



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN,
TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**“SISTEMA DE MONITOREO GPS PARA LOS VEHÍCULOS DE LA
ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES
PROFESIONALES DE PÍLLARO.”**

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

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Comunicaciones Inalámbricas.

AUTOR: Joseph Gustavo Hernández Boada

TUTOR: Ing. Paulina Ayala, Mg.

Ambato - Ecuador

Junio,2019

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA DE MONITOREO GPS PARA LOS VEHÍCULOS DE LA ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO.”, del señor JOSEPH GUSTAVO HERNÁNDEZ BOADA, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones 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, junio del 2019

EL TUTOR


A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'P' and 'A' followed by 'Ayala', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Paulina Ayala, Mg.

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA DE MONITOREO GPS PARA LOS VEHÍCULOS DE LA ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO.”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio del 2019



.....

Joseph Gustavo Hernández Boada

CC: 1805240932

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, junio del 2019



.....

Joseph Gustavo Hernández Boada

CC: 1805240932

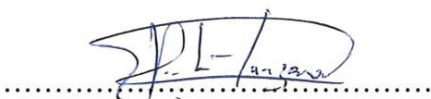
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Santiago Manzano y Dr. Carlos Gordón , revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA DE MONITOREO GPS PARA LOS VEHÍCULOS DE LA ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO.”, presentado por el Sr. Hernández Boada Joseph Gustavo de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Santiago Manzano

DOCENTE CALIFICADOR



Dr. Carlos Gordón

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo va dedicado a Dios, por ser el inspirador y darme fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mi madre Janeth, por su amor, cariño y sacrificio, por inculcar en mí, el ejemplo de esfuerzo y responsabilidad, a mi abuelita Elvita y mi tía Rocío por brindarme su apoyo y amor cada día durante todos estos años.

Joseph Gustavo Hernández Boada

AGRADECIMIENTO

A mi familia por su amor infinito, su entrega, su ejemplo, su paciencia, y ser la base fundamental en mi vida.

A todos mis amigos y amigas por brindarme su cariño y compartir conmigo las mejores experiencias.

Mi respeto y gratitud a mis profesores, en especial a mi tutora Ing. Paulina Ayala, por ser mi guía, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Joseph Gustavo Hernández Boada

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
ABSTRACT.....	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xvi
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.2 Planteamiento del problema	1
1.3 Delimitación	2
1.4 Justificación.....	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general:	4
1.5.2 Objetivos específicos:	4
CAPITULO II.....	5
2.1 Antecedentes Investigativos	5
2.2 Fundamentación teórica	7
2.2.1 Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro	7
2.2.2 Sistemas de monitoreo	9

2.2.3 Componentes de un sistema de monitoreo vehicular.....	10
2.2.4 Sistemas de monitoreo para vehículos.....	10
2.2.5 Sistema de posicionamiento global (GPS).....	14
2.2.6 Sistema GPRS.....	19
2.2.7 Servidor.....	20
2.3 Propuesta de solución.....	21
CAPÍTULO III.....	22
3.1 Modalidad de la investigación.....	22
3.2 Recolección de la información.....	22
3.3 Procesamiento y análisis de datos.....	23
3.4 Desarrollo del proyecto.....	23
CAPÍTULO IV.....	24
4.1 Análisis y aplicación de los sistemas de monitoreo.....	25
4.2 Análisis de la tecnología GPS para sistemas de monitoreo.....	26
4.3 Funcionamiento general del sistema de monitoreo.....	31
4.3.1 Sistema GPS en el automóvil.....	32
4.3.2 Sistema de Monitoreo Web.....	34
4.4 Selección de Hardware y Software.....	35
4.4.1 Selección de Hardware.....	35
4.4.2 Selección de Software.....	47
4.5 Programación del sistema de monitoreo GPS.....	50
4.5.1 Localización GPS.....	50
4.5.2 Conexión GSM.....	51
4.5.3 Conexión GPRS.....	51
4.5.4 Instalación LAMP.....	52
4.5.5 Recepción de Datos GPRS.....	54
4.5.6 Visualización de los datos de latitud y longitud.....	54

4.5.7 Seguridad	55
4.6 Diseño de la interfaz de usuario	59
4.7 Construcción del dispositivo	64
4.7.1 Diagramas esquemáticos.....	64
4.7.2 Placa Electrónica.....	66
4.8 Pruebas de funcionamiento	67
4.9 Resultados	72
4.10 Presupuesto.....	75
CAPÍTULO V.....	78
5.1 Conclusiones	78
5.2 Recomendaciones	79
BIBLIOGRAFÍA.....	80
ANEXOS	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Horarios para las Prácticas de Conducción.....	9
Tabla 4.1: Análisis de los sistemas de monitoreo.....	25
Tabla 4.2: Características técnica de la tecnología GPS [17].....	27
Tabla 4.3: Sentencias NMEA [26].....	28
Tabla 4.4: Sentencia GPGGA [26]	29
Tabla 4.5: Sentencia GPRMC [26]	30
Tabla 4.6: Sentencia GPVTG [26]	30
Tabla 4.7 Análisis de los módulos GPS	36
Tabla 4.8: Análisis de los módulos GSM/GPRS	37
Tabla 4.9: Bandas de Frecuencias en las Operadoras [34].	38
Tabla 4.10 Tarjetas de Desarrollo y Empresas.....	40
Tabla 4.11: Análisis de las versiones de arduino.....	41
Tabla 4.12 Características de Mini Computadores OpenSource.....	46
Tabla 4.13 Características de los Sistemas Operativos para Raspberry Pi.....	48
Tabla 4.14 Características de las Bases de Datos	49
Tabla 4.15: Registro de los datos medidos de latitud y longitud	73
Tabla 4.16: Análisis de la transmisión de datos	73
Tabla 4.17: Registro de los tiempos de envío de las notificaciones de emergencia... 74	
Tabla 4.18: Registro de los tiempos de ejecución de las acciones del sistema.....	75
Tabla 4.19: Presupuesto del Sistema de monitoreo GPS.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1: Red de Satélites de una Constelación [11].	10
Fig. 2.2: Segmentos del sistema GPS [15].	15
Fig. 2.3: Satélites que componen el sistema GPS [16].	16
Fig. 2.4: Distribución de sistemas terrestres de monitoreo GPS en el mundo [16].	16
Fig. 4.1: Proceso de investigación.	24
Fig. 4.2: Cálculo de la posición del GPS [25].	28
Fig. 4.3: Sistema de monitoreo GPS.	31
Fig. 4.4: Flujograma del Sistema GPS en el vehículo.	32
Fig. 4.5: Diseño del Sistema de Monitoreo GPS.	35
Fig. 4.6: Porcentaje de RBS instaladas por prestador y tecnología [34].	39
Fig. 4.7: Cobertura de la operadora Claro (Conecel) en Tungurahua [35].	39
Fig. 4.8: Módulo regulador de voltaje variable LM2596 [43].	43
Fig. 4.9: Circuito de activación y desactivación del relé.	44
Fig. 4.10: Flujograma GPS.	50
Fig. 4.11: Flujograma GSM.	51
Fig. 4.12: Flujograma GPRS.	52
Fig. 4.13: Flujograma Servidor LAMP	53
Fig. 4.14: Flujograma de identificación y almacenamiento de los datos en el servidor	54
Fig. 4.15: Flujograma para ubicar los datos de latitud y longitud en el mapa.	55
Fig. 4.16: Flujograma para ubicar los datos de latitud y longitud en el mapa.	58
Fig. 4.17: Pestaña de inicio.	59
Fig. 4.18: Login de la página.	60
Fig. 4.19: Pestaña de mapa.	61
Fig. 4.20: Pestaña de historial.	61

Fig. 4.21: Historial por Búsqueda General.	62
Fig. 4.22: Historial por Búsqueda de Ruta.	63
Fig. 4.23: Pestaña de administración.	63
Fig. 4.24: Pestaña de acerca.	64
Fig. 4.25: Simulación Proteus 8.8	65
Fig. 4.26: Diagrama esquemático del circuito.	65
Fig. 4.27: Diagrama PCB del circuito.	66
Fig. 4.28: Elementos colocados en la placa.	66
Fig. 4.29: Prototipo final del sistema GPS.	67
Fig. 4.30: Prototipo ubicado en el vehículo.	67
Fig. 4.31: Vehículo de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro.	68
Fig. 4.32: Encendido del prototipo.	68
Fig. 4.33: Envío de datos al servidor y celular.	68
Fig. 4.34: Sistema de emergencia del dispositivo.	69
Fig. 4.35: Notificación de emergencia por SMS y visualización en Google Maps.	69
Fig. 4.36: Notificación de emergencia en la página web.	70
Fig. 4.37: Ejecución de comandos enviados desde el servidor.	70
Fig. 4.38: Historial de las ubicaciones de los vehículos durante las horas de conducción.	71
Fig. 4.39: Ruta del vehículo durante la práctica de conducción.	71
Fig. 4.40: Precisión del GPS.	72

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se propone el diseño de un sistema de monitoreo GPS con la finalidad de rastrear el posicionamiento y registrar las ubicaciones de los vehículos de la institución durante las prácticas de conducción. El prototipo consta de un módulo GPS que permite la geolocalización del vehículo y de un módulo GPRS que permite conectarse a la red móvil para enviar la información a un servidor web implementado en la distribución Raspbian GNU/Linux, esta información es procesada y almacenada en una base de datos para ser visualizada a través de una interfaz web. El sistema permite rastrear inmediatamente la ubicación del vehículo, cuando el pulsador de emergencia del dispositivo ha sido activado, permitiendo al supervisor de la escuela brindar la asistencia médica y mecánica necesaria, además con el registro de las ubicaciones de los vehículos permite verificar el cumplimiento de las prácticas de conducción, asegurando una educación de calidad y seguridad a los estudiantes de la escuela.

Palabras clave: Escuela de Conducción, GPS, GPRS, Geolocalización, Vehículo, Servidor Web.

ABSTRACT

In this work we propose the design of a GPS monitoring system in order to track the positioning and record the locations of the vehicles of the institution during driving practices. The prototype consists of a GPS module that allows the geolocation of the vehicle and a GPRS module that allows to connect to the mobile network for sending the vehicle data to a web server implemented in the Raspbian GNU / Linux distribution, this information is processed and stored in a database to be visualized through a web interface. This system allows to immediately track the location of the vehicle, when the emergency button of the device has been activated, allowing the school's controller to provide the necessary medical and mechanical assistance, in addition registration of vehicle locations ensure compliance of the vehicle driving practices, in that way we establish high quality parameters of education and safety for students of the school.

Keywords: Driving School, GPS, GPRS, Geolocation, Vehicle, Web Server.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

- AFSCN: Red de Control de Satélites de la Fuerza Aérea
- ANT: Agencia Nacional de Tránsito
- API: Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)
- ARCOTEL: Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones
- AT: DE Attention
- AVL: Localización Vehicular Automatizada
- EAGLE: Easily Applicable Graphical Layout Editor (Editor de Diseño Gráfico fácilmente aplicable)
- GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado
- GIS: Sistema de Información Geográfica
- GNU: GNU's Not Unix (GNU no es Unix)
- GPRS: General Packet Radio Service (Servicio General de paquetes vía Radio)
- GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)
- GSM: Global System for Mobile Communications (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles)
- HTTP: Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferencia de Hypertextos)
- IDE: Integrated Development Environment
- INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- IP: Internet Protocol (Protocolo de Internet)
- ITS: Sistema de Transporte Inteligente
- LAMP: Linux, Apache, MySQL y PHP
- MCS: Master Control Station (Estación de Control Maestro)
- MEO: Medium Earth Orbit (Órbita Media de la Tierra)
- NGA: Agencia Nacional de Inteligencia Geoespacial
- NMEA: National Marine Electronics Association (Asociación Nacional de Electrónica Marina)
- OSM: Open Street Maps
- PC: Personal Computer (Computadora Personal)
- PCB: Printed Circuit Board (Placa de Circuito Impreso)
- PDA: Personal Digital Assistant (Asistente Personal Digital)

- PDP: Packet Data Protocol
- PDU: Protocol Data Unit
- PHP: Hypertext Preprocessor (Preprocesador de Hipertexto)
- PTMS: Sistema de Gestión de Transporte Público
- SAE: Sistema de Ayuda a la Explotación
- SAP: Service Access Point
- SIM: Subscriber Identify Module (Módulo de Identidad del Suscriptor)
- SMS: Short Message Service (Servicio de Mensajes Cortos)
- UMTS: Universal Mobile Telecommunications System (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)
- Wi-Fi: Wireless Fidelity

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de investigación se desarrolló un sistema de monitoreo de un vehículo de la escuela de conducción, este prototipo envía los datos de latitud y longitud, permitiendo la localización precisa e inmediata del vehículo. El servidor realiza un monitoreo de la ubicación del auto para llevar el registro del recorrido que realizan los estudiantes durante las horas de conducción. En base a la interfaz de usuario se puede controlar remotamente la apertura y cierre de puertas, para evitar la pérdida de tiempo si el estudiante o el instructor por descuido dejan las llaves dentro del vehículo.

Este trabajo de investigación ha sido desarrollado bajo la siguiente estructura:

En el primer capítulo se describe las necesidades e inconvenientes de la escuela de conducción, con el análisis y planteamiento del problema, estableciendo los objetivos que permitan el desarrollo del proyecto de investigación.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, y se muestran los antecedentes investigativos que tengan relación con el trabajo de investigación, es decir se realiza un análisis de la información que está relacionada con el proyecto de investigación.

En el tercer capítulo se exponen las diferentes técnicas de investigación utilizadas y se enumeran las actividades para el desarrollo del proyecto de una manera lógica y ordenada.

En el cuarto capítulo se describe la estructura del sistema de monitoreo GPS, el acoplamiento, la integración y la metodología para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del presente proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

El problema

1.1 Tema de investigación

Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro.

1.2 Planteamiento del problema

En el Ecuador, la Agencia Nacional de Tránsito es la encargada de la regulación y control de las Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales. Información registrada en el portal web de la ANT específica que existen 143 escuelas con aproximadamente 25.000 estudiantes, situadas en 108 ciudades del país, las cuales poseen la autorización del Directorio para su funcionamiento. En la provincia de Tungurahua existen 9 Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales, las 9 escuelas están autorizadas para la matriculación de la licencia tipo “C” y 8 escuelas pueden otorgar la licencia tipo “E”. [1]

La Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro fundada en el año de 1971, es la encargada de formar nuevos profesionales de la conducción, otorgando las licencias tipo “C” y tipo “E”. En el presente ciclo académico agosto 2018 – febrero 2019, la Escuela cuenta con 10 vehículos, 134 estudiantes y con personal docente de tercer nivel, pero durante el transcurso de los años ha presentado varios problemas en lo que respecta a las prácticas de los alumnos en los vehículos de la Institución, en los que se detalla los siguientes aspectos:

El Director Pedagógico de la Escuela afirma que, los alumnos al ser principiantes, sufren accidentes al momento de realizar sus prácticas, registrándose aproximadamente 5 incidentes por mes, para lo cual, no existe una respuesta inmediata en el rastreo y localización del vehículo, para brindar la asistencia médica y mecánica necesaria.

Otro de los principales problemas es la falta de un seguimiento de las prácticas de conducción de los alumnos, con la finalidad de asegurar el cumplimiento del programa de estudios llevada a cabo por los instructores, como lo determina el Reglamento de Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales, establecido por la ANT en su resolución No. 010-DIR-2015-ANT. [2]

Además, detalla que existe pérdida de tiempo en las prácticas de los alumnos por el bloqueo de las puertas del vehículo a falta de un sistema remoto de apertura y cierre, provocando que los estudiantes corran con el riesgo de no cumplir con el 90% de asistencia a las horas de práctica, el cuál es el porcentaje mínimo necesario para aprobar el curso, como lo determina el Reglamento de Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales, establecido por la ANT en su resolución No. 010-DIR-2015-ANT. [2]

Los problemas antes mencionados afectan en la educación de los nuevos profesionales de la conducción y según estadísticas presentadas por el INEC, del total de los accidentes de tránsito registrados en el año 2016, el 51,9% se debe a la impericia e imprudencia del conductor, convirtiéndose en la principal causa de los accidentes de tránsito, evidenciándose que existe la necesidad de mejorar la calidad de la formación de los nuevos conductores profesionales. [3]

1.3 Delimitación

Delimitación de contenidos:

- Área Académica de la Carrera: Comunicaciones.
- Línea de Investigación: Tecnologías de la Información y de la Comunicación.
- Sublínea de Investigación: Comunicaciones Inalámbricas.

Delimitación espacial:

La presente investigación se realizará en la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro ubicado en la provincia de Tungurahua, en la ciudad de Píllaro, en la Av. Rumiñahui, entre Hnas. Jácome Mantilla y Luis Salinas, implementándose el sistema en un vehículo de la institución.

Delimitación temporal:

La presente investigación se realizará en el periodo septiembre 2018 – febrero 2019 de acuerdo al Reglamento de Graduación para obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato, aprobado mediante Resolución 0533-CU-P-2015 del 31 de marzo de 2015 (RGTTTNUTA).

1.4 Justificación

La importancia de la elaboración de un prototipo de sistema de monitoreo basado en la tecnología GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro, radica en que permitirá ofrecer asistencia médica y mecánica inmediata a los estudiantes cuando sufran percances durante sus prácticas y el seguimiento del cumplimiento de las prácticas de conducción establecidas en el Reglamento de Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales, asegurando una educación de calidad y seguridad a sus alumnos. [2]

El desarrollo del sistema es factible, pues se cuenta con los recursos necesarios tanto en Laboratorios y Biblioteca de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial como la disponibilidad y accesibilidad de los vehículos con la ayuda de las autoridades y docentes de la escuela; también es factible en el ámbito técnico pues aporta un prototipo diseñado en base a las últimas tecnologías de hardware y software libre; además se considera factible económicamente ya que se pretende construir dicho prototipo a bajo costo con elementos de libre desarrollo, sin perder de vista el rendimiento y capacidad del mismo.

El proyecto beneficiará directamente a todos los estudiantes y a la institución, mejorando la calidad de la formación de los conductores profesionales, evitando sanciones a la escuela; de manera indirecta a todos los conductores del país, así como a la Agencia Nacional de Tránsito en lo que respecta al control de la formación de los conductores profesionales y no profesionales.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general:

Implementar un prototipo de sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro.

1.5.2 Objetivos específicos:

- Analizar los sistemas de monitoreo para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro.
- Realizar un estudio de la tecnología GPS para un sistema de monitoreo satelital.
- Diseñar un sistema de monitoreo basado en la tecnología GPS para un vehículo.

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes Investigativos

En base a la investigación realizada en la biblioteca de la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial y posterior a ello revisar las bases de datos de las diferentes Universidades y Escuelas Politécnicas, y además en Internet, se logró recabar la información relacionada al tema de investigación de las cuales se encontró los siguientes documentos:

En los repositorios de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” se halla el proyecto de pregrado “Diseño e implementación de un sistema electrónico para el control, seguridad y rastreo vehicular utilizando un ordenador de placa reducida Raspberry”, realizado por Holger Vinicio Andrade Soria en el año 2017, utilizando módulos de sistema de posicionamiento global (GPS), sistema global de comunicaciones móviles (GSM) y un módem; y en la parte del software utilizó Navit por medio del cual realizó el seguimiento y ubicación del auto en tiempo real, programando las configuraciones necesarias para la implementación del prototipo y bloqueo del sistema eléctrico, por medio de la activación o desactivación de mensajería enviada por whatsapp. [4]

“Diseño de un sistema de localización, medición de velocidad y aceleración de un vehículo para determinar rutas alternas, utilizando tecnologías GPS y GPRS” ubicado en los repositorios de la “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” presentado por el señor Geovanni Daniel Cherrez en el año 2017, se desarrolla un Sistema de

Monitoreo para un automóvil Hyundai i10. El sistema se desarrolló por bloques de: entrada, procesamiento, almacenamiento y salida. En el primer bloque se recolectaron datos mediante el módulo GPS/GSM/GPRS SIM 808 y el sensor de efecto hall W130-515, el segundo bloque procesó los datos obtenidos a través del Arduino Uno siendo esta la placa principal, los dos Arduinos Nano fueron programados para realizar cálculos matemáticos y enviarlos a la placa principal, además en este bloque se envía un sms con la posición en tiempo real obtenida por GPS, mediante la tecnología GPRS; en el tercer bloque se creó una base de datos del tráfico existente en la ciudad en horas pico que es visualizada en el cuarto bloque a través de marcadores que fueron ubicados según la información obtenida, además en el cuarto bloque se visualizaron los datos obtenidos en el primer bloque que fueron transmitidos por el módulo bluetooth HC-05. La aplicación fue programada para mostrar una ruta alterna que evite el tráfico que se observa en la aplicación. [5]

“Sistema de monitoreo con la tecnología GPS a las motocicletas de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Chibuleo de la ciudad de Ambato” desarrollado por Mario Chuqui Guacho en el año 2016 ubicado en los repositorios de la “Universidad Técnica de Ambato”, hace referencia a la construcción de un equipo que utiliza la información proporcionada por el dispositivo GPS Tracker, para almacenar la ubicación de un móvil que se desplaza por la ciudad de Ambato, la cual puede ser analizada en el software GPS TrackMaker y de esta manera reconstruir el recorrido y la ubicación del móvil, que cuenta con una Bitácora electrónica. [6]

Edgar Patricio Rodríguez Martínez desarrolló el “Sistema de localización automática de vehículos mediante GPS, para determinar la ubicación de las volquetas del GAD Municipal de Patate” en el año 2014, investigación localizada en los repositorios de la “Universidad Técnica de Ambato”, en el cual utiliza un dispositivo GPS ya existente en el mercado llamado GPS TRACKER 103A, el cual proporciona la ubicación de las volquetas a través de mensajes de texto que remiten la posición exacta del objeto a su central, la información es recibida en la estación de monitoreo, en la cual se diseñó una placa para la recepción de datos celular la misma que proporciona una interfaz con el computador mediante el uso del software PC Suite, desde la que se puede enviar los comandos para la programación del dispositivo GPS, los datos recibidos se exportan a

un archivo fuente .csv, el cual puede ser leído desde un libro de Excel en donde se tiene un ordenamiento, clasificación y almacenamiento de los datos para su posterior uso. Para poder ubicar los datos de latitud y longitud recibidos, se utilizó el software Google Earth en el que se cargó mapas digitales del Cantón, logrando de esta manera determinar el lugar en el que se encuentra la volqueta de la institución mencionada. [7]

Juan Pablo Rojas, Julio César Bustos, Diego Ordóñez Camacho en su artículo “QBus: Smart Mobility for the Public Transportation User” desarrollado en la ciudad de Quito en el año 2015, proponen el sistema QBus que permite a los usuarios de transporte público conocer la ubicación de las paradas, las líneas de transporte que pasan por ellas, y el recorrido de dichas líneas, permitiendo también graficar un trayecto. Permite usar la aplicación tanto en línea, mediante un browser, como desde un Smartphone, sin conexión a internet, y en la parada misma. Para el posicionamiento de la parada hace uso de tecnología Bluetooth Low Energy y de códigos Quick Response. [8]

En la International Journal of Advanced Computer Science and Applications desarrollado en la ciudad de Italia en el años 2015, Saed Tarapiah y Shadi Atalla presentan el artículo “Public Transportation Management System base on GPS/WiFi and Open Street Maps” en el cual se realiza el diseño e implementación de un sistema de gestión de transporte público basado en GPS/WiFi y Open Street Maps; con lo cual se logró construir un marco abierto que se enfoque en el tráfico y datos vehiculares para mejorar la eficiencia del Sistema de Gestión de Transporte Público (PTMS) en términos de análisis y planificación. [9]

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro

La Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro fue fundada en el año de 1971, actualmente se encuentra ubicado en la Av. Rumiñahui entre Luis Salinas y Hnas. Jácome Mantilla. La Escuela cuenta con la siguiente infraestructura:

- Área administrativa
- Aulas
- Laboratorio psicosenométrico

- Baños
- Bar - cafetería
- Aula taller
- Parqueadero
- Simulador de conducción virtual
- Laboratorio de cómputo
- Área de recreación
- Vehículos para cada categoría de licencia

Desde el año 2008 inician los cursos para la obtención de la licencia Tipo “C”, en el 2016 recibe la aprobación por parte de la ANT para ofrecer la licencia Tipo “E” y en el 2017 apertura el curso para la licencia Tipo “E Regular”

Licencia Tipo “C”

La licencia Tipo “C” va dirigida para personas que deseen conducir vehículos para transporte comercial o del Estado con capacidad máxima de 26 asientos o de carga de hasta 3,5 toneladas. Para la obtención de esta licencia se debe aprobar el curso de 480 horas en un periodo de 6 meses, de las cuales 40 horas son destinadas para prácticas de la conducción, debiendo cumplir con una asistencia mínima del 90% caso contrario no aprobará el curso.

La Escuela cuenta con 5 automóviles, 1 camioneta doble cabina y 1 furgoneta para las prácticas de la licencia Tipo “C”, en la que cada alumno realiza 4 horas prácticas cada 3 semanas, cumpliendo con las 40 horas de conducción.

Licencia Tipo “E”

La licencia Tipo “E” va dirigida para personas que deseen conducir transporte comercial o del estado con una capacidad de carga desde 3.6 toneladas, incluye vehículos de uso especial, vehículos para transportar mercancías o sustancias peligrosas y vehículos especiales de transporte férreo como: ferrocarriles, auto férreos, tranvías, etc. Para la obtención de esta licencia la Escuela ofrece 2 tipos de cursos, el primero con 720 horas de duración en un periodo de 9 meses y el segundo con 410 horas de duración en un periodo de 5 meses, en ambos cursos 80 horas son destinadas para prácticas de la conducción, debiendo cumplir con una asistencia mínima del 90% caso contrario no aprobará el curso.

La Escuela cuenta con 3 camiones para las prácticas de la licencia Tipo “E”, en la que cada alumno realiza 2 horas prácticas cada semana, cumpliendo con las 80 horas de conducción.

Horarios de Conducción

En la actualidad la Escuela cuenta con 8 horarios de lunes a viernes como se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Horarios para las Prácticas de Conducción.

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Horario 1	06h00/08h00	06h00/08h00	06h00/08h00	06h00/08h00	06h00/08h00
Horario 2	08h00/10h00	08h00/10h00	08h00/10h00	08h00/10h00	08h00/10h00
Horario 3	10h00/12h00	10h00/12h00	10h00/12h00	10h00/12h00	10h00/12h00
Horario 4	12h00/14h00	12h00/14h00	12h00/14h00	12h00/14h00	12h00/14h00
Horario 5	14h00/16h00	14h00/16h00	14h00/16h00	14h00/16h00	14h00/16h00
Horario 6	16h00/18h00	16h00/18h00	16h00/18h00	16h00/18h00	16h00/18h00
Horario 7	18h00/20h00	18h00/20h00	18h00/20h00	18h00/20h00	18h00/20h00
Horario 8	20h00/22h00	20h00/22h00	20h00/22h00	20h00/22h00	20h00/22h00

Elaborado por: Investigador

Por disposición del Director Pedagógico se está analizando la posibilidad de tener prácticas de conducción los días sábados por pedido de los estudiantes para los próximos cursos.

2.2.2 Sistemas de monitoreo

Un sistema de monitoreo se define como la combinación de dos o más elementos encaminados a la vigilancia o seguimiento de procesos en forma automática. Los sistemas de control y monitoreo pueden implementarse en cualquier ambiente juntamente con los otros servicios como telefonía, TV, multimedia, etc. Permiten detectar y reportar oportunamente fallas en equipos, consultar y graficar la operación de equipos en un rango de fechas definido, generación de alarmas cuando una variable sale de su rango normal de operación, vigila en tiempo real la operación de equipos o sistemas remotos. [10]

2.2.3 Componentes de un sistema de monitoreo vehicular

a) Posicionamiento:

El sistema de posicionamiento es el que permite determinar con precisión la ubicación del vehículo. Esta ubicación se da mediante triangulación, con ayuda de receptores GPS (triangulación de satélites) o radio frecuencia (triangulación de antenas). Las orbitas de los satélites forman una red que envuelve la esfera terrestre, de forma que desde cualquier punto teórico de su superficie se puedan ver 5 satélites. De este modo y dependiendo de la oro-grafía (relieve), el receptor GPS puede recibir y procesar las señales emitidas por al menos 3 satélites que están alrededor del planeta como se observa en la Figura 2.1. [11]



Fig. 2.1: Red de Satélites de una Constelación [11].

b) Almacenamiento para la Transmisión:

Los receptores GPS son instrumentos de solo lectura, no tienen forma de transmitir los datos de su posición a otros dispositivos, por lo que para transmitir la información del recorrido a una estación base o centro de monitoreo y control se lo desarrolla de manera pasiva o activa, dependiendo de las necesidades y la cobertura del servicio. [11]

c) Medios de Transmisión

La transmisión de la información se la puede realizar por comunicación por vía ondas de radio, vía telefonía móvil celular y vía satelital. [11]

2.2.4 Sistemas de monitoreo para vehículos

- **Localización Vehicular Automatizada (AVL)**

Es el sistema más utilizado para el monitoreo y localización de vehículos, personas u objetos y se utilizan dos tecnologías distintas en un mismo equipo: GPS y GSM/GPRS.

La tecnología GPS utiliza la triangulación de señales de por lo menos cuatro de los veintisiete satélites geoestacionarios alrededor del planeta, pudiendo recolectar los datos de la ubicación exacta donde se encuentra el vehículo, pudiendo también obtener datos de su velocidad, altitud, sentido de dirección, fecha y hora, etc. [12]

Esta información capturada por el GPS es enviada por medio de una operadora celular (SIM CARD) utilizando la tecnología GSM/GPRS a un software de rastreo. Éste, por lo general, posee la cartografía local o mundial, según el caso, para poder visualizar el vehículo en el mapa. Acompañando el avance de la tecnología, en la actualidad los equipos AVL cuentan con muchas funciones adicionales, que permiten a la estación de monitoreo o dueño del vehículo poder obtener un control total de su flota. [12]

La tecnología AVL también contiene un software que desde la estación base despliega de forma automática la ubicación de los automotores en un mapa geográfico real. Este software de representación geográfica proporciona opciones de ampliar o reducir los mapas, ofreciendo la posibilidad de mostrar cualquier detalle, así como la facilidad de programar seguimientos a los vehículos asignados. [12]

Características:

- Captura de imagen.
- Sensor de combustible.
- Sensores de puertas y pulsadores de pánico.
- Escucha cabina.
- Emitir un aviso sonoro ante exceso de velocidad.
- Permite accionar el bloqueo de motor a distancia.

La tecnología AVL es una gran herramienta en aplicaciones de:

- Administración de flotas de vehículos.
- Asignación de automóviles de emergencia.
- Integración con otras aplicaciones relacionadas, como servicios de call center, centrales de monitoreo, planeación de rutas, sistemas de bodega y de despacho, entre otras.
- Disminución en lo posible los aspectos que producen bloqueos y retrasos, optimizando los tiempos.

- Control logístico de tiempos y movimientos de los conductores, recopilación de los tiempos de transporte y delimitación de las rutas definidas. [12]
- **Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)**

Un sistema de ayuda a la explotación, o sistema avanzado de ayuda a la explotación, también conocido por sus siglas SAE es un conjunto de soluciones que aúnan distintas tecnologías para mejorar el servicio y gestión de medios de transporte. [13]

Este sistema tiene como núcleo principal el empleo del sistema de localización GPS unido a la transmisión de los datos por medio del sistema de comunicaciones seleccionado (Radio,GSM/GPRS/UMTS/Trunking/TETRA/etc..). Ello proporciona la posibilidad de disponer de una herramienta mediante la cual se conoce la posición de los recursos (vehículos, personal) y las incidencias, sobre una cartografía GIS (Sistema de Información Geográfica). El Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE) se complementa con sistemas de información al usuario: en paneles interiores en el vehículo, en marquesinas, estaciones o sobre plataformas de última generación, WEB, móvil o PDA. [13]

Los objetivos de un SAE son los siguientes:

- Incremento de la calidad del servicio mediante una importante mejora de la regularidad y de una mayor adaptación entre las condiciones de la demanda y las posibilidades de la oferta.
- Reducción de los costes de explotación sobre la base de una mejor adecuación de la flota en términos de tamaño y optimización de los servicios.
- Disminución del consumo energético.
- Incremento de la eficiencia en la gestión del tráfico. [13]

Las aplicaciones de un sistema SAE son diversas; sin embargo, destacan la gestión de flotas de vehículos, por ejemplo, flotas de autobuses, coches de alquiler, sistemas de reparto, etc. Mediante un sistema SAE, es posible entre otras acciones:

- Confirmar la regularidad de paso por parada de autobuses en el caso de líneas regulares.
- Informar a los pasajeros del tiempo estimado de llegada del siguiente autobús.
- Verificar que un coche alquilado no sale de la zona acordada en el contrato.
- Optimizar las rutas de recogida en una empresa de paquetería.

- Optimizar la ubicación de las grúas de una aseguradora.

El hecho de embarcar una unidad central de proceso en cada vehículo, habilita la posibilidad de conectar otros periféricos para obtener ventajas adicionales. [13]

- **Sistema de Transporte Inteligente (ITS)**

Los ITS son esencialmente la fusión del desarrollo en la informática, información tecnológica y telecomunicaciones unidas al sector automotriz experto y de transporte. La clave de las emergentes tecnologías de los ITS ha sido diseñada a partir de los principales desarrollos en estos sectores. Los ITS pueden entonces ser definidos como la aplicación de tecnologías de informática, información y comunicaciones al manejo, en tiempo real, de vehículos y redes que involucran el movimiento de gente y bienes. [14]

Descripción de los usuarios de los ITS

El transporte y, así mismo, los ITS asociados a este, integran tres componentes:

- Infraestructura: Señales de tránsito, comunicaciones, computadores, peajes, sensores, etc.;
- Vehículos: tipos de vehículos, sus características de seguridad, su grado de uso de avanzados sistemas eléctricos y computarizados;
- Personas: comportamientos humanos, preferencias y usos de modalidades de transporte, regulación y aplicación. [14]

Arquitectura ITS

“La arquitectura del sistema de los ITS provee una estructura para planear, definir, desplegar e integrar sistemas inteligentes de transporte.

Una arquitectura definida como:

- Los sistemas y las aplicaciones que los usuarios de los servicios de los ITS esperan llevar
- a cabo;
- Las entidades donde existen estas funciones;
- Flujo de información y de datos que conectan funciones y entidades. [14]

Los servicios de Usuarios de un Sistema Inteligente de Transporte son:

Gestión del tráfico

- Soporte para el planeamiento de transporte.
- Control del tráfico.
- Manejo de incidentes.
- Gestión de demanda.
- Vigilancia y cumplimiento de las reglas de tránsito.
- Manejo del mantenimiento de la infraestructura. [14]

Información del viajero

- Información para el conductor durante el viaje.
- Información para transporte público durante el viaje.
- Guía y navegación de la ruta.
- Transporte público.
- Manejo del transporte público.
- Manejo de la respuesta a la demanda del transporte.
- Manejo compartido del transporte.
- Gestión de la flota de buses usando GPS para la localización automática de los vehículos. [14]

Pago electrónico.

- Transacciones financieras electrónicas.
- Tarjetas electrónicas personalizadas con diversas tarifas. [14]

Seguridad

- Protección pública del desplazamiento.
- Mejoras en la seguridad para usuarios vulnerables de la ruta.
- Intersecciones inteligentes. [14]

2.2.5 Sistema de posicionamiento global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, consta de 24 satélites que se encuentran alrededor de la Tierra distribuidos en seis orbitas con una inclinación de 55° respecto al ecuador, giran a una distancia aproximada de 20000km. [15]

Con este sistema se pueden determinar velocidades de vehículos y posiciones exactas en cualquier lugar de la Tierra a cualquier hora, en el día o en la noche sin ser afectado por atenuaciones como lluvia o niebla, ya que funcionan en todo tipo de condición climatológica. [15]

En cada órbita se encuentran cuatro satélites de los cuales tres funcionan permanentemente y el otro sirve de repuesto de esta manera se puede observar desde cualquier lugar de la Tierra entre cuatro y ocho satélites. Con este sistema se pueden determinar posiciones exactas en cualquier lugar de la Tierra a cualquier hora del día, en el día o en la noche sin ser afectado por la lluvia o por la niebla, ya que funcionan en todo tipo de condición climatológica. [15]

Este sistema está constituido por tres segmentos: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento del usuario, como se visualiza en la Figura 2.2. La Fuerza Aérea de los Estados Unidos desarrolla, mantiene y opera los segmentos: espacial y de control. [15]

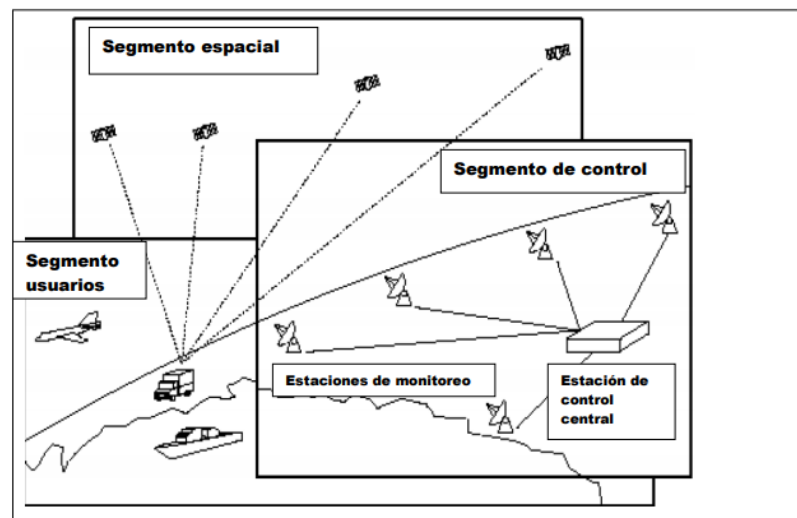


Fig. 2.2: Segmentos del sistema GPS [15].

a) SEGMENTO ESPACIAL

El segmento espacial GPS consiste en una constelación de satélites que transmiten señales de radio a los usuarios. Estados Unidos se ha comprometido a mantener la disponibilidad de al menos 24 satélites GPS operativos, el 95% del tiempo. Para asegurar este compromiso, la Fuerza Aérea ha estado manteniendo operativos 31 satélites de GPS operativos durante los últimos años. [16]

Los satélites GPS vuelan en órbita terrestre media (MEO) a una altitud de aproximadamente 20.200 km. Cada satélite rodea la Tierra dos veces al día. Los satélites de la constelación GPS están dispuestos en seis planos orbitales igualmente espaciados que rodean la Tierra con 4 satélites por órbita. Esta disposición de 24 satélites alrededor de la Tierra garantiza que los usuarios pueden ver al menos cuatro satélites desde prácticamente cualquier punto del planeta. En la actualidad se tiene 31 satélites operacionales alrededor de la Tierra combinados con satélites modernos y antiguos, en la Figura 2.3 se detalla los satélites utilizados por GPS. [16]

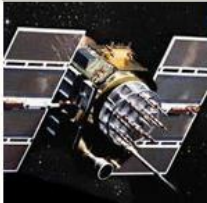

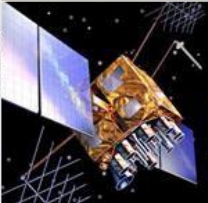
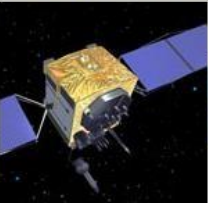
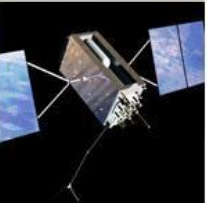
LEGACY SATELLITES		MODERNIZED SATELLITES		
				
BLOCK IIA	BLOCK IIR	BLOCK IIR(M)	BLOCK IIF	GPS III
0 operational	12 operational	7 operational	12 operational	In production

Fig. 2.3: Satélites que componen el sistema GPS [16].

b) Segmento de control

El segmento de control GPS consta de una red global de instalaciones terrestres que rastrea los satélites GPS, monitorea sus transmisiones, realiza análisis y envía comandos y datos a la constelación. El segmento de control operativo actual incluye una estación de control maestra, una estación de control maestra alternativa, 11 antenas de mando y control y 15 sitios de monitoreo, en la Figura 2.4 se detalla las todas las estaciones del segmento de control de GPS. [16]

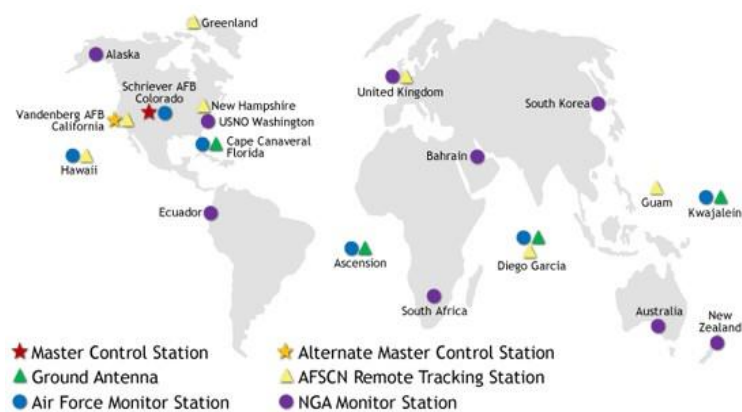


Fig. 2.4: Distribución de sistemas terrestres de monitoreo GPS en el mundo [16].

c) Segmento del usuario

El Segmento del Usuario consiste en el equipo receptor del GPS que recibe las señales de los satélites del GPS y las procesa para calcular la posición tridimensional y la hora precisa. [16]

Los receptores varían en precisión, tamaño, peso, capacidad de almacenamiento de datos y número de satélites que utilizan para calcular la posición. [17]

En la actualidad los receptores GPS están diseñados con la tecnología de canales múltiples paralelos conteniendo entre 5 y 12 circuitos receptores sintonizados cada uno ellos a la señal de un satélite en particular. [17]

Funcionamiento de la Tecnología GPS

GPS es un sistema que tiene como objetivo la determinación de las coordenadas espaciales de puntos respecto de un sistema de referencia mundial. Los puntos pueden estar ubicados en cualquier lugar del planeta, pueden permanecer estáticos o en movimiento y las observaciones pueden realizarse en cualquier momento del día. [18]

El sistema GPS está formado por 24 satélites, cuya señal es utilizada para obtener la localización de un sujeto u objeto por trilateración. El GPS funciona mediante esta red de satélites en órbita sobre la Tierra, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie. [18]

El receptor GPS localiza un mínimo de cuatro satélites de la red, que informan de su identificación y hora del reloj de cada uno de ellos. El aparato va a sincronizar las horas del reloj para calcular el tiempo que tardan en llegar las señales de los satélites al equipo. Así es como mide la distancia al satélite, un método que se llama trilateración inversa. Una vez que ya conoce estas distancias, se determina la posición del vehículo con respecto a los satélites y de ahí una posición absoluta. [18]

Características de un equipo GPS

- La antena está conectada por cable al receptor o en otros casos forman una sola unidad.
- Las coordenadas que se calculan corresponden al centro radioeléctrico de la antena.

- El receptor consta de un mínimo de 4 canales (generalmente 10 ó 12) que permiten receptor y procesar simultáneamente la señal de cada satélite.
- Posee además un oscilador de cuarzo que permite generar la frecuencia de referencia para realizar la observación.
- Un microprocesador interno con el software correspondiente calcula las coordenadas de la antena y la velocidad y azimut si el aparato está en movimiento.
- Posee además una memoria para almacenar observaciones. La capacidad de esta memoria varía de acuerdo con el tipo de receptor, pudiendo llegar a almacenar información durante varias decenas de horas.
- Todo equipo adiciona una unidad de alimentación eléctrica que deberá brindar al receptor la autonomía necesaria. [19]

Ventajas de la Tecnología GPS para Sistemas de Ubicación

La tecnología GPS es un gran aporte, ya que la utilización de estos sistemas permite operar con mayor eficiencia, brindando información en tiempo real de cada vehículo en ruta.

- La frecuencia en la que trabaja es 100% legal a nivel global.
- El sistema GPS al recibir la señal de por lo menos 3 satélites es más exacto que la brújula.
- GPS nos ayuda a saber la posición en tiempo real inclusive cuando no tenemos alguna referencia visual.
- El sistema GPS es muy económico a comparación con otras tecnologías como los detectores.
- Información en tiempo real del posicionamiento de la unidad, alerta de velocidad excedida, alerta de salida de ruta, alerta de salida o entrada de Geocercas, alerta de paradas en un punto determinado, entre otros.
- Ubicación actual de la unidad con velocidad, fecha y hora, dirección, geo-cerca / Punto de interés más cercano, kilometraje acumulado, reporte de excesos de velocidad, reporte estadístico de eventos.
- Puede monitorear varios vehículos simultáneamente.
- Control del límite de velocidad máxima, para evitar accidentes y gastos innecesarios de combustible. [20]

Desventajas de la Tecnología GPS para Sistemas de Ubicación

- Aunque el GPS es más efectivo tiene un alto consumo eléctrico.
- La lectura de GPS se hace un poco complicado para los usuarios que no pueden realizar la lectura de latitud y longitud.
- Esta tecnología es más costosa que la brújula y un altímetro.
- Este sistema como las nuevas tecnologías ocasionan un daño ambiental por el uso desconsiderado de las pilas alcalinas. [20]

2.2.6 Sistema GPRS

General Packet Radio Services, es una técnica de conmutación de paquetes, que es integrable con la estructura actual de las redes GSM. Esta tecnología permite velocidades de datos de 115 kbs. Sus ventajas son múltiples, y se aplican fundamentalmente a las transmisiones de datos que produzcan tráfico "a ráfagas", es decir, discontinuo. Por ejemplo, Internet y mensajería. Puede utilizar a la vez diversos canales, y aprovechar los "huecos" disponibles para las transmisiones de diversos usuarios. Por ello, no necesitamos un circuito dedicado para cada usuario conectado. De esta forma desaparece el concepto de tiempo de conexión, dejando paso al de cantidad de información transmitida: El cliente podrá ser facturado por los paquetes realmente enviados y recibidos. El ancho de banda podrá ser entregado bajo demanda, en función de las necesidades de la comunicación. En cuanto a los cambios que supone, las redes GSM deben implementar una serie de nuevos equipos y cambios Hardware y Software, tanto en la parte radio como en la parte de conmutación. [21]

Protocolo GPRS

El protocolo GPRS es un protocolo de nivel tres, transparente para todas las entidades de red comprendidas entre el terminal móvil y el nodo SGSN al que el móvil está conectado. Este protocolo soporta tanto el intercambio de informaciones de control como de paquetes PDP-PDU (Packet Data Protocol - Protocol Data Unit) entre el móvil y el nodo al que se encuentre conectado. [21]

El formato de una trama GPRS contiene los siguientes campos:

- Identificador del protocolo GPRS.
El identificador del protocolo GPRS es una información numérica cuyo objetivo es el de distinguir las ráfagas (los burst) que contienen paquetes GPRS, de las ráfagas que contienen información GSM.

- Identificador del protocolo de los PDU (identificador de PDP).

Este identificador, encapsulado en las tramas GPRS, es necesario para direccionar dichas tramas hacia el correcto SAP (Service Access Point) en cuanto son desencapsuladas. Las tramas GPRS son utilizadas tanto para el transporte de mensaje de control como para el transporte de paquetes de datos, por lo que se hace necesario el uso de un indicador que permita distinguir a cuál de las dos categorías posibles pertenece el mensaje GPRS.

- Mensaje GPRS.

Un mensaje GPRS puede contener o bien datos o bien información de control. Los mensajes GPRS de control son definidos por un valor preestablecido del identificador de PDP. Petición de log-on (LOG-ON REQUEST), respuesta a una petición de log-on (LOG-ON RESPONSE), activación del modo de transmisión cifrado, petición de actualización de las informaciones de routing, respuesta a una petición de actualización de las informaciones de routing. [21]

2.2.7 Servidor

Un servidor Web de fuente abierta consta de los siguientes elementos:

Servidor LAMP

Un servidor LAMP tiene cuatro componentes: Linux, Apache, MySQL y PHP. Estos forman la infraestructura en el servidor, que hace posible la creación, desarrollo y alojamiento de páginas web dinámicas. Su funcionamiento se basa en Linux como sistema operativo base para ejecutar el servidor web Apache que no puede interpretar contenidos dinámicos, pero PHP ejerce las funciones de programación del lado del servidor. El proceso funciona entonces de la siguiente manera: Apache le envía un código fuente al intérprete PHP, incluyendo la información correspondiente sobre las acciones del visitante de la web y permite el acceso a la base de datos MySQL. El resultado es devuelto a Apache y este se muestra finalmente en el navegador web del visitante. Un servidor LAMP es la opción preferida por muchos debido a su bajo costo, versatilidad y alta disponibilidad. Así como la manera en que sus elementos se complementan. [22]

MySQL

MySQL es la base de datos de código abierto más popular del mundo gracias a su rendimiento, confiabilidad y facilidad de uso comprobados. MySQL se ha convertido

en la principal opción de base de datos para aplicaciones basadas en la Web, utilizada por propiedades web de alto perfil como Facebook, Twitter, YouTube entre otros; debido a las características siguientes: [23]

- Es multiplataforma, funciona en una amplia lista de sistemas operativos, al contrario de otros sistemas como por ejemplo MS SQL Server que solo es compatible con Windows.
- Alta performance, debido a su simplicidad ya que soporta aproximadamente diez motores de almacenamiento.
- InnoDB: es el motor de almacenamiento predeterminado cuya característica principal es que soporta transacciones y bloqueo de registros.
- MyISAM: es motor predeterminado para versiones anteriores a 5.5, con la diferencia que no soporta transacciones. MySQL tiene un alto rendimiento comparado con sistemas similares. [23]

2.3 Propuesta de solución

La implementación de un sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro, permitirá monitorear las clases prácticas de los alumnos de la institución, además realizar un rastreo de los vehículos de la escuela y controlar remotamente el cierre y apertura de puertas, para cumplir con las disposiciones establecidas por el Reglamento de Escuelas de Capacitación establecido por la ANT, ofreciendo una educación de calidad y seguridad a sus alumnos.

CAPÍTULO III

Metodología

3.1 Modalidad de la investigación

El proyecto de investigación realizó una modalidad aplicada debido a que se utilizó tecnología existente que permitió monitorear la ubicación de los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro, durante las clases de conducción.

La información fue obtenida con la investigación bibliográfica-documental a través de proyectos de titulación, libros, revistas, proyectos de investigación, artículos científicos destacados en los repositorios físicos y virtuales de la Universidad Técnica de Ambato requeridos como guía en el desarrollo de aplicaciones y creación del sistema.

Además, con la investigación de campo se obtuvo recursos e información necesaria para el desarrollo tanto del sistema como de las aplicaciones para los alumnos y socios de la institución que son los beneficiarios.

3.2 Recolección de la información

Para el presente proyecto se recopiló información de libros, Internet, revistas científicas, trabajos de investigación, papers, patentes, guía del tutor para el desarrollo del proyecto, datos archivos, además se obtuvo información fundamental en la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro, mediante la apertura brindada por el señor Gilberth Campaña representante de la misma.

3.3 Procesamiento y análisis de datos

El plan para el procesamiento y análisis de datos fue el siguiente:

- Revisión crítica de la información recolectada.
- Depuración en caso de información errónea o no verídica.
- Presentación en informe técnico.

3.4 Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del sistema dentro de la presente investigación se abordaron los siguientes puntos:

1. Análisis de sistemas y aplicaciones de monitoreo para vehículos.
2. Descripción general y análisis de los sistemas de monitoreo.
3. Análisis de la tecnología GPS para sistemas de ubicación en una unidad móvil.
4. Determinación del hardware y software necesario para el sistema.
5. Diseño del dispositivo GPS.
6. Creación de un servidor web para el almacenamiento de los datos del GPS.
7. Diseño de una interfaz web para la localización, monitoreo y control de las puertas de los vehículos.
8. Construcción del prototipo del sistema de monitoreo GPS.
9. Implementación del sistema de monitoreo en un vehículo.
10. Ejecución de pruebas de funcionamiento del sistema de monitoreo.
11. Corrección de errores obtenidos en las pruebas de funcionamiento.
12. Elaboración de Informe Final.

CAPÍTULO IV

Desarrollo de la propuesta

Para la implementación del sistema de monitoreo GPS en los vehículos, se requiere un dispositivo simple, que se ajuste a los requerimientos y necesidades de la Escuela de Conducción y que cuente con una interfaz que permita el sencillo manejo del dispositivo.



Fig. 4.1: Proceso de investigación.

Elaborado por: Investigador.

El proceso de investigación se basa en el esquema de la Figura 4.1 para estructurar adecuadamente la información y fase de desarrollo. En primera instancia se realiza un análisis de los sistemas de monitoreo para vehículos y un estudio de la tecnología GPS. A continuación, se presenta una descripción general del sistema y se detalla tanto el

hardware como el software empleado para adquirir, procesar, controlar y visualizar la información adquirida. Como siguiente punto se incluyen los diversos procesos utilizados para la programación, diseño y construcción del sistema, para finalmente realizar las pruebas de funcionamiento del sistema que permiten establecer el nivel de exactitud y fiabilidad del prototipo diseñado.

4.1 Análisis y aplicación de los sistemas de monitoreo

Se han analizado 3 sistemas de monitoreo aplicados para vehículos los cuales son los siguientes:

- Localización Vehicular Automatizada (AVL).
- Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE).
- Sistema de Transporte Inteligente (ITS).

A continuación, en la Tabla 4.1 se muestra un análisis comparativo de los 3 sistemas: [12-14].

Tabla 4.1: Análisis de los sistemas de monitoreo.

	Localización Vehicular Automatizada (AVL)	Sistema de Ayuda a la Explotación (SAE)	Sistema de Transporte Inteligente (ITS)
Tecnología:	Utiliza la tecnología GPS para ubicar el vehículo, además de datos de velocidad, altitud, sentido de dirección, fecha y hora, esta información es enviada utilizando la tecnología GSM/GPRS a un software de rastreo.	Este sistema emplea varias tecnologías como GPS, GSM/GPRS, Trunking, Tetra, etc. Permitiendo conocer los recursos y las incidencias sobre una cartografía GIS y se complementa con sistemas de información al usuario.	Son aplicaciones de tecnologías de informática, información y comunicaciones al manejo, en tiempo real, de vehículos y redes que involucran el movimiento de gente y bienes.
Características:	<ul style="list-style-type: none"> * Permite identificar la persona que conduce. * Control de puertas a distancia y pulsadores de pánico. * Permite accionar el bloqueo de motor a distancia. 	<ul style="list-style-type: none"> * Mejora el control técnico de la flota. * Incrementa la eficiencia en la gestión del tráfico. * Disminución del consumo energético. 	<ul style="list-style-type: none"> * Gestión del tráfico. * Información del viajero. * Pago electrónico. * Seguridad.

Aplicaciones:	<ul style="list-style-type: none"> * Control logístico de tiempos y delimitación de rutas. * Integración con aplicaciones como call center, centrales de monitoreo, planeación de rutas. * Monitoreo de flotas de vehículos. 	<ul style="list-style-type: none"> * Gestión de flotas de vehículos. * Confirmar la regularidad de paso por paradas de autobuses. * Optimizar las rutas y la ubicación en empresas que se dediquen a la transportación, como grúas, empresas de paquetería. 	<ul style="list-style-type: none"> * Soporte para el planeamiento de transporte. * Guía y navegación de la ruta. * Transacciones financieras públicas. * Protección pública del desplazamiento.
----------------------	---	--	---

Elaborado por: Investigador

El prototipo a diseñarse se basa en el sistema de monitoreo AVL (Localización Vehicular Automatizada), ya que el sistema cuenta con las características que permiten solucionar las necesidades de un pulsador de pánico, monitoreo de vehículos, control de puertas y bloqueo de motor a distancia que requiere la Escuela de Conducción.

4.2 Análisis de la tecnología GPS para sistemas de monitoreo

El GPS es un sistema que permite determinar la posición de un objeto en la Tierra.

La infraestructura del sistema GPS tiene tres componentes:

- Segmento espacial
- Segmento de control
- Segmento de usuario.

Segmento espacial

Para que el sistema GPS funcione correctamente, este tiene que tener una constelación de al menos 24 satélites repartidos en 6 órbitas diferentes (4 satélites en cada órbita). De esta forma se consigue que haya como mínimo 4 satélites visibles desde cualquier punto de la superficie de la Tierra en todo momento. En la actualidad cuenta con 31 satélites operacionales y 5 satélites decomisionados, que pueden ser reactivados si son necesarios. [17]

Segmento de control

Está compuesto por 16 estaciones secundarias distribuidas a lo largo del globo y una estación principal (MCS o Master Control Station). Éstas rastrean los satélites, reciben información de su navegación y utilizan esta información para calcular la posición exacta de los satélites en el espacio, para luego mandar esta información a los satélites.

Segmento de usuario

El componente del usuario incluye todos aquellos dispositivos que usan un receptor GPS para recibir y convertir la señal GPS en posición, velocidad, tiempo, etc. [17]

Características Técnicas:

Las principales características técnicas de la tecnología GPS se resumen en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Características técnica de la tecnología GPS [17].

Satélites en la constelación:	24 (4 × 6 órbitas)
Altitud:	20180 Km.
Período orbital:	11 h 58 min (12 horas sidéreas)
Inclinación:	55° (respecto al ecuador terrestre).
Vida útil:	7,5 años
Frecuencias portadoras:	L1 - 1575.42 MHz - C/A P(Y) M L2 - 1227.60 MHz - P(Y) M L5 - 1176.45 MHz - I5 Q5
Nivel de potencia de la señal:	-160 dBW (en superficie tierra).
Precisión:	Aproximadamente 5 m (en el 95 % del tiempo)
Cobertura:	Mundial
Capacidad de usuarios:	Ilimitada

Elaborado por: Investigador

Cálculo de la posición:

Para determinar la posición de un receptor GPS se utiliza la trilateración, que consiste en que el receptor GPS calcula la distancia hasta el satélite midiendo el tiempo que tarda la señal en llegar hasta él. Una vez que el receptor GPS recibe la posición de al menos cuatro satélites y conoce su distancia hasta cada uno de ellos, puede determinar

su posición superponiendo las esferas imaginarias que generan. Este método se representa en la Figura 4.2 [24].

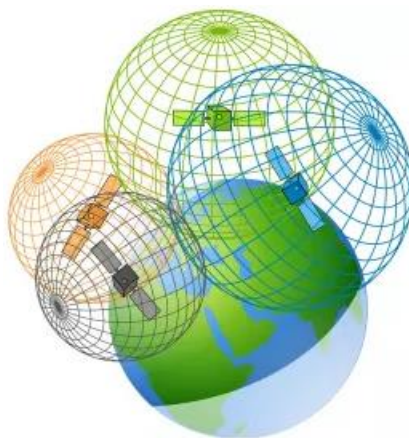


Fig. 4.2: Cálculo de la posición del GPS [25].

Protocolo de comunicación GPS

En la actualidad el protocolo más utilizado para la comunicación del módulo GPS con un controlador para sistemas de monitoreo es el NMEA-183, más conocido como GPS Venus, protocolo que utiliza un código cifrado en el encabezado de la trama de datos GPS. En la Tabla 4.3, se muestra las sentencias NMEA más utilizadas [26].

Tabla 4.3: Sentencias NMEA [26]

Opción	Descripción
GPGGA	Datos de tiempo, posición y tipo de arreglo.
GPGSA	Modo de funcionamiento del receptor GPS, satélites activos utilizados en la solución de posición y valores DOP.
GPGSV	El número de satélites GPS a la vista de los números de identificación del satélite, la elevación, el acimut y los valores de SNR.
GPRMC	Hora, fecha, posición, rumbo y velocidad de los datos. Información mínima de navegación recomendada.
GPVTG	Información de rumbo y velocidad relativa a la tierra.

Elaborado por: Investigador

La sentencia GPGGA permite obtener datos de tiempo, posición y tipo de arreglo, la cual se transmite con una cadena de caracteres de la siguiente manera:

\$GPGGA,021905.00,0117.01322,S,07838.09089,W,1,09,1.01,2804.2,M,12.6,M,,*65

Los datos recibidos mediante la sentencia GPGGA se los interpreta de acuerdo a la Tabla 4.4 mostrada.

Tabla 4.4: Sentencia GPGGA [26]

Nombre	Ejemplo	Unidades	Descripción
Identificación de mensaje	\$GPGGA		Encabezado de protocolo GGA
Hora UTC	021905.00		hhmmss.ss
Latitud	0117.01322		ddmm.mmmm
Indicador N/S	S		N=norte o S=sur
Longitud	07838.09089		dddmm.mmmm
Indicador E/W	W		E=este o W=oeste
Estado	1		1=dato válido o 0=dato inválido
Satélites	09		Número de satélites
Indicación de precisión	1.01		<1: Ideal 1-2: Excelente 2-5: Buena 5-10: Moderada 10-20: Aproximada >20: Pobre
Separación entre el Geoide y el Elipsoide de Referencia	2804.2,M	M (Unidad de la Separación Geoide.)	Altitud Elipsoidea = [Altitud sobre el nivel del Mar] + [Separación Geoide]
Segundos de antigüedad de la corrección diferencial	12.6,M	M (Unidad de la Separación Geoide.)	
Checksum	*65		

Elaborado por: Investigador

La sentencia GPRMC permite obtener datos de posición (latitud-longitud), fecha y la hora mundial, la cual se transmite con una cadena de caracteres de la siguiente manera:

\$GPRMC,064951.000,A,2307.1256,N,12016.4438,E,0.03,165.48,260406,3.05,W,A*2C

Los datos recibidos mediante la sentencia GPRMC se los interpreta de acuerdo a la Tabla 4.5 mostrada.

Tabla 4.5: Sentencia GPRMC [26]

Nombre	Ejemplo	Unidades	Descripción
Identificación de mensaje	\$GPRMC		Encabezado de protocolo RMC
Hora UTC	064951.000		Hhmmss.sss
Estado	A		A=dato válido o V=dato inválido
Latitud	2307.1256		Ddmm.mmmm
Indicador N/S	N		N=norte o S=sur
Longitud	12016.4438		Dddmm.mmmm
Indicador E/W	E		E=este o W=oeste
Velocidad sobre la tierra	0.03	Nudos	
Curso sobre la tierra	165.48	Grados	
Fecha	260406		ddmmyy
Variación magnética	3.05, W	Grados	E=este o W=oeste (Need Global Top Customization Service)
Modo	A		A=Modo autónomo D=Modo diferencial E=Modo estimado
Suma de comprobación	*2C		
<CR> <LF>			Fin de la terminación del mensaje

Elaborado por: Investigador

La velocidad a la que se desplaza un móvil en tiempo real se la obtiene utilizando la sentencia GPVTG de la siguiente forma: \$GPVTG,165.48,T,,M,0.03,N,0.06,K,A*37. Los distintos parámetros que ofrece GPVTG se muestran en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6: Sentencia GPVTG [26]

Nombre	Ejemplo	Unidades	Descripción
Identificación de mensaje	\$GPVTG		Encabezado de protocolo VTG
Curso	165.48	Grados	Rumbo medido

Referencia	T		Verdad
Curso		Grados	Rumbo medido
Referencia	M		Magnetic (Need Global Top Customization Service)
Velocidad	0.03	Nudos	Rumbo horizontal medido
Unidades	N		Nudos
Velocidad	0.06	Km/h	Rumbo horizontal medido
Unidades	K		Kilómetros por hora
Modo	A		A=Modo autónomo D=Modo diferencial E=Modo estimado
Suma de comprobación	*37		
<CR> <LF>			Fin de la terminación del mensaje

Elaborado por: Investigador

4.3 Funcionamiento general del sistema de monitoreo

El funcionamiento general del sistema de monitoreo se visualiza en la Figura 4.3:

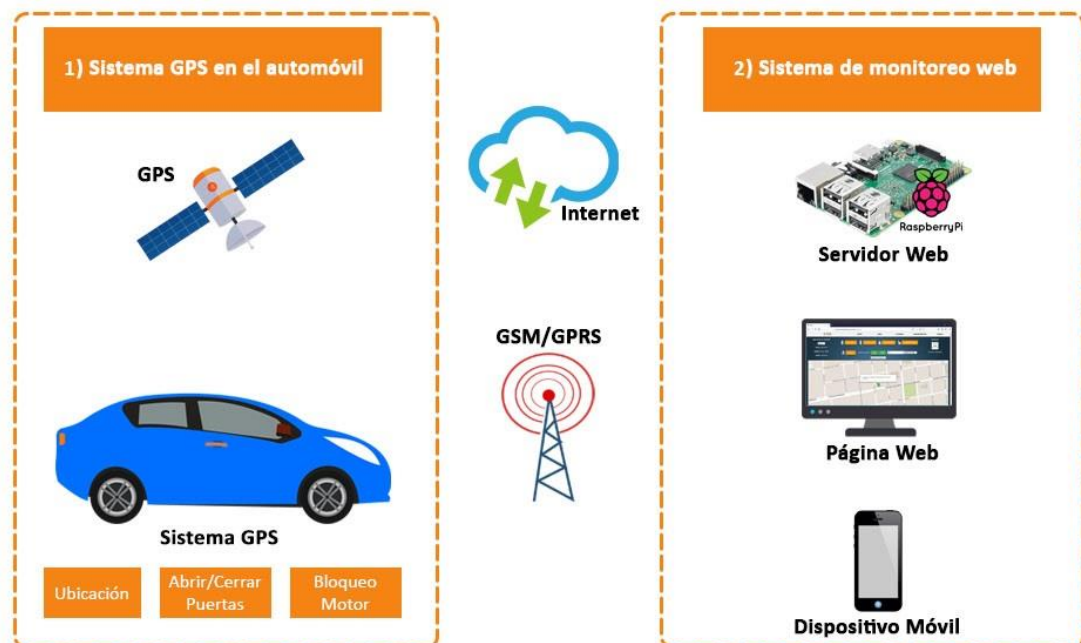


Fig. 4.3: Sistema de monitoreo GPS.

Elaborado por: Investigador.

4.3.1 Sistema GPS en el automóvil

Es el conjunto de componentes electrónicos instalados en el automóvil, que se encargan de enviar la ubicación del vehículo, ejecutar las acciones de apertura y cierre de puertas, bloqueo y desbloqueo del motor. A continuación, en la Figura 4.4, se describe el funcionamiento de este sistema:

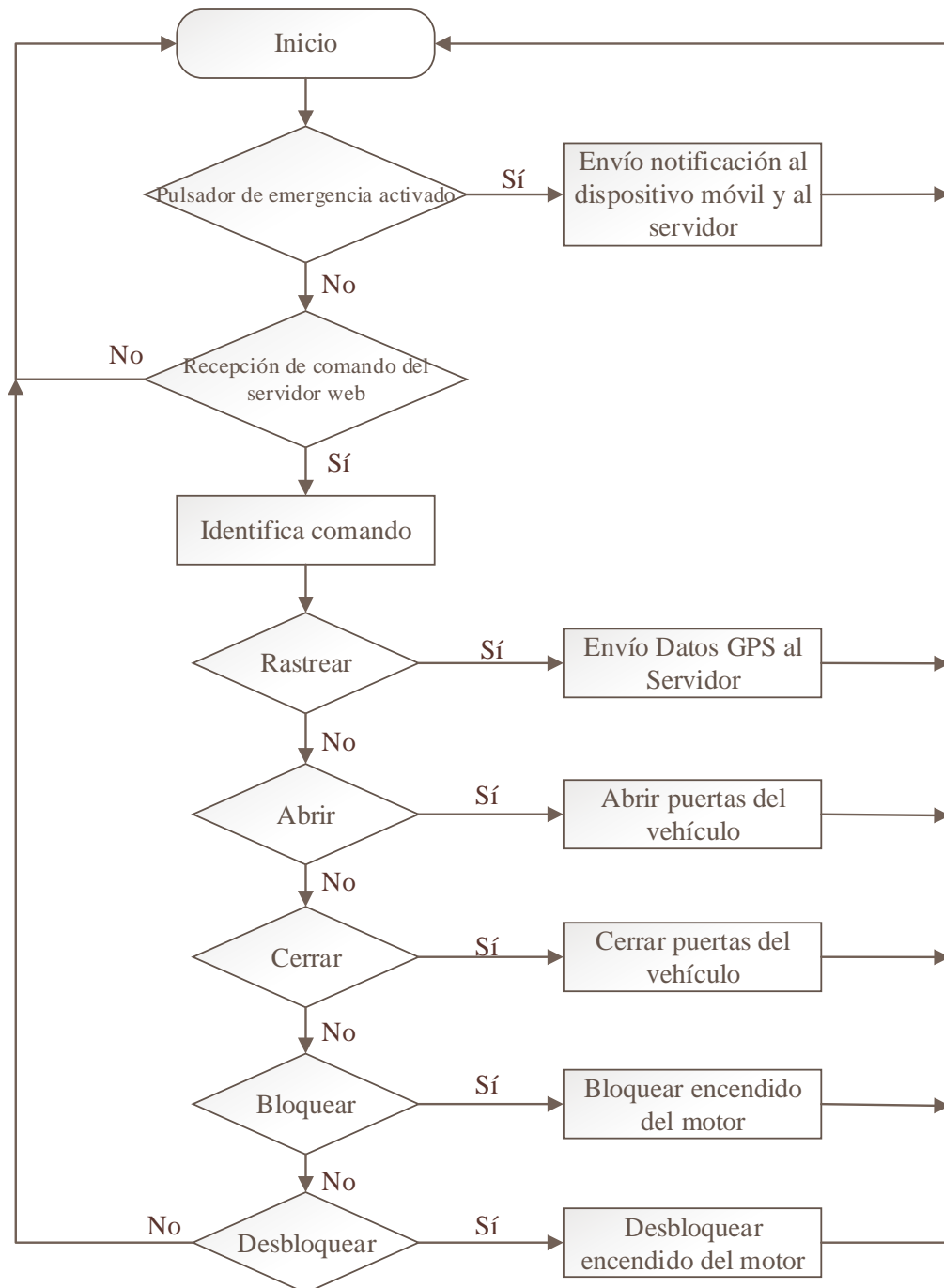


Fig. 4.4: Flujograma del Sistema GPS en el vehículo.

Elaborado por: Investigador.

El sistema GPS instalado en el vehículo recibe 2 tipos de datos que provienen del pulsador de emergencia y del servidor web.

A. Datos del botón de emergencia

Si el pulsador de emergencia es activado, el sistema del vehículo se encarga de receptar una muestra de latitud, longitud y velocidad, por medio de un receptor GPS y envía un mensaje de texto con un link en Google Maps con los datos de latitud y longitud recogidos, así como la velocidad del auto; por medio de la red GSM hacia un teléfono celular. Además, envía una notificación al servidor web con la ubicación del vehículo. la cual se podrá visualizar en el mapa de la página web.

B. Datos del servidor web

El sistema del vehículo recibe comandos mediante mensajes de texto enviados por el servidor web, los cuales son los siguientes: “rastrear”, “abrir”, “cerrar”, “bloquear” y “desbloquear”, cada comando ejecuta una acción en el sistema que se describen a continuación:

- **Rastrear**

Cuando el sistema del vehículo reconoce el comando respectivo a “rastrear”, el sistema se encarga de receptar muestras de latitud y longitud por medio de un receptor GPS y envía estas muestras a través de la red GPRS hacia el servidor web de la Escuela de Conducción. Esta función se utiliza para monitorear la posición del vehículo durante las prácticas de conducción, dependiendo de la programación se puede modificar el intervalo de tiempo para la toma de los datos. Posteriormente el servidor almacena en su base de datos las muestras recibidas por el vehículo y las visualiza en una página web.

- **Apertura y Cierre de Puertas**

Cuando el sistema reconoce los comandos “abrir” o “cerrar” activa los relés que cambian de estado normalmente abierto a normalmente cerrado permitiendo activar las señales de apertura y cierre del sistema centralizado de control de puertas con el que cuenta el vehículo.

- **Bloqueo de Motor y Desbloqueo de Motor**

Cuando el sistema reconoce el código “bloquear” activa un relé que cambia de estado normalmente cerrado a normalmente abierto y corta la conexión de la llave de ignición en la posición ON, de esta manera si el vehículo está encendido se apaga y con el comando “desbloquear” el relé retorna a la posición normalmente cerrado permitiendo el encendido del vehículo.

4.3.2 Sistema de Monitoreo Web

Consiste en la implementación del servidor web ubicado en la Escuela de Conducción, que visualiza la posición del auto, controla las acciones del sistema del automóvil y lleva un registro detallado de la ubicaciones de los vehículos durante las prácticas de conducción de los estudiantes de la escuela.

- **Servidor Web**

Se encarga de almacenar todos los datos que se envían desde el sistema instalado en el vehículo, para procesarlos y exponerlos en una página web que esté disponible en internet.

El servidor web envía el comando “rastrear” cada cierto intervalo de tiempo para monitorear al vehículo durante las prácticas de conducción y a la vez llevar un historial con la información recolectada.

Además, el servidor debe poseer una IP pública fija para colocarlo en internet.

- **Interfaz Web**

Permite la visualización de los datos de latitud y longitud enviados por el sistema del vehículo al servidor y enviar los comandos de “rastrear”, “abrir”, “cerrar”, “bloquear” y “desbloquear” al sistema del auto.

En la interfaz web también se puede visualizar la información de la placa, modelo y clase de los vehículos de la escuela de conducción, así como el registro de horarios e instructores designados para las prácticas de conducción de los estudiantes.

Además, la interfaz permite visualizar los datos del historial recolectados por el servidor web y mostrarlos de una manera interactiva al controlador.

4.4 Selección de Hardware y Software

Una vez determinado el funcionamiento que realizará el sistema, se procede a diseñar el sistema de monitoreo GPS que permitirá procesar, ejecutar y visualizar los datos anteriormente mencionados.

4.4.1 Selección de Hardware

En la Figura 4.5 se describen las diferentes etapas para la adquisición y acondicionamiento de señal, procesamiento de señales, almacenamiento de los datos recolectados y visualización de la información.

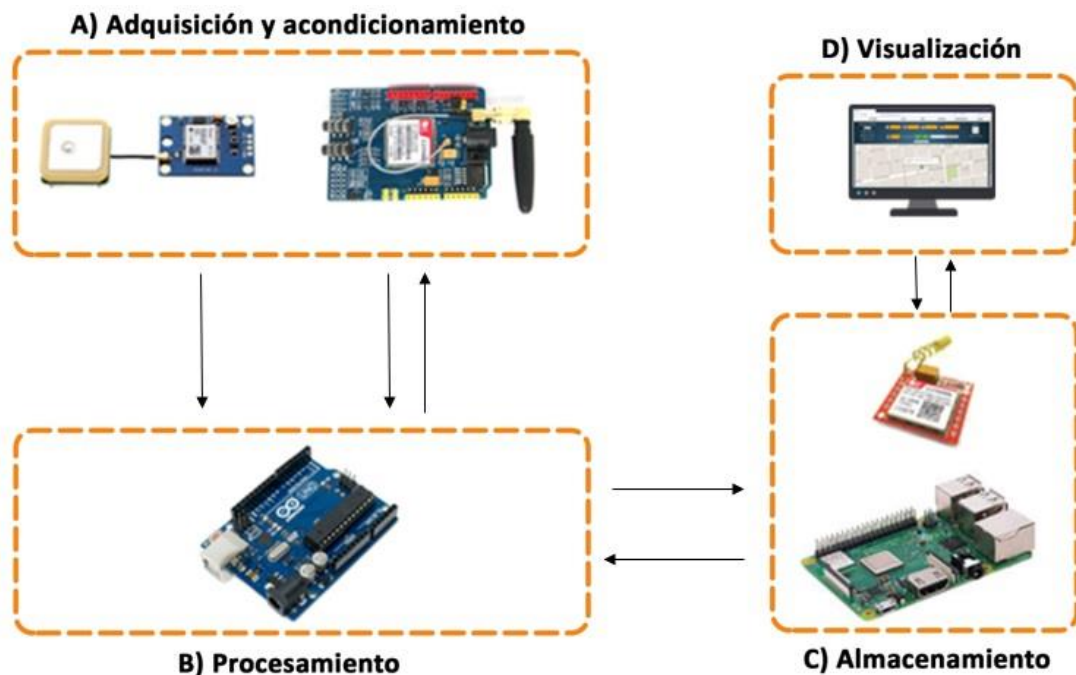


Fig. 4.5: Diseño del Sistema de Monitoreo GPS.

Elaborado por: Investigador.

A. Adquisición y acondicionamiento de señal




Para el proceso de adquisición y acondicionamiento de señal, se realiza un análisis técnico comparativo de los diferentes módulos que existen en el mercado en base a los requerimientos del dispositivo, posteriormente se elige la mejor opción para el sistema de monitoreo, tomando como referencia la utilización de productos de bajo costo que sean de hardware libre.

➤ Módulo GPS

El módulo GPS se encarga de recibir las coordenadas geográficas de latitud y longitud, y enviarlas al Arduino para procesarlas y realizar las acciones correspondientes.

Se buscó en el mercado módulos receptores que trabajen con el sistema de posicionamiento GPS; los requerimientos para este módulo es su tamaño, voltaje de alimentación, costo y temperatura de trabajo. En la Tabla 4.7 se representan los diversos módulos GPS en el mercado. [27-29]

Tabla 4.7 Análisis de los módulos GPS

Módulo	GY-NEO6MV2	Adafruit GPS Breakout	EM-506 GPS
Especificaciones			
Dimensiones:	25mm x 35mm	25.5mm x 35mm	30mm x 30mm
Tensión de operación:	2.7 – 3.3 V	3.0-5.5 V	4.5 – 6.5 V
Chip:	NEO 6m	MTK3339	SiRF Star IV
Baud Rate:	9600	9600	9600
Sensibilidad de tracking:	-161dBm	-165dBm	-163dBm
Arranque en frio:	27s	34s	35s
Canales y frecuencia:	50 a 5Hz	66 a 10Hz	---
Características adicionales:	UART NMEA USB SPI	UART NMEA	UART NMEA USB SPI
Costo:	\$15	\$40	\$50

Elaborado por: Investigador

Los tres módulos tienen características similares, pero el sistema al tener varios componentes necesita que cada módulo consuma el mínimo voltaje posible, por lo tanto, se escogió el módulo GY-NEO6MV2 ya que trabaja a un voltaje mínimo de

2.7V, además sus dimensiones y costo son mejores en comparación a los otros módulos.




En la hoja de datos del chip GY-NEO6MV se visualiza que trabaja con el protocolo NMEA, anteriormente analizado. [30]

➤ Módulo GSM/GPRS

Se encarga de enviar y recibir SMS para controlar las acciones del sistema, además este módulo debe poseer la capacidad de conectarse a Internet. Con estas características se buscó en el mercado módulos que trabajen en GSM y GPRS. Estos módulos son compatibles con las placas Arduino y tienen una comunicación serial para interactuar con ellas.

A continuación, en la Tabla 4.8 se muestra una comparación de módulos GSM/GPRS existentes en el mercado [31-33].

Tabla 4.8: Análisis de los módulos GSM/GPRS

<div>Módulo</div> <div>Especificaciones</div>	Sim900 Shield 	Sim808 Shield 	Sim 800L Shield 
Chip Sim:	SIM900	SIM808	SIM800L
Banda de operación:	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
Dimensiones:	5x4x0,5cm	6,5x5,4x1,3cm	2,5x2,5x0,5cm
Voltaje de entrada(máx):	9-20V DC	9-12V DC	3.4-4.4V DC
Voltaje de trabajo:	12V DC	12V DC	4V DC
Consumo de corriente(máx):	2A	2A	2A
Comunicación:	Serial	Serial	Serial UART
Red:	GSM/GPRS	GSM/GPRS	GSM/GPRS
GPS Interno:	No	Sí	No

Costo:	\$35	\$50	\$20
---------------	------	------	------

Elaborado por: Investigador

Los 3 módulos presentan las mismas características, pero al momento de trabajar se seleccionó el módulo Sim 900 Shield, ya que este módulo permite trabajar con la misma fuente de alimentación del prototipo debido a que posee un voltaje de entrada de 9-20V con un consumo máximo de 2A, además este módulo cuenta con una antena de mayor tamaño que permite tener una mejor cobertura en el vehículo y su costo es más bajo en comparación al Sim808. Este módulo posee el chip SIM900 que es el más comercializado y tiene todas las funciones estándar de un celular que opera en las bandas de GSM y GPRS. Las bandas de frecuencias que opera este módulo son de 850MHz, 900MHz, 1800MHz y 1900MHz, por lo tanto, es compatible con cualquier operadora de telefonía móvil del país.

Además, el servidor web también necesita un módulo para comunicarse por comandos a través de mensajes de texto con el sistema de rastreo instalado en el vehículo, para lo cual se va a trabajar con el módulo shield Sim800L, debido a sus reducidas dimensiones, facilita el acople del módulo al servidor.

➤ **Conexión a las redes móviles**

Los módulos shield Sim900 y Sim800L requieren de la conexión a las redes móviles GSM y GPRS para enviar los datos al servidor y viceversa. En el Ecuador existen 4 empresas de telefonía celular que son, Claro (CONECEL), Movistar y Tuenti (OTECCEL) y CNT E.P.

La ARCOTEL es el organismo que regula el espectro radioeléctrico en el país y otorga la concesión de bandas de frecuencias para operadores de telefonía móvil. Las bandas de Frecuencias de estas operadoras se visualizan en la Tabla 4.9 [34]

Tabla 4.9: Bandas de Frecuencias en las Operadoras [34].

Operadoras Móviles	Bandas de Frecuencias
Claro (CONECEL)	850 MHz y 1900 MHz
Movistar y Tuenti (OTECCEL)	850 MHz y 1900 MHz
CNT E.P.	1900 MHz

De acuerdo a los datos proporcionados por la ARCOTEL, en la Figura 4.6 se tiene que, para el cierre del año 2018, se cuenta con un total de 16.768 RBS instaladas en el todo el territorio nacional, de ellas el 54,79% corresponde al operador CONECEL S.A.(Claro), el 30,81% OTECEL S.A.(Movistar) y el 14,39% CNT EP. [34]

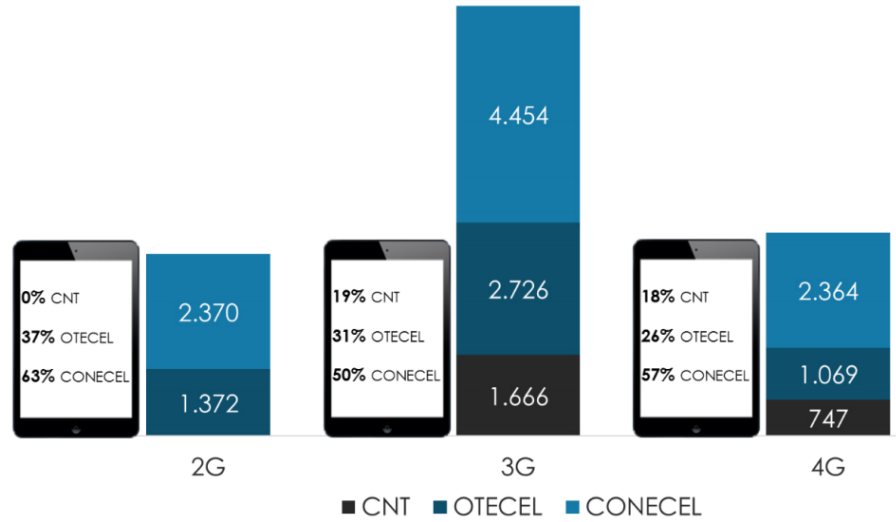


Fig. 4.6: Porcentaje de RBS instaladas por prestador y tecnología [34].

Para el proyecto se optó por utilizar la red de telefonía móvil Claro (Conecel), ya que es la operadora que mayor cobertura tiene en el país según los datos analizados. En la Figura 4.7 Se observa el rango de cobertura de la señal 2G de Claro en el cantón Píllaro.

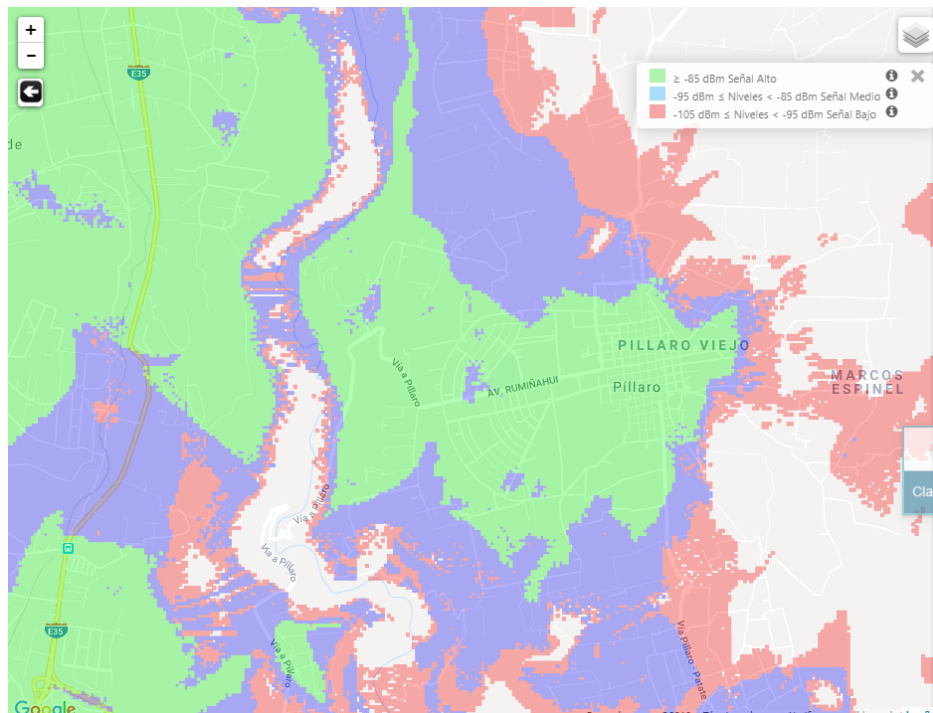







Fig. 4.7: Cobertura de la operadora Claro (Conecel) en Tungurahua [35].

B. Procesamiento de señales

Esta etapa realiza todos los procesos del sistema en el automóvil, se encarga de recibir los mensajes de texto y compararlos para realizar las diversas acciones del sistema, obtener las coordenadas geográficas de localización del vehículo, bloquear el motor, abrir y cerrar puertas, notificar cuando el pulsador de emergencia sea activado, y enviar datos a través de mensajes de textos o accediendo a la red GPRS por medio de internet. El módulo procesador de datos debe estar conformado por un microcontrolador que gestione todas estas acciones.

Se propone el uso de placas de desarrollo para realizar el proyecto, debido a la gran facilidad que existe para trabajar con las mismas, además de tener los diseños y la programación de nuestros circuitos como OPEN SOURCE para compartirlos sin ningún problema. En la Tabla 4.10 se describen algunas tarjetas de desarrollo con su respectiva empresa que la fábrica [36-40].

Tabla 4.10 Tarjetas de Desarrollo y Empresas.

Empresas Especificaciones	Arduino 	Netduino 	Raspberry Pi 	Tessel 	FPGA 
Placa:	Arduino Uno	Netduino 3	Raspberry Pi3 B+	Tessel 2	Arty A7-100T
Microcontrolador:	Atmega 328	Cortex-M4	Broadcom Cortex -A53	Mediatek MT7620n	-----
Voltaje de funcionamiento:	6-20V DC	7.5-12V	5V	2-5.5 V	7-15V
Voltaje de salida:	5V, 3.3V	5v, 3.3V	5V, 3.3V	5V	5V 3.3V, 1.8V, 1.35V, 1.25V, 1.00V, 0.67V
Pines I/O:	14	22	40	26	86
Corriente Máxima por pin:	40mA	25mA	50mA	20mA	1A, 2A, 1.5A, 2.5A, 25mA, 2.5A, 1.75A

Velocidad del procesador:	16MHz	168MHz	1.4GHz	48MHz 580MHz	Superior a 450 MHz
RAM:	2KB SRAM, 1KB EEPROM, 32KB Flash	164KB SRAM, 384 KBFash	1GB	64Mb	256Mb y 128Mb
Conector:	TYPE-B	Micro Usb	Micro Usb	Micro Usb	Micro Usb
Memoria Flash:	2-8Kb	Micros SD	Micro SD	32 Mb	16Mb
Lenguaje de Programación:	C, C++	C, C++	Python, C, C++	JavaScript, Python	C, C++
Dimensiones:	8cmx5.52cm x2.5cm	8.03cmx5,36cm x1.23cm	8.2cmx5.6cm x1.95cm	7.6cmx5.1cm x2.5cm	8cmx5.52cm x2.5cm
Peso:	25g	27g	50g	59g	60g
Costo:	\$12	\$70	\$70	\$80	\$249




Elaborado por: Investigador

Las placas Raspberry Pi3 y la FPGA Arty A7-100T tienen buenas prestaciones, pero para los bajos procesos requeridos del sistema, no se utiliza su hardware debidamente, además posee un costo elevado para el propósito del sistema.

Arduino posee las prestaciones necesarias para el sistema, ofrece compatibilidad con los módulos GPS y GPRS seleccionados, tiene un bajo costo y la diversidad de placas que tiene, hacen que Arduino sea el entorno de desarrollo escogido para el sistema GPS en el vehículo. Además, la comunidad de desarrolladores que tiene facilita la programación y desarrollo del sistema.

Arduino posee una variedad de placas de desarrollo, cuyas características principales se analizan en la siguiente Tabla 4.11 [40-42].

Tabla 4.11: Análisis de las versiones de arduino.

	Arduino Uno	Arduino Nano	Arduino Mega
Empresas			
Especificaciones			

Microcontrolador:	Atmega 328	Atmega 168	Atmega 2560
Voltaje de operación:	5V DC	5V DC	5V DC
Voltaje de entrada recomendado	7-12V DC	7-12V DC	7-12V DC
Voltaje de entrada límite:	6-20V DC	6-20V DC	20V DC
Voltaje de salida:	5V, 3,3V	5v, 3,3V	5V, 3,3V
Pines I/O:	14	14	54
Pines de entrada analógica	6	8	16
Corriente Máxima por pin:	40mA	40mA	40mA
Frecuencia de reloj:	16MHz	16MHz	16MHz
Memoria Flash:	32Kb	16KB	256KB
SRAM:	2KB	1KB	8KB
EEPROM:	1KB	512 bytes	4KB
Dimensiones:	6,8cmx5,3cm x2,5cm	4,2cmx1,85cm x1cm	8,2cmx5,6cm x1,95cm
Peso:	25g	5g	50g
Costo:	\$12	\$7,50	\$18

Elaborado por: Investigador

De las placas analizadas se puede deducir que la diferencia radica en el microcontrolador que ocupan, el número de pines, la capacidad de memoria que ofrece cada placa y sus dimensiones.

Para el funcionamiento anteriormente descrito del sistema que se va a implementar, se necesita 8 pines y 23,6 Kb de la memoria flash, por lo que se va a trabajar con la placa Arduino Uno, ya que esta placa cumple con las necesidades de los pines y memoria a emplearse.

- **Alimentación del sistema**

Debido a que los módulos a emplearse tienen diferentes valores de voltaje y corriente de trabajo, es necesario añadir un módulo regulador de voltaje y corriente. La placa

Arduino Uno tiene un regulador de voltaje interno que regula su voltaje de entrada de 6-20V a un voltaje de 5V y 3.3V. Este módulo puede soportar la tensión de la batería del vehículo que es de 12.5V a 14.5V en su pin Vin; y podría operarse el módulo GPS con el voltaje de salida del pin +3.3V, pero esto no es recomendable debido a que, si existe un cortocircuito, el Arduino Uno quedaría inoperable. Además, se debe tomar en cuenta que el módulo Sim900 necesita una alimentación independiente debido a su consumo pico de corriente de 2A, por lo que el voltaje de salida de 5V del Arduino UNO, no abastecería al módulo. [43].

Con estos inconvenientes se seleccionó un módulo regulador externo que otorgue directamente 9V a todo el sistema, con una corriente máxima de 3A. En el mercado existen módulos de regulación de voltaje variable a un costo muy reducido con una alta eficiencia energética que no gastan potencia en forma de calor excesivamente. Por esta razón se escogió el módulo regulador de voltaje variable LM2596 3A de la Figura 4.8 [43].



Fig. 4.8: Módulo regulador de voltaje variable LM2596 [43].

Este módulo regulador de voltaje y corriente es de buena calidad y otorga eficiencia muy estable al circuito.

Las características de este módulo son las siguientes: [43]

- Voltajes de entrada: 4.5V a 40V
- Voltajes de Salida: 1.23V a 37V
- Corriente máxima de salida: 3A
- Potencia de salida: 25W
- Eficiencia de Conversión Máxima: 92%
- Protección de corto circuito: SI (hasta 5A)
- Protección limitadora de corriente: SI

- Protección frente a inversión de polaridad: NO
- Dimensiones: 43mm * 21mm * 13mm

- **Control de puertas y motor del vehículo**

Para la ejecución de la apertura, cierre de puertas, bloqueo y desbloqueo de motor se realiza a través de la activación y desactivación de un relé, el circuito se visualiza en la Figura 4.9.

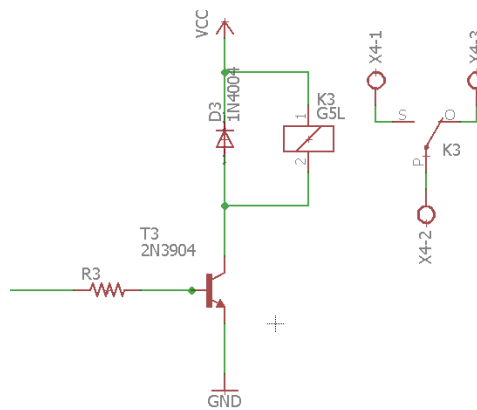


Fig. 4.9: Circuito de activación y desactivación del relé.

Para la apertura y cierre de puertas se utiliza 2 relés de 5V en la posición normalmente abierto para romper la tensión que proviene del cierre centralizado del vehículo, una vez que se active el relé respectivo permitirá abrir o cerrar las puertas y de igual forma para el bloqueo del motor se emplea un relé de 5V en la posición normalmente cerrado, el mismo que al ser activado romperá la tensión que va hacia el control principal del sistema y apagará el vehículo, sin dejarlo encender hasta que el relé pase nuevamente a su estado normalmente cerrado. Los pines del Arduino Uno otorgan una corriente máxima por pin de 40mA, se va a utilizar un relé de 5V que consume 75mA de corriente cuando se energiza su bobina; por lo tanto, el pin de salida del Arduino no es capaz de activar el relé y puede ocasionar daños al dispositivo. Para dar solución a dicho problema se emplea un transistor 2N3904 para la activación y desactivación del relé. El transistor 2N3904 va a trabajar en corte y en saturación, mas no en su zona de trabajo normal, por lo tanto, se procede a calcular el circuito para que trabaje en saturación.

Cálculos:

Se necesita calcular la resistencia de base R_b del transistor 2N3904 para que trabaje en corte y en saturación, conociendo que la corriente que consume el relé en su activación es de 75mA, se la aproxima a 80mA para un caso máximo de consumo de corriente. Esta corriente de activación del relé es la corriente de colector I_c . La ecuación 1 ayuda a calcular la resistencia de base de un transistor para trabajar en saturación.

$$R_b = \frac{(V_{in} - V_{BE}) * HFE}{I_c} \quad [1]$$

Donde:

V_{in} : 5V (Voltaje de entrada en la base)

V_{BE} : 0.7V (Voltaje de polarización del diodo)

HFE: 200 (Ganancia del transistor 2N3904 a una $t = 80^\circ\text{C}$ de acuerdo al datasheet)

$I_c = 80\text{mA}$ (Corriente de colector)

$$R_b = \frac{(5V - 0.7V) * 200}{80 \text{ mA}}$$

$$R_b = 10750 \Omega$$

La resistencia que se encuentra en el mercado es de $10\text{K}\Omega$, de esta manera el transistor se comporta como un interruptor en corte (abierto) y saturación (cerrado).






C. Almacenamiento

Para el almacenamiento de los datos que envía el sistema de monitoreo, se cuenta con un servidor el cual va a guardar los datos de la ubicación del vehículo y almacena la página web de control y visualización del sistema.

Los requerimientos de un servidor son muy amplios y dependen de la operación que vaya a realizar el servidor. Debido a que el sistema es controlado por dos operadores de la Escuela de Conducción, los usuarios que requieran información de este van a ser pocos, en comparación a las empresas que ofrecen estos servicios, las cuales tienen muchas peticiones de información. El servidor de monitoreo cuenta con una página web que despliega un mapa y ubica los datos enviados por el sistema de rastreo,

además de los botones de control del sistema del vehículo, también posee una base de datos en la cual almacena los datos de posición del auto, los cuales son monitoreados cada intervalo de tiempo durante las prácticas de conducción de los alumnos. Un servidor puede ser instalado en cualquier computador, el requisito para el proyecto es que sea un computador de dimensiones pequeñas y con un bajo consumo de energía para que pueda estar conectado las 24 horas del día en la Escuela de Conducción sin ocupar demasiado espacio y no consumir mucha energía. En la Tabla 4.12 se realiza una comparación con distintos microcomputadores [44-48].

Tabla 4.12 Características de Mini Computadores OpenSource.

Empresas Especificaciones	Orange 	Raspberry 	Odroid 	Jaguar 	LattePanda 
Modelo:	Orange Pi PC 2	Raspberry PI3 b+	ODROID C2	Jaguar One	LattePanda
Procesador:	Cortex A53	Broadcom Cortex -A53	ARMv8	Quad-Core Intel Atom Z3735G/F	Quad-Core Intel Z8300
Velocidad:	1.2GHz	1.4GHz	1.5GHz	1.3GHz	1.8GHz
Memoria RAM:	1GB	1GB	2GB	1GB	2GB/4GB
Almacenamiento:	microSD	microSD	microSD	microSD	32Gb interno + microSD
Conectividad:	Ethernet HDMI	Wi-Fi + Bluetooth: 2.4GHz y 5GHz IEEE802.11.b g/n/ac Ethernet: Gigabit	Ethernet Gigabit Wifi 802.11n HDMI	Ethernet HDMI	Wi-Fi Ethernet Bluetooth 4.0
GPIO:	40	40	40	4	26
Consumo de potencia:	5W	4W	6W	5W	6W
Precio:	\$80	\$70	\$100	\$79	\$159

Elaborado por: Investigador

En el mercado existen muchas empresas, aparte de las citadas en la tabla 4.9, que se dedican a la construcción de mini computadores, pero se realizó el análisis con las más sobresalientes. Las características de cada una son similares, pero detrás de cada una de las empresas existe una comunidad de desarrolladores que mejoran el sistema de cada una de estas placas.

De las placas analizadas se seleccionó la marca Raspberry Pi, debido a su bajo costo y su bajo consumo energético, además de tener una comunidad muy amplia con una gran variedad de sistemas operativos que son compatibles. Existen mucha información en internet y mucho desarrollo que se ha hecho con este minicomputador, por esta razón se escogió la placa Raspberry Pi 3 B+ que es el último modelo que ha sacado al mercado la compañía Raspberry Pi.

4.4.2 Selección de Software

Para la programación de los elementos seleccionados se los realiza en sus entornos de programación por defecto que están optimizados para su hardware, estos son Arduino IDE para Arduino Uno y Raspbian para la Raspberry Pi, a continuación, se realiza un breve análisis de cada sistema.

A. Arduino IDE

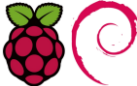




Para la programación del módulo arduino se utiliza el programa Arduino IDE, es una aplicación multiplataforma, que está escrita en el lenguaje de programación Java. Se utiliza para escribir y cargar programas en tableros compatibles con Arduino.

Arduino IDE se publica bajo la Licencia Pública General de GNU y permite realizar la programación en los lenguajes C y C++ con una estructura de código definida. Además, posee un repositorio de librerías en línea que permiten reducir procesos de programación muy complicados, estas librerías son diseñadas por Arduino o por la comunidad de programadores para mejorar el entorno de programación.

B. Sistema operativo para la Raspberry Pi

Para el manejo de la Raspberry Pi existen varios sistemas operativos que podemos utilizar. En la Tabla 4.13 se realiza un análisis de los principales sistemas.

Tabla 4.13 Características de los Sistemas Operativos para Raspberry Pi

<div>Sistemas</div> <div>Especificaciones</div>	<div>Raspbian</div> <div></div> <div>Raspbian</div>	<div>Arch Linux</div> <div></div>	<div>Ubuntu Mate</div> <div></div>	<div>OpenSuse</div> <div></div>	<div>Fedora</div> <div></div>
Distribución nativa:	Debian 9	Ninguna (Inspirado en CRUX)	Debian (Linux Ubuntu 16.04)	Suse Linux	Desarrollado por la comunidad Red Hat
Versión del Núcleo:	Linux Kernel 4.9.80	Linux Kernel 4.4.x	Linux Kernel 4.4.0.38.v7	Linux Kernel 4.4.21-69-default	Linux Kernel 4.13.9
Arquitectura del SO:	ARM 32 bits	ARM 32 bits y 64 bits	ARM 32 bits	ARM 32 bits y 64 bits	ARM 32 bits y 64 bits
Tamaño del fichero:	2.3 Gb	1.2 Gb	1.2 Gb	696 Mb	1.3 Gb
Gestión de ficheros:	PCManFM	PCManFM	Caja (versión de Nautilus)	Dolphin file manager	GNOME Commander. PCManFM
Gestor de ventanas:	Openbox 3.6.2-4+rpi3	Xfwm (XFCE Windows manager)	Mate’s Windows Manager 1.12.1	JeOS y E20	Metacity
Colección de compiladores GNU (gcc):	6.3	7.3.0-1	5.4.0	7.3+r258313	7.2.1
Entorno de usuario:	PIXEL (LXDE) versión 0.99.2-3	XFCE4 1.6.1-1	MATE Desktop con MATE Menu 5.7.1	KDE, GNOME, XFCE y LXDE	GNOME, KDE, Xfce, LXDE, MATE-Compiz, LXQt
Administrador de paquetes:	Dpkg	Pacman	Dpkg	RPM Package Manager	RPM Package Manager
Método de actualización:	APT (Software Updater, Ubuntu	Pacman	APT (Software Updater, Ubuntu	Zypper (YaST2) Ready For Action	DNF (Fork de YUM)

	Software center)		Software center)		
Sistemas de ficheros soportados:	EXT2/EXT3 EXT4(Nativo)	F2FS/BTRFS EXT2/ EXT3 EXT4	EXT2/EXT3 EXT4(Nativo)	BTRFS/EXT2 EXT3/EXT4	EXT2/EXT3 EXT4(Nativo)

Elaborado por: Investigador




Después de analizar la Tabla 4.13, es difícil seleccionar un sistema operativo ya que los mismo presentan características similares. En base a un estudio y evaluación de distribuciones GNU/Linux para Raspberry Pi 3 Model B+ en la que se analiza las cinco distribuciones se determinó que Raspbian ofrece mayor fluidez, estabilidad y 100% de compatibilidad con la placa Raspberry. [49]

Raspbian con su característica “Out Of The Box”, hace que el sistema arranque velozmente y ofrezca una mayor fluidez al momento de la navegación en la página web a implementarse en el servidor LAMP.

C. Base de datos

Para el almacenamiento de los datos de latitud y longitud se analizan las diferentes bases de datos, en la Tabla 4.14 se realiza un análisis comparativo de las características principales:

Tabla 4.14 Características de las Bases de Datos

Sistemas	MySql	Sql Server	Postgre SQL
Especificaciones			
Licencia:	GPL	Microsoft EULA	PostgreSQL
Sistemas operativos:	Multiplataforma	Microsoft Windows, Linux	Multiplataforma
Código:	Abierto	Abierto	Abierto
Genero:	Sistema de gestión de base de datos relacionales	RDBMS	Base de datos objeto – relacional (ORDBMS)
Velocidad:	Alta	Baja	Baja

Elaborado por: Investigador

Después de analizar las principales características se seleccionó MySQL, el cual es un servidor de bases de datos con mayor velocidad en el manejo de la información, robusto y con gran aceptación, consta de columnas y filas permitiendo almacenar la información categóricamente.

4.5 Programación del sistema de monitoreo GPS

A continuación, se describe la programación de cada función del sistema de monitoreo.

4.5.1 Localización GPS

Para obtener los datos de latitud y longitud se emplea la librería TinyGPS, que permite decodificar la trama del protocolo NMEA en datos entendibles para el usuario.

Los algoritmos empleados para el procesamiento de señales recibidas por el módulo GPS se describen en la Figura 4.10.

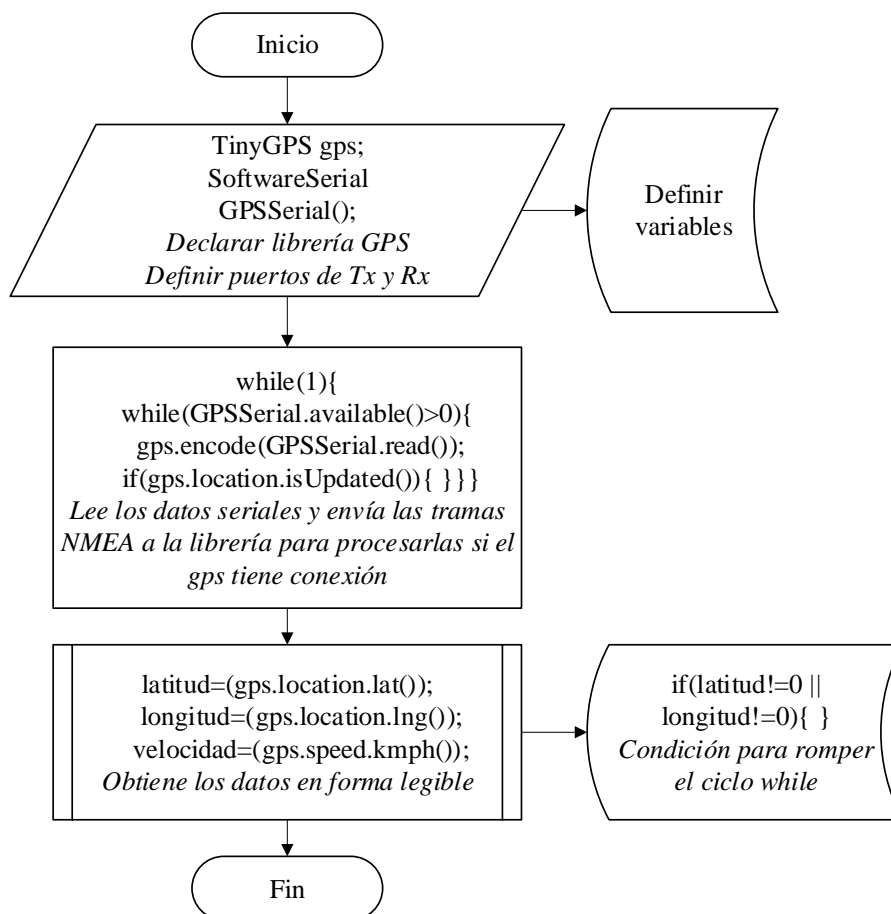


Fig. 4.10: Flujograma GPS.

Elaborado por: Investigador.

4.5.2 Conexión GSM

El flujograma que se detalla en la Figura 4.11 explica el código de programación empleado para recibir los comandos enviados por el servidor web y ejecutar las acciones de acuerdo a su función.

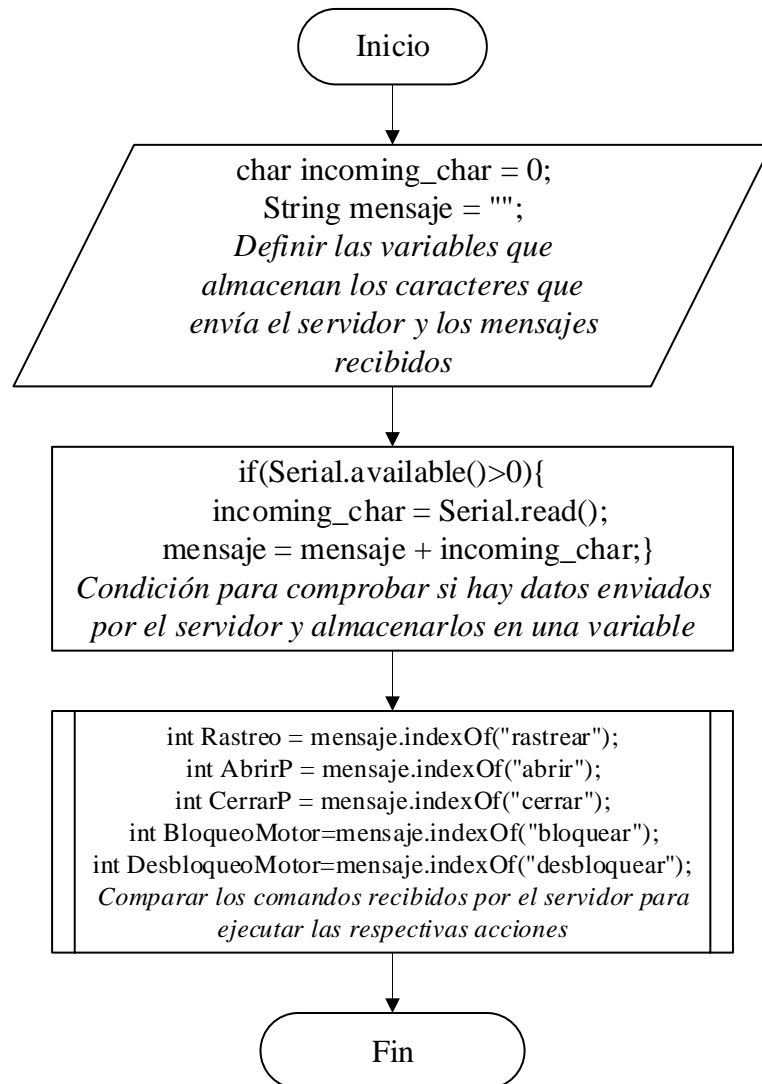


Fig. 4.11: Flujograma GSM.

Elaborado por: Investigador.

4.5.3 Conexión GPRS

En la Figura 4.12 se detalla el proceso para enviar el dato de la ubicación del vehículo al servidor web. Este dato de latitud y longitud se envía cada 5 minutos al servidor.

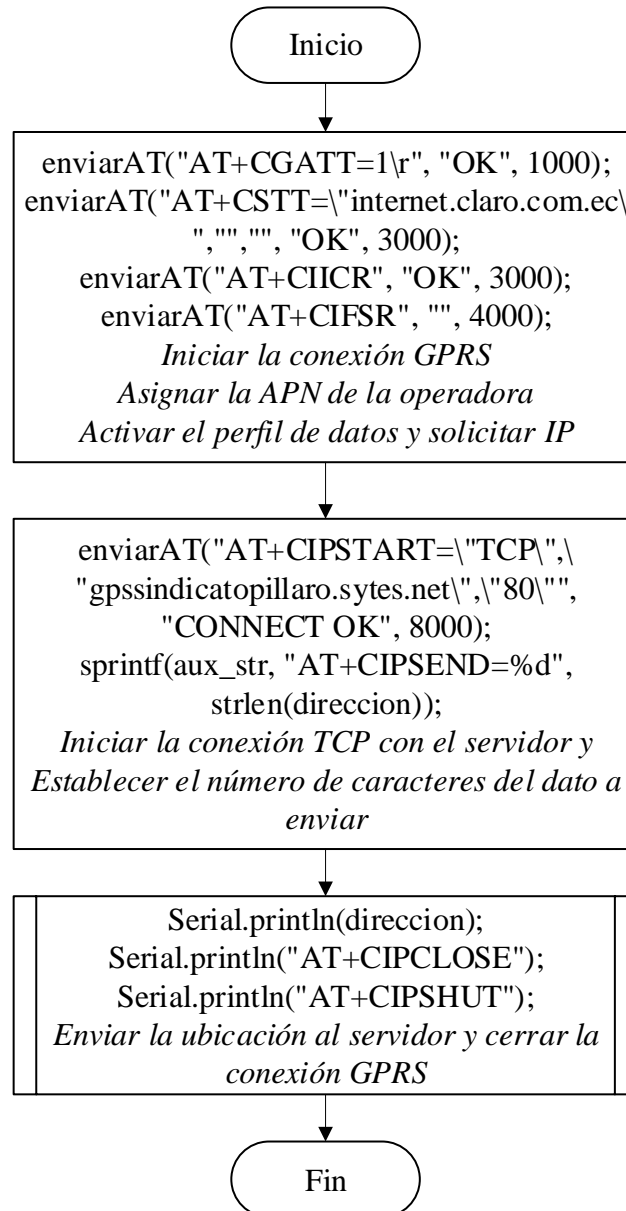


Fig. 4.12: Flujograma GPRS.

Elaborado por: Investigador.

La programación completa de las demás funcionalidades del sistema GPS en el vehículo como la activación del pulsador de emergencia, el envío de la ubicación por SMS, entre otros se detalla en el Anexo B.

4.5.4 Instalación LAMP

La placa Raspberry Pi trabaja con su propio sistema operativo Raspbian, que es una distribución del sistema operativo GNU/Linux, para lo cual se va a levantar un servidor

LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP) que cumple con la función de un centro de datos de código abierto.

A continuación, en la Figura 4.13, se detalla el conjunto de comandos a seguir para la creación del servidor LAMP: [50]

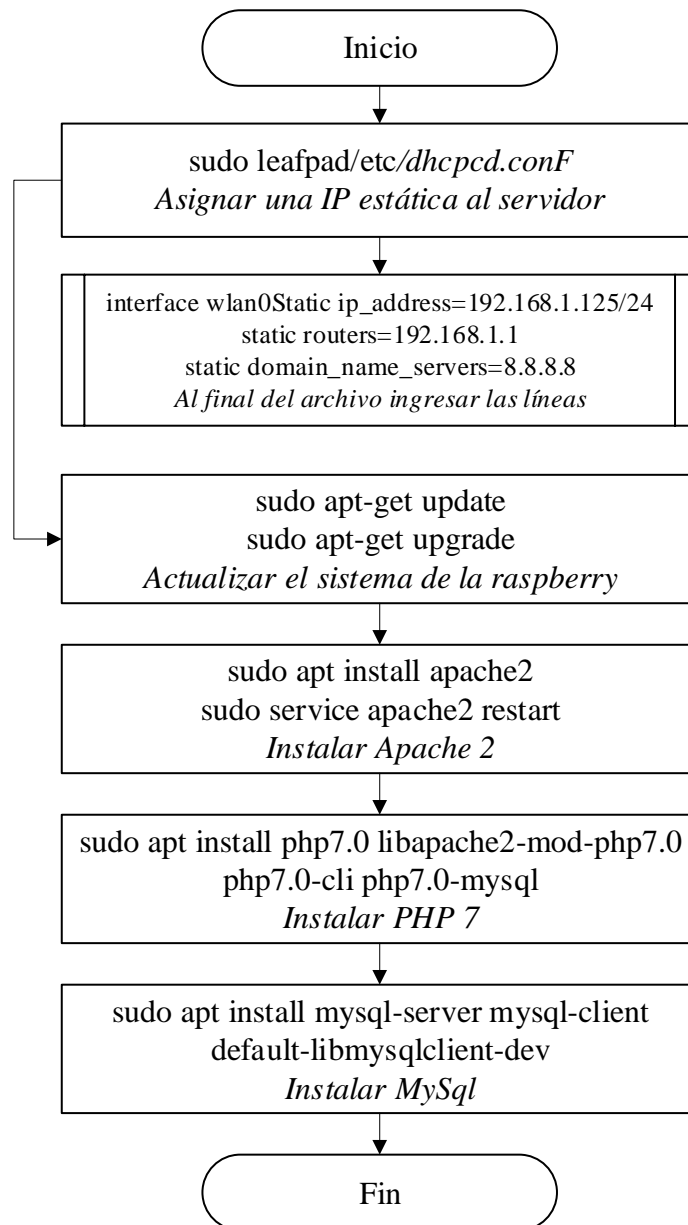


Fig. 4.13: Flujograma Servidor LAMP

Elaborado por: Investigador.

4.5.5 Recepción de Datos GPRS

Los datos que son enviados desde el dispositivo de rastreo al servidor son en forma de peticiones GET, en forma de link HTTP. En la Figura 4.14 se visualiza los comandos para reconocer las peticiones GET y almacenar la información en la base de datos MySql.

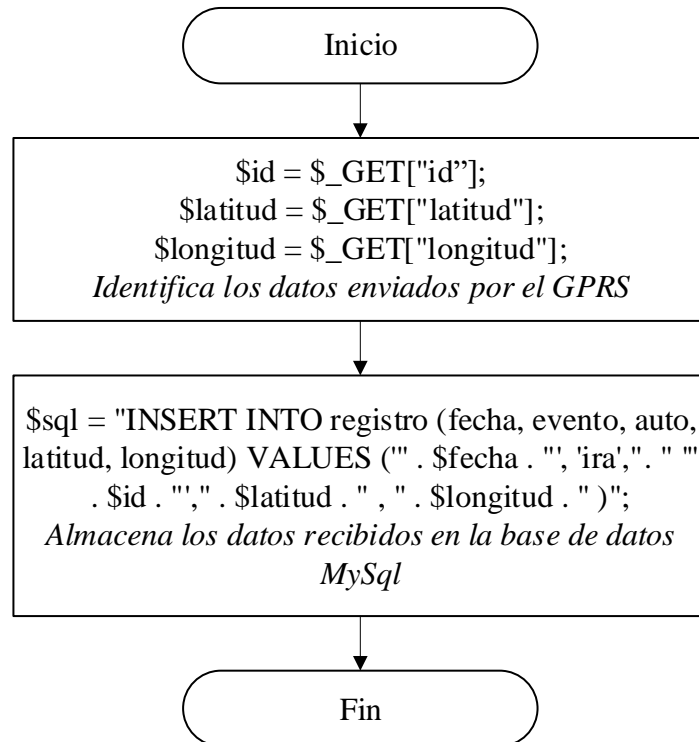


Fig. 4.14: Flujograma de identificación y almacenamiento de los datos en el servidor
Elaborado por: Investigador.

4.5.6 Visualización de los datos de latitud y longitud

Para que los datos de latitud y longitud enviados por el sistema de rastreo al servidor se puedan visualizar en un mapa, se utiliza OpenStreetMap con la herramienta Leaflet, la cual es una librería de JavaScript de código libre para mapas interactivos. Esta librería ofrece todas las funciones de mapeo, ofreciendo simplicidad, alto rendimiento y facilidad de uso. Los comandos utilizados se visualizan en la Figura 4.15.

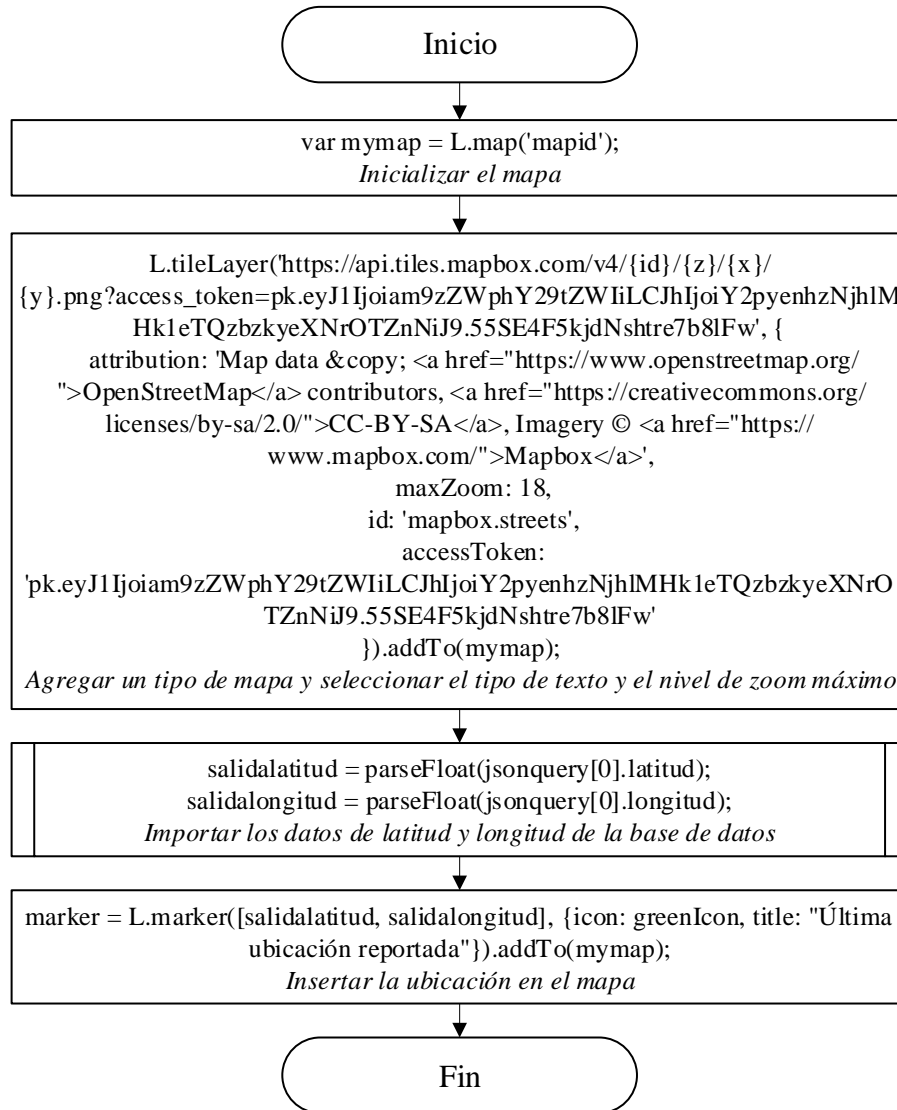


Fig. 4.15: Flujograma para ubicar los datos de latitud y longitud en el mapa.

Elaborado por: Investigador.

La programación completa utilizada para el desarrollo de la página de monitoreo web con las demás funciones se detalla en el Anexo C.

4.5.7 Seguridad

Asegurar el sistema de monitoreo web de ataques maliciosos es muy importante para proteger la información que se almacena en la base de datos, así como la protección de la Raspberry Pi para que el servidor no sufra daños. A continuación, se determina los parámetros de seguridad empleados.

A. Seguridad de la Raspberry Pi

Las brechas en la seguridad pueden dejar la Raspberry Pi abierta a los piratas informáticos que luego pueden afectar al servidor implementado. Para reforzar la seguridad se ha realizado las siguientes acciones: [51]

- Cambio de la contraseña predeterminada.
- Agregar un nuevo usuario y desactivar el usuario por defecto pi.
- Habilitar la contraseña para acceder a superusuario (sudo).
- Establecer actualizaciones de seguridad periódicas con cron.
- Cambiar el puerto por defecto del servidor SSH.

Uno de los principales riesgos en seguridad son los ataques de fuerza bruta, que se caracterizan por un intento continuado de obtener acceso a un servicio del sistema (ssh, smtp, http, etc.), intentando diversas combinaciones de nombre del usuario y su contraseña. Para llevar a cabo este ataque, el intruso puede usar un software que gestiona diversas combinaciones de caracteres o basarse en una lista de palabras (diccionario).

Otro género de Ataque de Fuerza Bruta es un Ataque de Negación de Servicio (DoS) o Ataque Distribuido de Negaciones de Servicio (DDoS), en donde el servidor es bombardeado con solicitudes a un determinado servicio en tal número que no las puede gestionar, consumiendo todos los recursos del sistema, o haciéndolo inestable.

Para prevenir estos ataques se utiliza la aplicación Fail2Ban que analiza continuamente los ficheros log y bloquea las direcciones Ip de donde se hayan originado varios intentos fallidos de acceso con contraseña inválida, es extremadamente eficaz en la prevención de ataques de fuerza bruta y ataques de negación de servicio (DoS). [52]

Características Fail2Ban

Está desarrollado en Python3 y tiene las siguientes funcionalidades:

- Cliente/Servidor.

- Multiprocesamiento.
- Autodetección del formato de la fecha.
- Soporte para bastantes servicios como ssh o apache.
- Soporte para realizar acciones como iptables o envío de correos.
- Compatible con SystemD y SystemV.
- Usa una base de datos SQLite3 para guardar los baneos.

Fail2Ban usa:

Filter

Son las expresiones regulares utilizadas para el "parseo" de los logs.

Action

Son las acciones a realizar según los acontecimientos encontrados en los logs.

Jail

Son un conjunto de filter y action utilizados independientemente por cada servicio denominado. Puede ser por ejemplo "ssh" o "apache2" o incluso variaciones de estas ya incluidas.

B. Seguridad del Servidor LAMP

A continuación, se detallan los principales parámetros de seguridad aplicados en el servidor LAMP:

Variables de sesión

Cuando un usuario permanece en el estado de registrado después de un tiempo no razonable (por ejemplo, cuando no expira la sesión), tenemos un problema de registros persistentes.

Este tipo de problemas disminuyen la seguridad de nuestro mecanismo de autenticación. Generalmente son causados por una cookie persistente, un ticket enviado al usuario o alguna variable de sesión establecida que no se considera como expirado jamás o que no cambia en cada nuevo registro establecido por el usuario.

Las variables de sesión ayudan a que el sitio web recuerde la información y ajustes. Esto conlleva un acceso más rápido y sencillo ya que, por ejemplo, no hay que iniciar sesión de nuevo. En la Figura 4.16 se visualiza las variables de sesión de usuario.

```
if (!$arr) {  
    $message = "Nombre de usuario incorrecto";  
    $_SESSION["error"] = $message;  
    header("location: index.php");  
} else {  
    $_SESSION["usuario"] = $usuario;  
    unset($_SESSION["error"]);  
    header("location: mapa.php");  
}
```

Fig. 4.16: Variables de sesión

Elaborado por: Investigador.

Bloqueo de ataques de inyección de SQL

La inyección SQL es una técnica donde los usuarios maliciosos pueden inyectar comandos SQL en una statement SQL, a través de la entrada de la página web. Los comandos SQL inyectados pueden alterar la statement SQL y comprometer la seguridad de la aplicación web. Para solucionar este problema se utiliza sentencias preparadas o parametrizadas. En PHP, existe dos alternativas principales: PDO y MySQLi. Hay varias diferencias entre ambas, pero la principal es que PDO se puede usar con diferentes tipos de base de datos (dependiendo del driver utilizado) mientras que MySQLi es exclusivamente para bases de datos MySQL. Es por ello que se utiliza PDO sobre MySQLi.

PDO (PHP Data Objects) es una capa de acceso a la base de datos que proporciona un método uniforme de acceso a múltiples bases de datos.

No tiene en cuenta la syntax específica de la base de datos, pero puede permitir que el proceso de conmutar bases de datos y plataformas sea bastante sencillo, simplemente cambiando la cadena de conexión en muchos casos. [53]

Asegurar las credenciales de la base de datos

Para proteger las credenciales de la base de datos es recomendable almacenar las credenciales en un archivo de configuración separado, en lugar de tenerlas escritas en línea en el código fuente. Esto brinda seguridad cuando se comparte el código con otros usuarios y proteger las credenciales en caso de que una mala configuración que permita imprimir el código PHP simple (lo que sucede con bastante frecuencia).

El archivo de configuración está fuera de la raíz del documento público, por lo tanto, un usuario de la aplicación web no puede acceder directamente a él.

4.6 Diseño de la interfaz de usuario

Para el desarrollo de la interfaz web del sistema de monitoreo se utilizó el software Dreamweaver CC 2019, que permite crear y editar páginas web con una amplia gama de herramientas de creación, edición y publicación de sitios web. En la Figura 4.17 se puede observar el ingreso al sistema (Login) de la página web.

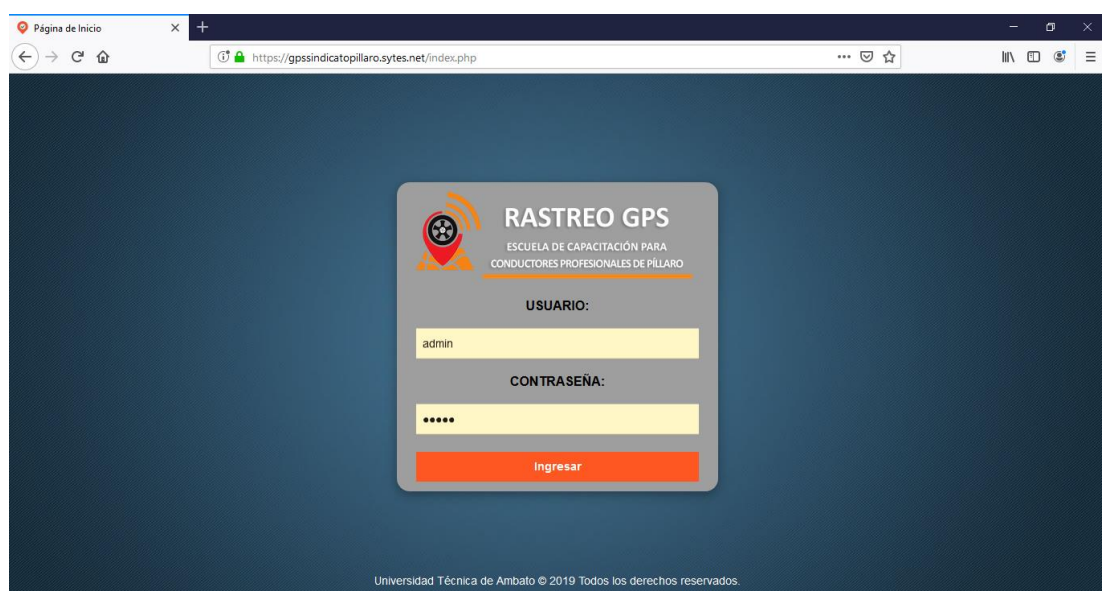


Fig. 4.17: Pestaña de inicio.

Elaborado por: Investigador.

La interfaz consta de 5 menús cuya función se los describe a continuación:

➤ **Inicio**

Permite controlar el acceso individual al sistema de monitoreo mediante la identificación del usuario utilizando credenciales provistas por la escuela de conducción.

The image shows a login interface for a system titled "RASTREO GPS". The title is in large, bold, white capital letters. Below it, in smaller white capital letters, is "ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO". To the left of the text is a logo consisting of a red location pin with a black and white radiation symbol inside, and three orange curved lines above it representing signal waves. Below the title and logo, there are two input fields. The first is labeled "USUARIO:" and contains the placeholder text "Ingrese usuario". The second is labeled "CONTRASEÑA:" and contains the placeholder text "Ingrese contraseña". At the bottom of the form is a large orange button with the word "Ingresar" in white capital letters. The entire form is set against a dark blue background.

Fig. 4.18: Login de la página.

Elaborado por: Investigador.

➤ **Mapa**

Permite visualizar las ubicaciones de cada vehículo de la escuela en el mapa, así como la información básica de los automotores y la información de cada instructor de acuerdo al horario de prácticas de conducción.

Además, permite enviar los comandos de abrir y cerrar puertas, bloquear y desbloquear motor y solicitar la ubicación al sistema GPS instalado en el vehículo.

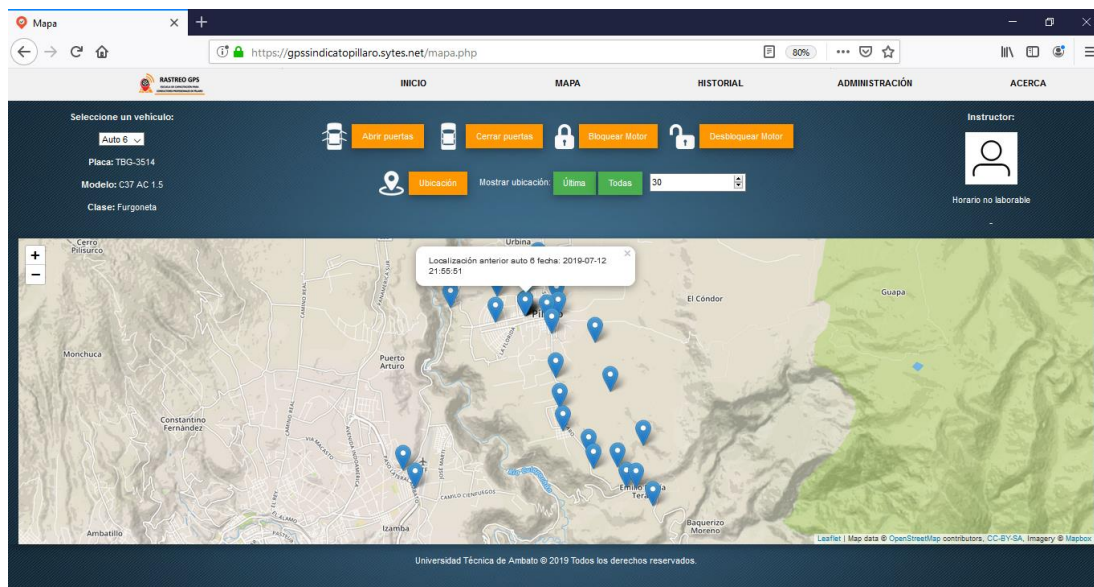


Fig. 4.19: Pestaña de mapa.

Elaborado por: Investigador.

➤ Historial

Contiene el registro de las ubicaciones de cada vehículo enviadas por el Sistema GPS. Permite 2 tipos de visualización: Búsqueda General y Búsqueda por Ruta.

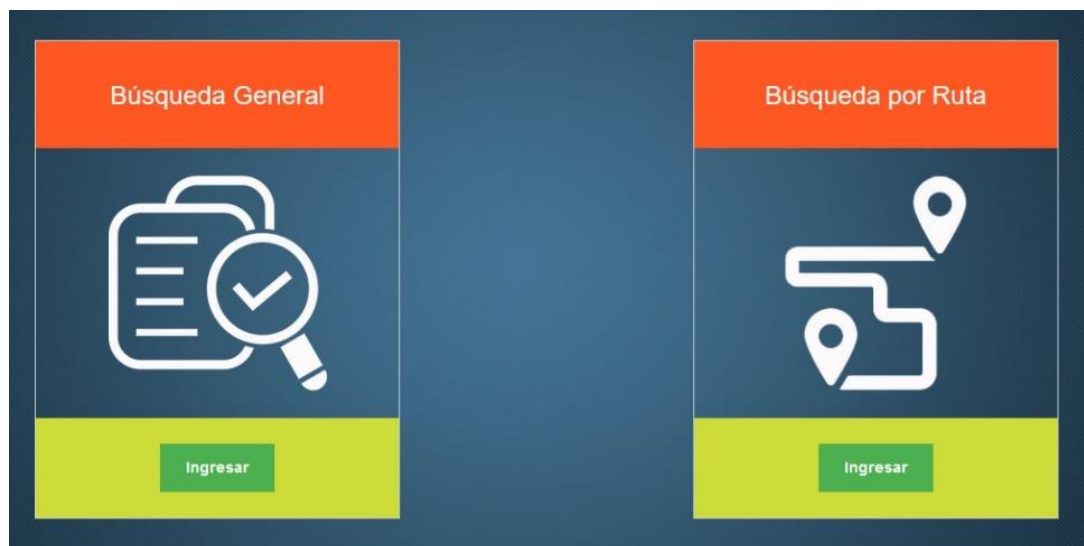


Fig. 4.20: Pestaña de historial.

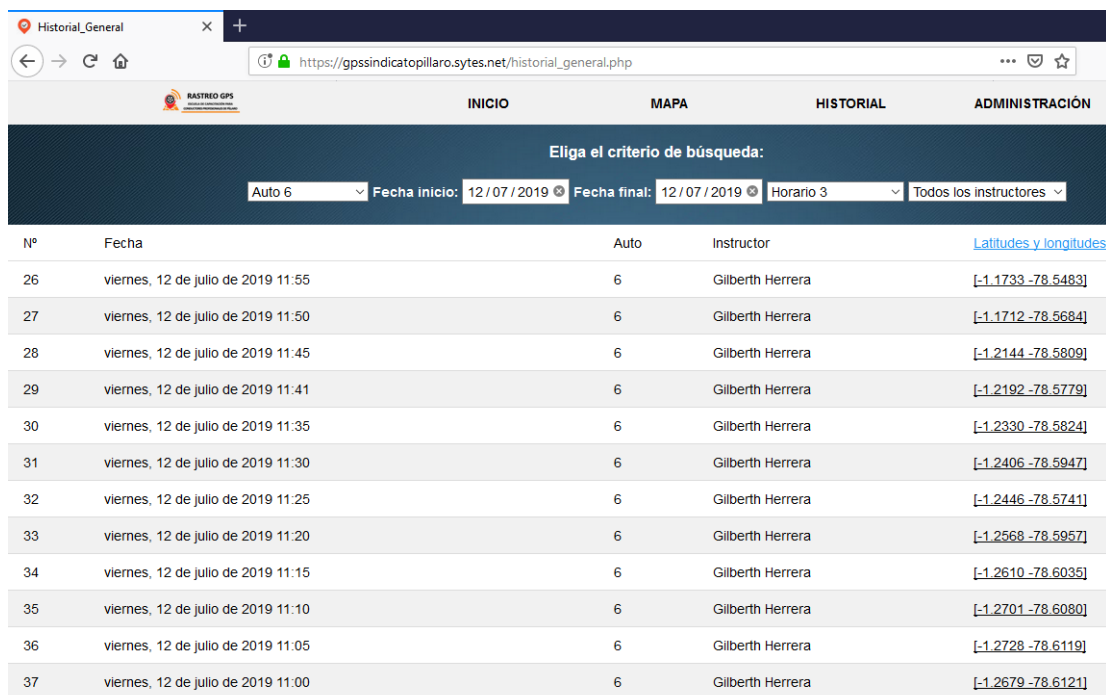
Elaborado por: Investigador.

Búsqueda General

Esta opción contiene 4 criterios de búsqueda para visualizar la información almacenada.

Búsqueda por:

- Número de auto.
- Fecha.
- Horario
- Instructor



The screenshot shows a web browser window with the address `https://gpsindicatopillaro.sytes.net/historial_general.php`. The page has a navigation bar with 'INICIO', 'MAPA', 'HISTORIAL', and 'ADMINISTRACIÓN'. Below the navigation bar is a search filter section titled 'Eliga el criterio de búsqueda:' with dropdown menus for 'Auto 6', 'Fecha inicio: 12/07/2019', 'Fecha final: 12/07/2019', 'Horario 3', and 'Todos los instructores'. The main content is a table with the following data:

Nº	Fecha	Auto	Instructor	Latitudes y longitudes
26	viernes, 12 de julio de 2019 11:55	6	Gilberth Herrera	[-1.1733 -78.5483]
27	viernes, 12 de julio de 2019 11:50	6	Gilberth Herrera	[-1.1712 -78.5684]
28	viernes, 12 de julio de 2019 11:45	6	Gilberth Herrera	[-1.2144 -78.5809]
29	viernes, 12 de julio de 2019 11:41	6	Gilberth Herrera	[-1.2192 -78.5779]
30	viernes, 12 de julio de 2019 11:35	6	Gilberth Herrera	[-1.2330 -78.5824]
31	viernes, 12 de julio de 2019 11:30	6	Gilberth Herrera	[-1.2406 -78.5947]
32	viernes, 12 de julio de 2019 11:25	6	Gilberth Herrera	[-1.2446 -78.5741]
33	viernes, 12 de julio de 2019 11:20	6	Gilberth Herrera	[-1.2568 -78.5957]
34	viernes, 12 de julio de 2019 11:15	6	Gilberth Herrera	[-1.2610 -78.6035]
35	viernes, 12 de julio de 2019 11:10	6	Gilberth Herrera	[-1.2701 -78.6080]
36	viernes, 12 de julio de 2019 11:05	6	Gilberth Herrera	[-1.2728 -78.6119]
37	viernes, 12 de julio de 2019 11:00	6	Gilberth Herrera	[-1.2679 -78.6121]

Fig. 4.21: Historial por Búsqueda General.

Elaborado por: Investigador.

Búsqueda por Ruta

Esta opción permite visualizar la ruta del vehículo durante las horas prácticas de cada estudiante, contiene 3 criterios de búsqueda para visualizar la información.

Búsqueda por:

- Número de auto.
- Día
- Horario

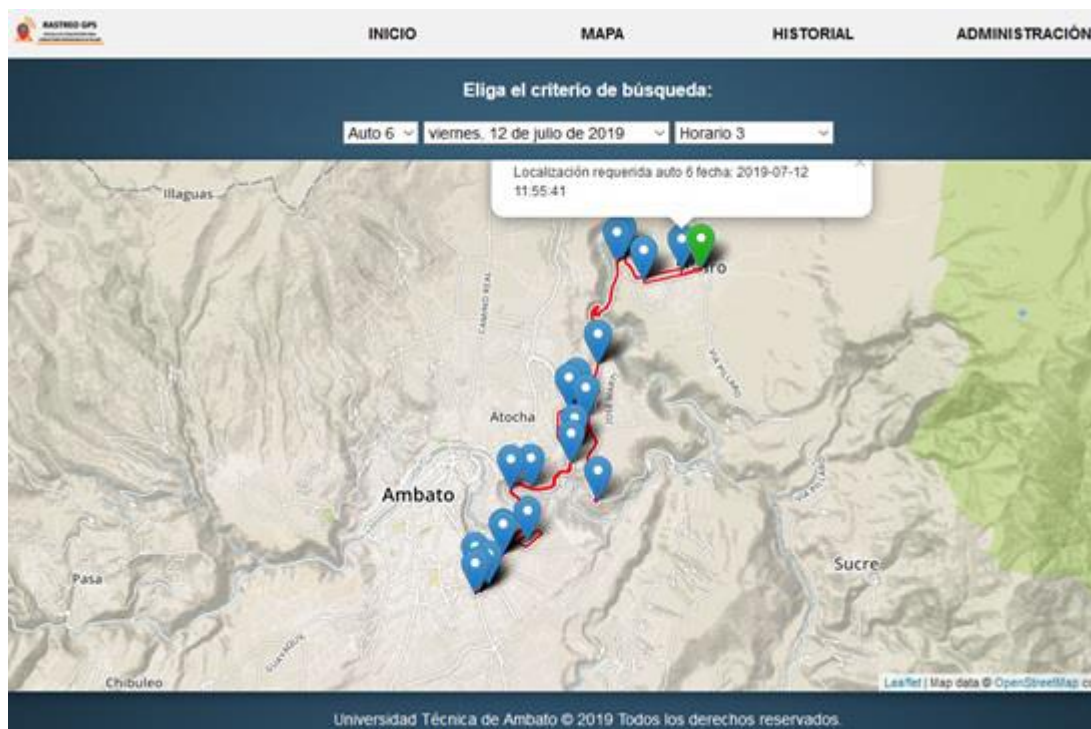


Fig. 4.22: Historial por Búsqueda de Ruta.

Elaborado por: Investigador.

- **Administración**

Permite ingresar la información de cada instructor a cargo de las prácticas de los estudiantes.

La información contiene: nombre, teléfono, foto, número de auto y seleccionar el horario de conducción a cargo, de acuerdo a los datos proporcionados por la escuela.

Instructores:



Nombre:

Teléfono:

Auto:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	16:00-17:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	17:00-18:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	18:00-19:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	19:00-20:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	

Fig. 4.23: Pestaña de administración.

Elaborado por: Investigador.

- **Acerca**

Contiene el manual de usuario del Sistema GPS, así como la información del investigador.

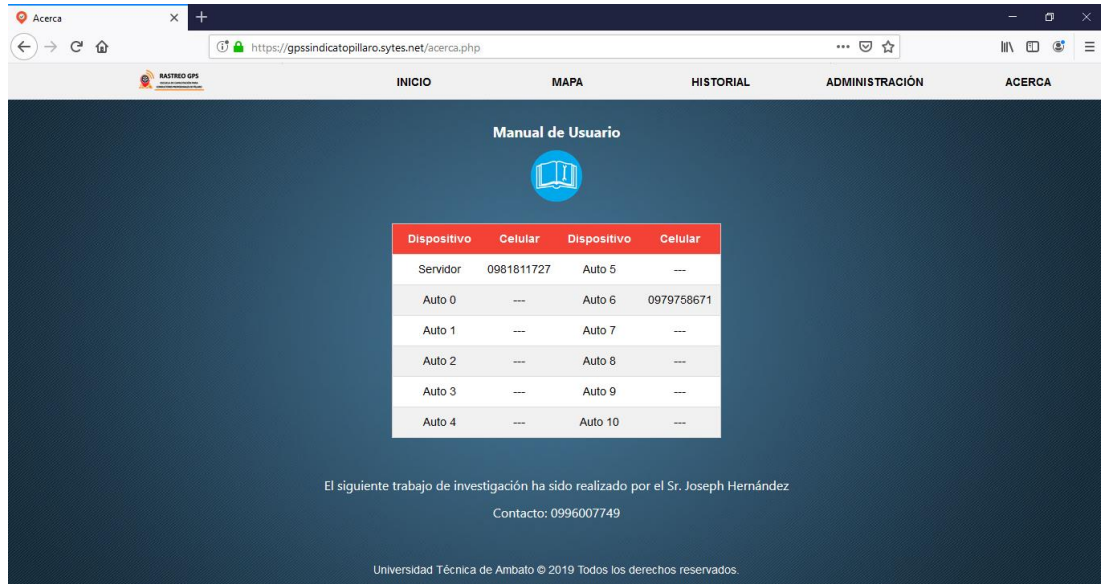


Fig. 4.24: Pestaña de acerca.

Elaborado por: Investigador.

Todas las funciones completas del sistema se detallan en el Manual de Usuario. Ver Anexo D.

4.7 Construcción del dispositivo

A continuación, se muestra los diagramas esquemáticos y diseño del dispositivo.

4.7.1 Diagramas esquemáticos

La simulación del sistema de monitoreo GPS que va instalado en el vehículo se desarrolló en Proteus 8.8 y se visualiza en la Figura 4.25. Para la simulación del diagrama esquemático se empleó el software de diseño de diagramas EAGLE, que posee una variedad de librerías y componentes, en comparación a otros programas de diseño de circuitos.

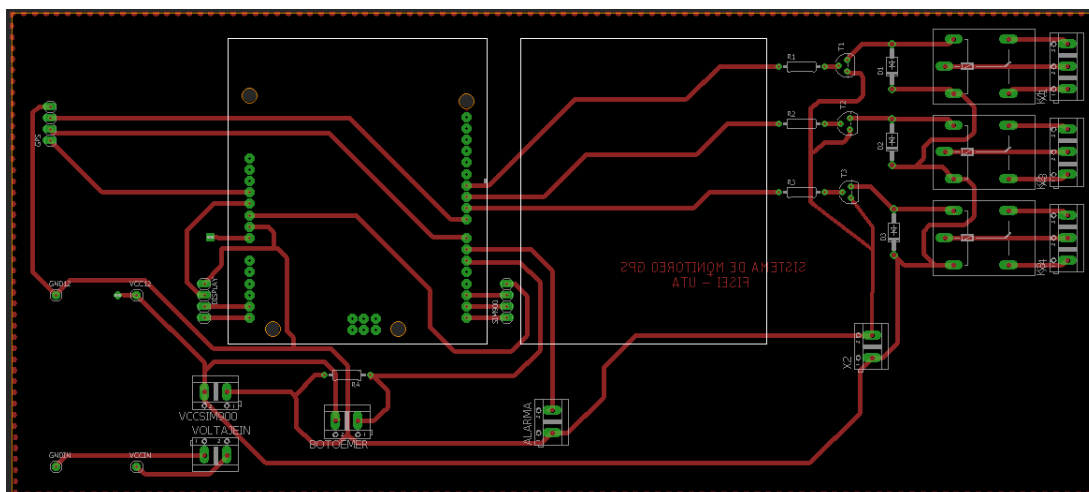


Fig. 4.27: Diagrama PCB del circuito.

Elaborado por: Investigador.

4.7.2 Placa Electrónica

La placa electrónica se realiza empleando la técnica tradicional del planchado. Primero se imprime el diagrama PCB en papel couche para recortar la baquelita de acuerdo al tamaño del mismo, seguidamente hay que pulir ligeramente la superficie de la placa para liberar todo tipo de impurezas al tocar el cobre con los dedos, concluida la limpieza se procede a fijar el circuito impreso sobre la baquelita aplicando el calor de la plancha por aproximadamente 10 minutos, después se sumerge la placa en agua para retirar los excesos de papel couche. A continuación, se verifica que todas las pistas estén correctas para ser sometidas a la acción de cloruro férrico más agua con el propósito de sacar el cobre de la placa excepto de las zonas grabadas, finalmente se limpia la placa para perforar y dejarla lista para el montaje y soldado de los elementos como se muestra en la Figura 4.28.

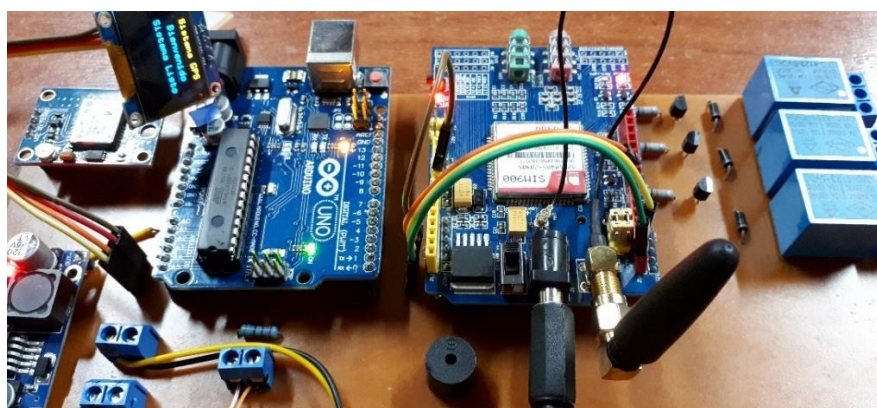


Fig. 4.28: Elementos colocados en la placa.

Elaborado por: Investigador.

Una vez finalizado la construcción del dispositivo se acopla el circuito en el case de acrílico y se adapta en el vehículo de la escuela con sus respectivas conexiones como se observa en la Figura 4.29.



Fig. 4.29: Prototipo final del sistema GPS.

Elaborado por: Investigador.

4.8 Pruebas de funcionamiento

Para verificar el correcto funcionamiento, se instaló el equipo GPS en la furgoneta con placas TBG-3514 de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro en la parte izquierda del tablero del vehículo, ya que este sería un lugar estratégico por las siguientes condiciones:

- Mayor cobertura de la red GSM/GPRS y del módulo GPS.
- Fácil visualización para el instructor en la pantalla led de la ejecución de las acciones del sistema.
- Protección del cableado para que no exista algún desperfecto en el sistema GPS.

En la figura 4.30 y 4.31 se puede visualizar el lugar y en que vehículo se instaló el equipo.



Fig. 4.30: Prototipo ubicado en el vehículo.

Elaborado por: Investigador.



Fig. 4.31: Vehículo de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro.

Elaborado por: Investigador.

Al encender el sistema de rastreo, se comienzan a cargar los diferentes módulos que contiene e indica en su pantalla el logo del prototipo, cuando el sistema está listo para operar refleja en su pantalla “Sistema GPS Bienvenido Sistema Listo” En la Figura 4.32 se aprecia estas dos etapas.

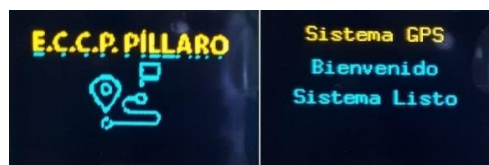


Fig. 4.32: Encendido del prototipo.

Elaborado por: Investigador.

Una vez que el sistema está listo completamente, empieza a enviar las coordenadas geográficas de la ubicación del vehículo cada 5 minutos, solicitadas por el servidor. En la Figura 4.33 se observa el estado de la pantalla cuando el sistema está enviando la ubicación al servidor.

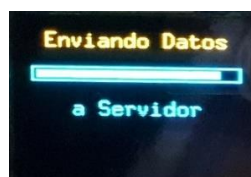


Fig. 4.33: Envío de datos al servidor y celular.

Elaborado por: Investigador.

Cuando el pulsador de emergencia sea activado debido algún percance o accidente durante las prácticas de conducción, el sistema enviará la notificación de emergencia con las coordenadas de la ubicación del vehículo por SMS al operador y vía GPRS al servidor. En la Figura 4.34 se visualiza el pulsador de emergencia con el que cuenta el sistema y el estado de la pantalla, en la Figura 4.35 se visualiza la notificación por SMS al operador y ubicación en Google Maps y en la Figura 4.36 se muestra la visualización de la ubicación del vehículo en la página web.

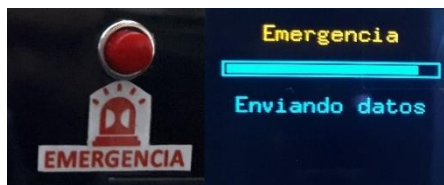


Fig. 4.34: Sistema de emergencia del dispositivo.

Elaborado por: Investigador.



Fig. 4.35: Notificación de emergencia por SMS y visualización en Google Maps.

Elaborado por: Investigador.

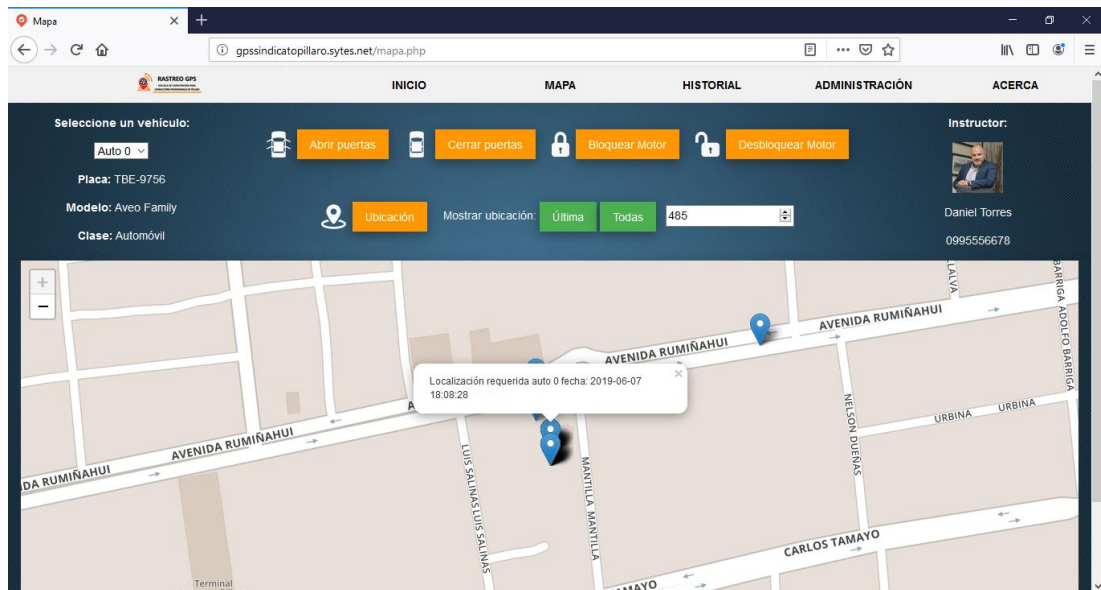


Fig. 4.36: Notificación de emergencia en la página web.

Elaborado por: Investigador.

Además, se realizan las pruebas de los comandos que se pueden controlar a través de la página web. En la Figura 4.37 se muestra la ejecución de los comandos abrir y cerrar puertas, bloquear y desbloquear motor.

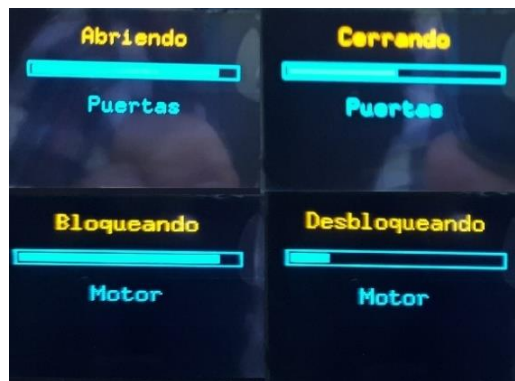


Fig. 4.37: Ejecución de comandos enviados desde el servidor.

Elaborado por: Investigador.

De igual forma se observa en la Figura 4.38 las ubicaciones almacenadas en el servidor con la información respectiva a cada vehículo.

Nº	Fecha	Auto	Instructor	Latitudes y longitudes
0	viernes, 12 de julio de 2019 21:55	6	Daniel Torres	[-1.1733 -78.5483]
1	viernes, 12 de julio de 2019 21:50	6	Daniel Torres	[-1.1750 -78.5564]
2	viernes, 12 de julio de 2019 21:45	6	Daniel Torres	[-1.1681 -78.5558]
3	viernes, 12 de julio de 2019 21:40	6	Daniel Torres	[-1.1668 -78.5472]
4	viernes, 12 de julio de 2019 21:35	6	Daniel Torres	[-1.1604 -78.5448]
5	viernes, 12 de julio de 2019 21:30	6	Daniel Torres	[-1.1628 -78.5431]
6	viernes, 12 de julio de 2019 21:25	6	Daniel Torres	[-1.1699 -78.5401]
7	viernes, 12 de julio de 2019 21:20	6	Daniel Torres	[-1.1735 -78.5395]
8	viernes, 12 de julio de 2019 21:15	6	Daniel Torres	[-1.1805 -78.5297]
9	viernes, 12 de julio de 2019 21:10	6	Daniel Torres	[-1.1934 -78.5256]
10	viernes, 12 de julio de 2019 21:05	6	Daniel Torres	[-1.2079 -78.5168]
11	viernes, 12 de julio de 2019 21:00	6	Daniel Torres	[-1.2137 -78.5235]
12	viernes, 12 de julio de 2019 20:55	6	Daniel Torres	[-1.2141 -78.5301]
13	viernes, 12 de julio de 2019 20:50	6	Daniel Torres	[-1.2191 -78.5214]
14	viernes, 12 de julio de 2019 20:45	6	Daniel Torres	[-1.2241 -78.5141]
15	viernes, 12 de julio de 2019 20:40	6	Daniel Torres	[-1.2193 -78.5187]
16	viernes, 12 de julio de 2019 20:35	6	Daniel Torres	[-1.2102 -78.5314]
17	viernes, 12 de julio de 2019 20:30	6	Daniel Torres	[-1.2039 -78.5383]
18	viernes, 12 de julio de 2019 20:25	6	Daniel Torres	[-1.1980 -78.5390]

Fig. 4.38: Historial de las ubicaciones de los vehículos durante las horas de conducción.

Elaborado por: Investigador.

Además, se verifica la visualización del trazado de la ruta que realiza cada estudiante durante las horas prácticas de conducción, como se puede observar en la Figura 4.39.

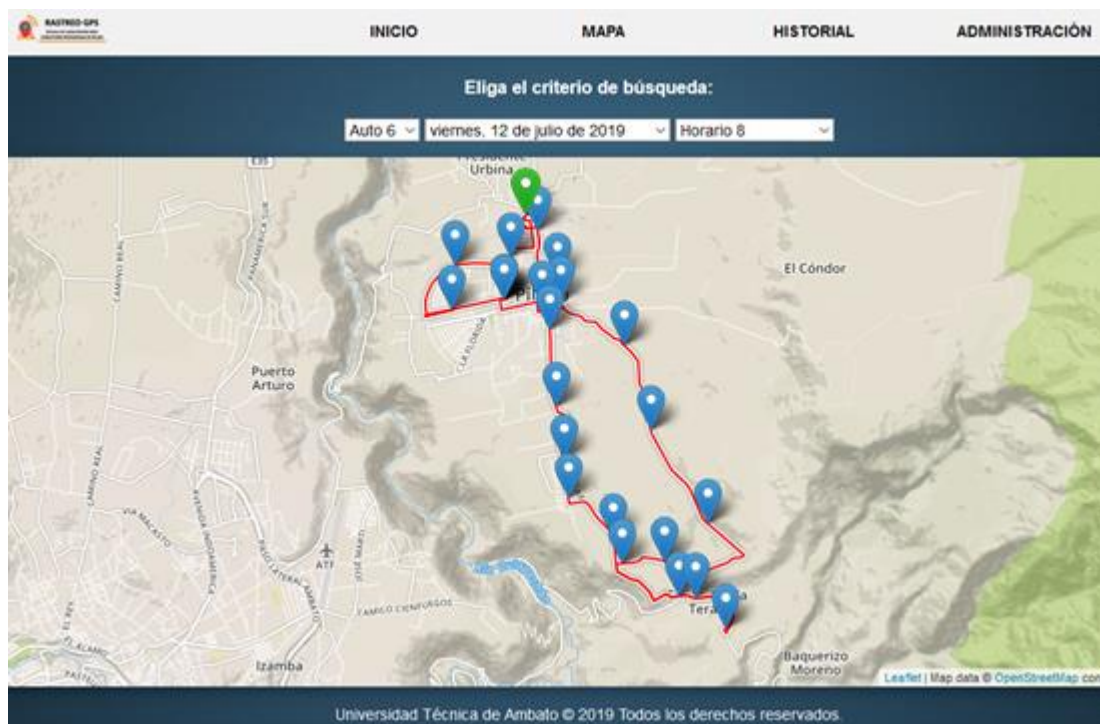


Fig. 4.39: Ruta del vehículo durante la práctica de conducción.

Elaborado por: Investigador.

4.9 Resultados

Terminado el proceso de las pruebas de funcionamiento tanto del dispositivo como del almacenamiento, registro y visualización de los datos, se procedió a corregir los errores encontrados en el sistema y finalmente se procede a determinar la fiabilidad y precisión de los datos medidos por el GPS, así como los tiempos de ejecución de cada función del sistema.

Para comprobar la precisión en la ubicación del sistema de monitoreo, se comparó los datos de latitud y longitud medidos por un teléfono inteligente, en este caso un Samsung A5. En la Figura 4.40 se visualizan las pruebas de precisión del sistema de rastreo donde el punto rojo es la ubicación obtenida por el prototipo instalado en el vehículo y el punto de color azul es la ubicación obtenida por el Samsung A5.

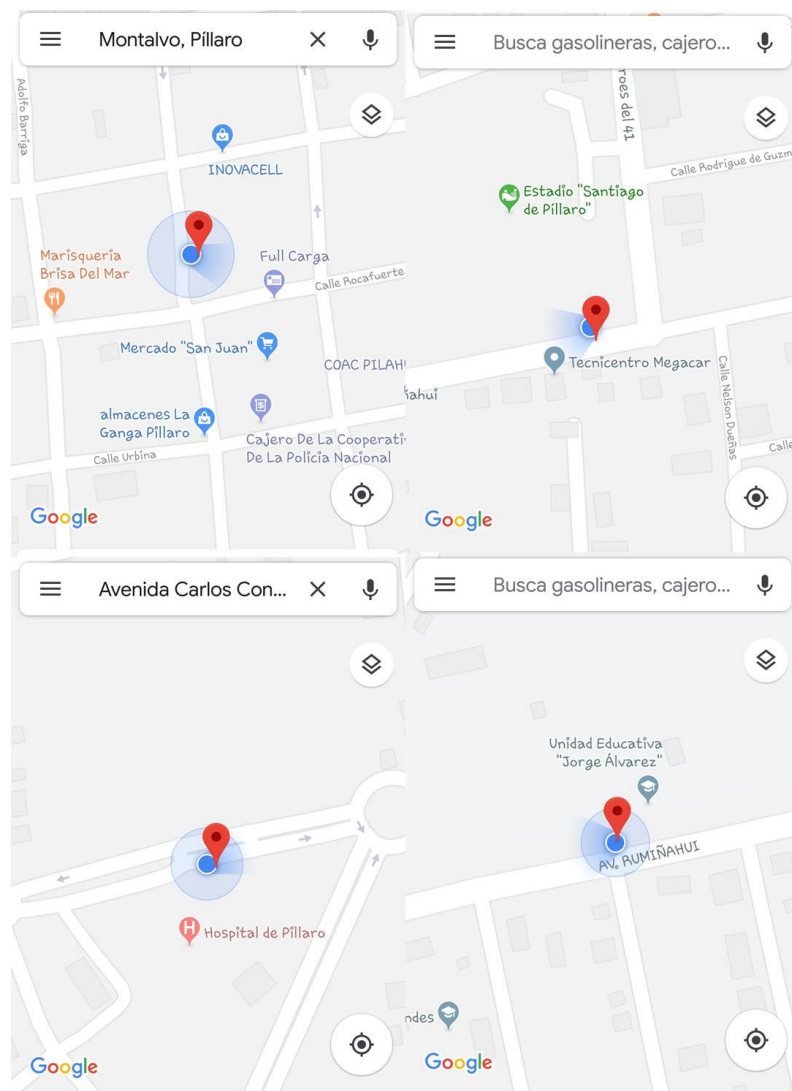


Fig. 4.40: Precisión del GPS.

Elaborado por: Investigador.

De los resultados obtenidos en la Tabla 4.15 se determina que los datos medidos por el módulo GPS presentan una diferencia promedio de 2.41 metros, debido a que los vehículos tienen una longitud de por lo menos 5 metros, la diferencia obtenida no afecta en la localización del auto.

Tabla 4.15: Registro de los datos medidos de latitud y longitud

Muestras	Dispositivo Móvil (Latitud; Longitud)	Prototipo (Latitud; Longitud)	Diferencia (metros)
1	-1.174680; -78.555222	-1.174673; -78.555252	3.4m
2	-1.175901; -78.551974	-1.175898; -78.551948	2.9m
3	-1.175047; -78.542198	-1.175076; -78.542175	1.3m
4	-1.171546; -78.538420	-1.171555; -78.538436	2m
5	-1.165866; -78.542894	-1.165884; -78.542877	2.8m
6	-1.172290; -78.543975	-1.172282; -78.543982	1.2m
7	-1.203826; -78.538307	-1.203815; -78.538325	2.3m
8	-1.174566; -78.523907	-1.17455; -78.523895	2.2m
9	-1.175831; -78.560349	-1.17585; -78.560369	3.1m
10	-1.173644; -78.548209	-1.17366; -78.54823	2.9m
Promedio:			2.41m

Elaborado por: Investigador

Para el análisis de la transmisión de datos se tomaron en cuenta los datos monitoreados durante un día con el fin de evaluar la cantidad de conexiones fallidas que se producen en la transmisión de la información, se tiene 8 horarios de 2 horas cada uno, para lo cual se envían datos cada 5 minutos al servidor teniendo un total de 24 datos en cada horario, en la Tabla 4.16 se registra los datos recibidos.

Tabla 4.16: Análisis de la transmisión de datos

Horario	Datos enviados	Datos recibidos	Porcentaje
1	24	21	87.5%
2	24	23	95.83%
3	24	24	100%
4	24	22	91.66%

5	24	24	100%
6	24	22	91.66%
7	24	24	100%
8	24	21	87.5%
Total:	192	181	94.27%

Elaborado por: Investigador

La pérdida de datos que existe se debe a la falta de cobertura que puede presentarse en lugares determinados durante el recorrido, pero al evidenciarse que existe una efectividad del 94.27% en la recepción, se puede despreciar los datos fallidos con lo que se concluye que el sistema es confiable al momento de realizar la comunicación y envío de parámetros monitoreados.

Para verificar la funcionalidad y eficacia con respecto a los tiempos de ejecución del envío de las alertas cuando es activado el pulsador de emergencia, se ha registrado los tiempos con el uso de un cronómetro. En la Tabla 4.17 se visualiza los tiempos obtenidos, de lo que se puede determinar que la notificación de emergencia por SMS tarda en promedio 12.93 segundos en llegar al dispositivo móvil del controlador y en 17.43 segundos es visualizada en la interfaz de usuario

Tabla 4.17: Registro de los tiempos de envío de las notificaciones de emergencia.

Muestras	SMS	Servidor
1	13.56s	15.34s
2	11.12s	17.67s
3	13.59s	19.01s
4	13.34s	18.65s
5	11.09s	16.54s
6	12.67s	17.01s
7	12.78s	18.65s
8	13.89s	15.74s
9	13.46s	19.49s
10	13.87s	16.17s
Promedio:	12.93s	17.43s

Elaborado por: Investigador

Para la ejecución de los comandos: “ubicación”, “abrir”, “cerrar”, “bloquear” y “desbloquear”, de igual manera se registró los tiempos de ejecución en el vehículo desde que son enviados por el servidor. De la Tabla 4.18 se determina que los tiempos en promedio para la ejecución son: 43.13s para solicitar la ubicación, 24.01s para abrir las puertas, 25.09 segundos para cerrar las puertas, 26.07s y 30.45s para bloquear y desbloquear el motor respectivamente.

Tabla 4.18: Registro de los tiempos de ejecución de las acciones del sistema.

Muestras	Ubicación	Abrir	Cerrar	Bloquear	Desbloquear
1	41.67s	24.84s	23.56s	28.69s	30.12s
2	42.03s	23.61s	23.34s	24.87s	29.43s
3	43.62s	23.09s	30.12s	24.52s	31.28s
4	45.93s	24.87s	22.72s	25.12s	30.63s
5	42.36s	23.67s	25.72s	27.17s	30.81s
Promedio:	43.132s	24.01s	25.09s	26.07s	30.45s

Elaborado por: Investigador

4.10 Presupuesto

El presupuesto total para la implementación del prototipo del sistema de monitoreo GPS se divide tanto en el presupuesto de diseño como de construcción. Para calcular el presupuesto de diseño se considera el total de horas empleadas para el desarrollo del mismo, por lo que se analiza el salario básico de un Ingeniero Electrónico en Comunicaciones establecido por el Ministerio de Trabajo que corresponde a \$923.18 mensuales [54]. Si se considera un promedio de 21 días laborables por año, mediante la ecuación 2 se obtiene el salario por día:

$$Salario_{diario} = \frac{Salario_{mensual}}{Días_{laborables}} \quad [2]$$

$$Salario_{diario} = \frac{923.18}{21}$$

$$Salario_{diario} = 43.96 \text{ [Dólares]}$$

De acuerdo a la ley el día está constituido por 8 horas laborables, aplicando la ecuación 3 se obtiene la remuneración por hora de trabajo.

$$Salario_{hora} = \frac{Salario_{diario}}{Horas_{laborables}} \quad [3]$$

$$Salario_{hora} = \frac{43.96}{8}$$

$$Salario_{hora} = 5.495 \text{ [Dólares]}$$

Se toma como tiempo estimado de trabajo un total de 120 horas de investigación, distribuidas en la realización del diseño, la programación y las pruebas de funcionamiento; aplicando la ecuación 4 se obtiene el presupuesto de diseño del proyecto de investigación.

$$Presupuesto_{diseño} = Horas_{investigación} * Salario_{hora} \quad [4]$$

$$Presupuesto_{diseño} = 120 * 5.495$$

$$Presupuesto_{diseño} = 659.40 \text{ [Dólares]}$$

A continuación, en la Tabla 4.19 se describe el costo de los módulos y elementos electrónicos utilizados en la construcción del dispositivo.

Tabla 4.19: Presupuesto del Sistema de monitoreo GPS.

N°	Detalle	Cantidad	Valor Unitario(\$)	Valor Total(\$)
1	Módulo GPS GY-NEO6MV2	1	15.00	15.00
2	Módulo SIM900	1	35.00	35.00
3	Arduino Uno	1	12.00	12.00
4	Raspberry Pi3 b+	1	70.00	70.00
5	Módulo SIM800L	1	20.00	20.00
6	Regulador step down LM2596	1	4.00	4.00
7	Display OLED I2C 128*64	1	10.00	10.00
8	Relé 5V	3	1.00	3.00
9	Diodo 1N4004	3	0.10	0.30
10	Transistor 2N3904	3	0.20	0.60
11	Resistencias 10KΩ	3	0.05	0.15
12	Bornas x2	3	0.25	0.75
13	Bornas x3	3	0.35	0.95
14	Sockets 40 pines	3	0.50	1.50
15	Pulsador	1	0.35	0.35
16	Botón On/Off	1	0.50	0.50

17	Fusible 2.5 ^a	1	0.80	0.80
18	Cableado	1	3.00	3.00
19	Cargador 5V 2A Raspberry	1	3.00	3.00
20	Baquelita	1	5.00	5.00
21	Ácido férrico	3	1.00	3.00
22	Case acrílico	1	15.00	15.00
23	Case Raspberry + ventilador	1	8.00	8.00
24	Chip claro	2	3.00	6.00
25	Recarga Claro	2	15.00	30.00
			Subtotal	247.90
			Imprevistos (3%)	7.44
			TOTAL	255.34

Elaborado por: Investigador

Finalmente, aplicando la ecuación 5 se obtiene el presupuesto total:

$$Presupuesto_{total} = Presupuesto_{diseño} + Presupuesto_{construcción}[5]$$

$$Presupuesto_{diseño} = 659.40 + 255.34$$

$$Presupuesto_{diseño} = 914.74$$

Por lo tanto, el presupuesto total para la implementación del prototipo del sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro es de \$914.74, este valor es bajo en comparación a sistemas existentes en el mercado que van de 1000 a 1200 dólares. Hay que tomar en cuenta que el monitoreo web está diseñado para 10 vehículos y el prototipo se instaló en 1 vehículo, para la implementación en los demás vehículos de la escuela el costo bajaría debido a que el presupuesto de diseño ya no se consideraría en su totalidad.

CAPÍTULO V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

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

- Se analizó las características de los sistemas de monitoreo para autos determinando que se requiere el rastreo de la posición de los vehículos, registro de las ubicaciones, pulsador de pánico y control de puertas a distancia, con la finalidad de mejorar la seguridad y educación de los estudiantes.
- El módulo GPS GY-NEO6MV permite obtener la ubicación del vehículo utilizando el protocolo NMEA, garantizando la correcta localización del vehículo con un margen de variación promedio de 2.41 metros,
- A partir de las pruebas realizadas se determina que, el sistema posee una efectividad del 94.27% en el monitoreo del vehículo, además si se presenta alguna emergencia durante las prácticas de conducción, el sistema permite enviar una notificación al dispositivo móvil del controlador en aproximadamente 13 segundos, con la ubicación del vehículo, la misma que se visualiza en la página web en aproximadamente 17 segundos, para que la

escuela pueda dar una respuesta inmediata permitiendo brindar la asistencia médica y mecánica necesaria.

- Las medidas de seguridad implementadas en el sistema de monitoreo web como la protección de contraseñas, variables de sesión, bloqueos de solicitudes no autorizadas, inyecciones SQL y ataques de fuerza bruta permiten proteger la información y evitar daños en el servidor.

5.2 Recomendaciones

- La ubicación del dispositivo de monitoreo en el vehículo debe tener línea de vista directa a la atmósfera, para que la antena receptora del módulo GPS pueda conectarse en el menor tiempo posible a los satélites y poder obtener de manera rápida y eficaz los datos de geolocalización.
- Para mejorar el funcionamiento de la programación de arduino, se debe utilizar un número reducido de librerías de programación y optimizar el uso de variables en el programa, debido a que el procesamiento del microcontrolador se vuelve inestable con un valor igual o mayor al 75% de memoria dinámica ocupada.
- Para el correcto funcionamiento de la SIM900 se debe verificar la alimentación del sistema para que permita trabajar con una corriente máxima de 2 amperios, caso contrario el módulo tendrá errores en la conexión GSM/GPRS.
- Para la implementación del sistema de monitoreo GPS en los demás vehículos de la escuela, se recomienda trabajar con un GPS homologado por la ANT, para tener mayor exactitud en el funcionamiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. N. d. Tránsito, «Listado de escuelas de capacitación,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/programas/escuelas-de-capacitacion/listado-de-escuelas-de-capacitacion#.W1EGC9JKjIV>. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [2] A. N. d. Tránsito, «Reglamento de Escuelas de Capacitación para Conductores Profesionales,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.ant.gob.ec/index.php/transito-7/resoluciones-2015/resoluciones-de-directorio/file/2730-resolucion-no-010-dir-2015-ant-reglamento-de-escuelas-de-capacitacion-para-conductores-profesionales>. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [3] INEC, «Anuario de Transporte,» 2016. [En línea]. Available: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Estadistica%20de%20Transporte/2016/2016_AnuarioTransportes_%20Principales%20Resultados.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [4] A. Holguer, «Diseño e implementación de un sistema electrónico para el control, seguridad y rastreo vehicular utilizando un ordenador de placa reducida raspberry,» 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6868/1/98T00147.pdf>. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [5] C. Geovanni, «Diseño de un sistema de localización, medición de velocidad y aceleración de un vehículo para determinar rutas alternas, utilizando tecnologías GPS y GPRS,» 2017. [En línea]. Available: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6872/1/98T00151.pdf>. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [6] G. Mario, «Sistema de monitoreo con la tecnología GPS a las motocicletas de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Chibuleo de la ciudad de Ambato,» 2016. [En línea]. Available: http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/445/1/Tesis_t658ec.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2018].

- [7] R. Edgar, «Sistema de localización automática de vehículos mediante GPS, para determinar la ubicación de las volquetas del GAD Municipal de Patate,» 2014. [En línea]. Available: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7338/1/Tesis_t877ec.pdf. [Último acceso: 10 Julio 2018].
- [8] P. Rojas, J. Bustos y D. Ordoñez, «QBus: Smart Mobility for the Public Transportation,» International Conference on Information Systems and Computer Science (INCISCOS), 2015.
- [9] T. Saed, «Public Transportation Management System base on GPS/WiFi and Open Street Maps,» The Science and Information (SAI) Organization.
- [10] R. Prasad, «Reseña de las Comunicaciones Personales Inalámbricas,» IEEE Communications, vol. 10, 2013.
- [11] L. Chulde, «Sistema de Monitoreo Web para Vehículos mediante Hardware Libre,» Mayo 2017. [En línea]. Available: http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25534/1/Tesis_t1235ec.pdf. [Último acceso: 08 Agosto 2018].
- [12] Negocios de Seguridad, «¿Cómo inicio el negocio del rastreo satelital? ¿Cuáles son los beneficios?,» 2017. [En línea]. Available: http://www.rnds.com.ar/articulos/109/RNDS_096-98W.pdf. [Último acceso: noviembre 2018].
- [13] gmv innovating solutions, «SAE Sistema de ayuda a la explotación,» 2017. [En línea]. Available: https://www.gmv.com/DocumentosPDF/Transporte/Productos_SAE_ESP.pdf. [Último acceso: noviembre 2018].
- [14] gtz Proyecto sectorial Servicio de asesoría en transporte, «Sistemas de transporte inteligentes,» 2017. [En línea]. Available: https://www.sutp.org/files/contents/documents/resources/A_Sourcebook/SB4_Vehicles-and-Fuels/GIZ_SUTP_SB4e_Intelligent-Transport-Systems_ES.pdf. [Último acceso: noviembre 2018].

- [15] T. Giménez, «Sistema de posicionamiento global GPS,» 2010. [En línea]. Available: https://webs.um.es/bussons/GPSresumen_TamaraElena.pdf. [Último acceso: octubre 2018].
- [16] GPS.GOV, «Space-Based Positioning Navigation & Timing,» Julio 2016. [En línea]. Available: <http://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>. [Último acceso: 10 Junio 2017].
- [17] F. Solari, «Introducción al GPS,» 2017. [En línea]. Available: https://ced.agro.uba.ar/moodle/pluginfile.php/90537/mod_folder/content/0/Cap5-GPS.pdf?forcedownload=1. [Último acceso: noviembre 2018].
- [18] M. Díaz, «La era del GPS,» 2016. [En línea]. Available: <https://es.calameo.com/read/0044341325948040ed5a8>. [Último acceso: noviembre 2018].
- [19] A. M. G. N. E. Huerta, GPS: posicionamiento satelital, Argentina: UNR Editora, 2005.
- [20] R. López, «Ventajas de .online,» 2017. [En línea]. Available: <https://ventajasde.online/ventajas-y-desventajas-del-gps/>. [Último acceso: noviembre 2018].
- [21] HAWKERS, «GSMspain,» Hawkers, 2015. [En línea]. Available: <http://www.gsmspain.com/glosario/?palabra=GPRS>. [Último acceso: 10 Junio 2017].
- [22] I. I. E. S.L.U., «Servidor LAMP: una solución económica para webs dinámicas,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/servidor-lamp-la-solucion-para-webs-dinamicas/>. [Último acceso: noviembre 2018].
- [23] Fx2, «MySQL: uno de los gestores de base de datos más utilizado,» 2017. [En línea]. Available: <http://fx2.com.uy/mysql-un-aliado-para-la-gestion-de-base-de-datos>. [Último acceso: noviembre 2018].
- [24] CartoMap, «El Sistema de Posicionamiento Global GPS,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.cartomap.cl/utfsm/Texto->

Topograf%EDa/Cap%2011%20El%20Posicionamiento%20Global.pdf. [Último acceso: marzo 2019].

[25] G. Marín, «¿Cómo funcionan los dispositivos GPS? Trilateración vs Triangulación,» 2018. [En línea]. Available: <https://acolita.com/como-funcionan-los-dispositivos-gps-trilateracion-vs-triangulacion/>. [Último acceso: marzo 2019].

[26] D. S. Edison Ojeda, «Diseño e implementación de un sistema de monitoreo para la compañía de transportes Planeta Transplaneta S.A. utilizando tecnologías inalámbricas GPS y GPRS,» 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11617/1/UPS%20-%20ST002156.pdf>. [Último acceso: abril 2019].

[27] u-blox, «NEO-6 u-blox 6 GPS Modules,» 2015. [En línea]. Available: <https://www.openimpulse.com/blog/wp-content/uploads/wp-content/uploads/wpsc/downloadables/GY-NEO6MV2-GPS-Module-Datasheet.pdf>. [Último acceso: noviembre 2018].

[28] L. Ada, «Adafruit Ultimate GPS,» 2019. [En línea]. Available: <https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-ultimate-gps.pdf>. [Último acceso: febrero 2019].

[29] GLOBALSAT, «GLOBALSAT GPS Module,» 2016. [En línea]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/GPS/EM506_um.pdf. [Último acceso: febrero 2019].

[30] U-blox, «NEO-6,» 2017. [En línea]. Available: https://www.u-blox.com/sites/default/files/products/documents/NEO-6_DataSheet_%28GPS.G6-HW-09005%29.pdf. [Último acceso: marzo 2018].

[31] Elecstore, «Shield GSM/GPRS SIM900,» 2018. [En línea]. Available: <https://elecstore.pe/tienda/shield-gsmgprs-sim900>. [Último acceso: febrero 2019].

[32] Geek Factory, «Shield SIM808 GSM GPRS GPS,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.geekfactory.mx/tienda/shields-arduino/shield-sim808-gsm-gprs-gps-para-arduino/#>. [Último acceso: febrero 2019].

- [33] Electropo, «MÓDULO GSM SIM800L,» 2018. [En línea]. Available: <http://electropo.pe/image/data/imgProductos/140.%20M%C3%B3dulo%20GSM%20SIM800/SIM800L.pdf>. [Último acceso: febrero 2019].
- [34] ARCOTEL, «Boletín Estadístico Cierre 2018 ARCOTEL,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/2015/01/BOLETIN-ESTADISTICO-FEBRERO-2019-Cierre-2018.pdf>. [Último acceso: marzo 2019].
- [35] Claro, «Cobertura de la telefónica Claro en Ecuador,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.claro.com.ec/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura/>. [Último acceso: abril 2019].
- [36] El arduino, «Arduino Uno,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.elarduino.com/uno/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [37] Wilderness Labs, «About Netduino,» 2018. [En línea]. Available: <http://developer.wildernesslabs.co/Netduino/About/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [38] Xataka, «Raspberry Pi 3 Model B+, análisis: más potencia y mejor WiFi para un miniPC que sigue asombrando,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/ordenadores/raspberry-pi-3-model-b-analisis-mas-potencia-y-mejor-wifi-para-un-minipc-que-sigue-asombrando>. [Último acceso: marzo 2019].
- [39] Tessel, «Tessel 2 Documentation,» [En línea]. Available: https://tessel.gitbooks.io/t2-docs/content/Hardware/Tessel_2_Overview.html. [Último acceso: marzo 2019].
- [40] Digilent, «Arty A7 Reference Manual,» [En línea]. Available: <https://reference.digilentinc.com/reference/programmable-logic/arty-a7/reference-manual>. [Último acceso: marzo 2019].
- [41] El arduino, «Arduino Nano,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.elarduino.com/nano/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [42] El arduino, «Arduino Mega,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.elarduino.com/mega/>. [Último acceso: marzo 2019].

- [43] Texas Instruments, «LM2596 SIMPLE SWITCHER,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm2596.pdf>. [Último acceso: marzo 2019].
- [44] Redes Zone, «Orange Pi PC, un duro rival para Raspberry Pi 2,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.redeszone.net/2015/09/13/orange-pi-pc-un-duro-rival-para-raspberry-pi-2-de-tan-solo-15-dolares/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [45] HardZone, «Análisis: Raspberry Pi 3 Modelo B+,» 2018. [En línea]. Available: <https://hardzone.es/reviews/perifericos/analisis-raspberry-pi-3-modelo-b/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [46] HardZone, «ODROID-C2, uno de los mini PCs más potentes del mercado,» 2016. [En línea]. Available: <https://hardzone.es/2016/02/07/odroid-c2-mini-pc-mas-potente-mercado/>. [Último acceso: marzo 2019].
- [47] electronic datasheets, «Jaguarboard,» [En línea]. Available: <https://www.electronicsdatasheets.com/manufacturers/jaguarboard/parts/jaguarboard#datasheet>. [Último acceso: marzo 2019].
- [48] DFROBOT, «LattePanda,» [En línea]. Available: https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/DFRobot%20PDFs/DFR0419_Web.pdf. [Último acceso: marzo 2019].
- [49] D. B. Morón, «Estudio y evaluación de distribuciones GNU/Linux en la SBC Raspberry Pi 3 Model B,» 2018. [En línea]. Available: <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81509/10/dborrazTFG0618memoria.pdf>. [Último acceso: marzo 2019].
- [50] Digital Guide, «Cómo configurar un servidor web Raspberry Pi con LAMP,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/configuracion/como-configurar-un-servidor-web-raspberry-pi-con-lamp/>. [Último acceso: abril 2019].
- [51] Nacholoop, «Monitorización y seguridad en la Raspberry Pi,» 2016. [En línea]. Available: <https://nacholoop.github.io/enigma/seguridad.html#ssh>. [Último acceso: julio 2019].

- [52] RandomGeekLogs, «Proteger el servidor ssh contra fuerza bruta con fail2ban,» 2017. [En línea]. Available: <https://randomgeeklogs.endikap100.tk/gnu/linux/seguridad/tutorial/2017/01/31/proteger-el-servidor-ssh-contra-fuerza-bruta-con-fail2ban.html>. [Último acceso: julio 2019].
- [53] CLOUDWAYS, «Ultimate PHP Security Best Practices,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.cloudways.com/blog/php-security/#sql>. [Último acceso: julio 2019].
- [54] Ecuador Legal Online, «Tabla sectorial 2019 - Ministerio del Trabajo,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.ecuadorlegalonline.com/laboral/tabla-sectorial-2019-ministerio-del-trabajo/>. [Último acceso: mayo 2019].

ANEXOS

ANEXO A

Acuerdo de Implementación “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro”



ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES
PROFESIONALES DE PÍLLARO

ACUERDO DE IMPLEMENTACIÓN

Píllaro 08 de noviembre del 2018

En este documento se detallan los requerimientos y necesidades de la Escuela que deben ser implementados en el Trabajo de Investigación denominado “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro” realizado por el Sr. Joseph Gustavo Hernández Boada:

- Rastreo y localización GPS de un vehículo de la institución.
- Notificación de Emergencia a través de un botón instalado en el vehículo.
- Apertura y cierre remoto de puertas del vehículo.
- Bloqueo y desbloqueo del encendido del motor.
- Desarrollo de una interfaz web para la localización de los vehículos de la escuela y registro de las ubicaciones de los vehículos durante las horas prácticas de los alumnos.
- Instalación del sistema en un vehículo de la institución.

El estudio e implementación del Trabajo de Investigación se llevará acabo con la tutoría del Sr. Nelson Redrobán.

Atentamente,

Sr. Nelson Redrobán
CI: 1702899798
Tutor Empresarial

Sr. Joseph Hernández
CI: 1805240932
Estudiante

ANEXO B

Extracto del código de programación del dispositivo de monitoreo GPS

En este Anexo se muestra el código principal de las variables y métodos de la programación del Arduino Uno del circuito.

//Programa Rastreo Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro

//*****Librerías*****//

#include "U8glib.h" //Librería de Display Oled 0.96"

#include <TinyGPS++.h> //Librería para el manejo del Módulo GPS

#include <SoftwareSerial.h> //Librería para crear puertos virtuales en arduino

//*****Declaración de Métodos*****//

U8GLIB_SSD1306_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE); //Método u8g para uso de Display

TinyGPSPlus gps; //Método para usar librería GPS

SoftwareSerial GPSSerial(8, 7); //Pines Tx y Rx para modulo GPS

//*****Declaración de Variables*****//

#define emergencia 5 //Emergencia pinD5

#define alarma 6 //Activación alarma pinD6

#define abrirp 9 //Abrir puerta pinD9

#define cerrarp 10 //Cerrar puerta pinD10

#define bloqueoM 11 //Bloqueo de Motor PinD11

float latitud, longitud; //Almacena las variables obtenidas por el GPS

int velocidad, i; //Almacena la velocidad del vehículo

boolean gps_status=0; //Estado del GPS para salir de bucle de recoger muestras

char direccion[128] = "";

//Variables para indentificar SMS

char incoming_char = 0; //Variable que guarda los caracteres que envía el Servidor

String mensaje = ""; //Variable que almacena los mensajes recibidos

char movil_propietario[]={"0969332962"}; //Número de Teléfono del Controlador

char movil_propietario2[]={"0979758671"};

//Logo del sistema

const uint8_t logo[] PROGMEM = {

};

```

//*****Método de Configuración Inicial*****//

void setup(){
    power();    //Método de Encendido del Sistema
    iniciar();  //Método que Inicia todas las configuraciones iniciales
}

//*****Método Principal Repetitivo*****//

void loop(){
    //Condición para leer la variable del Pulsador de Emergencia
    if(digitalRead(emergencia)== HIGH){ //Comprueba si el pulsador de emergencia está activado
        digitalWrite(alarma,HIGH);      //Activa la alarma
        lcd_envionotiemer();
        getgps();
        envioposicion();
        digitalWrite(alarma,LOW);
        i=0;
        rastreogps();
        lcd_envioserver2();
        delay(1000);
        lcd_sistemalista();
    }

    //Condición para leer el puerto serie del Módulo Sim900
    if(Serial.available(>0){
        incoming_char = Serial.read();    //Guarda los carácter enviados de GPRS
        mensaje = mensaje + incoming_char ; // Guarda los caracteres en un String
        identifica_SMS ();                //Llama al método identifica SMS
    }
}

//*****Métodos del Programa*****//

//*****Método de Identificar SMS*****//

//Analiza el SMS recibido y procede a realizar la acción correspondiente//

void identifica_SMS()
{
    //Claves del Sistema
    int Rastreo = mensaje.indexOf("rastrear");

```

```

int AbrirP = mensaje.indexOf("abrir");
int CerrarP = mensaje.indexOf("cerrar");
int BloqueoMotor=mensaje.indexOf("bloquear");
int DesbloqueoMotor=mensaje.indexOf("desbloquear");
//Si se cumple la condicion del SMS procede a realizar las acciones
if (Rastreo >= 0)
{
    lcd_envioserver();
    getgps();
    i=2;
    rastreogps(); //Método de envío de datos a Servidor
    lcd_envioserver2();
    mensaje = "" ;
    delay(1000);
    lcd_sistemalista();
}
if (AbrirP >=0)
{
    lcd_abrirP();
    digitalWrite(abrirp,HIGH); //Activa el relé para abrir puertas
    delay(1000);
    digitalWrite(abrirp,LOW);
    mensaje = "" ;
    delay(1000);
    lcd_sistemalista();
}
if (CerrarP >=0)
{
    lcd_cerrarP();
    digitalWrite(cerrarp,HIGH); //Activa el relé para cerrar puertas
    delay(1000);
    digitalWrite(cerrarp,LOW);
    mensaje = "" ;
    delay(1000);
    lcd_sistemalista();
}

```

```

}
if (BloqueoMotor >=0)
{
    lcd_motorbloq();
    digitalWrite(bloqueoM,HIGH); //Activa el relé para impedir el paso de energía al motor
    mensaje = "" ;
    delay(1000);
    lcd_sistemalista();
}
if (DesbloqueoMotor >=0)
{
    lcd_motordes();
    digitalWrite(bloqueoM, LOW); //Desactiva el relé para permitir el paso
    mensaje = "" ;
    delay(1000);
    lcd_sistemalista();
}
delay(200);
}

//*****Método de Rastreo*****//
//Envia Datos del GPS a Servidor en Raspberry Pi//
void rastreogps(){
    Serial.println("Ingresando Rastreo");
    conversion();
    char aux_str[50];
    int b=0;
    for(i;i<=3;i++){
        subirdatos:
        enviarAT("AT+CGATT=1\r", "OK", 1000); //Iniciamos la conexión GPRS
        enviarAT("AT+CSTT=\"internet.claro.com.ec\", \"claro\", \"claro\", \"\", \"OK\", 3000); //Definimos el
        APN, usuario y clave a utilizar
        enviarAT("AT+CIICR", "OK", 3000); //Activamos el perfil de datos inalámbrico
        enviarAT("AT+CIFSR", "", 4000); //Solicitar ip del módulo sim900
        enviarAT("AT+CIPSTART=\"TCP\", \"gpssindicatopillaro.sytes.net\", \"80\", \"CONNECT OK\",
        8000); //Inicia una conexión TCP

```

```

sprintf(aux_str, "AT+CIPSEND=%d", strlen(direccion));
if (enviarAT(aux_str, ">", 8000) == 1)
{
    Serial.println(direccion); //Envía la ubicación al servidor
    delay(2000);
    Serial.println("AT+CIPCLOSE"); //Cierra la conexión GPRS
    delay(1000);
    Serial.println("AT+CIPSHUT");
    delay(1000);
}
else
{
    b=b+1;
    if(b==3){
        reiniciar();
    }
    goto subirdatos; //Sino hay señal se repite todo el proceso
}
}

//Colocar las variables del GPS en 0 para usar la próxima vez

latitud=0;
longitud=0;
velocidad=0;
delay(500);
}

//*****Conversión de latitud y longitud*****

void conversion(){
    char conv_lat[10];
    char conv_long[10];

    dtostrf(latitud,4,5,conv_lat); // Convierto un numero float a una cadena de texto
    dtostrf(longitud,4,5,conv_long); // Convierto un numero float a una cadena de texto
    strcpy(direccion,"GET /datosviagprs.php?id=0&lat="); // concatena dos cadenas de texto
    strcat(direccion,conv_lat); // concatena dos cadenas de texto
    strcat(direccion,"&long="); // concatena dos cadenas de texto
    strcat(direccion,conv_long); // concatena dos cadenas de texto
}

```

```

    strcat(direccion," HTTP/1.1\r\nHost: gpssindicatopillaro.sytes.net\r\nConnection: close\r\n\r\n");
    delay(1000);
}

//*****Método de SMS Posición*****//
//Envía un SMS con los datos del GPS//
void envioposicion()
{
    int b=0;
    enviarsms:
    if (enviarAT("AT+CREG?", "+CREG: 1,1", 1000) == 1) //comprueba la conexión a la red GSM
    {
        char aux_str[50]; //Variable para concatenar el SMS
        enviarAT("AT+CMGF=1\r", "OK", 1000); //Selecciona Formato para enviar SMS
        sprintf(aux_str, "AT+CMGS=\"%s\"", movil_propietario); //Numero al que vamos a enviar el
        mensaje
        if (enviarAT(aux_str, ">", 10000) == 1)
        {
            //Texto del mensaje
            Serial.print(F("Vehiculo #1 en
            Emergencia:\rUbicacion:\rhttps://maps.google.com/maps?q=")); //Colocamos la url de google maps
            Serial.print(latitud,6); //Obtemos los datos de latitud del módulo GPS y se lo enviamos al módulo
            gsm
            Serial.print(F("+"));
            Serial.println(longitud,6); //Obtenemos los datos de longitud del módulo GPS y se lo enviamos al
            módulo gsm
            Serial.print(F("Velocidad:\r"));
            Serial.print(velocidad);
            Serial.print(F("Km/h:\r"));
            Serial.print(F("\r"));
            Serial.write(0x1A); //Ctrl+Z para enviar SMS
        }
        delay(500);
        goto salirenioposicion;
    }
    else
    {

```



```

    b=b+1;
    if(b==2){
        goto salirenviposicion;
    }
    goto enviarsms; //Sino hay señal se envía repite todo el proceso
}

salirenviposicion:
delay(500);
}

//*****Método de GPS*****//
//Obtiene los datos enviados por el GPS, los pasa por la librería TinyGPS++//
// y los convierte datos legibles para ser ocupados por los diversos métodos//
void getgps(){
    while(1){//Ingresa a un ciclo infinito hasta que obtenga nuevos datos
        while(GPSSerial.available()>0){//Lee los datos seriales de los pines 7 y 8 del módulo GPS
            gps.encode(GPSSerial.read()); //envia las tramas NMEA a la librería para procesarlas
            if(gps.location.isUpdated()){
                gps_status=1;
                //Obtiene las coordenadas en forma legible
                latitud=(gps.location.lat());
                longitud=(gps.location.lng());
                velocidad=(gps.speed.kmph());
                delay(2000);
            }
        }
    }
    //Condición para romper el Ciclo infinito cuando halle datos GPS
    if(latitud!=0 || longitud!=0){
        gps_status=1;
    }else{
        gps_status=0;
        delay(200);
    }
    if(gps_status)

```

```

    break;
}
}

//*****Método de Encendido del Sistema*****//

//Enciende el Sistema y sus componentes e inicializa variables//

void power(void)
{
    //Configuración de Pantalla para inicializar
    if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_R3G3B2 ) {
        u8g.setColorIndex(255);    // white
    }
    else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_GRAY2BIT ) {
        u8g.setColorIndex(3);      // max intensity
    }
    else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_BW ) {
        u8g.setColorIndex(1);      // pixel on
    }
    else if ( u8g.getMode() == U8G_MODE_HICOLOR ) {
        u8g.setHiColorByRGB(255,255,255);
    }

    lcd_iniciologo(); //Inicia el Logo del Sistema en la Pantalla
    pinMode(abrirp, OUTPUT); //Declara pin de 9 como entrada
    digitalWrite(abrirp, LOW); //inicializa el pin 9 como apagado
    pinMode(cerrarp, OUTPUT); //Declara pin de 10 como entrada
    digitalWrite(cerrarp, LOW); //inicializa el pin 10 como apagado
    pinMode(bloqueoM, OUTPUT); //Declara pin de 11 como salida
    digitalWrite(bloqueoM, LOW); //inicializa el pin 11 como apagado
    pinMode(emergencia, INPUT); //Declara pin de 5 como entrada
    pinMode(alarma, OUTPUT); //Declara pin de 6 como salida
    digitalWrite(alarma, LOW); //inicializa el pin 6 como apagado

    Serial.begin(9600); //Configura velocidad de modulo GPRS a 9600 baudios
    GPSSerial.begin(9600); //Configura velocidad de modulo GPS a 9600 baudios

    // Comprueba que el módulo SIM900 esta arrancado

    int respuesta = 0;

    if (enviarAT("AT", "OK", 2000) == 0)

```

```

{
    pinMode(2, OUTPUT);
    digitalWrite(2, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(2, LOW);
    delay(1000);
    while(respuesta == 0){ //Ciclo que se ejecuta hasta que se encienda el modulo
        respuesta=enviarAT("AT","OK",2000);
    }
}

//*****Método de Configuración de SIM900*****//

//Después de encenderse el sistema se configura con comandos AT para que funcione//
void iniciar()
{
    //Espera hasta estar conectado a la red móvil
    while ( enviarAT("AT+CREG?", "+CREG: 1,1", 1000) == 0 )
    {
    }

    enviarAT("AT+CMGF=1\r", "OK", 1000); //Configura el modo texto para enviar o recibir mensajes
    enviarAT("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r", "OK", 1000); //Configuramos el módulo para que nos muestre los
    SMS recibidos por comunicacion serie

    lcd_sistemalisto();
}

void power_off()
{
    digitalWrite(2, HIGH);
    delay(1000);
    digitalWrite(2, LOW);
    delay(1000);
}

void reiniciar()
{
    power_off();
    delay(3000);
}

```

```

    power();
    iniciar();
}

//*****Método para enviar comandos AT*****//

//Envía Comandos AT de manera sencilla esperando su respuesta a Sim900//
//Se utiliza para esperar la respuesta del módulo SIM900 y realizar un control mejor//
int enviarAT(String ATcommand, const char* resp_correcta, unsigned int tiempo)
{
    int x = 0;
    bool correcto = 0;
    char respuesta[100];
    unsigned long anterior;
    memset(respuesta, '0', 100); // Inicializa el string
    delay(100);
    while ( Serial.available() > 0) Serial.read(); // Limpia el buffer de entrada
    Serial.println(ATcommand); // Envía el comando AT
    x = 0;
    anterior = millis();
    // Espera una respuesta
    do {
        // si hay datos el buffer de entrada del UART lee y comprueba la respuesta
        if (Serial.available() != 0)
        {
            respuesta[x] = Serial.read();
            x++;
            // Comprueba si la respuesta es correcta
            if (strstr(respuesta, resp_correcta) != NULL)
            {
                correcto = 1;    }
        }
    }
    // Espera hasta tener una respuesta
    while ((correcto == 0) && ((millis() - anterior) < tiempo));
    return correcto;
}

```

ANEXO C

Extracto del código de programación del script .JAVA de la página web

//Configurar parámetros de la librería Leaflet de JavaScript

```
var mymap = L.map('mapid');
```

```
L.tileLayer('https://api.tiles.mapbox.com/v4/{id}/{z}/{x}/{y}.png?access_token=pk.eyJ1Ijoiam9zZWphY29tZWUiLCJhIjojY2pyenhzNjhlMHk1eTQzbzkyeXNrOTZnNiJ9.55SE4F5kdNshstre7b8lFw', {
```

```
  attribution: 'Map data &copy; <a href="https://www.openstreetmap.org/">OpenStreetMap</a>  
  contributors, <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/">CC-BY-SA</a>, Imagery ©  
  <a href="https://www.mapbox.com/">Mapbox</a>',
```

```
  maxZoom: 18,
```

```
  id: 'mapbox.streets',
```

```
  accessToken:
```

```
'pk.eyJ1Ijoiam9zZWphY29tZWUiLCJhIjojY2pyenhzNjhlMHk1eTQzbzkyeXNrOTZnNiJ9.55SE4F5kdNshstre7b8lFw'
```

```
}).addTo(mymap);
```

//Función para graficar en el mapa los datos de latitud y longitud almacenados en la base de datos

```
function cambiarmapa() {
```

```
  var cadena = "/obtenerhistorial.php?q=" + $("#selectorautos").val() + "&opcion=ira";
```

```
  $.get(cadena, function (data, status) {
```

```
    if (status === "success") {
```

```
      marcadores.forEach(function (value, index) {
```

```
        mymap.removeLayer(value);
```

```
      }
```

```
      if (data.search("Sin datos") > 0) {
```

```
        $("#demo").html(data);
```

```
      } else {
```

```
        $("#demo").html("");
```

```
        if (marker !== undefined) {
```

```
          mymap.removeLayer(marker);
```

```
        }
```

```
        if (marker3 !== undefined) {
```

```
          mymap.removeLayer(marker3);
```

```
        }
```

```
        jsonquery = JSON.parse(data);
```

```
        $("#maximoMapa").prop("max", jsonquery.length);
```

```
        $("#maximoMapa").val(jsonquery.length);
```

```

        salidalatitud = parseFloat(jsonquery[0].latitud);
        salidalongitud = parseFloat(jsonquery[0].longitud);

        marker = L.marker([salidalatitud, salidalongitud], {icon: greenIcon, title: "Última ubicación
reportada"}).addTo(mymap);

        if (marcadores.length === 0) {
            marcadores.push(marker);
        } else {
            marcadores[0] = marker;
        }

        for (var i = 1; i < jsonquery.length; i++) {
            if (jsonquery[i] !== null) {
                if (salidalatitud !== jsonquery[i].latitud || salidalongitud !== jsonquery[i].longitud) {
                    marker3 = L.marker([parseFloat(jsonquery[i].latitud),
                    parseFloat(jsonquery[i].longitud)]);
                    if (marcadores.length < i + 1) {
                        marcadores.push(marker3);
                    } else {
                        marcadores[i] = marker3;
                    }
                }
            }
        }

        var vectorRuta = new Array();

        jsonquery.forEach(function (value, index) {
            marcadores[index].addTo(mymap);

            marcadores[index].bindPopup("Localización anterior auto " + $("#selectorautos").val() + " fecha: " +
            String(value.fecha)).openPopup();

        })

        mymap.setView([salidalatitud, salidalongitud], zoom);

        marcadores[0].bindPopup("Localización requerida auto " + $("#selectorautos").val() + " fecha: " +
        String(jsonquery[0].fecha)).openPopup();

    }

}

}

}

```

ANEXO D

Manual de Usuario del “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Pillaro”

El propósito de este Manual es facilitar al operador el uso de las diferentes funciones con las que cuenta el “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la “Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Pillaro”.

1. Requerimientos del Sistema

- Computador
- Conexión a internet
- Navegador web (De preferencia Mozilla Firefox)

2. Ingreso al Sistema

Dentro de su navegador, teclee la siguiente dirección electrónica:

<http://gpssindicatopillaro.sytes.net>

Automáticamente se visualizará la ventana de la Figura 1, esta es la pantalla de autenticación del operador donde deberá ingresar el Usuario y Contraseña establecidos por la Escuela de Conducción y finalmente presionar el botón Ingresar.

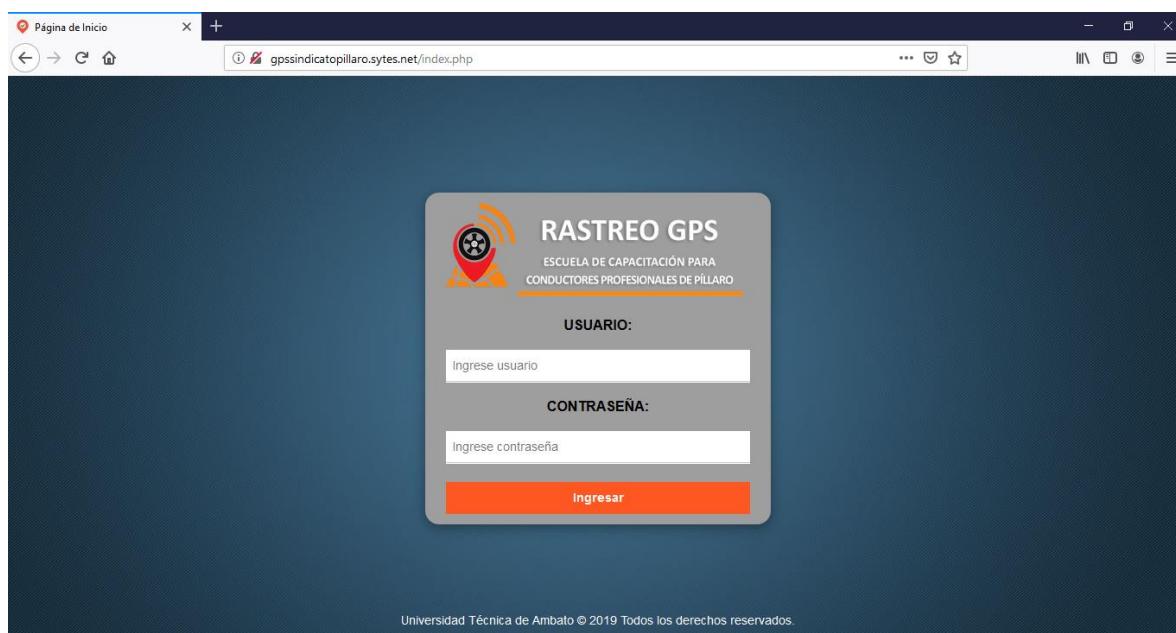


Figura 1: Ingreso del sistema

3. Barra de navegación

En la barra de navegación Figura 2, podrá visualizar las diferentes opciones con las que cuenta el sistema.

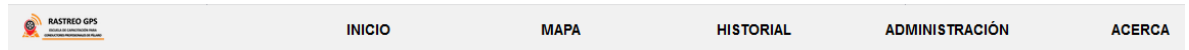


Figura 2: Barra de herramientas

3.1 Mapa

En la pestaña Mapa Figura 3, se visualizan 3 áreas de trabajo:

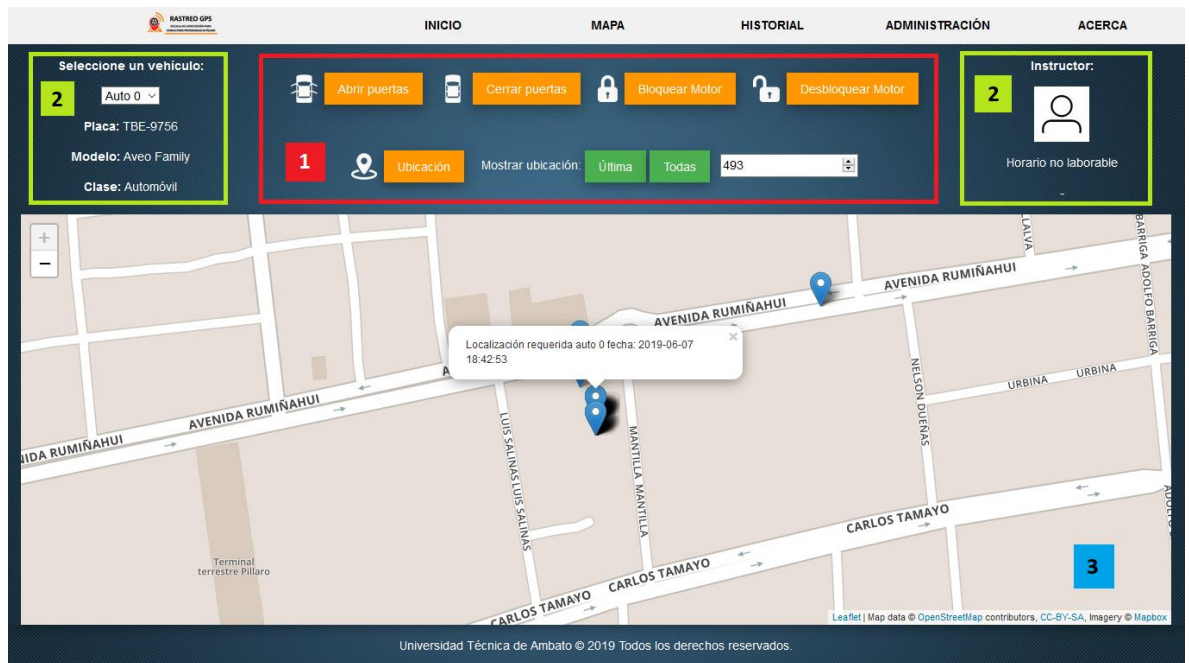


Figura 3: Pestaña Mapa

3.1.1 Área de funcionalidades disponibles

Muestra las opciones de control del sistema instalado en el vehículo, estas son las siguientes:

- Abrir puertas
- Cerrar puertas
- Bloquear motor (Desconecta el encendido del motor).
- Desbloquear motor (Conecta el encendido del motor).
- Ubicación (Solicitar posición del vehículo).
- Última (Visualiza la última ubicación en el mapa).

- Todas (Visualiza N ubicaciones en el mapa).

3.1.2 Área de información

En la parte izquierda se visualiza una barra desplegable que permite seleccionar el vehículo que se va a controlar, además visualiza la información de placa, modelo, clase e instructor asignado del vehículo seleccionado.

3.1.3 Mapa de visualización

Permite visualizar en el mapa las ubicaciones registradas del vehículo seleccionado.

3.2 Historial

La pestaña Historial permite visualizar las ubicaciones de los vehículos durante las horas prácticas de conducción, para lo cual se puede realizar dos tipos de búsqueda como se visualiza en la Figura 4.

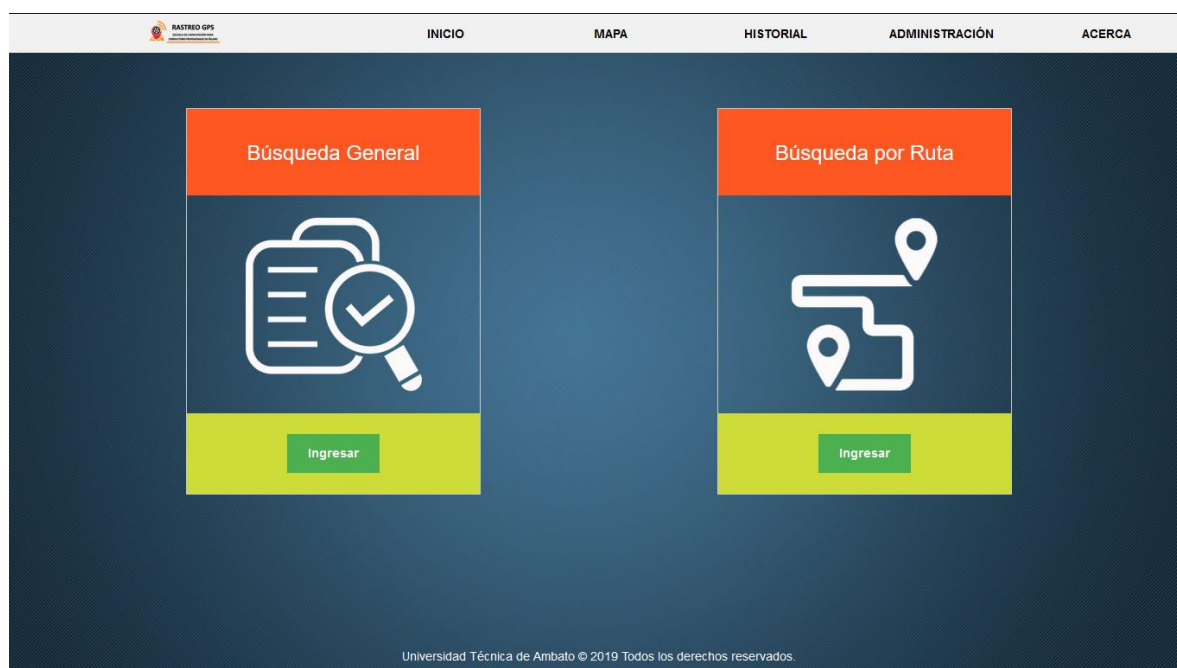


Figura 4: Pestaña Historial

3.2.1 Búsqueda General

Permite visualizar el registro de ubicaciones de los vehículos de la Escuela, para lo cual la búsqueda se puede restringir por:

- Auto
- Fecha

- Horario
- Instructor

En la Figura 5 se observa un ejemplo, en el cual se ha seleccionado:

Auto: 0

Fecha inicio: 06/06/2019

Fecha final: 06/06/2019

Horario: 5

Eliga el criterio de búsqueda:			
Auto 0	Fecha inicio: 06/06/2019	Fecha final: 06/06/2019	Horario 5
Todos los instructores			
Fecha	Auto	Instructor	Latitudes y longitudes
jueves, 6 de junio de 2019 15:49	0	Fernando Sánchez	[-1.1759 -78.5519]
jueves, 6 de junio de 2019 15:49	0	Fernando Sánchez	[-1.1759 -78.5519]
jueves, 6 de junio de 2019 15:49	0	Fernando Sánchez	[-1.1759 -78.5519]
jueves, 6 de junio de 2019 15:44	0	Fernando Sánchez	[-1.1747 -78.5553]
jueves, 6 de junio de 2019 15:44	0	Fernando Sánchez	[-1.1747 -78.5553]
jueves, 6 de junio de 2019 15:44	0	Fernando Sánchez	[-1.1747 -78.5553]
jueves, 6 de junio de 2019 15:43	0	Fernando Sánchez	[-1.1747 -78.5553]
jueves, 6 de junio de 2019 15:40	0	Fernando Sánchez	[-1.1759 -78.5604]
jueves, 6 de junio de 2019 15:40	0	Fernando Sánchez	[-1.1759 -78.5604]
jueves, 6 de junio de 2019 15:35	0	Fernando Sánchez	[-1.1730 -78.5468]
jueves, 6 de junio de 2019 15:32	0	Fernando Sánchez	[-1.1730 -78.5468]
jueves, 6 de junio de 2019 15:24	0	Fernando Sánchez	[-1.1723 -78.5440]
jueves, 6 de junio de 2019 15:24	0	Fernando Sánchez	[-1.1723 -78.5440]
jueves, 6 de junio de 2019 15:14	0	Fernando Sánchez	[-1.1724 -78.5436]

Figura 5: Búsqueda general

3.2.2 Búsqueda por Ruta

Permite visualizar en el mapa el registro de ubicaciones de los vehículos de la Escuela, para lo cual la búsqueda se puede restringir por:

- Auto
- Día
- Horario

En la Figura 6 se observa un ejemplo, en el cual se ha seleccionado:

Auto: 0

Día: jueves, 6 de junio del 2019

Horario: 5



Figura 6: Búsqueda por ruta

3.3 Administración

La pestaña Administración permite el registro de los instructores asignados a las horas de conducción como se visualiza en la Figura 7.

GPS

Inicio

Mapa

Historial

Acerca

Instructores:

Nuevo Usuario

Modificar

Nombre:

Teléfono:

Auto:

0

Nombre:	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	16:00-17:00
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	17:00-18:00
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	18:00-19:00
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	19:00-20:00
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	

Figura 7: Pestaña administración

3.3.1 Registro nuevo usuario

Para ingresar un nuevo usuario se debe seguir los siguientes pasos:

- En la barra desplegable de instructores seleccionar “Nuevo Usuario” y clic en el botón Modificar.



Figura 8: Nuevo Usuario

- Ingresar la información del instructor: Nombre, Teléfono y Foto.

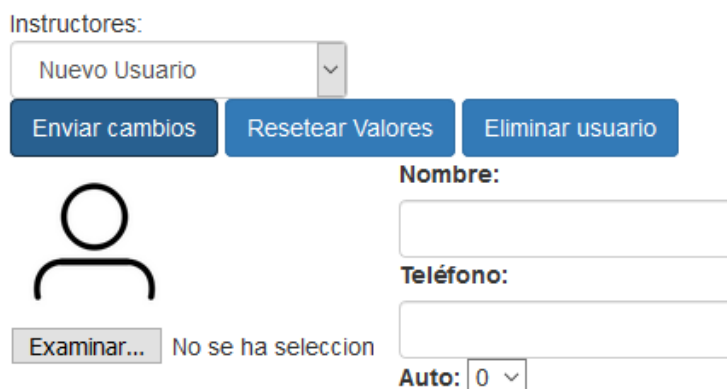
The image shows a web interface for adding a new user. At the top, there is a label 'Instructores:' followed by a dropdown menu. The dropdown menu is open, showing 'Nuevo Usuario' as the selected option. Below the dropdown menu are three blue buttons: 'Enviar cambios', 'Resetear Valores', and 'Eliminar usuario'. Below the buttons is a simple line-art icon of a person's head and shoulders. To the right of the icon are three input fields: 'Nombre:', 'Teléfono:', and 'Auto:'. The 'Nombre:' field is empty. The 'Teléfono:' field is empty. The 'Auto:' field has a value of '0' and a dropdown arrow. Below the 'Nombre:' field is a button labeled 'Examinar...' and the text 'No se ha seleccion'.

Figura 9: Ingreso nuevo usuario

- Seleccionar el auto y horario asignado y finalmente clic en el botón Enviar cambios.

Instructores:

Nuevo Usuario

Enviar cambios Resetea Valores Eliminar usuario

Examinar... Fernando Sánchez

Nombre: Fernando Rodriguez

Teléfono: 0997890909

Auto: 0

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	06:00-08:00	16:00-17:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	08:00-10:00	17:00-18:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	10:00-12:00	18:00-19:00
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	12:00-14:00	19:00-20:00
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	14:00-16:00	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	16:00-18:00	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	18:00-20:00	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	20:00-22:00	

Figura 10: Enviar cambios

3.3.2 Eliminar usuario

Para eliminar un usuario ya registrado se debe seguir los siguientes pasos:

- Seleccionar el usuario a eliminar y clic en Modificar.

Instructores:

Fernando Sánchez

Modificar

Nombre: Fernando Sánchez

Teléfono: 0967984930

Auto: 0

Figura 11: Seleccionar usuario a eliminar

- Finalmente, clic en Eliminar Usuario.

Instructores:

Fernando Sánchez

▼

Enviar cambios

Resetear Valores

Eliminar usuario



Nombre:

Fernando Sánchez

Teléfono:

0967984930

Auto: 0 ▼

Examinar...

No se ha seleccion


Figura 12: Eliminar usuario

3.4 Acerca

La pestaña acerca permite visualizar los datos del sistema que son:

- Número de teléfono del servidor.
- Números de teléfonos de los sistemas de monitoreo GPS de los vehículos.
- Manual de usuario online.
- Información del investigador.

Manual de Usuario



Dispositivo	Celular	Dispositivo	Celular
Servidor	0979758671	Auto 5	---
Auto 0	0981811727	Auto 6	---
Auto 1	---	Auto 7	---
Auto 2	---	Auto 8	---
Auto 3	---	Auto 9	---
Auto 4	---	Auto 10	---

El siguiente trabajo de investigación ha sido realizado por el Sr. Joseph Hernández

Contacto: 0996007749

Universidad Técnica de Ambato © 2019 Todos los derechos reservados.

Figura 13: Pestaña Anexo

ANEXO E

Instalación del Dispositivo



ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO

Píllaro 07 de junio del 2019

Ingeniera Mg.

Pilar Urrutia

DECANA

Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial

Presente

Señora Decana:

Yo, Nelson Enrique Redrobán Pastrano, portador de la cédula de identidad 1702899798, manifiesto que el prototipo del “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro”, ha sido instalado en la furgoneta con placa TBG-3514 perteneciente a la Escuela y está funcionando correctamente con la página de monitoreo web diseñada para el dispositivo, dando cumplimiento al Trabajo de Investigación realizado por el Sr. Joseph Hernández, portador de la cédula de identidad 1805240932, estudiante de Décimo nivel de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Comunicaciones.

Atentamente,

Sr. Nelson Redrobán

CI: 1702899798

Tutor Empresarial

ANEXO F

Registro de las Pruebas de Funcionamiento



ESCUELA DE CAPACITACIÓN PARA CONDUCTORES PROFESIONALES DE PÍLLARO

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

En este documento se detalla el registro de tiempos de ejecución de cada función del dispositivo de monitoreo GPS, así como el correcto funcionamiento de la página web del “Sistema de monitoreo GPS para los vehículos de la Escuela de Capacitación para Conductores Profesionales de Píllaro”.

Botón de Emergencia


Muestra (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
SMS	13.56	11.12	13.54	13.34	11.09	12.67	12.78	13.84	13.46	13.87	12.93
Servidor	15.34	17.67	19.01	18.65	16.54	17.01	18.65	18.74	19.44	16.17	17.43


Comandos Servidor

Muestra (s)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
Ubicación	41.67	42.03	43.62	45.93	42.36	42.78	45.12	43.25	42.18	41.09	43.13
Abrir P	24.94	23.61	23.04	24.87	23.67	23.42	24.12	24.02	23.32	23.15	23.31
Cerrar P	23.56	23.34	32.12	22.72	25.72	22.30	23.13	24.07	24.12	25.01	24.46
Bloquear	28.69	24.87	24.52	25.12	27.17	25.19	26.30	26.07	25.15	24.12	25.72
Desbloquear	32.12	29.43	31.23	30.63	30.31	32.02	30.15	29.18	29.50	30.13	30.12

Página Web

Parámetro	Resultado	
	Correcto:	Incorrecto:
Visualizar ubicación en el mapa	✓	
Ejecución de botones	✓	
Visualizar información e instructor por cada vehículo	✓	
Historial por fecha y por ruta	✓	
Administración de instructores por horarios	✓	


Sr. Nelson Redobán
CI: 1702899798
Tutor Empresarial


Sr. Joseph Hernández
CI: 1805240932
Estudiante