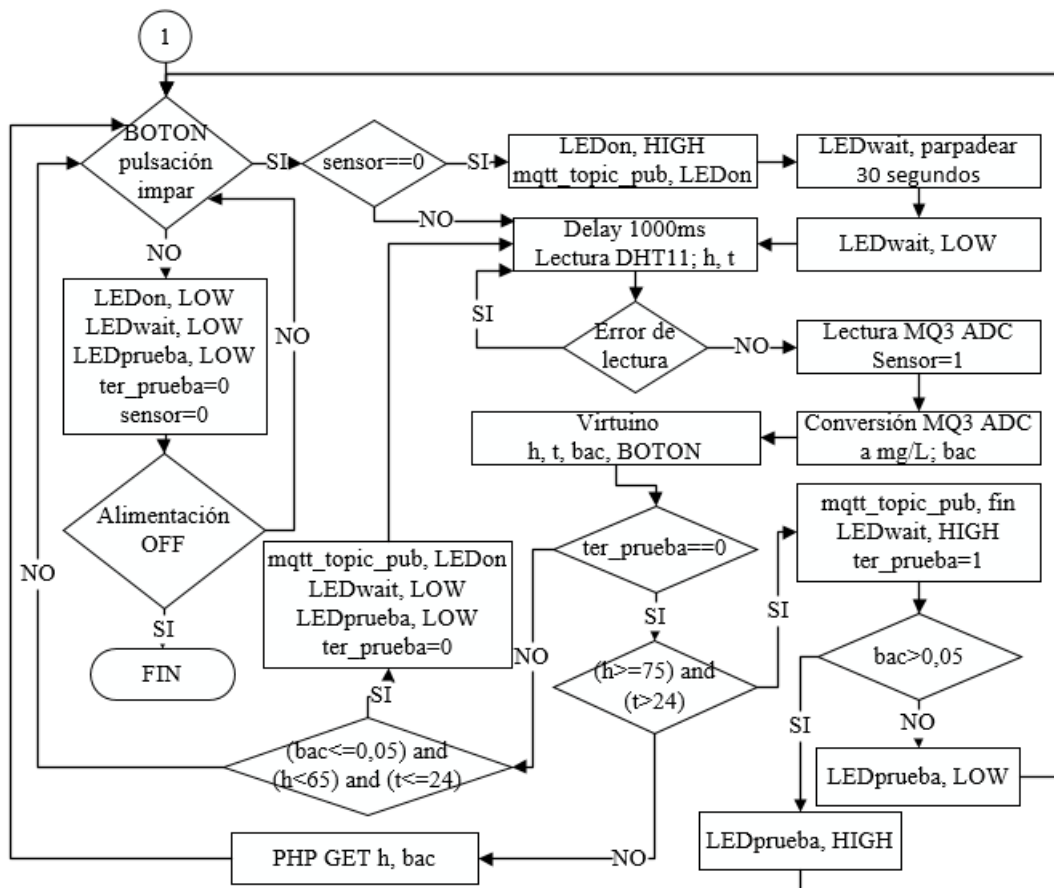


Figura 4.51: Flujograma del módulo de medición de alcoholemia, sección B.

Elaborado por: El investigador.



#### 4.7.6. Visualización de datos en virtuino

Se utilizó virtuino para una mejor apreciación visual de la información manejada durante el funcionamiento del módulo de medición de alcoholemia, la aplicación es compatible con un dispositivo móvil de sistema operativo Android, para establecer la comunicación entre ambas unidades se configura la IP estática en el Smartphone, tal cual se muestra en la figura siguiente.

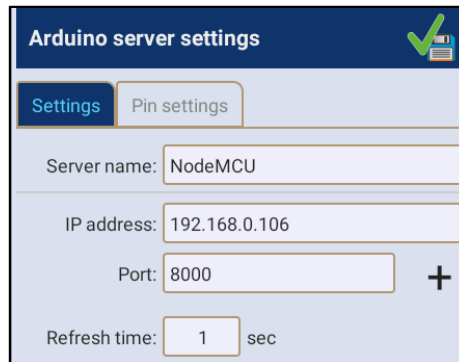


Figura 4.52: Configuración de IP estática en aplicación móvil virtuino.

Elaborado por: El investigador.

Se basó en [85] para el diseño del panel en virtuino, acorde a la normativa ANSI/ISA-101 para interfaces HMI se seleccionó los colores y la prioridad, tal cual se indica en la tabla a continuación.

Tabla 4.11: Prioridad de los colores del panel virtuino.

Color	Prioridad
Blanco	Módulo apagado
Verde oscuro	Módulo encendido
Amarillo	Advertencia, espere para iniciar prueba
Azul claro	Mensaje general para iniciar prueba de alcoholemia
Verde claro	Mensaje de test finalizado, con mediciones $\leq 0,05\text{mg/L}$
Rojo	Mensaje de test finalizado, con mediciones $> 0,05\text{mg/L}$

Elaborado por: El investigador.

En la figura de abajo se presenta el panel de virtuino con el display individual para la medición del nivel de alcoholemia, humedad y temperatura, un botón de inicio virtual para empezar una prueba de alcoholemia, además se indican las configuraciones

realizadas en la aplicación virtuiuno para enlazar la plantilla con la información del módulo de medición de alcoholemia; los mensajes exhiben las características de tabla anterior.

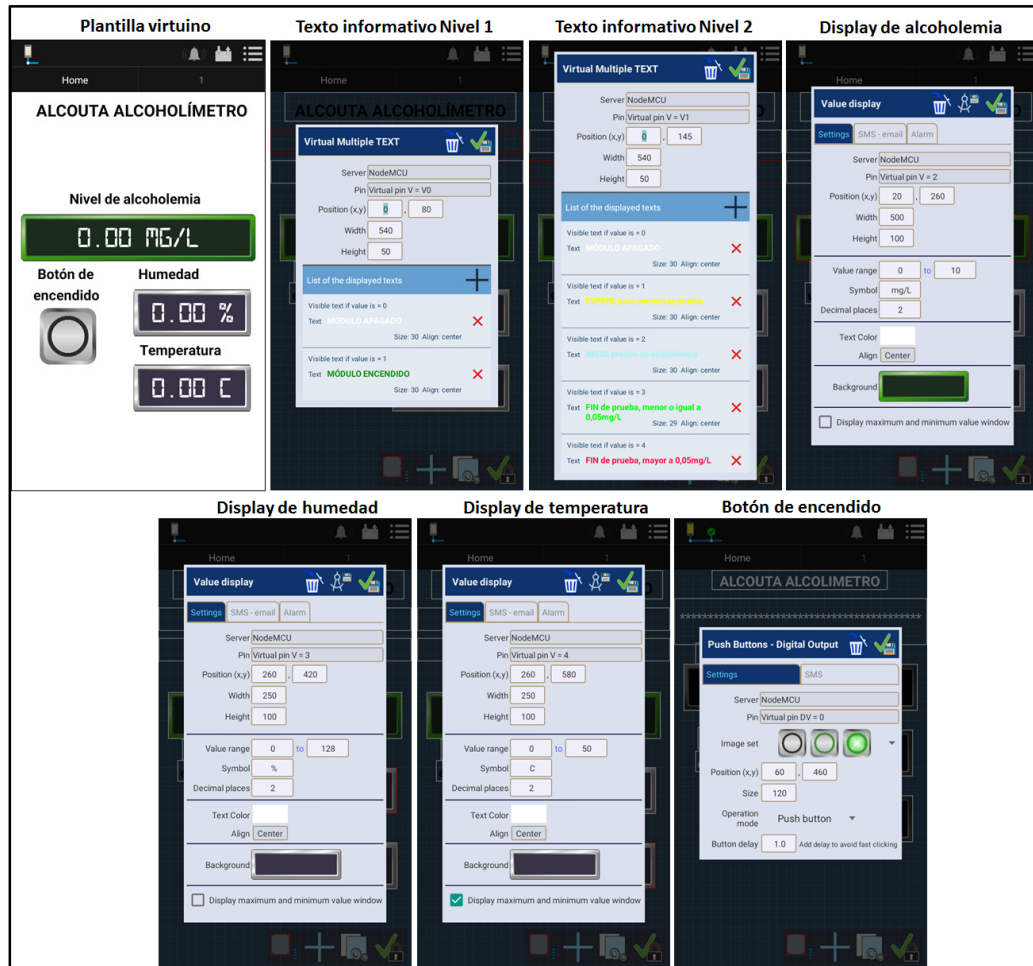


Figura 4.53: Panel de control en virtuiuno, configuraciones de la aplicación para un botón de encendido virtual y la visualización de mediciones de alcoholemia, humedad y temperatura.

Elaborado por: El investigador.

En el anexo K se indica la programación para el módulo de medición de alcoholemia.

#### 4.8. Diseño del módulo de bloqueo

Para el diseño del módulo de bloqueo se realizó el esquema de conexión de los elementos empleados y el flujograma de funcionamiento correspondiente.

#### 4.8.1. Esquema de conexión y funcionamiento del módulo de bloqueo

Se realizó la conexión física entre el dispositivo nodeMCU y un relé optoacoplado para conformar el módulo de bloqueo, así se distribuyó los pines de Vin para la alimentación de 5V a VCC, el terminal G con GND y D0 con la entrada de control IN, la figura a continuación muestra lo mencionado.

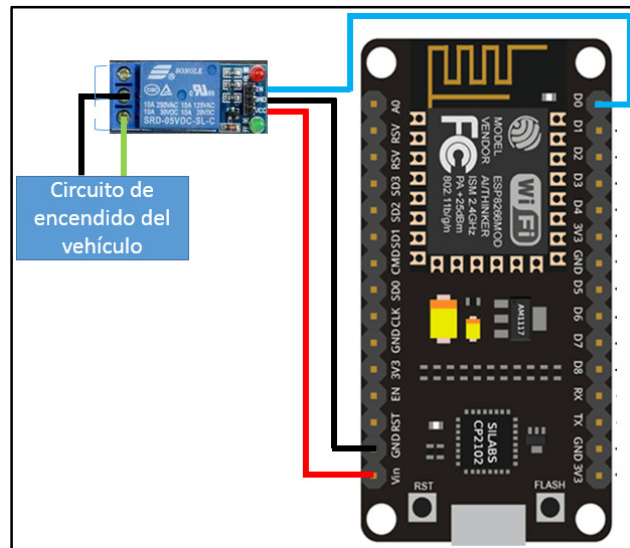


Figura 4.54: Esquema de conexión del módulo de bloqueo.

Elaborado por: El investigador.

Para el proceso de funcionamiento se realizó los pasos indicados en el flujograma de abajo, una vez se estableció la comunicación wifi con el router Trinity, se fijó la IP estática *192.168.0.107*, además se estableció el topic suscriptor *bloqueo/llave/aplica* con el servidor MQTT de la raspberry.

El topic suscriptor detecta dos comandos, cuando el mensaje arribado es 1, se efectúa un nivel bajo por el terminal D0, el cual habilita la energización de la bobina del relé y por tanto cierra el contacto normalmente abierto, en este se conectó el circuito de encendido del vehículo, esta actividad se mantiene por 60 segundos; al recibir la instrucción 0 la salida D0 presenta un valor de tensión alto.

En el anexo L se muestra la programación IDE Arduino para el módulo de bloqueo.

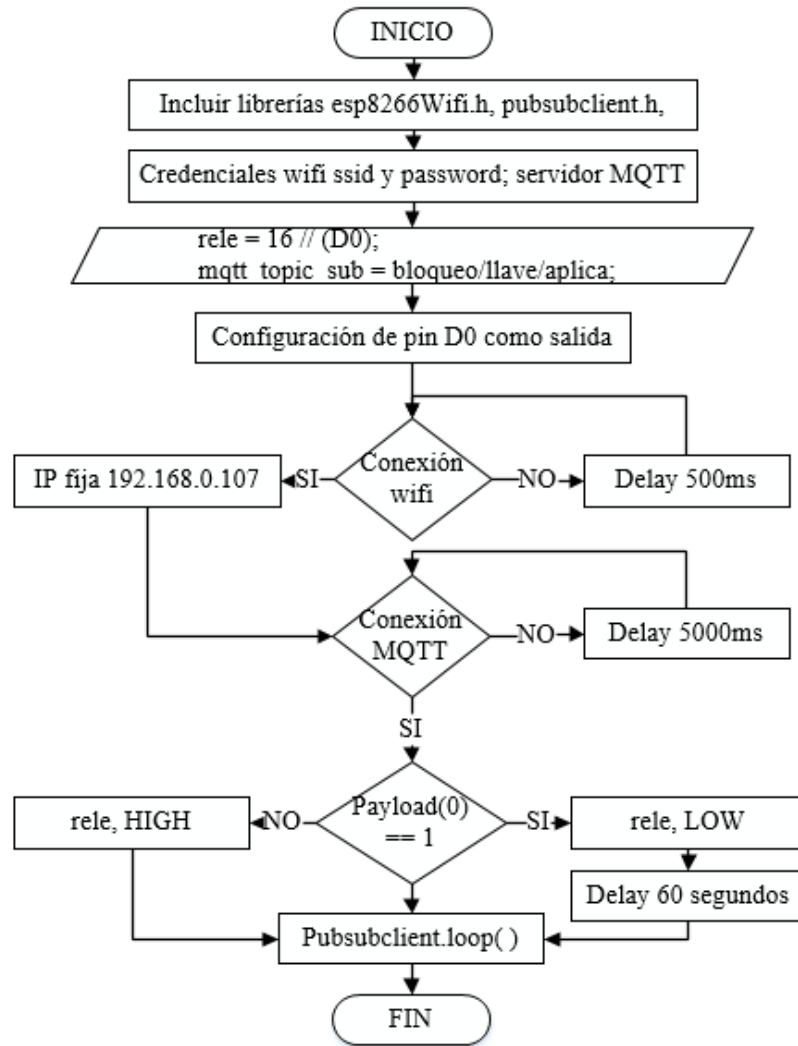


Figura 4.55: Flujograma de funcionamiento del módulo de bloqueo.  
Elaborado por: El investigador.

#### 4.9. Implementación del prototipo de sistema de bloqueo vehicular

En la figura 4.56 se indican los elementos utilizados para la implementación del prototipo.

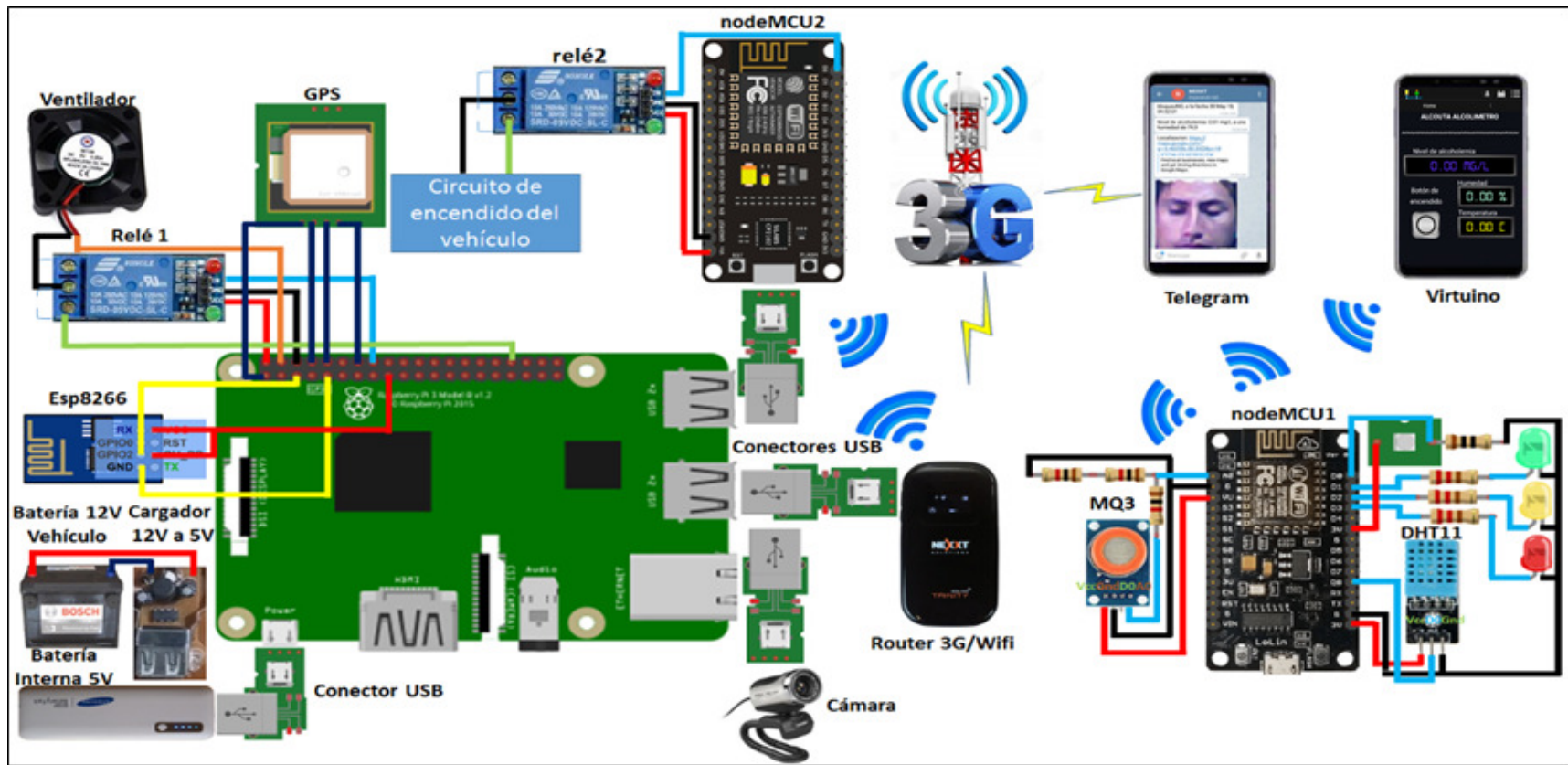


Figura 4.56: Diagrama de implementación del prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.

Elaborado por: El investigador.

Para la implementación del prototipo se empleó los elementos mostrados en la figura anterior, así se comenzó primeramente con adecuar el voltaje de la batería del vehículo de 12V a 5V mediante un cargador para la energización del módulo de control, sin embargo por el consumo requerido, se consideró la utilización de una batería interna con la finalidad de reducir el impacto eléctrico del sistema planteado sobre el automotor, la imagen siguiente muestra la fuente de alimentación.



Figura 4.57: Conexiones física de la fuente de alimentación del módulo de control.

Elaborado por: El investigador.

Se procedió a realizar las conexiones de las unidades GPS, relé optoacoplado, esp8266 y el ventilador a los terminales GPIO, las mismas se fijaron sobre una base para evitar el movimiento de dichos elementos, en la siguiente figura se aprecia lo mencionado.

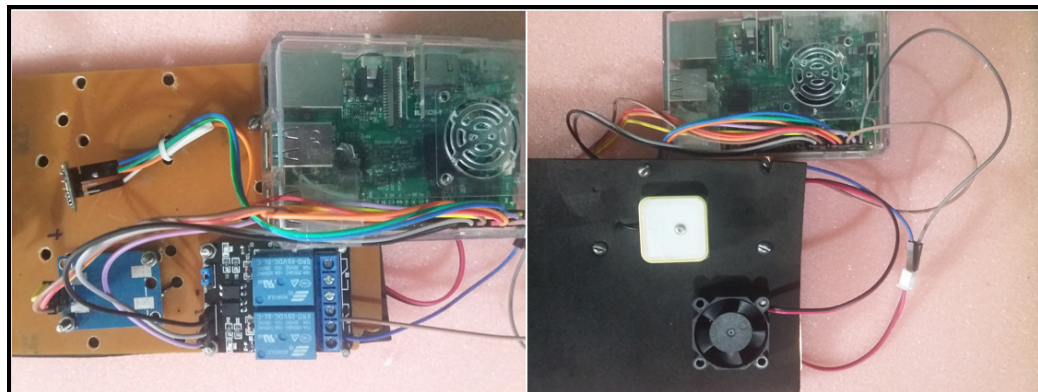


Figura 4.58: Fijación y conexión de elementos a terminales GPIO.

Elaborado por: El investigador.



A continuación se procedió a conectar la cámara, el router 3G/Wifi (se ubica al interior del módulo de control) y el módulo de bloqueo a los puertos USB de la raspberry, para el último elemento dicha conexión representa tan solo una fuente de alimentación, se puede visualizar a dichos dispositivos en la figura de abajo.



Figura 4.59: Conexión de dispositivos a los puertos USB de la RPI3.

Elaborado por: El investigador.

Para el módulo de control se utilizó una carcasa con las dimensiones 100x160x75mm, dicho valor representa el ancho, largo y alto respectivamente, la figura a continuación muestra la vista exterior del empaque.



Figura 4.60: Vista externa del empaque del módulo de control.

Elaborado por: El investigador.

La siguiente figura indica la vista interna del empaque del módulo de control, en ella se observa los elementos previamente mencionados.

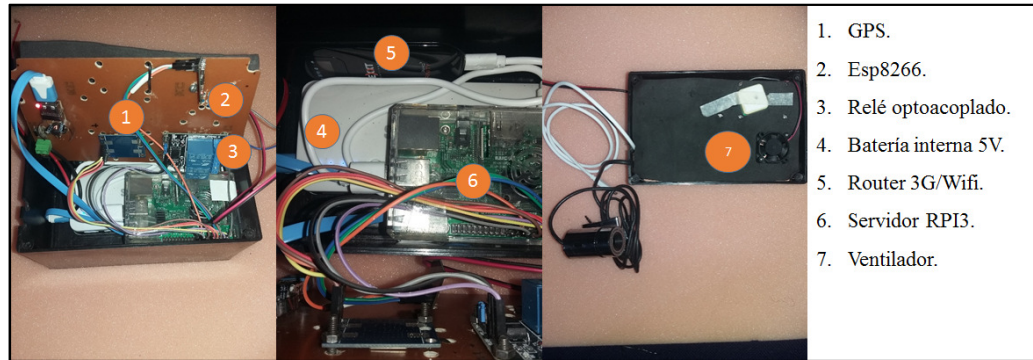


Figura 4.61: Vista interna del empaque del módulo de control.

Elaborado por: El investigador.

El módulo de medición de alcoholemia se implementó transfiriendo las pistas diseñadas sobre la placa de baquelita, en la cual se soldó los elementos que lo conforman, la figura a continuación muestra el circuito fabricado.

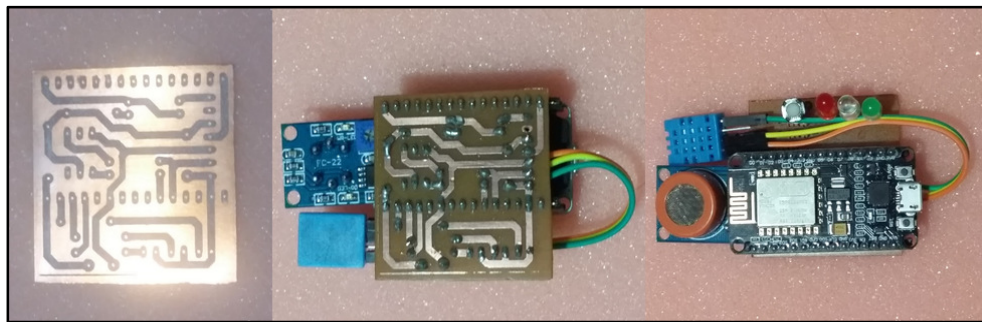


Figura 4.62: Circuito electrónico del módulo de medición de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.

El empaque del módulo de medición de alcoholemia tiene las dimensiones 45x65x40mm (ancho, largo y alto), el cual consta de una recámara para estabilizar el gas del soplo, la figura a continuación muestra una vista externa de la carcasa.



Figura 4.63: Vista externa del empaque del módulo de medición de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.



La vista interna del módulo de medición de alcoholemia se presenta en la imagen de abajo, en la cual se aprecia el nodeMCU, los sensores, leds, resistencias y pulsador.

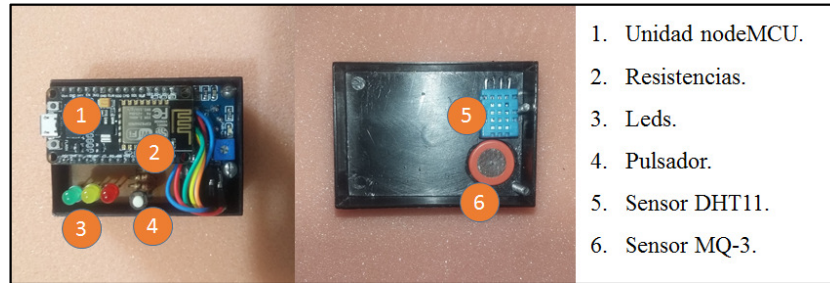


Figura 4.64: Vista interna del empaque del módulo de medición de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.

Para el módulo de bloqueo se diseñó y elaboró un circuito impreso con la finalidad de montar sobre una misma placa al relé optoacoplado y a la unidad nodeMCU, el resultado final se muestra en la figura a continuación.

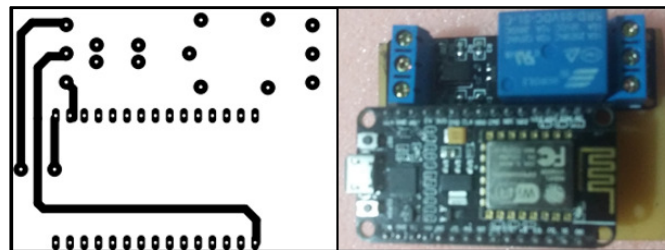


Figura 4.65: Circuito electrónico del módulo de bloqueo.

Elaborado por: El investigador.

El empaque del módulo de bloqueo tiene las dimensiones 45x65x20mm, en esta se colocó el circuito electrónico de la imagen anterior, a continuación se muestra la vista externa e interna de la carcasa.

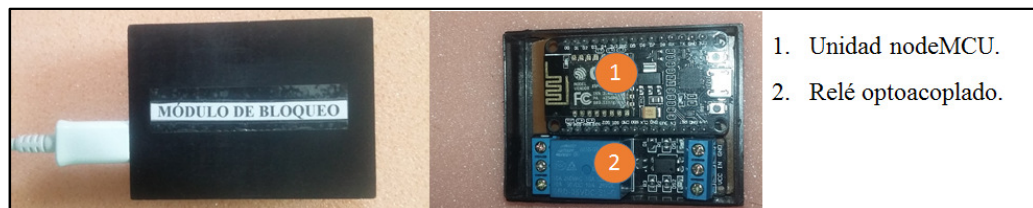


Figura 4.66: Vista externa e interna del empaque del módulo de bloqueo.

Elaborado por: El investigador.

Para la implementación del prototipo en el vehículo se ubicó al módulo de control detrás del asiento del conductor debido a que se dispone de una sola cabina, el módulo de bloqueo se localizó próximo a la bobina de encendido debido a que es el punto donde se abrió el sistema de encendido del motor, la cámara se colocó próximo al volante con el propósito de tener una vista frontal del conductor y el módulo de medición de alcoholemia se conecta al encendedor mediante un cargador de 5V, la figura a continuación evidencia lo previamente mencionado.



Figura 4.67: Implementación del prototipo en el vehículo.

Elaborado por: El investigador.

#### 4.10. Pruebas de funcionamiento

Para las pruebas de funcionamiento se realizó una secuencia de operación del prototipo, por lo tanto se ejecutó primero el módulo de medición de alcoholemia, la información generada en este módulo fue almacenada y manejada por el módulo de control, que a su vez efectuó las correspondientes funciones internas y

consecuentemente determinó el estado del módulo de bloqueo, en los apartados subsiguientes se muestran los pasos y verificación de una prueba del sistema de control.

#### 4.10.1. Comprobaciones del módulo de medición de alcoholemia

Se inicializó el módulo de medición de alcoholemia con el pulsador virtual de la aplicación virtuiino, se verificó los mensajes de encendido, espera e inicio de la prueba de alcoholemia, tal cual se muestra en la figura a continuación.



Figura 4.68: Mensajes informativos del módulo de medición de alcoholemia mediante virtuiino.

Elaborado por: El investigador.

A continuación se procedió a soplar por la boquilla del módulo de medición de alcoholemia hasta que finalice la prueba, se comprobó los indicadores leds y el texto informativo de virtuiino que se enseña en la figura de abajo.

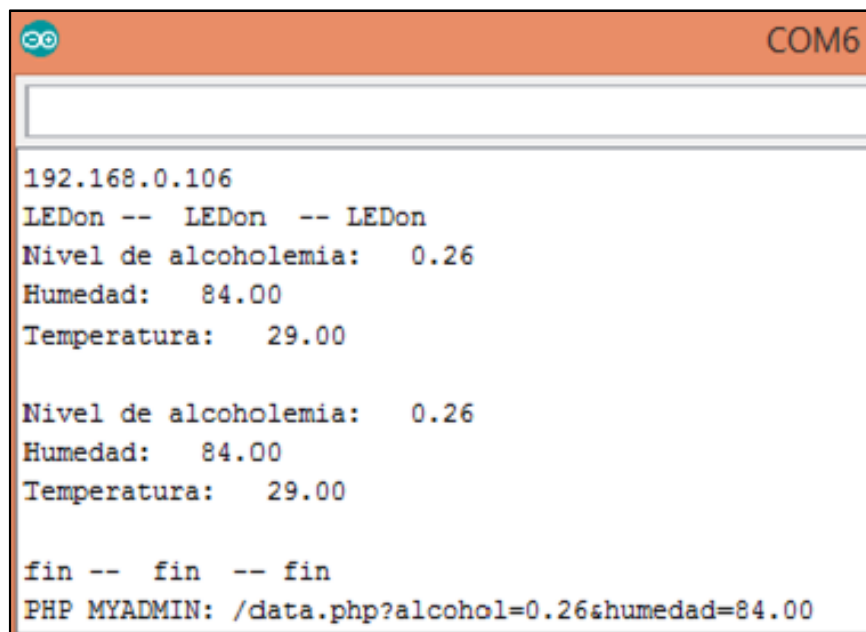


Figura 4.69: Indicadores de la finalización de la prueba de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.

Como se aprecia en la figura anterior, el led amarillo de espera se enciende para indicar la finalización de la prueba, dicha afirmación es corroborada por el texto informativo de la aplicación virtuino, debido a que el nivel de alcoholemia detectado fue mayor a 0,05mg/L se enciende el led rojo de prueba.

Se constató el envío de los comandos *LEDOn* y *fin* del topic *prueba/estado* mediante los mensajes transmitidos por el puerto serial COM6, por este medio además se verifico el enlace de la página PHP para el almacenamiento del nivel de alcoholemia y humedad detectada por los sensores, tal cual se muestra en la figura siguiente.



```
COM6
192.168.0.106
LEDOn -- LEDOn -- LEDOn
Nivel de alcoholemia: 0.26
Humedad: 84.00
Temperatura: 29.00

Nivel de alcoholemia: 0.26
Humedad: 84.00
Temperatura: 29.00

fin -- fin -- fin
PHP MYADMIN: /data.php?alcohol=0.26&humedad=84.00
```

Figura 4.70: Mensajes de comunicación serial que notifican el envío de los comandos LEDOn, fin y URL de la página PHP para almacenamiento de datos en phpMyAdmin.

Elaborado por: El investigador.

La calibración del sensor MQ-3 se realizó acorde a las recomendaciones de [86] y de acuerdo a la curva característica presentada en el anexo B, para encontrar la ecuación exponencial de esta, en el anexo M se indican los cálculos en Excel realizados para dicho propósito.

Se verificó la calibración del sensor de alcohol MQ-3 mediante los cálculos teóricos indicados en [87] y mediciones del alcoholímetro VDO grupo Davasa con patente

ZL200830154590.9, la base matemática empleada se indica en la ecuación presentada a continuación.

$$C(\text{mg/L}) = \frac{d(\text{cc}) * de(\text{g/cc}) * c}{p(\text{Kg}) * Vd(\text{L/Kg}) * \text{Ratio}} \quad (6)$$

En donde:

- C(mg/L): Alcoholemia que se desea conocer en aire exhalado (mg/L).
- d(cc): Volumen de bebida ingerida (cc).
- de(g/cc): Densidad del alcohol etílico (0,8g/cc).
- c: Graduación de la bebida alcohólica (% , vol/vol).
- p(Kg): Peso del individuo (Kg).
- Vd(L/Kg): Volumen de distribución del alcohol etílico en el cuerpo, en general se asume un Vd de 0,7 L/Kg para varones adultos.
- Ratio: Factor de conversión de g/L de sangre a mg/L de aire exhalado, típicamente este valor es 2.

Para obtener los datos comparativos de calibración se realizó 20 mediciones en lapsos de tiempo de 10 minutos, la bebida alcohólica empleada fue la cerveza con una graduación del 4%, en la tabla de abajo se muestran los valores adquiridos. Las mediciones realizadas por el sensor MQ-3 fueron de tres dígitos por tratarse de valores de mantenimiento (calibración) para este elemento.

Tabla 4.12: Valores comparativos de calibración del sensor MQ-3.

No.	T (min )	d (cc)	c (% )	P (kg )	Vd (L/kg )	C (mg/L ) A	MQ3 (mg/L ) B	VDO (mg/L ) C	A-B	B-C
1	10	100	4	51	0,7	0,045	0,063	0,140	0,018	0,077
2	20	200	4	51	0,7	0,090	0,118	0,140	0,029	0,022
3	30	300	4	51	0,7	0,134	0,148	0,165	0,013	0,017
4	40	400	4	51	0,7	0,179	0,196	0,255	0,016	0,060
5	50	500	4	51	0,7	0,224	0,213	0,255	0,012	0,043
6	60	600	4	51	0,7	0,269	0,249	0,285	0,020	0,036
7	70	700	4	51	0,7	0,314	0,414	0,375	0,100	0,039
8	10	50	4	51	0,7	0,022	0,021	0,120	0,002	0,099

9	20	150	4	51	0,7	0,067	0,064	0,140	0,003	0,076
10	30	250	4	51	0,7	0,112	0,085	0,180	0,027	0,095
11	40	350	4	51	0,7	0,157	0,179	0,215	0,023	0,036
12	50	450	4	51	0,7	0,202	0,201	0,240	0,001	0,039
13	60	550	4	51	0,7	0,246	0,226	0,310	0,020	0,084
14	10	75	4	51	0,7	0,034	0,028	0,120	0,005	0,092
15	20	125	4	51	0,7	0,056	0,066	0,140	0,010	0,074
16	30	175	4	51	0,7	0,078	0,100	0,165	0,021	0,065
17	40	225	4	51	0,7	0,101	0,118	0,190	0,017	0,072
18	50	275	4	51	0,7	0,123	0,124	0,220	0,001	0,096
19	60	325	4	51	0,7	0,146	0,154	0,225	0,009	0,071
20	70	375	4	51	0,7	0,168	0,176	0,265	0,008	0,089
<b>Total</b>									<b>0,354</b>	<b>1,280</b>
<b>Error</b>									<b>0,018</b>	<b>0,064</b>

Elaborado por: El investigador.

De los resultados de la tabla anterior se calculó la diferencia entre los valores de concentración de alcohol obtenidos, dichas cantidades se sumaron y el total se dividió para el número de pruebas realizadas, de esta forma se encontró que el error del módulo de medición de alcoholemia referente al cómputo teórico es de 0,018 y de 0,064 concerniente al alcoholímetro VDO, a continuación se muestran las curvas calibración.

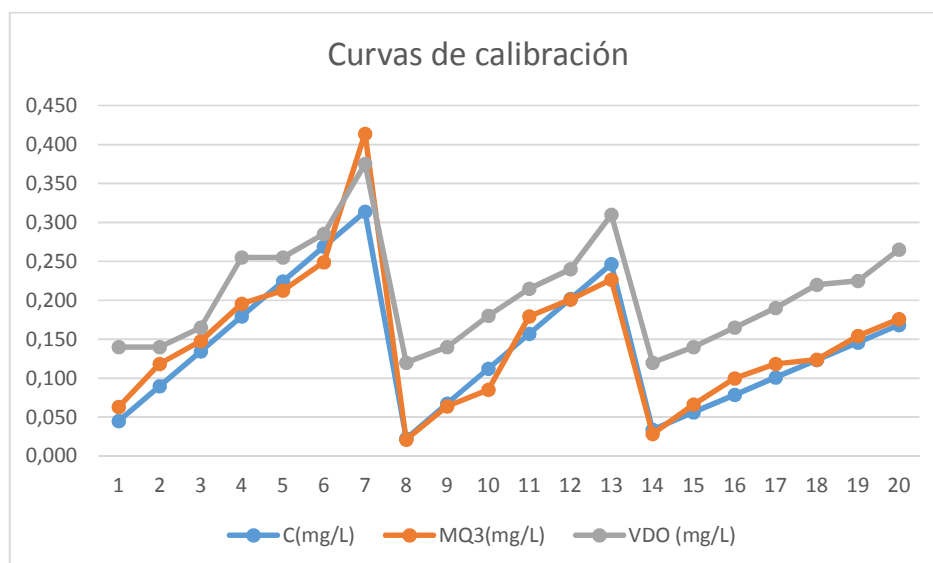


Figura 4.71: Curvas comparativas de calibración del módulo de medición de alcoholemia.

Elaborado por: El investigador.



#### 4.10.2. Revisión del módulo de control

Las funciones del módulo de control se comprobaron mediante texto en pantalla del terminal de consola, el script *sistema.py* encargado de gestionar las actividades del módulo de control está permanentemente ejecutándose como suscriptor MQTT *prueba/estado*.

Cuando se inicia la prueba de alcoholemia, el módulo de control recibe la instrucción *LEDOn* que inicia el reconocimiento facial del usuario, en este proceso se actualiza la foto almacenada del rostro con cada test de concentración de alcohol.

La imagen a continuación indica el comando recibido en el topic *prueba/estado* y el resto del contenido muestra el identificador asignado al conductor (*usuario\_1*), este parámetro es el nombre de la carpeta en donde se encuentra el material de entrenamiento y reconocimiento de visión artificial, además de emplearse como seudónimo de la fotografía facial capturada para enviarse por comunicación móvil, en esta misma figura se muestra que se comprobó lo mencionado ejecutando la instrucción *pwd* y *ls*.

```
pi@alcouta:~ $ python sistema.py
Subscribed: 1 (1,)
prueba/estado 0 LEDon
INICIALIZANDO SISTEMA.....
Deteccion de usuario.....
Iniciar deteccion --
0
usuario_1

** (deteccion de usuario:2375): WARNING: Could not find a valid address: org.freedesktop.DBus.Error: provided by any .service files
0

pi@alcouta:~/camara/imagen2/usuarios/usuario_1
pwd
/home/pi/camara/imagen2/usuarios/usuario_1
pi@alcouta:~/camara/imagen2/usuarios/usuario_1
ls
10.png 15.png 1.png 24.png 29.png 5.png
11.png 16.png 20.png 25.png 2.png 6.png
12.png 17.png 21.png 26.png 30.png 7.png

pi@alcouta:~/camara/imagen2 $ ls
entrenamiento usuario_1.png usuarios
pi@alcouta:~/camara/imagen2 $
```

Figura 4.72: Mensajes del terminal de consola del suscriptor MQTT *prueba/estado*, identificador de detección facial y lista de imágenes relacionadas.

Elaborado por: El investigador.

Continuando con la ejecución del script en el terminal de consola se evidenció la obtención de coordenadas GPS, por tanto se accedió a la tabla de datos *dgps* de phpMyAdmin para corroborar el almacenamiento de la latitud y longitud con valores de -0.785453 y -78.6499 respectivamente, tal cual se indica en la figura de abajo.

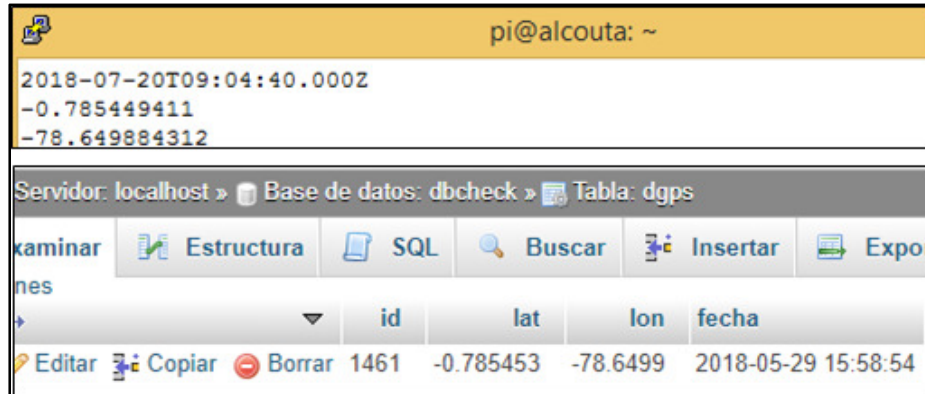


Figura 4.73: Comparación de coordenadas GPS entre el terminal de consola y la tabla de datos dgps.  
Elaborado por: El investigador.

Cabe mencionar que el almacenamiento de los datos de los sensores MQ-3 y DHT11, es independiente a este proceso, pero dada la relevancia de esta información se comprobó los últimos valores registrados en la tabla dbcheck, cuyos valores fueron 0,26mg/L y 84 de humedad relativa, tal cual se muestra en la figura a continuación.

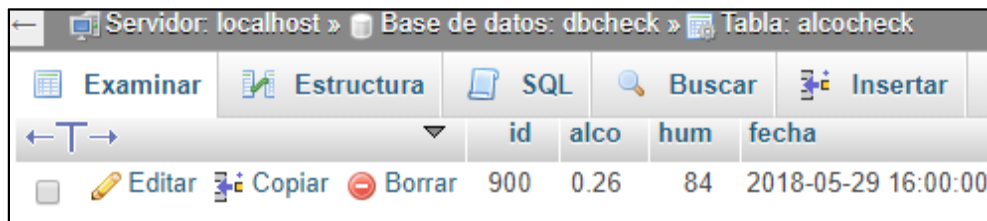


Figura 4.74: Nivel de alcoholemia y humedad almacenado en la tabla de datos alcocheck.  
Elaborado por: El investigador.

Una vez se evidencio la recepción del comando *fin* se compara los valores de los sensores MQ-3 y DHT11 con la condicionante humedad mayor a 70 y concentración de alcohol mayor a 0,05mg/L.

Cuando el resultado fue afirmativo el terminal de consola mediante un mensaje confirmo que el circuito de encendido se bloquea, en caso contrario el aviso fue de desbloqueo, a su vez en segundo plano se envió el comando 1 (cerrar) o 0 (abrir) hacia el módulo de bloqueo. Para la medida previamente realizada se observó que la notificación fue de bloqueo, tal cual se muestra en la figura a continuación.



```
pi@alcouta: ~
Subscribed: 1 (1,)
prueba/estado 0 fin
Consulta de la base de datos.....
Determinar bloqueo.....
0.26
84.0
BLOQUEO ON
```

Figura 4.75: Mensajes del terminal de consola del suscriptor MQTT prueba/estado, consulta a base de datos y determinación de bloqueo al circuito de encendido del vehículo.

Elaborado por: El investigador.

Por último se comprobó que la notificación enviada por comunicación móvil fuese correcta, comparando la información de la bandeja de entrada Telegram, con los datos presentados en el terminal de consola, dichos parámetros fueron recabados de los párrafos anteriores, la figura a continuación evidencia lo mencionado.



Figura 4.76: Comprobación de la transmisión de mensajes Telegram.

Elaborado por: El investigador.

### 4.10.3. Verificación del módulo de bloqueo

Para verificar el funcionamiento de este módulo, se procedió a girar la llave del vehículo, al pasar diez segundos después de encenderse el led de espera del módulo de

medición de alcoholemia, dicha acción se repitió luego de un minuto, debido a que la instrucción del módulo de control fue de bloqueo el motor no encendió.



Figura 4.77: Verificación del encendido del motor.

Elaborado por: El investigador.

Para determinar el lapso que demora el módulo de bloqueo en recibir la instrucción de estado al terminar una prueba con el módulo de medición, se creó una tabla de datos en phpMyAdmin nombrada sensor, en donde se registró los tiempos en el cual se termina un test de alcoholemia, la respuesta de confirmación del estado de bloqueo/desbloqueo, así como la duración de dicha señal por 60 segundos, en la figura de abajo se muestra lo mencionado anteriormente.

ids	mgL	testend	bloqueoret	unlocking
137	0.18	2018-05-17 10:53:29	2018-05-17 10:53:30	2018-05-17 10:54:30

Figura 4.78: Registro de tiempo de finalización de test de alcoholemia, respuesta de confirmación y duración del estado de bloqueo/desbloqueo.

Elaborado por: El investigador.

La siguiente tabla muestra datos que fueron extraídos de la base de datos alcocheck y sensor, en donde se aprecia un fragmento de las mediciones realizadas por el módulo de medición y los tiempos de respuesta del módulo de bloqueo al finalizar una prueba de alcoholemia.

Tabla 4.13: Datos extraídos de las tablas alcocheck y sensor de phpMyAdmin.

Módulo de medición de alcoholemia mg/L	Módulo de medición 2018-05-17	Módulo de bloqueo 2018-05-17
0,02	10:53:21	-
0,04	10:53:22	-
0,05	10:53:23	-
0,13	10:53:24	-
0,17	10:53:25	-
0,18	10:53:29	-
0,18	10:53:30	10:53:30
0,02	10:54:30	10:54:30
0,02	10:54:31	-
0,01	11:14:50	-
0,09	11:14:51	-
0,18	11:14:52	-
0,20	11:14:55	-
0,20	11:14:56	11:14:56
0,02	11:15:56	11:15:56
0,02	11:15:57	-

Elaborado por: El investigador.

La figura de abajo representa de forma gráfica la información de la tabla anterior, en dicha imagen se observó que para establecer comunicación entre el módulo de medición y bloqueo se requiere de un segundo para dicha labor, también se aprecia que el módulo de bloqueo registra el estado de bloqueo/desbloqueo en lapsos de 60 segundos después de recibir un comando por el topic MQTT.

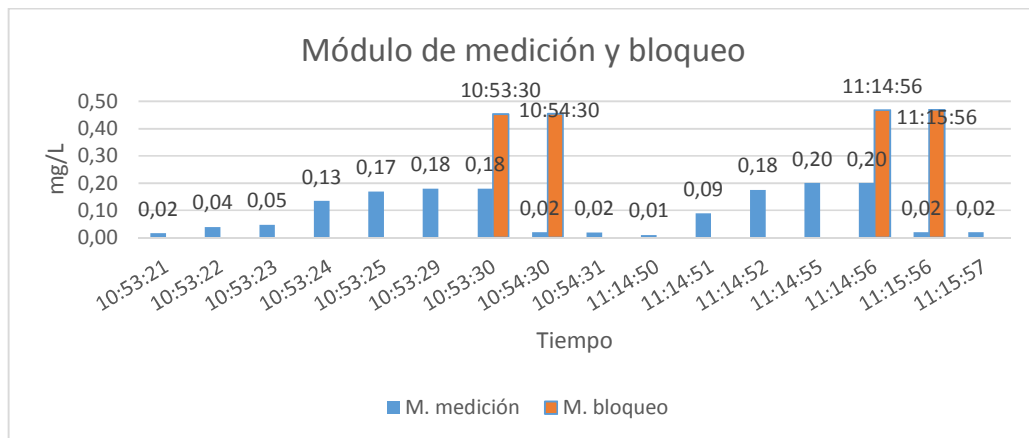


Figura 4.79: Histórico de los datos almacenados del módulos de medición y bloqueo.

Elaborado por: El investigador.

En el anexo N se muestra la programación empleada para tabla sensor de phpMyAdmin y el anexo O se presenta el manual del prototipo para el usuario.

#### 4.11. Análisis de resultados

Para la evaluación de las pruebas realizadas se elaboró la tabla 4.14, la cual resumió los resultados obtenidos del funcionamiento del prototipo de sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.

Tabla 4.14: Pruebas del prototipo.

Fecha / Hora	Prototipo mg/L	Arranque del motor después de 10s / 1min	Mensaje Telegram
28-05-2018/09:00	0,10	No / No	Si
28-05-2018/12:00	0,02	Si / No	Si
28-05-2018/16:00	0,80	No / No	No
29-05-2018/09:00	0,01	Si / No	Si
29-05-2018/12:00	0,00	No / No	Si
29-05-2018/16:00	0,26	No / No	Si
30-05-2018/09:00	0,04	Si / No	Si
30-05-2018/12:00	0,71	No / No	Si
30-05-2018/16:00	0,19	No / No	Si
31-05-2018/09:00	0,71	No / No	Si
31-05-2018/12:00	0,12	No / No	No
31-05-2018/16:00	0,50	No / No	Si
01-05-2018/09:00	0,11	No / No	No
01-05-2018/12:00	0,04	No / No	No
01-05-2018/16:00	0,96	No / No	Si
04-05-2018/09:00	0,26	No / No	Si
04-05-2018/12:00	0,16	No / No	Si
04-05-2018/16:00	0,78	No / No	Si
05-05-2018/09:00	0,81	No / No	Si
05-05-2018/12:00	0,03	Si / No	Si
05-05-2018/16:00	0,26	No / No	No
06-05-2018/09:00	0,14	No / No	Si
06-05-2018/12:00	0,99	No / No	Si
06-05-2018/16:00	1,31	No / No	No
07-05-2018/09:00	0,62	No / No	Si
07-05-2018/12:00	0,01	Si / No	Si
07-05-2018/16:00	0,64	No / No	Si
08-05-2018/09:00	0,00	Si / Si	Si
08-05-2018/12:00	0,80	No / No	Si
08-05-2018/16:00	0,84	No / No	Si

Elaborado por: El investigador.

El número total de pruebas realizadas fue de 30, en cada una de estas se registró el nivel de alcoholemia y acorde a dicho valor se comprobó la eficacia del bloqueo/desbloqueo del circuito de encendido del vehículo en un lapso de tiempo superior a 10 segundos y 1 minuto después de haberse efectuado un test de la concentración de alcohol en el aliento, consecuentemente se verificó los mensajes recibidos por Telegram.

El número de test con un nivel de alcoholemia superior a 0,05mg/L fue de 22, al girar la llave de encendido del motor después de 10 segundos, en cada ocasión no encendió el vehículo, al cabo de 1 minuto se obtuvo el mismo resultado, por tanto el bloqueo fue eficaz al 100% e indiferente al tiempo. Las pruebas con valores inferiores o iguales a 0,05mg/L fueron de 8, al girar la llave de encendido del motor después 10 segundos en 2 ocasiones no encendió el vehículo, por tanto con la regla de tres se calculó el porcentaje de eficacia de desbloqueo total, tal cual se muestra a continuación.

$$\text{Eficacia de desbloqueo total} = \frac{100\% * 6}{8} = 75\%$$

Después de 1 minuto el circuito de encendido nuevamente permanece abierto, por tanto se procedió a girar la llave del vehículo, en una ocasión encendió el motor, aplicando la regla de tres se calculó la eficacia de bloqueo.

$$\text{Eficacia de bloqueo} = \frac{100\% * 7}{8} = 87,5\%$$

De los porcentajes obtenidos se calculó su media aritmética para determinar la eficacia total de bloqueo, el cómputo se presenta a continuación:

$$\text{Eficacia de bloqueo total} = \frac{100\% + 87,5\%}{2} = 93,75\%$$

De los 30 mensajes Telegram enviados respecto a cada test de alcoholemia realizada, se registraron 24 de estas en la bandeja de entrada del contacto registrado, aplicando regla de tres se obtuvo la eficacia de las notificaciones por comunicación móvil.

$$Eficacia \text{ de notificaciones Telegram} = \frac{100\% * 24}{30} = 80\%$$

El prototipo del sistema desarrollado presenta los siguientes porcentajes de eficacia: bloqueo del circuito de encendido del vehículo en 93,75%, desbloqueo del mismo en un 87,5% y notificaciones Telegram en un 80%.

#### 4.12. Presupuesto

En la tabla siguiente se detallan los costos totales de los materiales empleados.

Tabla 4.15: Presupuesto del prototipo.

Ítem	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Raspberry Pi 3	1	\$72,00	\$72,00
Carcasa RPI3	1	\$5,00	\$5,00
NodeMCU	2	\$14,00	\$28,00
Esp8266	1	\$6,00	\$6,00
GPS neo-6 u-blox	1	\$24,00	\$24,00
Relé optoacoplado 1 canal	2	\$2,00	\$4,00
Ventilador RPI3	1	\$5,00	\$5,00
Cámara web	1	\$10,00	\$10,00
Baquelita 10x30cm	1	\$3,50	\$3,50
Sensor MQ3	1	\$5,00	\$5,00
Sensor DHT11	1	\$3,00	\$3,00
Resistencias	7	\$0,10	\$0,70
LEDs	3	\$0,10	\$0,30
Pulsador	1	\$0,15	\$0,15
Espadines hembra 40 pines	2	\$0,50	\$1,00
Router 3G/Wifi	1	\$100,00	\$100,00
Tarjeta micro SD 32GB	1	\$20,00	\$20,00
Tarjeta USIM	1	\$4,00	\$4,00
Batería 5V 20000mAh	1	\$20,00	\$20,00
Carcasa 10x16cm	1	\$6,00	\$6,00
Carcasa 4,5x6cm	3	\$1,00	\$1,00
Funda de cloruro Férrico	1	\$0,50	\$0,50
Estaño	1	\$0,50	\$0,50
Cargador 12V a 5V	2	\$4,50	\$9,00
Cables USB	5	\$1,20	\$6,00
Pack cable jumper hembra	1	\$1,75	\$1,75
Tornillo 2x15mm	16	\$0,10	\$1,60
Resorte 2,5x15mm	16	\$0,20	\$3,20
Casquillos de poliuretano 10mm	16	\$0,60	\$9,60

<b>TOTAL</b>			<b>\$350,80</b>
--------------	--	--	-----------------

Elaborado por: El investigador.

El costo total del sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil fue de \$350,80 dólares estadounidenses. El valor indicado en la tabla es solo el precio del prototipo implementado, al hacerlo en cantidades mayores (producción) estos costes van a bajar.

El valor comercial del sistema de bloqueo se calculó aumentando un 30% al costo del prototipo (utilidad neta), así se obtuvo la cifra de \$456,04 dólares, dicha cantidad es competitiva en el mercado debido a que es inferior al precio de adquisición de los alcoholímetros Lifeloc, Dräger y AlcoHawk previamente investigados.

El costo de la mano de obra para la implementación del sistema se determina en base a la duración de las actividades presentadas en la tabla a continuación.

Tabla 4.16: Actividades para la implementación del sistema de bloqueo.

<b>Actividad</b>	<b>Duración en horas</b>
Preparación de materiales	1,5
Diseño de las pistas electrónicas por software	0,25
Transferencia térmica a la baquelita de las placas diseñadas	1
Corrosión de la baquelita por cloruro férrico	0,9
Perforado de la baquelita	0,8
Soldado con estaño de los elementos electrónicos a baquelita	1
Fijación y conexión de los elementos del módulo de control	0,8
Colocación de carcasas de los módulos	0,6
Programación de los módulos	1
Revisión del sistema eléctrico del vehículo	1,5
Sujeción y conexión del sistema de bloqueo al vehículo	1
Pruebas de funcionamiento	2
<b>Total en horas</b>	<b>12,35</b>

Elaborado por: El investigador.

El sueldo básico de un Ingeniero Electrico/Electronico corresponde a los valores presentados en la tabla de abajo.

Tabla 4.17: Sueldo básico del Ingeniero Eléctrico/Electrónico.

<b>ÍTEM</b>	<b>VALOR</b>
Sueldo básico sectorial	\$ 449,22
Décimo tercer sueldo (sueldo básico/12)	\$ 32,17
Décimo cuarto sueldo (sueldo básico sectorial/12)	\$37,44
Aporte personal al IESS (9,45%)	\$42,45
Fondos de reserva (sueldo básico sectorial/12)	\$37,44
<b>TOTAL</b>	<b>\$598,72</b>

Elaborado por: El investigador.

El sueldo básico sectorial se obtuvo de [88], el décimo tercero, décimo cuarto y fondos de reserva se los calculo de acuerdo a los artículos 111,113 y 196 de [89] respectivamente, el porcentaje de aporte personal al IESS esta descrito en [90].

Para determinar la hora de trabajo se dividió el sueldo básico de \$598,72 para los 30 días laborables y luego para 8, obteniendo la cantidad de \$2,50. El costo de la mano de obra para la implementación del sistema corresponde a la multiplicación del valor antes mencionado por el total de horas mostrado en la tabla 4.16, cuyo resultado fue de \$30,88.

En el anexo P se muestra los valores de sueldo básico sectorial correspondiente al Ingeniero Electrico/Electrónico.



## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Del desarrollo e implementación del presente proyecto, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Con el análisis de la ley de tránsito sobre conductores en estado de embriaguez y de alcoholímetros, se llegó a la conclusión que los equipos que miden la concentración de alcohol en el aliento son reconocidos legalmente por la legislación ecuatoriana y su utilización esta en vigencia para la aplicación de sanciones cuando se presentan mediciones desde 0,05mg/L de aire exhalado en adelante.
- Del análisis de cada uno de los elementos seleccionados para la implementación del prototipo, se concluye que dichos elementos son los adecuados, debido a la eficacia presentada en las pruebas de funcionamiento del sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil.
- Se determinó que, para una correcta prueba de alcoholemia se debe detectar el soplido del usuario, por tanto se realizó el análisis de la temperatura y humedad durante dicha acción, llegando a la conclusión de que se requiere alcanzar una temperatura superior a 24°C y una humedad relativa porcentual igual o superior a 75 para un test valido.
- De las curvas comparativas de calibración para el sensor MQ-3 se determinó que mejor el ajuste fue obtenido de los cálculos técnicos teóricos, debido a que presenta

linealidad, por tanto la exactitud del módulo de medición de alcoholemia es de  $\pm 0,02$  mg/L.

- Con la implementación del servidor MQTT se llegó a la conclusión que para una correcta sincronización de la comunicación entre la raspberry PI y las unidades nodeMCU con dicho protocolo, un topic publicador solo debe establecer conexión con el Broker durante la transmisión del mensaje y al terminar cerrar la sesión, mientras que un topic suscriptor debe mantenerse permanentemente enlazado.
- La utilización de temporizadores de eventos en los módulos de medición y control reduce las demoras de la información transmitida y recibida, por tanto el bloqueo/desbloqueo del encendido del vehículo se lo realizó con un retardo de un segundo.
- El prototipo permite la interacción con la plataforma de mensajería instantánea de manera automática, por tanto las notificaciones de las pruebas realizadas pueden receptarse desde cualquier sitio donde se tenga acceso a la nube con un dispositivo móvil compatible con dicho servicio.

## **5.2.Recomendaciones**

Se recomienda a los usuarios del sistema de bloqueo vehicular mediante alcoholímetro electrónico y notificación por comunicación móvil que:

- Previo a realizar una prueba de concentración de alcohol, se recomienda abrir la recámara del módulo de medición de alcoholemia en donde se encuentran los sensores DHT11 y MQ-3 con el propósito de disipar la humedad y restos de cualquier gas al interior de la misma.
- Al utilizar el sistema de control por primera vez se recomienda permanecer estático frente a la cámara por alrededor de tres minutos para crear un perfil facial adecuado a fin evitar demoras en el funcionamiento del mismo.
- El arranque del motor del vehículo al terminar la prueba de alcoholemia con un valor inferior o igual a  $0,05$ mg/L, se recomienda realizarlo en el lapso de 10 a 40 segundos después de finalizado el test de concentración de alcohol.

- Al terminar de utilizar el módulo de medición de alcoholemia, se recomienda apagarlo con el propósito de evitar almacenar innecesariamente la data generada por los sensores de alcohol y humedad.

Se recomienda a los futuros investigadores interesados en el proyecto planteado que:

- Se recomienda enlazar al sistema de control, con una plataforma de asistencia médica a fin de proporcionar ayuda cuando el conductor alcance niveles de alcoholemia peligrosos para la salud.
- Se recomienda realizar el estudio de una plataforma de servicio de conductor asistente enlazado al sistema de control para cuando no se puede conducir el vehículo por exceder el límite de alcoholemia legalmente permitido por la legislación ecuatoriana.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] OMS, “Lesiones causadas por el tránsito”. [En línea]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/>. Último acceso: 05/2017.
- [2] OMS, “Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial”, Año 2015, pp. 5,7. [En línea]. Disponible en: [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2015/Summary\\_GSRRS2015\\_SPA.pdf?ua=1](http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/Summary_GSRRS2015_SPA.pdf?ua=1). Último acceso: 05/2017.
- [3] ANT, “Estadísticas de transporte terrestre y seguridad vial”. [En línea]. Disponible en: [http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas#.WQeN9xM1\\_IU](http://www.ant.gob.ec/index.php/noticias/estadisticas#.WQeN9xM1_IU). Último acceso: 07/2017.
- [4] ANT, “Código orgánico integral penal”, Año 2016, pp. 125-126. [En línea]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/2424-codigo-orgánico-integral-penal>. Último acceso: 03/2017.
- [5] Gaceta, “Negligencia, imprudencia, exceso de velocidad por parte del conductor, son entre otras las causas de los accidentes de tránsito”. [En línea]. Disponible en: <https://lagaceta.com.ec/cotopaxi-lidera-los-indices-mortalidad-accidentes-nivel-nacional/>. Último acceso: 08/2017.
- [6] Cotopaxinoticias, “La Policía intensificará sanciones para reducir mortalidad en tránsito”. [En línea]. Disponible en: <http://www.cotopaxinoticias.com/la-policia-intensificara-sanciones-para-reducir-mortalidad-en-transito-hizo-una-radiografia/>. Último acceso: 04/2017.
- [7] A. Izquierdo, “El alcohol como causa de las infracciones de tránsito”, Universidad de Cuenca, Año 2015, pp. 14-16, 23, 43-52. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23086/1/TESIS.pdf>
- [8] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, “Plan Nacional del Buen Vivir”, Año 2013, pp. 211. [En línea]. Disponible en: <http://www.buenvivir.gob.ec/documents/10157/26effa35-aaa8-4aec-a11c-be69abd6e40a>. Último acceso: 09/2017.
- [9] ANT, “Medidas de seguridad para transporte público y comercial”. [En línea]. Disponible en: <http://www.ant.gob.ec/old/index.php/noticias/noticias/188-medidas-de-seguridad-para-transporte-publico-y-comercial>. Último acceso: 08/2016.

- [10] A. Martin, “¿Cómo funciona un alcoholímetro?”. [En línea]. Disponible en: <http://omicron.espanol.com/2016/08/funcionamiento-alcoholimetro/>. Último acceso: 08/2016.
- [11] El comercio, “Un sistema que bloquea el auto si el conductor esta ebrio”. [En línea]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/amp/ruedas-tuercas/servicios/sistema-bloquea-auto-conductor-ebrio-371261>. Último acceso: 06/2015.
- [12] S. Cabello, “Ecuador está al tope en cobertura móvil”. [En línea]. Disponible en: <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/ecuador-esta-al-tope-en-cobertura-movil>. Último acceso: 05/2017.
- [13] Toradex, “Customized single board computer”. [En línea]. Disponible en: <https://www.toradex.com/customized-single-board-computer>. Último acceso: 02/2017.
- [14] M. Casanova, "Diseño, construcción e instalación de un alcoholímetro con dispositivo de bloqueo de un vehículo", Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis, Año 2014. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3732/1/65T00138.pdf>
- [15] E. Mena, "Diseño y construcción de un alcoholímetro para automóvil con dispositivo de bloqueo", Escuela de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, Tesis, Año 2005. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/3244>
- [16] J. Cujano, "Diseño e implementación de un sistema de control electrónico para bloquear /desbloquear automóviles mediante mensajes MSM encriptados", Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Tesis, Año 2010. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/612/1/38T00228.pdf>
- [17] M. Vaishnavi, “Intelligent Alcohol Detection System For Car”, Saveetha School of Engineering, Paper, Año 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.ijser.org/researchpaper/INTELLIGENT-ALCOHOL-DETECTION-SYSTEM-FOR-CAR.pdf>
- [18] K. Deepa, “Accident Prevention by Eye Blinking Sensor and Alcohol Detector”, SJM Institute of Technology, Paper, Año 2015. [En línea]. Disponible en: [http://www.ijer.in/ijer/publication/v4s7/IJER\\_2015\\_703.pdf](http://www.ijer.in/ijer/publication/v4s7/IJER_2015_703.pdf)

- [19] J. Orozco, “Electrónica y electricidad automotriz””, pp. 24, 27-29, 31-32. [En línea]. Disponible en: <https://automotrizenvideo.com/wp-content/sp-resources/forum-file-uploads/uri/2012/11/EI4.pdf>. Último acceso: 12/2017.
- [20] Bosch, “Sistemas de encendido”, pp. 2-4, 6. [En línea]. Disponible en: [http://www.boschautopartes.com/media/la/aa\\_sites\\_la/products\\_and\\_services/automotive\\_parts/gasoline\\_1/download\\_5/HIRES\\_PDF\\_59958.pdf](http://www.boschautopartes.com/media/la/aa_sites_la/products_and_services/automotive_parts/gasoline_1/download_5/HIRES_PDF_59958.pdf). Último acceso: 10/2016.
- [21] EcuRed, “Alcoholímetro”. [En línea]. Disponible en: <https://www.ecured.cu/Alcohol%C3%ADmetro>. Último acceso: 07/2017.
- [22] A. Martín, “¿Cómo funciona un alcoholímetro?”. [En línea]. Disponible en: <https://omicron.elespanol.com/2016/08/funcionamiento-alcoholimetro/>. Último acceso: 08/2016.
- [23] DFG, “El alcohol y la conducción”. [En línea]. Disponible en: [http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo\\_recursos/didacticos/did\\_adultas/alcohol.pdf](http://www.dgt.es/PEVI/documentos/catalogo_recursos/didacticos/did_adultas/alcohol.pdf). Último acceso: 02/2015.
- [24] L. Castro, “¿Qué es IM o mensajería instantánea y cómo funciona?”. [En línea]. Disponible en: <https://www.aboutespanol.com/que-es-im-o-mensajeria-instantanea-y-como-funciona-157567>. Último acceso: 02/2017.
- [25] Zenith, “La batalla por la mensajería instantánea existe y las marcas deben posicionarse”. [En línea]. Disponible en: <https://blogginzenith.zenithmedia.es/batalla-mensajeria-instantanea-whatsapp-facebook/>. Último acceso: 02/2018.
- [26] Ursan, “Plataformas y aplicaciones de mensajería instantánea más usadas e importantes como método alternativo de comunicación tradicional”. [En línea]. Disponible en: <http://www.ursan.es/blog/12/plataformas-y-aplicaciones-de-mensajeria-instantanea-mas-usadas-e-importantes-como-metodo-alternativo-de-comunicacion-tradicional.html>. Último acceso: 08/2015.
- [27] Gitbooks, “Sistemas de telefonía y comunicaciones móviles”. [En línea]. Disponible en: [https://mastermoviles.gitbooks.io/tecnologias2/content/sistemas\\_de\\_telefonia\\_y\\_comunicaciones\\_moviles.html](https://mastermoviles.gitbooks.io/tecnologias2/content/sistemas_de_telefonia_y_comunicaciones_moviles.html). Último acceso: 04/2015.

- [28] R. Conde, “Redes de telefonía celular ¿Qué significan 1G, 2G, 3G y 4G?”. [En línea]. Disponible en: <https://www.aboutespanol.com/redes-de-telefonía-celular-que-significan-1g-2g-3g-y-4g-580779>. Último acceso: 04/2016.
- [29] M. Chimbro, “Análisis de la propuesta de evolución de redes 3G y su convergencia a la tecnología 4G para redes de telefonía móvil”, Año 2012, pp. 86-88. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2072/13/UPS-CT002379.pdf>.
- [30] Badajoz, “Las tecnologías WIFI y WIMAX”, pp. 11, 18. [En línea]. Disponible en: [https://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologías\\_wifi\\_wmax.pdf](https://www.dip-badajoz.es/agenda/tablon/jornadaWIFI/doc/tecnologías_wifi_wmax.pdf). Último acceso: 12/2017.
- [31] A. Recalde, “Redes inalámbricas”, pp. 2. [En línea]. Disponible en: [https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06\\_07/trabajos/resumen\\_es/gr01-RedesInalambricas.pdf](https://www.tlm.unavarra.es/~daniel/docencia/rba/rba06_07/trabajos/resumen_es/gr01-RedesInalambricas.pdf). Último acceso: 12/2017.
- [32] ICTP, “Introducción a las redes WiFi”, pp. 9. [En línea]. Disponible en: [http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion\\_a\\_las\\_redes\\_WiFi-es-v2.3-notes.pdf](http://www.eslared.org.ve/walc2012/material/track1/05-Introduccion_a_las_redes_WiFi-es-v2.3-notes.pdf). Último acceso: 06/2012.
- [33] Intel, “Diferentes protocolos de Wi-Fi y velocidades de datos”. [En línea]. Disponible en: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000005725/network-and-i-o/wireless-networking.html>. Último acceso: 12/2017.
- [34] Carvalza, “Qué es gps (Sistema de posicionamiento global)”. [En línea]. Disponible en: <https://www.carvalza.es/que-es-un-gps>. Último acceso: 12/2017.
- [35] Botscience, “Módulo GPS para Arduino UBlox NEO 6M”. [En línea]. Disponible en: [http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product\\_id=73](http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product_id=73). Último acceso: 01/2018.
- [36] ElectroniLab, “Módulo GPS Ublox NEO-7M-000 con memoria EEPROM 3V-5V”. [En línea]. Disponible en: <https://electronilab.co/tienda/modulo-gps-ublox-neo-7m-000-con-memoria-eprom-3v-5v/>. Último acceso: 02/2018.
- [37] Puntoflotante, “Módulo SkyLab SKM53 para aplicaciones GPS con microcontroladores”. [En línea]. Disponible en: <http://www.puntoflotante.net/MODULO-GPS-SKYLAB-SKM53-PARA-MICROCONTROLADORES.htm>. Último acceso: 02/2018.

- [38] Eleuva, “Sensores”. [En línea]. Disponible en: [https://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master\\_IE/Sensores.pdf](https://www.ele.uva.es/~lourdes/docencia/Master_IE/Sensores.pdf). Último acceso: 02/2018.
- [39] Geekfactory, “MQ-3 Sensor de alcohol”. [En línea]. Disponible en: <https://www.geekfactory.mx/tienda/sensores/mq-3-sensor-de-alcohol/>. Último acceso: 02/2018.
- [40] Nskelectronics, “Alcohol Sensor MQ-303A”. [En línea]. Disponible en: <http://www.nskelectronics.in/Alcohol-Sensor-MQ-303A>. Último acceso: 02/2018.
- [41] Geekfactory, “MQ-135 Sensor de calidad de aire amoníaco benceno”. [En línea]. Disponible en: <https://www.geekfactory.mx/tienda/sensores/7418/>. Último acceso: 02/2018.
- [42] Maskau, “MQ138 Semiconductor Sensor for Organic Steam”. [En línea]. Disponible en: <http://www.maskau.dk/WP/wp-content/uploads/2014/08/MQ138.pdf>. Último acceso: 11/2017.
- [43] L. Valle, “Escoger el mejor sensor de temperatura para Arduino”. [En línea]. Disponible en: <https://programarfacil.com/podcast/82-escoger-mejor-sensor-temperatura-arduino/>. Último acceso: 03/2018.
- [44] Techopedia, “Single-Board Computer (SBC)”. [En línea]. Disponible en: <https://www.techopedia.com/definition/9266/single-board-computer-sbc>. Último acceso: 02/2017.
- [45] A. Haim, “RASPBerry PI y su objetivo de enseñanza”. [En línea]. Disponible en: [http://www.sportsandhealth.com.pa/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3688:raspberry-pi-y-su-objetivo-de-ensenanza&catid=55:tecnologia&Itemid=101](http://www.sportsandhealth.com.pa/index.php?option=com_content&view=article&id=3688:raspberry-pi-y-su-objetivo-de-ensenanza&catid=55:tecnologia&Itemid=101). Último acceso: 09/2017.
- [46] C. Long, "What is BeagleBone Black?". [En línea]. Disponible en: <https://beagleboard.org/black>. Último acceso: 03/2017.
- [47] M. López, "pcDuino, ¿Competencia de la Raspberry Pi?". [En línea]. Disponible en: <https://www.unocero.com/noticias/pcduino-competencia-de-la-raspberry-pi/>. Último acceso: 03/2013.
- [48] Hwlibre, “¿Qué es una placa SBC?”. [En línea]. Disponible en: <https://www.hwlibre.com/que-es-una-placa-sbc/>. Último acceso: 03/2014.



- [49] L. Arteaga, “¿Qué es el software libre?”. [En línea]. Disponible en: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>. Último acceso: 06/2018.
- [50] Linuxzone, “Ubuntu: descripción de Ubuntu, descarga, características de Ubuntu”. [En línea]. Disponible en: <https://linuxzone.es/distribuciones-principales/ubuntu/>. Último acceso: 02/2018.
- [51] Ergosum, “¿Qué es Raspbian?”. [En línea]. Disponible en: <https://www.programoergosum.com/cursos-online/raspberry-pi/232-curso-de-introduccion-a-raspberry-pi/instalar-raspbian>. Último acceso: 10/2017.
- [52] Ecured, “Arch Linux”. [En línea]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Arch\\_Linux](https://www.ecured.cu/Arch_Linux). Último acceso: 12/2017.
- [53] M. Marti, “Lubuntu, una distribución Linux para equipos antiguos”. [En línea]. Disponible en: <https://marcosmarti.org/lubuntu-una-distribucion-linux-para-equipos-antiguos/>. Último acceso: 02/2018.
- [54] Kabla, “Catálogo Alcoholimetría”. [En línea]. Disponible en: [www.kabla.mx/brochure/catalogo\\_dispositivos\\_diagnostico.pdf](http://www.kabla.mx/brochure/catalogo_dispositivos_diagnostico.pdf). Último acceso: 06/2017.
- [55] Outspot, “Alcoholímetro digital”. [En línea]. Disponible en: [https://www.outspot.be/assets/manual/Manual\\_de\\_Usuario\\_Alcoholimetro.pdf](https://www.outspot.be/assets/manual/Manual_de_Usuario_Alcoholimetro.pdf). Último acceso: 11/2017.
- [56] Quiminet, “Precios de Alcoholímetro FC-20 Lifeloc”. [En línea]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/productos/alcoholimetro-fc-20-lifeloc-71352601487/precios.htm>. Último acceso: 10/2017.
- [57] Profilab, “Dräger Alcotest 7510”. [En línea]. Disponible en: [https://profilab24.com/Draeger-Alcotest-7510\\_1](https://profilab24.com/Draeger-Alcotest-7510_1). Último acceso: 12/2017.
- [58] Amazon, “Sentech AL7000 Replaceable Sensor Breathalyzer by AlcoDigital”. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Sentech-AL7000-Replaceable-Breathalyzer-AlcoDigital/dp/B010WCNUP2>. Último acceso: 12/2017.
- [59] Quiminet, “Alcoholímetro AlcoHAWK PT750”. [En línea]. Disponible en: <https://www.quiminet.com/productos/alcoholimetro-alcohawk-pt750-85468336614/precios.htm>. Último acceso: 12/2016.

- [60] Sparkfun, “Technical data mq-3 gas sensor”. [En línea]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/MQ-3.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [61] Sparkfun, “MQ-135 Gas Sensor User Manual”. [En línea]. Disponible en: <https://www.robotshop.com/media/files/pdf/MQ-135-Gas-Sensor-UserManual.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [62] Kosmodrom, “Gas sensor mq-303 for alcohol detection”. [En línea]. Disponible en: <https://www.kosmodrom.com.ua/pdf/MQ303A.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [63] Arihav, “Fis gas sensor sp-aq3”. [En línea]. Disponible en: <https://www.arihav.com/Datasheet/SP-AQ3.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [64] Robocraft, “DHT11 Humidity and Temperature Sensor Features”. [En línea]. Disponible en: <http://robocraft.ru/files/datasheet/DHT11.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [65] Sparkfun, “DHT22 - SparkFun Electronics”. [En línea]. Disponible en: <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [66] U-blox, “U-blox 6 GPS Modules”. [En línea]. Disponible en: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6\\_DataSheet\\_\(GPS.G6-HW-09005\).pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_(GPS.G6-HW-09005).pdf). Último acceso: 02/2018.
- [67] U-blox, “NEO-7 Data Sheet - u-blox”. [En línea]. Disponible en: [https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-7\\_DataSheet%28UBX-13003830%29.pdf](https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-7_DataSheet%28UBX-13003830%29.pdf). Último acceso: 02/2018.
- [68] Ram-e-shop, “SkyNav SKM53 Series Ultra High Sensitivity”. [En línea]. Disponible en: <http://www.ram-e-shop.com/ds/general/SKM53.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [69] Microchip, “ESP8266 Serial Esp-01 WIFI Wireless”. [En línea]. Disponible en: <http://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [70] Einstronic, “NodeMCU ESP8266 ESP-12E”. [En línea]. Disponible en: <https://einstronic.com/wp-content/uploads/2017/06/NodeMCU-ESP8266-ESP-12E-Catalogue.pdf>. Último acceso: 02/2018.

- [71] Einstronic, “WeMos D1 Mini Series”. [En línea]. Disponible en: <https://einstronic.com/wp-content/uploads/2017/06/WeMos-D1-Mini-Series-Catalogue.pdf>. Último acceso: 02/2018.
- [72] Nexxtsolutions, “TRINITY 3G/4G”. [En línea]. Disponible en: [https://www.cyberpuerta.mx/out/media/8f8/339/c0a/5a9ef5c75f79d\\_5a536f55486d6.pdf](https://www.cyberpuerta.mx/out/media/8f8/339/c0a/5a9ef5c75f79d_5a536f55486d6.pdf). Último acceso: 02/2018.
- [73] Speedguide, “Alcatel OneTouch Y580”. [En línea]. Disponible en: <https://www.speedguide.net/routers/alcatel-onetouch-y580-21mbps-mobile-hotspot-3540>. Último acceso: 10/2015.
- [74] Raspberrypi, “Camera Module V2 - Raspberry Pi”. [En línea]. Disponible en: <https://static.sparkfun.com/datasheets/Dev/RaspberryPi/RPiCamMod2.pdf>. Último acceso: 10/2017.
- [75] PCcomponentes, “MW1 Webcam HD”. [En línea]. Disponible en: <https://www.pccomponentes.com/tacens-mars-gaming-mw1-webcam-hd>. Último acceso: 12/2017.
- [76] Beagleboard, “Beagle Bone Black Wireless TI Sitara AM3358”. [En línea]. Disponible en: <http://beagleboard.org/boards>. Último acceso: 03/2018.
- [77] Electrocomponents, “Raspberry Pi 3 Model B”. [En línea]. Disponible en: <http://docs-europe.electrocomponents.com/webdocs/14ba/0900766b814ba5fd.pdf>. Último acceso: 11/2017.
- [78] Strawberry-linux, “pcDuino User Guide”. [En línea]. Disponible en: [https://strawberry-linux.com/pub/pcDuino\\_UserGuide\\_Rev02.pdf](https://strawberry-linux.com/pub/pcDuino_UserGuide_Rev02.pdf). Último acceso: 01/2013.
- [79] Mouser, “PandaBoard OMAP 4 Mobile Development Platform”. [En línea]. Disponible en: <https://www.mouser.ec/new/pandaboardorg/pandaboard/>. Último acceso: 01/2018.
- [80] Udoo, “UDOO QUAD/DUAL”. [En línea]. Disponible en: <https://www.udoo.org/udoo-dual-and-quad/>. Último acceso: 03/2017.
- [81] Raspberryshop, “Descargas de Software para Raspberry Pi”. [En línea]. Disponible en: <https://www.raspberrypi.es/descargas-software-raspberrypi.php>. Último acceso: 01/2017.

- [82] land1, “10 sistemas operativos para Raspberry Pi”. [En línea]. Disponible en: <https://www.land1.es/digitalguide/servidores/know-how/10-sistemas-operativos-para-raspberry-pi/>. Último acceso: 01/2017.
- [83] L. Corona, “Sensores y actuadores”, Año 2014, pp. 264. [En línea]. Disponible en: [https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA264&lpg=PA264&dq=mq+circuito+equivalente&source=bl&ots=6N4jdCc1Yv&sig=J2ueL5q5BaArxyW-P-TIO3F\\_Zt8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiy\\_ra93fXbAhXJk1kKHYYodBOKQ6AEIJTAA#v=onepage&q=mq%20circuito%20equivalente&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&pg=PA264&lpg=PA264&dq=mq+circuito+equivalente&source=bl&ots=6N4jdCc1Yv&sig=J2ueL5q5BaArxyW-P-TIO3F_Zt8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiy_ra93fXbAhXJk1kKHYYodBOKQ6AEIJTAA#v=onepage&q=mq%20circuito%20equivalente&f=false).
- [84] R. Zamudio, “DHT11 con Arduino: Sensor Temperatura y Humedad”. [En línea]. Disponible en: <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/dht11-con-arduino/>. Último acceso: 10/2017.
- [85] G. Nasby, “Using ISA-101 & High Performance HMIs for More Effective Operations”. [En línea]. Disponible en: [https://www.grahamnasy.com/tutoriales/files\\_publications/NasbyG\\_2017\\_HighPerformanceHMIs\\_IntelligentWastewaterSeminar\\_WEAO\\_sept14-2017\\_abstract.pdf](https://www.grahamnasy.com/tutoriales/files_publications/NasbyG_2017_HighPerformanceHMIs_IntelligentWastewaterSeminar_WEAO_sept14-2017_abstract.pdf). Último acceso: 09/2017.
- [86] A. López, “Repercusion clinica y juridical de la ingesta de alcohol etilico. Resolucion de casos prácticos”. [En línea]. Disponible en: [https://www.aesed.com/upload/files/vol-39/n-1/v39n1\\_6.pdf](https://www.aesed.com/upload/files/vol-39/n-1/v39n1_6.pdf). Último acceso: 01/2014.
- [87] OIML, “Recomendaciones Internacionales (OIML, R)”. [En línea]. Disponible en: [https://www.oiml.org/en/files/pdf\\_r/r126-e12.pdf](https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r126-e12.pdf). Último acceso: 07/2015.
- [88] Ministerio del Trabajo, “Tabla de Salarios Mínimos Sectoriales 2018”. [En línea]. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1vtcRZ65pUnIXIaQquWBalAc8o7Hio67z/preview>. Último acceso: 02/2018.
- [89] Ministerio del Trabajo, “Código de trabajo”. [En línea]. Disponible en: <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/11/C%C3%B3digo-de-Tabajo-PDF.pdf>. Último acceso: 09/2017.
- [90] EcuadorLegal, “Aporte IESS 2018”. [En línea]. Disponible en: <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/calculadora-aportaciones-ies/>. Último acceso: 02/2018.

**ANEXOS**  
**ANEXO A**  
**ALCOHOLÍMETROS EN EL TERMINAL TERRESTRE DE AMBATO Y**  
**LATACUNGA**

Alcoholímetros empleados en el Terminal Terrestre de Ambato:

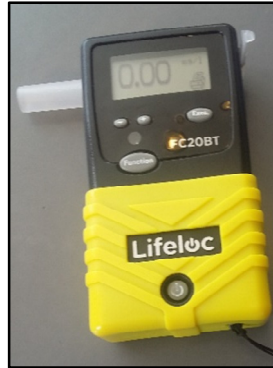


Figura A1: Alcoholímetro de mano Lifeloc, Ambato.

Elaborado por: El investigador.



Figura A2: Cabina alcoholímetro Lifeloc, Ambato.

Elaborado por: El investigador.

Alcoholímetros empleados en el Terminal Terrestre de Latacunga:



Figura A3: Cabina alcoholímetro Lifeloc, Latacunga.

Elaborado por: El investigador.

# ANEXO B

## HOJA DE DATOS SENSOR MQ3

HANWEI ELETRONICS CO.,LTD

MQ-3

<http://www.hwsensor.com>

### TECHNICAL DATA MQ-3 GAS SENSOR

#### FEATURES

- \* High sensitivity to alcohol and small sensitivity to Benzine .
- \* Fast response and High sensitivity
- \* Stable and long life
- \* Simple drive circuit

#### APPLICATION

They are suitable for alcohol checker, Breathalyzer.

#### SPECIFICATIONS

##### A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Vc	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
VH	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
Rl	Load resistance	200K Ω	
RH	Heater resistance	33 Ω ± 5%	Room Tem
PH	Heating consumption	less than 750mw	

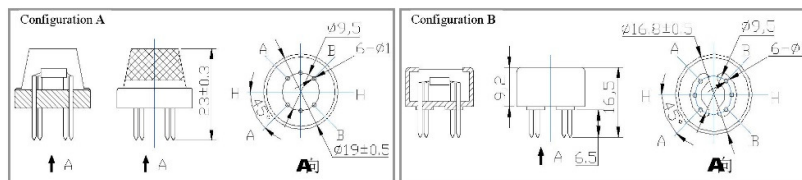
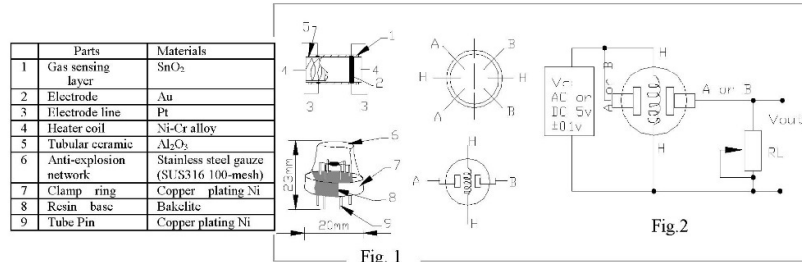
##### B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10℃-50℃	
Tas	Storage Tem	-20℃-70℃	
RH	Related humidity	less than 95%Rh	
O <sub>2</sub>	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

##### C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
Rs	Sensing Resistance	1M Ω - 8 M Ω (0.4mg/L alcohol )	Detecting concentration scope: 0.05mg/L—10mg/L Alcohol
α (0.4/1 mg/L.)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20℃ ± 2℃ Humidity: 65%±5%	Vc: 5V±0.1 Vh: 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

##### D. Structure and configuration, basic measuring circuit



TEL: 86-371-67169070 67169080

FAX: 86-371-67169090

E-mail: [sales@hwsensor.com](mailto:sales@hwsensor.com)

Structure and configuration of MQ-3 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by micro  $Al_2O_3$  ceramic tube, Tin Dioxide ( $SnO_2$ ) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-3 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

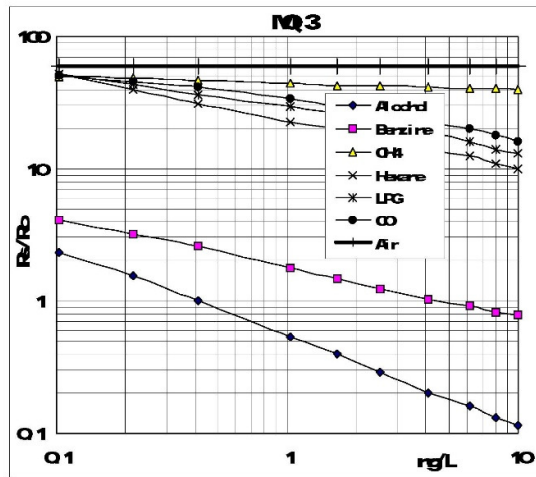


Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-3

Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-3 for several gases. in their: Temp: 20°C, Humidity: 65%,  $O_2$  concentration 21%  $R_L=200k\Omega$   
 $R_0$ : sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol in the clean air.  
 $R_s$ :sensor resistance at various concentrations of gases.

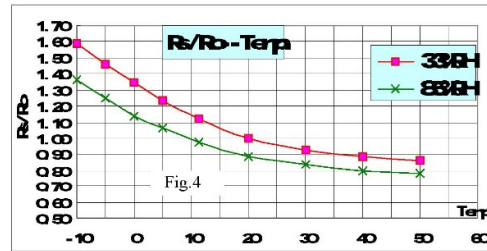


Fig.4

Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-3 on temperature and humidity.  
 $R_0$ : sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol in air at 33%RH and 20 °C  
 $R_s$ : sensor resistance at 0.4mg/L of Alcohol at different temperatures and humidities.

**SENSITIVITY ADJUSTMENT**

Resistance value of MQ-3 is difference to various kinds and various concentration gases. So,When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 0.4mg/L ( approximately 200ppm ) of Alcohol concentration in air and use value of Load resistance( $R_L$ ) about 200 K  $\Omega$  (100K  $\Omega$  to 470 K  $\Omega$ ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.

# ANEXO C

## HOJA DE DATOS SENSOR DHT11



For more products visit our website <http://www.sunrom.com>

Document: Datasheet

Date: 20-Jun-12

Model #: 3732

Product's Page: [www.sunrom.com/p-1141.html](http://www.sunrom.com/p-1141.html)

### DHT11 - Humidity and Temperature Sensor

The DHT11 is a basic, low-cost digital temperature and humidity sensor. It uses a capacitive humidity sensor and a thermistor to measure the surrounding air, and spits out a digital signal on the data pin (no analog input pins needed).

Its fairly simple to use, but requires careful timing to grab data. The only real downside of this sensor is you can only get new data from it once every 2 seconds.



### Features

- Full range temperature compensated
- Relative humidity and temperature measurement
- Calibrated digital signal
- Outstanding long-term stability
- Extra components not needed
- Long transmission distance
- Low power consumption
- 4 pins packaged and fully interchangeable

### Details

This sensor includes a resistive-type humidity measurement component and an NTC temperature measurement component, and connects to a high-performance 8-bit microcontroller, offering excellent quality, fast response, anti-interference ability and cost-effectiveness. Each DHT11 element is strictly calibrated in the laboratory that is extremely accurate on humidity calibration. The calibration coefficients are stored as programmes in the OTP memory, which are used by the sensor's internal signal detecting process.

The single-wire serial interface makes system integration quick and easy. Its small size, low power consumption and up-to-20 meter signal transmission making it the best choice for various applications, including those most demanding ones. The component is 4-pin single row pin package.





## Specifications

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	± 5 %RH	± 2 °C	1	4 Pin Single Row

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
<b>Humidity</b>				
<b>Resolution</b>		1%RH	1%RH	1%RH
			8 Bit	
<b>Repeatability</b>			± 1%RH	
<b>Accuracy</b>	25 °C		± 4%RH	
	0-50 °C			± 5%RH
<b>Interchangeability</b>	Fully Interchangeable			
<b>Measurement Range</b>	0 °C	30%RH		90%RH
	25 °C	20%RH		90%RH
	50 °C	20%RH		80%RH
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%)25 °C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
<b>Hysteresis</b>			± 1%RH	
<b>Long-Term Stability</b>	Typical		± 1%RH/year	
<b>Temperature</b>				
<b>Resolution</b>		1 °C	1 °C	1 °C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
<b>Repeatability</b>			± 1 °C	
<b>Accuracy</b>		± 1 °C		± 2 °C
<b>Measurement Range</b>		0 °C		50 °C
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%)	6 S		30 S

Item	Condition	Min	Typical	Max	Unit
Power supply	DC	3	5	5.5	V
Current supply	Measuring	0.5		2.5	mA
	Stand-by	100	Null	150	uA
	Average	0.2	Null	1	mA

2

Sunrom Technologies


Your Source for Embedded Systems

Visit us at [www.sunrom.com](http://www.sunrom.com)

# ANEXO D

## HOJA DE DATOS RELÉ

### SONGLE RELAY

	RELAY ISO9002	<b>SRD</b>
---	---------------	------------



#### 1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

#### 2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.  
( Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

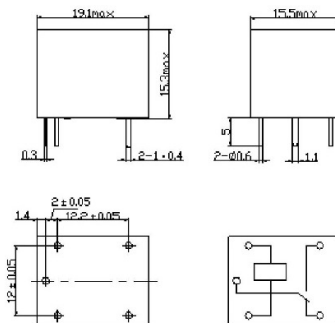
#### 3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03, 05, 06, 09, 12, 24, 48VDC	S:Sealed type F:Flux free type	L:0.36W D:0.45W	A:1 form A B:1 form B C:1 form C

#### 4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

#### 5. DIMENSION (unit:mm)      DRILLING (unit:mm)      WIRING DIAGRAM



**6. COIL DATA CHART (AT20°C)**

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

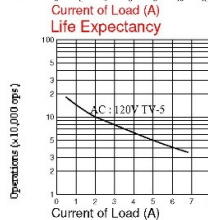
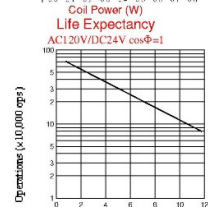
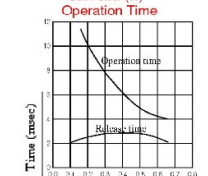
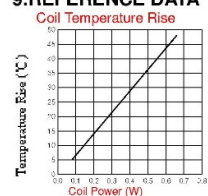
**7. CONTACT RATING**

Item	Type	SRD	
		FORM C	FORM A
Contact Capacity		7A 28VDC	10A 28VDC
Resistive Load (cosΦ=1)		10A 125VAC	10A 240VAC
		7A 240VAC	
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)		3A 120VAC	5A 120VAC
		3A 28VDC	5A 28VDC
Max. Allowable Voltage		250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force		800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material		AgCdO	AgCdO

**8. PERFORMANCE (at initial value)**

Item	Type	SRD
Contact Resistance		100mΩ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength	Between coil & contact	1500VAC 50/60HZ (1 minute)
	Between contacts	1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching	Mechanically	300 operation/min
	Electrically	30 operation/min
Ambient Temperature		-25°C to +70°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration	Endurance	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
	Error Operation	10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock	Endurance	100G Min.
	Error Operation	10G Min.
Life Expectancy	Mechanically	10 <sup>7</sup> operations. Min. (no load)
	Electrically	10 <sup>5</sup> operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

**9. REFERENCE DATA**



# ANEXO E

## HOJA DE DATOS GPS NEO-6 UBLOX



NEO-6 - Data Sheet

### 1.3 GPS performance

Parameter	Specification			
Receiver type	50 Channels GPS L1 frequency, C/A Code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS			
Time-To-First-Fix <sup>1</sup>		NEO-6G/Q/T	NEO-6MV	NEO-6P
	Cold Start <sup>2</sup>	26 s	27 s	32 s
	Warm Start <sup>2</sup>	26 s	27 s	32 s
	Hot Start <sup>2</sup>	1 s	1 s	1 s
	Aided Starts <sup>3</sup>	1 s	<3 s	<3 s
Sensitivity <sup>4</sup>		NEO-6G/Q/T	NEO-6MV	NEO-6P
	Tracking & Navigation	-162 dBm	-161 dBm	-160 dBm
	Reacquisition <sup>1</sup>	-160 dBm	-160 dBm	-160 dBm
	Cold Start (without aiding)	-148 dBm	-147 dBm	-146 dBm
	Hot Start	-15 / dBm	-156 dBm	-155 dBm
Maximum Navigation update rate		NEO-6G/Q/M/T	NEO-6PV	
		5Hz	1 Hz	
Horizontal position accuracy <sup>5</sup>	GPS	2.5 m		
	SBAS	2.0 m		
	SBAS + PPP <sup>6</sup>	< 1 m (2D, R50) <sup>9</sup>		
	SBAS + PPP <sup>7</sup>	< 2 m (3D, R50) <sup>9</sup>		
Configurable Timepulse frequency range		NEO-6G/Q/M/P/V	NEO-6T	
		0.25 Hz to 1 kHz	0.25 Hz to 10 MHz	
Accuracy for Timepulse signal	RMS	30 ns		
	99%	<60 ns		
	Granularity	21 ns		
	Compensated <sup>8</sup>	15 ns		
Velocity accuracy <sup>6</sup>		0.1m/s		
Heading accuracy <sup>7</sup>		0.5 degrees		
Operational Limits	Dynamics	≤ 4 g		
	Altitude <sup>10</sup>	50,000 m		
	Velocity <sup>9</sup>	500 m/s		

**Table 2: NEO-6 GPS performance**

<sup>1</sup> All satellites at -130 dBm

<sup>2</sup> Without aiding

<sup>3</sup> Dependent on aiding data connection speed and latency

<sup>4</sup> Demonstrated with a good active antenna

<sup>5</sup> For an outage duration ≤10s

<sup>6</sup> CEP, 50%, 24 hours static, -130dBm, SEP: <3.5m

<sup>7</sup> NEO-6P only

<sup>8</sup> Demonstrated under following conditions: 24 hours, stationary, first 600 seconds of data discarded. HDOP < 1.5 during measurement period, strong signals. Continuous availability of valid SBAS correction data during full test period.

<sup>9</sup> Quantization error information can be used with NEO-6T to compensate the granularity related error of the timepulse signal

<sup>10</sup> Assuming Airborne <4g platform

### 3.2 Operating conditions

All specifications are at an ambient temperature of 25°C.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Power supply voltage	VCC	NEO-6G	1.75	1.8	1.95	V	
		NEO-6Q/M	2.7	3.0	3.6	V	
		NEO-6P/V/T					
Supply voltage USB	VDDUSB	All	3.0	3.3	3.6	V	
Backup battery voltage	V_BCKP	All	1.4		3.6	V	
Backup battery current	I_BCKP	All		22		µA	V_BCKP = 1.8 V, VCC = 0V
Input pin voltage range	Vin	All	0		VCC	V	
Digital IO Pin Low level input voltage	Vil	All	0		0.2*VCC	V	
Digital IO Pin High level input voltage	Vih	All	0.7*VCC		VCC	V	
Digital IO Pin Low level output voltage	Vol	All			0.4	V	Iol=4mA
Digital IO Pin High level output voltage	Voh	All	VCC -0.4			V	Ioh=4mA
USB_DM, USB_DP	VinU	All	Compatible with USB with 22 Ohms series resistance				
VCC_RF voltage	VCC_RF	All		VCC-0.1		V	
VCC_RF output current	ICC_RF	All			50	mA	
Antenna gain	Gant	All			50	dB	
Receiver Chain Noise Figure	NFtot	All		3.0		dB	
Operating temperature	Topr	All	-40		85	°C	

**Table 10: Operating conditions**

Operation beyond the specified operating conditions can affect device reliability.

### 3.3 Indicative power requirements

Table 11 lists examples of the total system supply current for a possible application.

Parameter	Symbol	Module	Min	Typ	Max	Units	Condition
Max. supply current <sup>15</sup>	Iccp	All			67	mA	VCC = 3.6 V <sup>16</sup> / 1.95 V <sup>17</sup>
		Icc Acquisition	All	47 <sup>18</sup>		mA	
		Icc Tracking (Max Performance mode)	NEO-6G/Q/T	40 <sup>19</sup>		mA	
Average supply current <sup>20</sup>	Icc Tracking (Eco mode)	NEO-6M/P/V	39 <sup>20</sup>		mA		VCC = 3.0 V <sup>16</sup> / 1.8 V <sup>17</sup>
		NEO-6G/Q/T	38 <sup>20</sup>		mA		
		NEO-6M/P/V	37 <sup>20</sup>		mA		
		NEO-6G/Q	12 <sup>20</sup>		mA		
Icc Tracking (Power Save mode / 1 Hz)	NEO-6M	11 <sup>20</sup>		mA			

**Table 11: Indicative power requirements**

Values in Table 11 are provided for customer information only as an example of typical power requirements. Values are characterized on samples, actual power requirements can vary depending on FW version used, external circuitry, number of SVs tracked, signal strength, type of start as well as time, duration and conditions of test.

<sup>15</sup> Use this figure to dimension maximum current capability of power supply. Measurement of this parameter with 1 Hz bandwidth.

<sup>16</sup> NEO-6Q, NEO-6M, NEO-6P, NEO-6V, NEO-6T

<sup>17</sup> NEO-6G

<sup>18</sup> Use this figure to determine required battery capacity.

<sup>19</sup> >8 SVs in view, CNo >40 dBHz, current average of 30 sec after cold start.

<sup>20</sup> With strong signals, all orbits available. For Cold Starts typical 12 min after first fix. For Hot Starts typical 15 s after first fix.

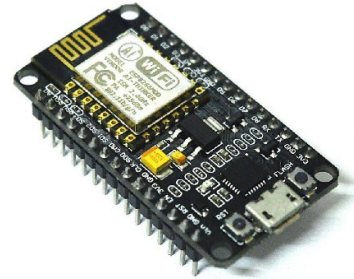
# ANEXO F

## HOJA DE DATOS NODEMCU

*Internet of Things*

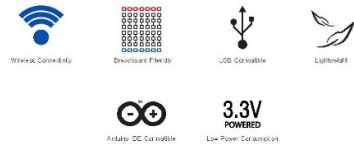
### NodeMCU ESP8266 ESP-12E WiFi Development Board

NodeMCU is an open source IoT platform. It includes firmware which runs on the ESP8266 Wi-Fi SoC from Espressif Systems, and hardware which is based on the ESP-12 module. The term "NodeMCU" by default refers to the firmware rather than the DevKit. The firmware uses the Lua scripting language. It is based on the eLua project, and built on the Espressif Non-OS SDK for ESP8266. It uses many open source projects, such as lua-cjson, and spiffs.



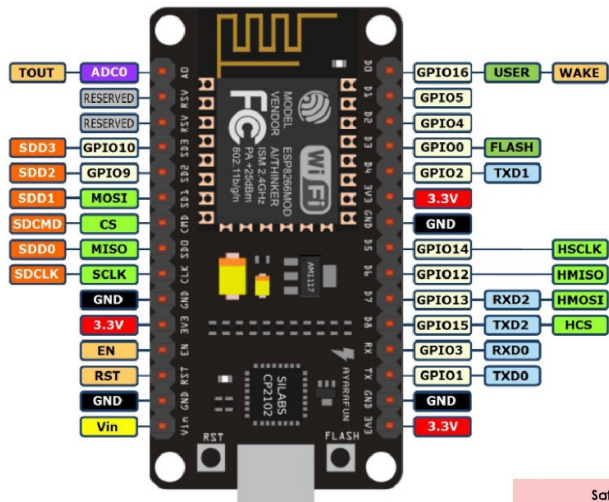
#### Features

- ▶ Version : DevKit v1.0
- ▶ Breadboard Friendly
- ▶ Light Weight and small size.
- ▶ 3.3V operated, can be USB powered.
- ▶ Uses wireless protocol 802.11b/g/n.
- ▶ Built-in wireless connectivity capabilities.
- ▶ Built-in PCB antenna on the ESP-12E chip.
- ▶ Capable of PWM, I2C, SPI, UART, 1-wire, 1 analog pin.
- ▶ Uses CP2102 USB Serial Communication interface module.
- ▶ Arduino IDE compatible (extension board manager required).
- ▶ Supports Lua (alike node.js) and Arduino C programming language.



#### PINOUT DIAGRAM

NodeMCU ESP8266 v1.0



**Safety Precaution**  
All GPIO runs at 3.3V !!

Source  
<https://iotbytes.wordpress.com/nodemcu-pinout/>

1



## NodeMCU ESP8266



Front View



Front View

### Specifications of ESP-12E WiFi Module

<b>Wireless Standard</b>	IEEE 802.11 b/g/n
<b>Frequency Range</b>	2.412 - 2.484 GHz
<b>Power Transmission</b>	802.11b : +16 ± 2 dBm (at 11 Mbps) 802.11g : +14 ± 2 dBm (at 54 Mbps) 802.11n : +13 ± 2 dBm (at HT20, MCS7)
<b>Receiving Sensitivity</b>	802.11b : -93 dBm (at 11 Mbps, CCK) 802.11g : -85 dBm (at 54 Mbps, OFDM) 802.11n : -82 dBm (at HT20, MCS7)
<b>Wireless Form</b>	On-board PCB Antenna
<b>IO Capability</b>	UART, I2C, PWM, GPIO, 1 ADC
<b>Electrical Characteristic</b>	3.3 V Operated 15 mA output current per GPIO pin 12 - 200 mA working current Less than 200 uA standby current
<b>Operating Temperature</b>	-40 to +125 °C
<b>Serial Transmission</b>	110 - 921600 bps, TCP Client 5
<b>Wireless Network Type</b>	STA / AP / STA + AP
<b>Security Type</b>	WEP / WPA-PSK / WPA2-PSK
<b>Encryption Type</b>	WEP64 / WEP128 / TKIP / AES
<b>Firmware Upgrade</b>	Local Serial Port, OTA Remote Upgrade
<b>Network Protocol</b>	IPv4, TCP / UDP / FTP / HTTP
<b>User Configuration</b>	AT + Order Set, Web Android / iOS, Smart Link APP

#### Disclaimer

Information provided in this document are compilation from various online resources. Einstronic Enterprise does not ensure the completeness, accuracy and reliability of the information and do not own any rights on any registered trademarks involved. Information provided should be intended for references only.

## ANEXO G

### HOJA DE DATOS TRINITY 3G



# TRINITY 3G/4G<sup>+</sup>

Punto de acceso inalámbrico móvil

2  
AÑOS DE GARANTÍA LIMITADA

ARNPR3G5U1



**Dispositivos móviles**



**Descarga de música**



**Navegación por la web**



**Reproducción de vídeo**



**Correo electrónico**  
o transferencia en línea



#### Descripción del producto

Neoot Solutions presenta **Trinity3G** – la nueva generación de puntos de acceso inalámbricos portátiles con tarjeta SIM. Este dispositivo cuenta con un módem 3G integrado y con una batería de 2000mAh, lo cual lo convierten en una solución verdaderamente móvil. La batería recargable tiene una duración de hasta 6 horas en modo activo y de 72 horas en modo de pausa. El punto de acceso 3G funciona conforme al protocolo HSPA+, ofreciendo velocidades de descarga de 21,6Mbps, con una capacidad para 8 usuarios conectados simultáneamente a la red.

Este módem también sirve como dispositivo de almacenamiento portátil USB a través de la ranura para microtarjeta SD, que presenta una capacidad máxima de 32GB. Un monitor OLED gráfico identifica rápidamente el estado funcional del módem. Este dispositivo constituye una solución Mi-Fi muy fácil de usar, la cual se caracteriza por su amplia compatibilidad con diversas empresas de telecomunicaciones y por su óptimo rendimiento adondequiera que vaya.



#### Características

- Punto de acceso móvil 3G de 21,6Mbps, basado en HSPA+
- Módem integrado – con acceso instantáneo a redes 3G/4G\* (basados en velocidades HSPA+)
- Ranura para tarjeta SIM, con información en tiempo real
- Ranura para microtarjeta SD diseñada para la fácil transferencia, distribución y registro de archivos
- Batería de 2000mAh, con una duración de hasta 6 horas en modo activo
- Accesibilidad para un máximo de 8 usuarios al mismo tiempo
- Pantalla de OLED (diodo orgánico de emisión de luz) exhibe el estado de funcionamiento en tiempo real
- Compatible con diversas fuentes de alimentación (PC, adaptador de corriente, cargador de batería)
- Diseño compacto y portátil
- Para teléfonos inteligentes, tabletas, computadores y mucho más
- Dos años de garantía



**Especificaciones técnicas**

MPN	ARNPR3G5U1
<b>Características de los componentes físicos</b>	
Estándares	2.4GHz: IEEE802.11n, IEEE802.11g, IEEE802.11b IEEE 802.3, IEEE 802.3u y IEEE 802.3x
Protocolos	HSPA+/HSPA/UMTS/EDGE/GRPS/GSM WCDMA: WCDMA: 850/1900/2100MHz GSM: 850/900/1800/1900MHz
Puertos e interfaz	Ranura para micro tarjeta SD (de hasta 32GB) Ranura para tarjeta SIM estándar Micro-USB de 5V/1A para cargador
Antenas	Dos internas de 3dBi
Botón	Alimentación, WPS y reposición
Pantalla	OLED de 0.9 pulgadas de 128x64 pixeles Estado de la red 3G/2G Estado de la conexión Estado de la batería Actualización del modo SMS Estado de la red Wi-Fi
<b>Características inalámbricas</b>	
Banda de frecuencia	2.4GHz
Seguridad	Criptografía de mensajes WEP, WPA, WPA2, WPA-PSK, WPA2-PSK y WPS
Modalidades de funcionamiento	3G, modo de router inalámbrico
Función inalámbrica	Filtro de clientes, lista de clientes DHCP, reserva DHCP
<b>Características del software</b>	
Tipo de conexión a internet	3G, PPPoE, DHCP, IP estático IP y punto de acceso
DHCP	Servidor DHCP, cliente DHCP y reserva DHCP
Seguridad	Control de acceso basado en la dirección MAC Habilitar/inhabilitar el acceso a internet de computadores específicos de la red LAN Función interna de cortafuegos contra posibles ataques de visitantes no autorizados
Otras funciones avanzadas	Genera un registro del uso del dispositivo Admite códigos SMS, SSID y PIN/PUK, SSID/Canal, configuración
<b>Características ambientales</b>	
Temperatura de funcionamiento	0°C-40°C
Temperatura de almacenamiento	-20°C-60°C
Humedad relativa	Humedad de funcionamiento: 10%-90%, no condensada Humedad de Almacenamiento: 5%-90%, no condensada
<b>Características físicas</b>	
Cubierta	Plástico PC y ABS
Color	Negro
Batería	2000mAh
Dimensiones del producto	100x50x16mm
<b>Información adicional</b>	
Alimentación	5V/1A
Garantía	Dos años
Certificados	FCC (Comisión Federal de Comunicaciones)

# ANEXO H

## HOJA DE DATOS WEBCAM

### PC CAMARA

#### HIGH-QUALITY GLASS LENS, CLEAR IMAGE

##### Characteristics

1. The new generation of high-end digital processing chip-driven, plug-and-play, video screen ultra-clear and high-quality glass lens.
2. Free tube design then easily to move to right way.
3. USB2.0 high-speed data interface, compatible with USB1.1.
4. Multiple security features, built-in microphone features high quality.
5. Software function for automatic face tracking, multi effect photo frame.

##### Specification

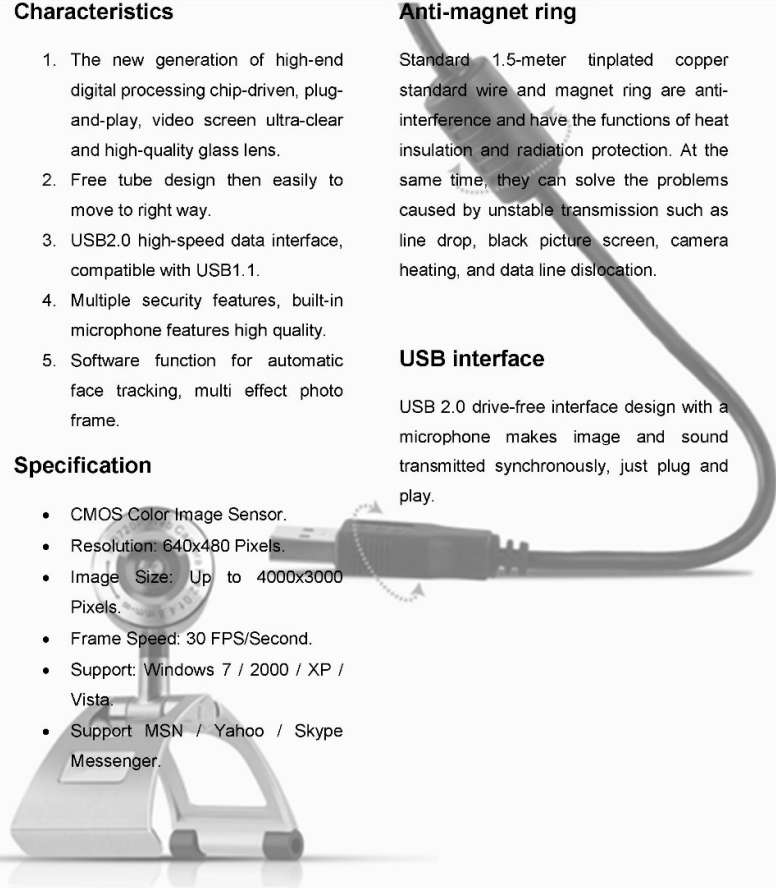
- CMOS Color Image Sensor.
- Resolution: 640x480 Pixels.
- Image Size: Up to 4000x3000 Pixels.
- Frame Speed: 30 FPS/Second.
- Support: Windows 7 / 2000 / XP / Vista.
- Support MSN / Yahoo / Skype Messenger.

##### Anti-magnet ring

Standard 1.5-meter tinplated copper standard wire and magnet ring are anti-interference and have the functions of heat insulation and radiation protection. At the same time, they can solve the problems caused by unstable transmission such as line drop, black picture screen, camera heating, and data line dislocation.

##### USB interface

USB 2.0 drive-free interface design with a microphone makes image and sound transmitted synchronously, just plug and play.

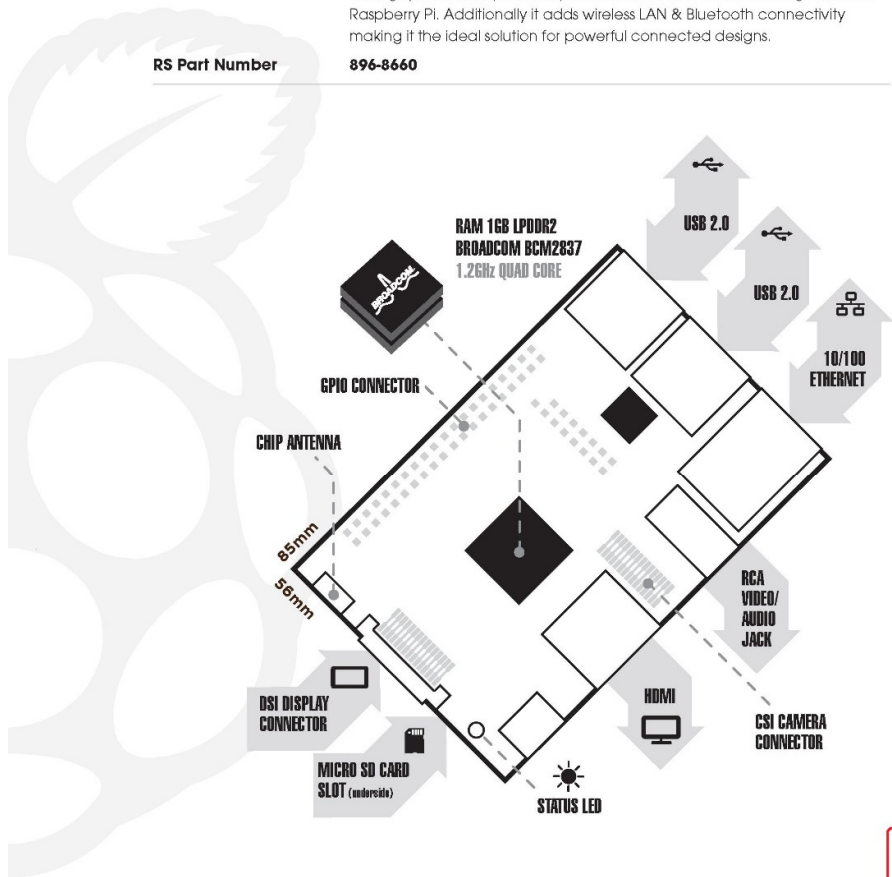


ANEXO I  
HOJA DE DATOS RPI3



### Raspberry Pi 3 Model B

<b>Product Name</b>	Raspberry Pi 3
<b>Product Description</b>	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.
<b>RS Part Number</b>	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 1GB LPDDR2
<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)

**ANEXO J**  
**PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE CONTROL**

**CÓDIGO PYTHON: SUSCRIPTOR MQTT PRUEBA/ESTADO**

```
import os, sys
import paho.mqtt.publish as publish
import paho.mqtt.client as paho
import pexpect
import time
import sched
import pymysql

def on_subscribe(client, userdata, mid, granted_qos):
    print("Subscribed: "+str(mid)+" "+str(granted_qos))
def on_message(client, userdata, msg):
    print(msg.topic+" "+str(msg.qos)+" "+str(msg.payload))
    if (str(msg.payload)=='LEDOn'):
        print "INICIALIZANDO SISTEMA....."
        print "Deteccion de usuario....."
        os.system("sudo -u pi bash /home/pi/Inicializar_camara.sh")
        os.system("python /home/pi/gps1.py")
        os.system("bash /home/pi/releon.sh")
    elif (str(msg.payload)=='fin'):
        os.system("python /home/pi/tiempotest.py")
        print "Consulta de la base de datos....."
        os.system("python /home/pi/consulta_base.py")
        print "Determinar bloqueo....."
        os.system("python /home/pi/bloqueo.py")
        print "Mensaje por Telegram....."
        os.system("sudo -u pi python /home/pi/telesms.py")
        print "FINALIZADO....."

client = paho.Client()
client.on_subscribe = on_subscribe
```

```
client.on_message = on_message
client.connect("192.168.0.108", 1883)
client.subscribe("prueba/estado", qos=1)
client.loop_forever()
```

## **CÓDIGO PYTHON: CAPTURA FACIAL**

### **Inicializar\_camara.sh**

```
#!/bin/bash
source ~/.profile
workon cv
ls -l /home/pi/camara/imagen2/usuarios > /home/pi/camara/contar_usuarios.txt
a1=$(grep -vc '^$' /home/pi/camara/contar_usuarios.txt)
grep -vc '^$' /home/pi/camara/contar_usuarios.txt >
/home/pi/camara/numero_usuario.txt
if [ "$a1" = "1" ]
then
    echo "Usuarios: $((a1 - 1))"
    echo "Usuario numero: $a1"
    mkdir /home/pi/camara/imagen2/usuarios/usuario_"$a1"
    echo "Iniciar captura 1--"
    python /home/pi/camara/capturar_img.py
    echo "Iniciar entrenamiento 2--"
    python /home/pi/camara/actualizar_entrenamiento.py
    echo "Iniciar deteccion 3--"
    python /home/pi/deteccion_usuario.py
else
    echo "Iniciar deteccion --"
    python /home/pi/deteccion_usuario.py
    b1=$(cat /home/pi/camara/crear_carpeta.txt)
    if [ "$b1" = "yes" ]
    then
        echo "Usuario numero: $a1)"
```

```

mkdir /home/pi/camara/imagen2/usuarios/usuario_"$a1"
echo "Iniciar captura 1--"
python /home/pi/camara/capturar_img.py
echo "Iniciar entrenamiento 2--"
python /home/pi/camara/actualizar_entrenamiento.py
echo "Iniciar deteccion 3--"
python /home/pi/deteccion_usuario.py
else
    echo "Usuario registrado"
fi
fi
echo "PRUEBA FINALIZADA"
capturar_img.py
import os, sys
import numpy as np
import cv2
with open ("/home/pi/camara/numero_usuario.txt", "r") as mylife:
    numerocarp = mylife.read().replace('\n', '')
print "Numero de carpeta: "+numerocarp
face_cascade =
cv2.CascadeClassifier('cascades/data/haarcascade_frontalface_alt2.xml')
captacion = cv2.VideoCapture(0)
num_imagen=0
termina=0
while(True):
    num_imagen= num_imagen+1
    retazo, frame = captacion.read()
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.5, minNeighbors=5)
    for (x, y, w, h) in faces:
        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
        roi_color = frame[y:y+h, x:x+w]
        ubica= "/home/pi/camara/imagen2/usuarios/usuario_" + numerocarp + "/"

```

```

img_item = ubica+str(num_imagen)+".png"
if (num_imagen<=30):
    cv2.imwrite(img_item, roi_color)
else:
    termina=1
    break
color = (255, 0, 0)
endingcoord_x = x + w
endingcoord_y = y + h
cv2.rectangle(frame, (x, y), (endingcoord_x, endingcoord_y), color, 2)
cv2.imshow('captura de entrenamiento',frame)
if (termina==1):
    break
if cv2.waitKey(20) & 0xFF == ord('q'):
    break
captacion.release()
cv2.destroyAllWindows()
print "Etapa 1 captura finalizada"
actualizar_entrenamiento.py
import cv2
import os, sys
import numpy as np
from PIL import Image
import pickle
BASE_DIR = os.path.dirname(os.path.abspath(__file__))
image_dir = os.path.join(BASE_DIR, "imagen2/usuarios")
face_cascade =
cv2.CascadeClassifier('cascades/data/haarcascade_frontalface_alt2.xml')
recognizer = cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()
actual_id = 0
label_ids = {}
y_etiq = []
x_ent = []

```



```

for root, dirs, files in os.walk(image_dir):
    for file in files:
        if file.endswith("png") or file.endswith("jpg"):
            path = os.path.join(root, file)
            label = os.path.basename(root).replace(" ", "-").lower()
            if not label in label_ids:
                label_ids[label] = actual_id
                actual_id += 1
            id_ = label_ids[label]
            pil_image = Image.open(path).convert("L")
            image_array = np.array(pil_image, "uint8")
            faces = face_cascade.detectMultiScale(image_array, scaleFactor=1.5,
minNeighbors=5)
            for (x,y,w,h) in faces:
                roi = image_array[y:y+h, x:x+w]
                x_ent.append(roi)
                y_etiq.append(id_)
with open("cara-labels.pickle", 'wb') as f:
    pickle.dump(label_ids, f)
recognizer.train(x_ent, np.array(y_etiq))
recognizer.write("/home/pi/camara/trainer2.yml")
print "Etapa 2 entrenamiento finalizada"
deteccion_usuario.py
import os, sys
import numpy as np
import cv2
import pickle
usuario_det=0
nousuario_det=0
termina=0
with open ("/home/pi/camara/crear_carpeta.txt", "w") as my:
    my.write("no")

```

```

face_cascade =
cv2.CascadeClassifier('/home/pi/cascades/data/haarcascade_frontalface_alt2.xml')
recognizer = cv2.face.LBPHFaceRecognizer_create()
recognizer.read("/home/pi/camara/trainner2.yml")
labels = {"person_name": 1}
with open("/home/pi/camara/cara-labels.pickle", 'rb') as f:
    og_labels = pickle.load(f)
    labels = {v:k for k,v in og_labels.items()}
captacion = cv2.VideoCapture(0)
while(True):
    retazo, frame = captacion.read()
    gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
    faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, scaleFactor=1.5, minNeighbors=5)
    for (x, y, w, h) in faces:
        roi_gray = gray[y:y+h, x:x+w]
        roi_color = frame[y:y+h, x:x+w]
        img_item = "/home/pi/camara/imagen2/NO_registrado.png"
        id_, conf = recognizer.predict(roi_gray)
        if conf>=45:
            print(id_)
            print(labels[id_])
            font = cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX
            name = labels[id_]
            color = (255, 255, 255)
            cv2.putText(frame, name, (x,y), font, 1, color, 2, cv2.LINE_AA)
            img_item="/home/pi/camara/imagen2/"+labels[id_]+".png"
            usuario_det=usuario_det+1
cv2.imwrite(img_item, roi_color)
if(usuario_det>=4):
    with open ("/home/pi/camara/num_fot_deteccion.txt", "w") as facedet:
        facedet.write("/home/pi/camara/imagen2/"+labels[id_]+".png")
    termina=1
    break

```

```

nousuario_det=nousuario_det+1
if((nousuario_det>4) and (usuario_det<=3)):
    with open ("/home/pi/camara/crear_carpeta.txt", "w") as my:
        my.write("yes")
    termina=1
    break
color = (255, 0, 0)
endingcoord_x = x + w
endingcoord_y = y + h
cv2.rectangle(frame, (x, y), (endingcoord_x, endingcoord_y), color, 2)
cv2.imshow('deteccion de usuario',frame)
if (termina==1):
    break
if cv2.waitKey(20) & 0xFF == ord('q'):
    break
captacion.release()
cv2.destroyAllWindows()
print "Etapa 3 deteccion finalizada"

```

## **CÓDIGO PYTHON: ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE COORDENADAS GPS**

```

import gps
import pymysql
import time
import sched
scheduler = sched.scheduler(time.time, time.sleep)
def evento(name):
    session = gps.gps("localhost", "2947")
    session.stream(gps.WATCH_ENABLE | gps.WATCH_NEWSTYLE)
    conn = pymysql.connect(
        host="localhost", user="ualco",
        passwd="xxxxx", db="dbcheck"

```

```

)
cursor = conn.cursor()
a = 0
b = 0
while True:
    try:
        reporte = session.next()
        if reporte['class'] == 'TPV':
            if hasattr(reporte, 'time'):
                print reporte.time
            if hasattr(reporte, 'lat'):
                a = reporte.lat
                print a
            if hasattr(reporte, 'lon'):
                b = reporte.lon
                print b
            if((a!=0) and (b!=0)):
                cursor.execute(
                    "INSERT INTO dgps (lat, lon) VALUES (%s,
%s)",
                    (a, b)
                )
                conn.commit()
                break
    except KeyError:
        pass
    except KeyboardInterrupt:
        quit()
    except StopIteration:
        session = None
        print "End GPSD"

while True:
    print "INICIO: "+ time.strftime("%H:%M:%S")

```

```
scheduler.enter(600, 1, evento, ('first',))
scheduler.run()
```

## **CÓDIGO PHP: ALMACENAMIENTO DE DATOS DEL MÓDULO DE MEDICIÓN DE ALCOHOLEMIA**

```
<?php
$servername = "localhost";
$username = "ualco";
$password = "alco";
$dbname = "dbcheck";
$a = $_GET['alcohol'];
$b = $_GET['humedad'];
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}
$sql = "INSERT INTO alcocheck (alco, hum)
VALUES ('$a', '$b')";
if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "New record created successfully";
} else {
    echo "Error: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
}
$sql = "SELECT id, alco, hum FROM alcocheck";
$result = $conn->query($sql);
if ($result->num_rows > 0) {
    while($row = $result->fetch_assoc()) {
        echo "id: " . $row["id"]. " - Alcohol: " . $row["alco"]. " " . $row["hum"].
"<br>";
    }
} else {
    echo "0 results";
}
```

```
}  
$conn->close();  
?>
```

## **CÓDIGO PYTHON: CONSULTA DE DATOS DEL ALCOHOLÍMETRO Y GPS**

```
import os, sys  
import time  
import pymysql  
conn = pymysql.connect(  
    host="localhost", user="ualco",  
    passwd="xxxxx", db="dbcheck"  
)  
cursor = conn.cursor()  
with open ("/home/pi/base_datos.txt", "w") as mybasetxt:  
    mybasetxt.write("")  
cursor.execute(  
    "SELECT id, alco, hum FROM alcocheck ORDER BY id DESC LIMIT 1"  
)  
for id, alco, hum in cursor.fetchall():  
    "{0} {1} {2}".format(id, alco, hum)  
conn.commit()  
cursor.execute(  
    "SELECT lat, lon FROM dgps ORDER BY id DESC LIMIT 1"  
)  
for lat, lon in cursor.fetchall():  
    "{0} {1}".format(lat, lon)  
conn.commit()  
conn.close()  
alcohol = 'echo '+'{0} {1} {2}'.format(id, alco, hum)+' >> /home/pi/base_datos.txt'  
alcol = 'echo '+'{0}'.format(alco)+' >> /home/pi/base_datos.txt'  
humedad = 'echo '+'{0}'.format(hum)+' >> /home/pi/base_datos.txt'
```

```

glat = 'echo '+'{0}'.format(lat)+' >> /home/pi/base_datos.txt"
glon = 'echo '+'{0}'.format(lon)+' >> /home/pi/base_datos.txt"
os.system(alcohol)
os.system(alcop)
os.system(humedad)
os.system(glat)
os.system(glon)
os.system("cat /home/pi/base_datos.txt")

```

### **CÓDIGO PYTHON: PUBLICADOR MQTT BLOQUEO/LLAVE/APLICA**

```

import os, sys
import time
archivo = open("/home/pi/base_datos.txt", "r")
val = {}
i = 1
for linea in archivo.readlines():
    val[i] = linea
    i=i+1
archivo.close()
bac = float(val[2])
humed = float(val[3])
print bac
print humed
if((bac>0.05) and (humed>70)):
    print "BLOQUEO ON"
    os.system("mosquitto_pub -h localhost -t bloqueo/llave/aplica -m 0")
    with open ("/home/pi/det_shutdown.txt", "w") as detshut:
        detshut.write("bloqueoSI")
else:
    print "Bloqueo Off"
    os.system("mosquitto_pub -h localhost -t bloqueo/llave/aplica -m 1")
    with open ("/home/pi/det_shutdown.txt", "w") as detshut:

```

```
detshut.write("bloqueoNO")
```

## **CÓDIGO PYTHON: NOTIFICACIÓN TELEGRAM-CLI**

```
import os, sys
import pexpect
import time
import sched
archivo = open("/home/pi/base_datos.txt", "r")
val = {}
i = 1
for linea in archivo.readlines():
    val[i] = linea.replace('\n', " ")
    i=i+1
archivo.close()
scheduler = sched.scheduler(time.time, time.sleep)
actual = time.strftime("%d %b %y")+", "+time.strftime("%H:%M:%S")
with open ("/home/pi/det_shutdown.txt", "r") as detshut:
    bloqstate = detshut.read().replace('\n', " ")
with open ("/home/pi/camara/num_fot_deteccion.txt", "r") as facedet:
    img = facedet.read().replace('\n', " ")
user_reg = img[24:34]
print img+" "+user_reg
contacto = "Derek_Balti"
hora = bloqstate+", a la fecha "+actual+"."
value = "Nivel de alcoholemia: "+val[2]+" mg/L a una humedad de "+val[3]
ubi = "Localizacion: https://maps.google.com/?q="+val[4]+","+val[5]+"&z=18"
child = pexpect.spawn('/home/pi/tg/bin/telegram-cli -k tg.pub')
child.expect_exact('>')
if (child.expect_exact('>')==0):
    print "Conectando a Telegram....."
def tele1_event(name):
    child.sendline('contact_list')
```



```

def tele2_event(name):
    child.sendline('msg '+contacto+' '+user_reg)
    child.sendline('msg '+contacto+' '+hora)
    child.sendline('msg '+contacto+' '+value)
    child.sendline('msg '+contacto+' '+ubi)
    print hora
    print value
    print ubi
def tele3_event(name):
    child.sendline('send_photo '+contacto+' '+img)
    print "Fotografia enviada"
def tele4_event(name):
    child.sendline('quit')
scheduler.enter(3, 1, tele1_event, ('first',))
scheduler.enter(18, 1, tele2_event, ('second',))
scheduler.enter(21, 1, tele3_event, ('third',))
scheduler.enter(28, 1, tele4_event, ('fourth',))
scheduler.run()

```

## **CÓDIGO PYTHON: STANDBY RASPBERRY PI**

```

import os
import pexpect
import time
import sched
contar = 0
mb = 0
while True:
    print "-----"
    print "Determinar shutdown"
    ipstate = os.system("fping -q 192.168.0.106")
    ipbloq = os.system("fping -q 192.168.0.107")
    print ipstate

```

```

with open ("/home/pi/det_shutdown.txt", "r") as detshut:
    stanby = detshut.read().replace('\n', ")
print stanby
if(ipbloq!=0):
    contar = 0
    archivo = open("/home/pi/base_datos.txt", "r")
    val = {}
    i = 1
    for linea in archivo.readlines():
        val[i] = linea.replace('\n', ")
        i=i+1
    archivo.close()
    ub="Localizacion:https://maps.google.com/?q="+val[4]+" "+val[5]+"&z=18"
    actual = time.strftime("%d %b %y")+", "+time.strftime("%H:%M:%S")
    hora = "Módulo de Bloqueo APAGAGO, a la fecha "+actual+"."
    contacto = "Derek_Balti"
    child = pexpect.spawn('/home/pi/tg/bin/telegram-cli -k tg.pub')
    child.expect_exact('>')
    child.sendline('contact_list')
    time.sleep(15)
    child.sendline('msg '+contacto+' '+hora)
    child.sendline('msg '+contacto+' '+ub)
    time.sleep(2)
    child.sendline('quit')
    mb = mb + 1
    if(mb>1):
        time.sleep(600)
else:
    mb = 0
if(ipstate==0):
    print "Hay conectividad"
    contar = 0
else:

```

```

    print "Error"
    contar = contar + 1
if(contar>3):
    contar = 0
print "Conteo "+str(contar)
if((stanby=="bloqueoNO") and (contar==3)):
    contar = 0
    print "sudo shutdown -h now"
    os.system("python /home/pi/shutdownvirtual.py")
    os.system("sudo shutdown -h now")
time.sleep(45)

```

## **CÓDIGO IDE ARDUINO: ESP8266 ENCENDIDO AUTOMÁTICO RASPBERRY PI**

```

#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESP8266Ping.h>
const char* ssid = "Nexxt_081D72";
const char* password = "XXXXX";
const char* alcoholimetro = "192.168.0.106"; //Alcoholimetro
const char* rpi = "192.168.0.108";
const char* bloqueo = "192.168.0.107"; //Bloqueo
const int botonState = 2; // eps8266 pin GPIO2
int value = 0;
void setup() {
    Serial.begin(9600);
    pinMode(botonState,OUTPUT);
    digitalWrite(botonState, HIGH);
    setup_wifi();
}
void loop() {
    if (value == 0) {
        Serial.print("Pinging ip ");

```

```

Serial.println(alcoholimetro);
if((Ping.ping(alcoholimetro)) || (!Ping.ping(bloqueo))) {
  Serial.println("Success!!");
  digitalWrite(botonState, LOW);
  value = 1;
}
else {
  Serial.println("Error :(");
}
}
delay(10000);
if (value == 1) {
  if(Ping.ping(rpi)) {
    Serial.println("RPI on!!");
    digitalWrite(botonState, HIGH);
    delay(50000);
  }
  else {
    Serial.println("RPI off!!");
    value = 0;
  }
}
}

void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  IPAddress ip(192, 168, 0, 109); //IP boton
  IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
  IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
  WiFi.config(ip, gateway, subnet);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
}

```

```
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}
```

**ANEXO K**  
**PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE MEDICIÓN DE ALCOHOLEMIA**

**CÓDIGO IDE ARDUINO**

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>
#include "Virtuino_ESP_WifiServer.h"
#include <DHT.h>
#define DHTPIN D8 //D8--15
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const char* ssid = "Nexxt_081D72";
const char* password = "XXXXXX";
const char* mqtt_server = "192.168.0.108"; //RPI
const char* mqtt_topic_pub = "prueba/estado";
const int BOTON = D0; //D0--16
const int LEDon = D1; //D1--5
const int LEDwait = D2; //D2--4
const int LEDprueba = D3; //D3--0
int LEDwaitstate = LOW;
int val, state = 0;
int parpadear, cn, sensor = 0;
int mensaj_esp, mensaj_res = 0;
int ter_prueba = 0;
int det_reini = 0;
WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
WiFiServer server(8000); // Virtuino
Virtuino_ESP_WifiServer virtuino(&server);
long lastMsg, lastMsg2 = 0;
int value = 0;
void setup() {
```

```

Serial.begin(9600);
dht.begin();
virtuino.DEBUG=true;
virtuino.password="1234";
pinMode(BOTON,INPUT);
pinMode(LEDon,OUTPUT);
pinMode(LEDwait,OUTPUT);
pinMode(LEDprueba,OUTPUT);
digitalWrite(LEDon, LOW);
digitalWrite(LEDwait, LOW);
digitalWrite(LEDprueba, LOW);
setup_wifi();
client.setServer(mqtt_server, 1883);
client.setCallback(callback);
server.begin();
}
void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  IPAddress ip(192, 168, 0, 106);
  IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
  IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
  WiFi.config(ip, gateway, subnet);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
}

```

```

Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266Client")) {
      Serial.println("connected");
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(5000);
    }
  }
}
void loop() {
  virtuino.run();
  val= digitalRead(BOTON);
  int v=virtuino.vDigitalMemoryRead(0);
  if ((val == HIGH) || (v == 1)){
    state=1-state;
    if (state==1){
      digitalWrite(LEDOn, HIGH);
      if (!client.connected()) {
        reconnect();
      }
      client.publish(mqtt_topic_pub, "LEDOn");
      Serial.println("LEDOn -- LEDOn -- LEDOn");
      client.disconnect();
      parpadear = 1;
      delay(1000);
      mensaj_esp = 1;
    }
  }
}

```



```

}
else{
  digitalWrite(LEDOn,LOW);
  LEDwaitstate = LOW;
  parpadear = 0;
  sensor = 0;
  cn = 0;
  ter_prueba = 0;
  mensaj_esp = 0;
  mensaj_res = 0;
  virtuino.vMemoryWrite(1,mensaj_res);
  virtuino.vMemoryWrite(2,0);
  virtuino.vMemoryWrite(3,0);
  virtuino.vMemoryWrite(4,0);
  delay(1000);
}
virtuino.vMemoryWrite(0, mensaj_esp);
}
if (parpadear == 1) {
  mensaj_res = 1;
  virtuino.vMemoryWrite(1, mensaj_res);
}
long now2 = millis();
if ((now2 - lastMsg2 > 1000) && (parpadear == 1)) {
  lastMsg2 = now2;
  cn++;
  Serial.println(cn);
  if (LEDwaitstate == LOW) {
    LEDwaitstate = HIGH;
  }
  else {
    LEDwaitstate = LOW;
  }
}

```

```

}
if (ter_prueba == 1) {
  if (!client.connected()) {
    reconnect();
  }
  client.publish(mqtt_topic_pub, "fin");
  Serial.println("fin -- fin -- fin");
  client.disconnect();
  delay(1000);
}
digitalWrite(LEDwait,LEDwaitstate);
if (cn >= 30) {
  LEDwaitstate = LOW;
  parpadear = 0;
  cn = 0;
  sensor = 1;
  mensaj_res = 2;
  virtuino.vMemoryWrite(1,mensaj_res);
}
long now = millis();
if (((now - lastMsg > 1000) && (sensor == 1)) || (ter_prueba == 1)) {
  lastMsg = now;
  float h = dht.readHumidity();
  float t = dht.readTemperature();
  float f = dht.readTemperature(true);
  if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
    Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");
    return;
  }
  int adc_MQ = analogRead(A0);
  float vi_nodemcu = adc_MQ * (3.33 / 1024);
  float V_RL_RD_T = 1.5*vi_nodemcu;
  float rs_T_num = 1831.168831*(5.0-V_RL_RD_T);

```

```

float rs_T = rs_T_num/V_RL_RD_T;
float voltaje_mq_den = 4700+rs_T;
float voltaje_mq = (5*4700)/voltaje_mq_den;
float rs_ro=(5.0/voltaje_mq)-1;
bac=0.4091*pow(rs_ro, -1.497);
Serial.print("ADC:");
Serial.print(adc_MQ);
Serial.print(" voltaje:");
Serial.print(vm,4);
Serial.print("BAC: ");
Serial.print(bac,4);
Serial.print("Humedad:");
Serial.print(h);
Serial.print("%\t");
Serial.print("Temperatura:");
Serial.print(t);
Serial.println("*C ");
virtuino.vMemoryWrite(2,bac);
virtuino.vMemoryWrite(3,h);
virtuino.vMemoryWrite(4,t);
if ((h >= 75) && (t > 24)) {
    mensaj_res = 3;
    if (bac > 0.05) {
        digitalWrite(LEDprueba, HIGH);
        mensaj_res = 4;
    }
    LEDwaitstate = HIGH;
    virtuino.vMemoryWrite(1,mensaj_res);
    ter_prueba++;
}
if ((bac<= 0.05) && (h < 65) && (t <= 24)) {
    LEDwaitstate = LOW;
    digitalWrite(LEDprueba, LOW);
}

```

```

mensaj_esp = 2;
virtuino.vMemoryWrite(1,mensaj_res);
if (ter_prueba != 0) {
    client.publish(mqtt_topic_pub, "LEDOn");
    Serial.println("LEDOn -- LEDOn -- LEDOn");
}
ter_prueba = 0;
}
Serial.print("connecting to ");
Serial.println(mqtt_server);
WiFiClient client;
if (!client.connect(mqtt_server, 80)) {
    Serial.println("connection failed");
return;
}
String url;
url = "/data.php?";
url += "alcohol=";
url += bac;
url += "&humedad=";
url += h;
if (mensaj_res == 3) {
    return;
}
Serial.print("URL PHPMYADMIN: ");
Serial.println(url);
client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" +
    "Host: " + mqtt_server + "\r\n" +
    "Connection: close\r\n\r\n");
unsigned long timeout = millis();
while (client.available() == 0) {
    if (millis() - timeout > 5000) {
        Serial.println(">>> Client Timeout !");
    }
}

```

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

**ANEXO L**  
**PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO DE BLOQUEO**

**CÓDIGO IDE ARDUINO**

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>

const char* ssid = "Nexxt_081D72";
const char* password = "XXXXXX";
const char* mqtt_server = "192.168.0.108"; //RPI
const char* mqtt_topic_sub = "bloqueo/llave/aplica";
const char* mqtt_topic_pub = "bloqueo/estado";
const int rele = 16;

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
long lastMsg = 0;
int value = 0;
int cont = 0;
void setup() {
  pinMode(rele, OUTPUT);
  digitalWrite(rele, HIGH);
  Serial.begin(9600);
  setup_wifi();
  client.setServer(mqtt_server, 1883);
  client.setCallback(callback);
}
void setup_wifi() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);
  IPAddress ip(192, 168, 0, 107); //IP bloqueo
  IPAddress gateway(192, 168, 0, 1);
  IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
```

```

WiFi.config(ip, gateway, subnet);
WiFi.mode(WIFI_STA);
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());
}

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
    Serial.print("Message arrived [");
    Serial.print(topic);
    Serial.print("] ");
    for (int i = 0; i < length; i++) {
        Serial.print((char)payload[i]);
    }
    Serial.println();
    if ((char)payload[0] == '1') {
        digitalWrite(rele, LOW);
        client.publish(mqtt_topic_pub, "DESACTIVADO");
        Serial.println("MODULO DE BLOQUEO: DESACTIVADO");
        ++value;
        cont = 1;
        Serial.println(value);
    } else {
        digitalWrite(rele, HIGH);
        client.publish(mqtt_topic_pub, "ACTIVADO");
        Serial.println("MODULO DE BLOQUEO: ACTIVADO");
        cont = 0;
    }
}

```

```

}
void reconnect() {
  while (!client.connected()) {
    Serial.print("Attempting MQTT connection...");
    if (client.connect("ESP8266Client")) {
      Serial.println("connected");
      client.subscribe(mqtt_topic_sub);
    } else {
      Serial.print("failed, rc=");
      Serial.print(client.state());
      Serial.println(" try again in 5 seconds");
      delay(5000);
    }
  }
}

void loop() {
  if (!client.connected()) {
    reconnect();
  }
  client.loop();
  long now = millis();
  if (cont == 1) {
    lastMsg = now;
    cont = 0;
  }
  if (now - lastMsg > 60000) {
    lastMsg = now;
    digitalWrite(rele, HIGH);
    client.publish(mqtt_topic_pub, "END");
  }
}

```



**ANEXO M**  
**CÁLCULOS EN EXCEL PARA LA CALIBRACIÓN DEL SENSOR MQ-3**

**OBTENCIÓN Y CÁLCULOS DE LA ECUACIÓN EXPONENCIAL DE LA CURVA CARACTERÍSTICA DEL SENSOR MQ-3**

La tabla A1, muestra los valores extraídos de la curva mostrada en la hoja de datos del sensor MQ-3.

Tabla A1. Valores extraídos de la curva característica del sensor MQ-3.

<b>Vin/Vo-1</b>	<b>mg/L</b>
2,36111	0,1
1,66129	0,2
1,29032	0,3
1,01612	0,4
0,875	0,5
0,78181	0,6
0,7	0,7
0,63571	0,8
0,59411	0,9
0,54666	1
0,34	2
0,25909	3
0,20454	4
0,18421	5
0,16842	6
0,15	7
0,13684	8
0,12894	9
0,12105	10

Elaborado por: El investigador.

A partir de la tabla anterior, con la ayuda de Excel se obtiene la curva exponencial del sensor y la ecuación matemática de esta, tal cual se muestra en la figura a continuación.

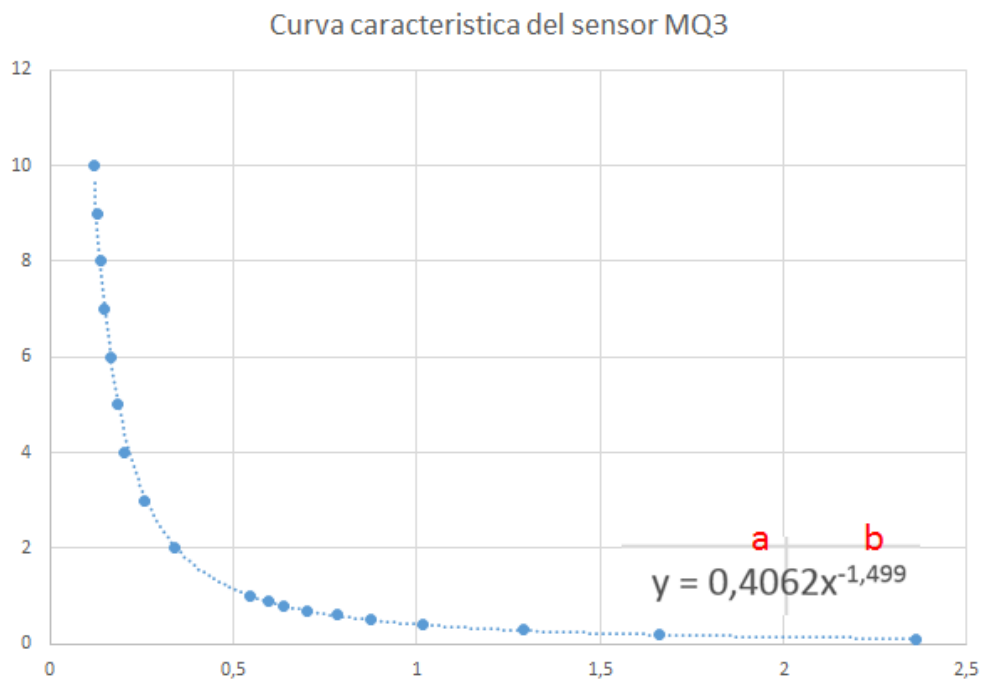


Figura A4: Curva exponencial y ecuación matemática del sensor MQ-3.

A partir de la ecuación obtenida se realizó los cálculos para relacionar el voltaje de salida del sensor MQ-3 con la concentración de alcohol en mg/L y el acondicionamiento de dicha señal para trabajar con la unidad nodeMCU, los cálculos se muestran en la tabla de abajo.

Debido a que el sensor MQ-3 se satura en concentraciones mayores a 10mg/L los cálculos realizados no contemplan todos los 1024 valores de conversión del voltaje de entrada de unidad nodeMCU.

El parámetro x de la curva anterior es igual al voltaje de entrada dividido para el voltaje medido de la salida del sensor y reducido en uno. Los cálculos de acondicionamiento de la señal son realizados mediante divisores de voltaje.

Tabla A2. Cálculos en Excel de la salida de voltaje del sensor MQ-3 a mg/L y acondicionamiento de la misma para trabajar con la unidad nodeMCU.

<b>Vin</b>	5	<b>Param a</b>	0,4062	<b>RL</b>	4700	<b>V_RL  RD_T</b>	3/2 Vi_nodemcu		
<b>adc</b>	1024	<b>Param b</b>	-1,499	<b>RD</b>	3000	<b>rs_T</b>	$(RL  RD/V\_RL  RD\_T)*(Vin-V\_RL  RD\_T)$		
<b>resol_mq</b>	0,004883			<b>RL  RD</b>	1831,169	<b>volt_T</b>	$(Vin*RL)/(RL+rs\_T)$		
<b>ADC</b>	<b>volt</b>	<b>(Vin/volt)-1</b>	<b>mg/L</b>	<b>rs</b>	<b>V_RL  RD</b>	<b>Vi_nodemcu</b>	<b>V_RL  RD_T</b>	<b>rs_T</b>	<b>volt_T</b>
1	0,004883	1023	1,25E-05	4808100	0,001904	0,001269	0,001904	4808100	0,004883
2	0,009766	511	3,54E-05	2401700	0,003809	0,00254	0,003809	2401700	0,009766
3	0,014648	340,3333	6,51E-05	1599567	0,005717	0,003812	0,005717	1599567	0,014648
4	0,019531	255	0,0001	1198500	0,007628	0,005085	0,007628	1198500	0,019531
5	0,024414	203,8	0,00014	957860	0,00954	0,00636	0,00954	957860	0,024414
20	0,097656	50,2	0,001147	235940	0,038507	0,025671	0,038507	235940	0,097656
35	0,170898	28,25714	0,002713	132808,6	0,068003	0,045335	0,068003	132808,6	0,170898
50	0,244141	19,48	0,004739	91556	0,098042	0,065361	0,098042	91556	0,244141
65	0,317383	14,75385	0,007187	69343,08	0,12864	0,08576	0,12864	69343,08	0,317383
80	0,390625	11,8	0,010046	55460	0,159812	0,106542	0,159812	55460	0,390625
95	0,463867	9,778947	0,013313	45961,05	0,191576	0,127717	0,191576	45961,05	0,463867
110	0,537109	8,309091	0,016995	39052,73	0,223947	0,149298	0,223947	39052,73	0,537109
125	0,610352	7,192	0,021102	33802,4	0,256944	0,171296	0,256944	33802,4	0,610352
140	0,683594	6,314286	0,025648	29677,14	0,290585	0,193723	0,290585	29677,14	0,683594
155	0,756836	5,606452	0,030652	26350,32	0,324889	0,216592	0,324889	26350,32	0,756836
170	0,830078	5,023529	0,036135	23610,59	0,359875	0,239916	0,359875	23610,59	0,830078
185	0,90332	4,535135	0,042122	21315,14	0,395564	0,263709	0,395564	21315,14	0,90332
200	0,976563	4,12	0,048642	19364	0,431978	0,287985	0,431978	19364	0,976563

215	1,049805	3,762791	0,055725	17685,12	0,469139	0,312759	0,469139	17685,12	1,049805
230	1,123047	3,452174	0,063407	16225,22	0,50707	0,338046	0,50707	16225,22	1,123047
245	1,196289	3,179592	0,071727	14944,08	0,545795	0,363863	0,545795	14944,08	1,196289
260	1,269531	2,938462	0,080729	13810,77	0,585339	0,390226	0,585339	13810,77	1,269531
275	1,342773	2,723636	0,090459	12801,09	0,62573	0,417153	0,62573	12801,09	1,342773
290	1,416016	2,531034	0,100971	11895,86	0,666994	0,444663	0,666994	11895,86	1,416016
305	1,489258	2,357377	0,112323	11079,67	0,709159	0,472773	0,709159	11079,67	1,489258
320	1,5625	2,2	0,12458	10340	0,752257	0,501505	0,752257	10340	1,5625
335	1,635742	2,056716	0,137813	9666,567	0,796317	0,530878	0,796317	9666,567	1,635742
350	1,708984	1,925714	0,152103	9050,857	0,841373	0,560915	0,841373	9050,857	1,708984
365	1,782227	1,805479	0,167536	8485,753	0,887459	0,591639	0,887459	8485,753	1,782227
380	1,855469	1,694737	0,184211	7965,263	0,93461	0,623073	0,93461	7965,263	1,855469
395	1,928711	1,592405	0,202237	7484,304	0,982864	0,655243	0,982864	7484,304	1,928711
410	2,001953	1,497561	0,221737	7038,537	1,03226	0,688173	1,03226	7038,537	2,001953
425	2,075195	1,409412	0,242847	6624,235	1,082839	0,721893	1,082839	6624,235	2,075195
440	2,148438	1,327273	0,265719	6238,182	1,134644	0,75643	1,134644	6238,182	2,148438
455	2,22168	1,250549	0,290526	5877,582	1,187721	0,791814	1,187721	5877,582	2,22168
470	2,294922	1,178723	0,317463	5540	1,242116	0,828077	1,242116	5540	2,294922
485	2,368164	1,11134	0,346749	5223,299	1,297879	0,865253	1,297879	5223,299	2,368164
500	2,441406	1,048	0,378633	4925,6	1,355063	0,903375	1,355063	4925,6	2,441406
515	2,514648	0,98835	0,413399	4645,243	1,413722	0,942481	1,413722	4645,243	2,514648
530	2,587891	0,932075	0,45137	4380,755	1,473914	0,98261	1,473914	4380,755	2,587891
545	2,661133	0,878899	0,492919	4130,826	1,535702	1,023801	1,535702	4130,826	2,661133
560	2,734375	0,828571	0,538472	3894,286	1,599147	1,066098	1,599147	3894,286	2,734375
575	2,807617	0,78087	0,588525	3670,087	1,664319	1,109546	1,664319	3670,087	2,807617

590	2,880859	0,735593	0,64365	3457,288	1,731288	1,154192	1,731288	3457,288	2,880859
605	2,954102	0,692562	0,704519	3255,041	1,800131	1,200087	1,800131	3255,041	2,954102
620	3,027344	0,651613	0,771915	3062,581	1,870926	1,247284	1,870926	3062,581	3,027344
635	3,100586	0,612598	0,846766	2879,213	1,943759	1,295839	1,943759	2879,213	3,100586
650	3,173828	0,575385	0,93017	2704,308	2,018717	1,345811	2,018717	2704,308	3,173828
665	3,24707	0,53985	1,023441	2537,293	2,095896	1,397264	2,095896	2537,293	3,24707
680	3,320313	0,505882	1,128157	2377,647	2,175397	1,450264	2,175397	2377,647	3,320313
695	3,393555	0,473381	1,246231	2224,892	2,257324	1,504883	2,257324	2224,892	3,393555
710	3,466797	0,442254	1,379999	2078,592	2,341792	1,561194	2,341792	2078,592	3,466797
725	3,540039	0,412414	1,532341	1938,345	2,428919	1,619279	2,428919	1938,345	3,540039
740	3,613281	0,383784	1,706845	1803,784	2,518835	1,679223	2,518835	1803,784	3,613281
755	3,686523	0,356291	1,908024	1674,57	2,611674	1,741116	2,611674	1674,57	3,686523
770	3,759766	0,32987	2,141627	1550,39	2,707581	1,805054	2,707581	1550,39	3,759766
785	3,833008	0,304459	2,415078	1430,955	2,806712	1,871142	2,806712	1430,955	3,833008
800	3,90625	0,28	2,738105	1316	2,909232	1,939488	2,909232	1316	3,90625
815	3,979492	0,256442	3,123675	1205,276	3,015317	2,010211	3,015317	1205,276	3,979492
830	4,052734	0,233735	3,589411	1098,554	3,125157	2,083438	3,125157	1098,554	4,052734
845	4,125977	0,211834	4,15979	995,6213	3,238954	2,159303	3,238954	995,6213	4,125977
860	4,199219	0,190698	4,8697	896,2791	3,356927	2,237951	3,356927	896,2791	4,199219
875	4,272461	0,170286	5,770372	800,3429	3,47931	2,31954	3,47931	800,3429	4,272461
890	4,345703	0,150562	6,939776	707,6404	3,606354	2,404236	3,606354	707,6404	4,345703
905	4,418945	0,131492	8,501807	618,011	3,738331	2,49222	3,738331	618,011	4,418945
920	4,492188	0,113043	10,66412	531,3043	3,875534	2,583689	3,875534	531,3043	4,492188

Elaborado por: El investigador.

**ANEXO N**  
**PROGRAMACIÓN PARA EL REGISTRO DE INFORMACIÓN EN LA**  
**TABLA DE DATOS SENSOR DE PHPMYADMIN**

**CÓDIGO PYTHON:**

**tiemposensor.py**

```
import os, sys
import time
import pymysql
conn = pymysql.connect(
    host="localhost", user="ualco",
    passwd="alco", db="dbcheck"
)
cursor = conn.cursor()
valsignal = {}
valmq = {}
imq = 1
cursor.execute(
    "SELECT id, alco FROM alcocheck ORDER BY idc DESC LIMIT 1"
)
for id, alco, in cursor.fetchall():
    am="{0} {1}".format(id, alco)
    bm="{0}".format(alco)
    valmq[imq] = bm
    bac = float(bm)
    if(bac>0.05):
        valsignal[imq] = "0"
    else:
        valsignal[imq] = "1"
    print "BAC: "+am+"mg/L"
    imq=imq+1
conn.commit()
```

```

valtest = {}
itest = 1
cursor.execute(
    "SELECT idt1, fechat1 FROM tiempotest ORDER BY idt1 DESC LIMIT 1"
)
for idt1, fechat1, in cursor.fetchall():
    at1="{0} {1}".format(idt1, fechat1)
    bt1="{0}".format(fechat1)
    valtest[itest] = bt1
    print "Time end test: " +at1
    itest=itest+1
conn.commit()
valblo = {}
iblo = 1
cursor.execute(
    "SELECT idb, fechab FROM tiempobloqueo ORDER BY idb DESC LIMIT 1"
)
for idb, fechab in cursor.fetchall():
    axx="{0} {1}".format(idb, fechab)
    ab="{0}".format(idb)
    bb="{0}".format(fechab)
    valblo[iblo] = bb
    cb=bb[14:16]
    db=int(cb)+1
    eb=bb[:14]+str(db)+bb[16:]
    print "Time Blocking: "+axx
    print ab+" MQ "+valmq[iblo]+" Test "+ valtest[iblo]+" Bloqueo "+valblo[iblo]+"
Pulso "+eb+" Digital "+valsignal[iblo]
    cursor.execute(
        "INSERT INTO sensor (mgL, testend, bloqueoret, unlocking, digital) VALUES
(%s, %s, %s, %s, %s)",
        (valmq[iblo], valtest[iblo], valblo[iblo], eb, valsignal[iblo])
    )

```

```
    iblo=iblo+1
conn.commit()
conn.close()
```

### **tiempotest.py**

```
import pymysql
import time
a="OK"
conn = pymysql.connect(
    host="localhost", user="ualco",
    passwd="alco", db="dbcheck"
)
cursor = conn.cursor()

cursor.execute(
    "INSERT INTO tiempotest (test) VALUES (%s)",
    (a)
)
conn.commit()
conn.close()
```

### **tiempobloqueo.py**

```
import pymysql
import time
a="OK"
conn = pymysql.connect(
    host="localhost", user="ualco",
    passwd="alco", db="dbcheck"
)
cursor = conn.cursor()
cursor.execute(
    "INSERT INTO tiempobloqueo (bloqueo) VALUES (%s)",
    (a)
```



```
)  
conn.commit()  
conn.close()
```

### **modulobloqueoret.py**

```
import os, sys  
import paho.mqtt.publish as publish  
import paho.mqtt.client as paho  
import pexpect  
import time  
import sched  
import pymysql  
def on_subscribe(client, userdata, mid, granted_qos):  
    print("Subscribed: "+str(mid)+" "+str(granted_qos))  
def on_message(client, userdata, msg):  
    print " "  
    print " "  
    print(msg.topic+" "+str(msg.qos)+" "+str(msg.payload))  
    if ((str(msg.payload)=='ACTIVADO') or (str(msg.payload)=='DESACTIVADO')):  
        print "Respuesta Retorno....."  
        os.system("sudo -u pi python /home/pi/tiempobloqueo.py")  
        os.system("sudo -u pi python /home/pi/tiemposensor.py")  
client = paho.Client()  
client.on_subscribe = on_subscribe  
client.on_message = on_message  
client.connect("192.168.0.108", 1883)  
client.subscribe("bloqueo/estado", qos=1)  
client.loop_forever()
```

**ANEXO O**  
**MANUAL DEL PROTOTIPO PARA EL USUARIO**

**MANUAL DEL MÓDULO DE MEDICIÓN DE ALCOHOLEMIA**

1. Conecte el módulo a un cargador de 5V.
2. Presione el botón de encendido para iniciar la prueba de alcoholemia, se ilumina el led de encendido.
3. Espere hasta que el led de espera termine de parpadear y se apague (30 segundos).
4. Coloque la boquilla y sople a través de ella.
5. Continúe soplando hasta que el led de espera se encienda, prueba de alcoholemia terminada.
6. Si se detecta un nivel de alcoholemia superior a 0,05mg/L se enciende el led de prueba, caso contrario permanece apagado.
7. Para una segunda prueba espere a que el led de espera se apague o presione el botón de encendido dos veces para empezar un nuevo test.
8. Para apagar y remover el módulo presione el botón de encendido, verifique que todos los leds se encuentren apagados y desconecte de la alimentación.
9. En caso de requerir visualizar los datos del módulo en la aplicación virtuino, establezca la conexión empleando la dirección IP 192.168.0.106 y la contraseña 1234.

**MANUAL DEL MÓDULO DE CONTROL**

1. Conecte permanentemente los terminales de alimentación de 12V a la batería del vehículo, cable rojo positivo y negro a negativo.
2. El módulo de control permanece en standby hasta que el esp8266 detecte al módulo de medición de alcoholemia con la dirección IP fija 192.168.0.106.
3. Una vez detectada la IP 192.168.0.106, se inician los servicios del servidor instalado en el módulo de control en un lapso de 20 segundos aproximadamente.
4. Colóquese frente a la cámara cada vez que realice una prueba de concentración de alcohol con el módulo de medición de alcoholemia.

5. Al terminar la prueba de alcoholemia proceda a encender el vehículo, el desbloqueo del sistema de encendido del vehículo depende de un nivel de alcoholemia menor o igual a 0,05mg/L.
6. La notificación Telegram con la información pertinente llega a un dispositivo compatible con esta plataforma de comunicación, en aproximadamente 25 segundos después de haber culminado una prueba de alcoholemia. El contenido de dicho mensaje contiene el bloqueo/desbloqueo del sistema de encendido del automotor, el resultado de la prueba de alcoholemia junto con la fotografía de quien efectuó dicha labor y la ubicación del vehículo al momento de un test con el módulo de medición.
7. Al desconectar el módulo de alcoholemia, el módulo de control ingresa nuevamente al estado de standby en aproximadamente 3 minutos.

## **MANUAL DEL MÓDULO DE BLOQUEO**

1. Conecte el módulo de bloqueo a 5V.
2. Conecte la bornera del contacto normalmente cerrado entre el interruptor y la bobina del sistema de encendido del vehículo.
3. Cuando la prueba de alcoholemia es superior a 0,05mg/L el contacto permanece abierto, mientras que en el caso contrario se cierra el contacto.
4. La posición del contacto del relé es controlado permanentemente por el módulo de control.

**ANEXO P**  
**SUELDO BÁSICO SECTORIAL**

En la figura a continuación se muestra el sueldo básico sectorial referente al Ingeniero Eléctrico/Electrónico.

MINISTERIO DEL TRABAJO		Salarios Mínimos Sectoriales 2018		
ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES - SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS COMISIÓN SECTORIAL No. 14 "CONSTRUCCIÓN"				
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 1.- CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS ARQUITECTÓNICOS 2.- OPERADORES Y MECÁNICOS DE EQUIPO PESADO Y CAMINERO, DE EXCAVACIÓN, CONSTRUCCIÓN, INDUSTRIA Y OTRAS SIMILARES				
CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS FINAL	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2018
INGENIERO ELÉCTRICO	B1		1410000000001	449,22
RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA: 3.- ACTIVIDADES PROFESIONALES				
CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2018
PROFESIONALES CON TÍTULO DE CUARTO NIVEL	A1		1910000000042	424,76
PROFESIONALES CON TÍTULO DE TERCER NIVEL	B1		1910000000043	424,31

Figura A5: Sueldo básico sectorial del Ingeniero Eléctrico/Electrónico. [86]