



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGURIDAD Y MONITOREO GPS/GSM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS.

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

AUTOR: Alexis Rafael Moreira Guzmán

TUTOR: Ing. Mg. Jurado Lozada Marco Antonio

Ambato – Ecuador

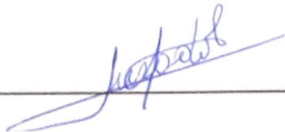
Enero 2020

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: **SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGURIDAD Y MONITOREO GPS/GSM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS**, del señor ALEXIS RAFAEL MOREIRA GUZMÁN, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato, considerado 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, Enero 2020

EL TUTOR



Ing. Mg. Jurado Lozada Marco Antonio

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: **SISTEMA ELECTRÓNICO DE SEGURIDAD Y MONITOREO GPS/GSM PARA VEHÍCULOS LIVIANOS**, 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, Enero 2020



Alexis Rafael Moreira Guzmán

CI: 1804807475

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, Enero 2020



Alexis Rafael Moreira Guzmán
CI: 1804807475

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

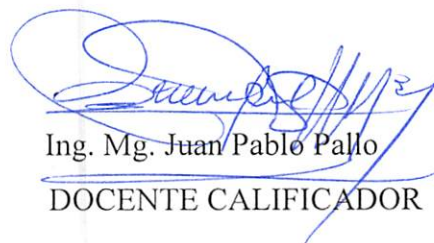
La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Mg. Patricio Córdova e Ing. Mg. Juan Pablo Pallo revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación Titulado “ Sistema Electrónico de Seguridad y Monitoreo GPS/GSM Para Vehículos Livianos” presentado por el señor Alexis Rafael Moreira Guzmán de acuerdo al numeral 9.1 de los lineamientos Generales para la Aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Mg. Elsa Pilar Urrutia Urrutia
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. Mg. Patricio Córdova
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Mg. Juan Pablo Pallo
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente Trabajo de Titulación está dedicado a Dios que nos brinda la vida y con su infinita bondad me permite avanzar y prepararme cada día como persona y como profesional.

A mis padres por la sabiduría y el apoyo que me ofrecen cada día, por el sacrificio que realizan el diario vivir para que pueda lograr cumplir mis metas. A mis hermanos que con su apoyo me han permitido continuar adelante sin desfallecer y por los consejos brindados a lo largo de mi vida.

Alexis Rafael Moreira Guzmán

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito a todos mis maestros que han aportado un granito de sabiduría para lograr cumplir mis objetivos y alcanzar mis metas.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme los recursos necesarios para ampliar mi conocimiento en la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial en la Carrera de Electrónica y Comunicaciones.

A mis Tutores de Catedra quienes me brindaron el conocimiento y ampliaron mis dudas a la investigación, en especial un agradecimiento al Ing. Marco Jurado por toda la comprensión y los conocimientos impartidos para lograr la culminación de este proyecto.

Alexis Rafael Moreira Guzmán

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR | II |
| AUTORÍA DEL TRABAJO | III |
| DERECHOS DE AUTOR | IV |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO | V |
| DEDICATORIA | VI |
| AGRADECIMIENTO | VII |
| RESUMEN | XV |
| ABSTRACT | XVI |
| INTRODUCCIÓN | XVII |
| CAPÍTULO I | 1 |
| 1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS | 1 |
| 1.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA..... | 4 |
| 1.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 6 |
| SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONTROL | 6 |
| SISTEMA DE ENCENDIDO VEHICULAR | 9 |
| TECNOLOGÍAS DE MONITORIZACIÓN | 10 |
| SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN | 12 |
| MODOS DE TRANSMISIÓN | 17 |
| COMUNICACIÓN INALÁMBRICA | 18 |
| SISTEMAS CELULARES | 22 |
| MICROCONTROLADORES | 27 |
| SIRENAS | 30 |
| 1.2 OBJETIVOS: | 31 |
| CAPÍTULO II | 33 |
| 2.1 MATERIALES | 33 |

| | |
|--|----|
| 2.2 MÉTODOS | 33 |
| 2.2.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN | 33 |
| 2.2.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN | 34 |
| 2.2.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS | 34 |
| 2.2.4 DESARROLLO DEL PROYECTO | 34 |
| CAPÍTULO III | 36 |
| 3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 36 |
| ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD | 37 |
| Factibilidad Técnica | 37 |
| Factibilidad Económica..... | 37 |
| Factibilidad Bibliográfica..... | 37 |
| 3.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD VEHICULAR EXISTENTES | 37 |
| 3.2.1 Sistemas de seguridad vehicular general..... | 38 |
| 3.2.2 Sistemas de seguridad vehicular privada | 39 |
| 3.3 ANÁLISIS SISTEMA SEGURIDAD VEHICULAR | 41 |
| 3.4 DISEÑO DEL SISTEMA | 42 |
| 3.4.1 Sensores para la activación del sistema electrónico de seguridad | 43 |
| 3.4.2 Circuito Apertura y Cierre de Puertas del Vehículo | 45 |
| 3.4.3 Circuito Cortacorriente del Vehículo | 48 |
| 3.4.4 Módulo de Radio Frecuencia | 50 |
| 3.4.5 Selección de la Tecnología Inalámbrica | 52 |
| 3.4.6 Selección del Microcontrolador para el sistema de Control | 58 |
| 3.4.7 Implementación de la placa de Control..... | 61 |
| 3.4.8 Implementación de la placa de Monitoreo | 64 |
| 3.4.9 Selección de la Batería para el Sistema..... | 65 |
| 3.5 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL PROTOTIPO | 68 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 3.6 PRESUPUESTO..... | 74 |
| CAPÍTULO IV | 78 |
| 4.1 CONCLUSIONES..... | 78 |
| 4.2 RECOMENDACIONES..... | 79 |
| MATERIALES DE REFERENCIA..... | 80 |
| ANEXOS..... | 84 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N°1: Estadísticas de Robo Vehículos (2015 - 2016) Ecuador. | 5 |
| Figura N°2: Estadísticas de Robo Vehículos (2017) Ecuador..... | 5 |
| Figura N°3: Fases de Proyecto de un Sistema de Control. | 7 |
| Figura N°4: Sistema Inmovilizador Electrónico..... | 8 |
| Figura N°5: Proceso de un sistema basado en Telecontrol..... | 9 |
| Figura N°6: Sistema de Encendido Vehicular. | 10 |
| Figura N°7: Longitud y Latitud en el Globo Terráqueo. | 13 |
| Figura N°8: Sistema Satelital típico basado en GPS. | 14 |
| Figura N°9: Arquitectura de Red GSM. | 16 |
| Figura N°10: a) Efecto Difracción b) Efecto Refracción. | 22 |
| Figura N°11: a) Efecto Reflexión b) Efecto Dispersión. | 22 |
| Figura N°12: Sistema Celular. | 23 |
| Figura N°13: Evolución de los sistemas de comunicación celular. | 23 |
| Figura N°14: Clasificación de Sensores por el principio de transducción. | 26 |
| Figura N°15: Componentes de un microcontrolador..... | 27 |
| Figura N°16: Elementos de un Microcontrolador Arduino. | 29 |
| Figura N°17: Elementos de un sistema de Seguridad General. | 38 |
| Figura N°18: Diseño del Sistema electrónico de seguridad y monitoreo. | 42 |
| Figura N°19: Ubicación de los sensores en cada una de las puertas. | 43 |
| Figura N°20: Simulación de los sensores de las puertas..... | 44 |
| Figura N°21: Pulsadores Normalmente Cerrados..... | 44 |
| Figura N°22: Simulación de circuito de apertura y cierre de puertas. | 45 |
| Figura N°23: Motor 12V para seguro de puertas y relés actuadores 12V. | 47 |
| Figura N°24: Simulación de circuito cortacorriente del vehículo. | 48 |
| Figura N°25: Implementación Circuito Cortacorriente del Vehículo..... | 49 |
| Figura N°26: Codificación del Transmisor y Receptor. | 52 |
| Figura N°27: Partes de la SIM 808..... | 56 |
| Figura N°28: Comando AT para comunicación con Arduino. | 57 |
| Figura N°29: Comando AT para comprobación de chip de operadora. | 57 |
| Figura N° 30: Comando AT para comprobación del GPS. | 58 |

| | |
|---|-----|
| Figura N°31: Circuito completo del sistema electrónico de seguridad y monitoreo. | 60 |
| Figura N°32: Diagrama de Conexión del Sistema de Control. | 61 |
| Figura N°33: Diagrama de Flujo del Sistema de Control. | 62 |
| Figura N°34: Parte Inferior Circuito Control. | 63 |
| Figura N°35: Elementos que componen el Circuito Control. | 63 |
| Figura N°36: Elementos que componen el Circuito Control. | 63 |
| Figura N°37: Diagrama de Conexión del Sistema de Monitoreo. | 64 |
| Figura N°38: Elementos que componen el Circuito de Monitoreo. | 65 |
| Figura N°39: Elementos que componen el Circuito de Monitoreo. | 65 |
| Figura N°40: Conexión para Medir el Consumo del Circuito. | 66 |
| Figura N°41: Prototipo sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos. | 68 |
| Figura N°42: Prototipo sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos. | 68 |
| Figura N°43: Número de Pruebas Exitosas y Fallidas del Sistema de Control. | 70 |
| Figura N°44: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Control. | 70 |
| Figura N°45: Número de Pruebas Exitosas y Fallidas del Sistema de Monitoreo. | 72 |
| Figura N°46: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo. | 72 |
| Figura N°47: Pruebas de Funcionamiento GPS. | 72 |
| Figura N°48: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo. | 73 |
| Figura N°49: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo. | 73 |
| Figura N°50: Diagrama Esquemático Sistema de Control | 102 |
| Figura N°51: Diagrama Pictórico Sistema de Control | 102 |
| Figura N°52: Diagrama Impreso Sistema de Control | 103 |
| Figura N°53: Diagrama esquemático del circuito cortacorriente | 103 |
| Figura N°54: Diagrama esquemático del circuito de apertura y cierre de puertas. | 103 |
| Figura N°55: Pines de Distribución del Sistema de Seguridad. | 104 |
| Figura N°56: Vista Externa Sistema de Seguridad | 104 |
| Figura N°57: Vista Interna Sistema de Seguridad | 105 |
| Figura N°58: Vista Interna Conexión en el Vehículo | 105 |
| Figura N°59: Instalación y Vista Frontal Batería del sistema de seguridad y Monitoreo | 106 |
| Figura N°60: Instalación del Teclado Matricial. | 106 |

| | |
|--|-----|
| Figura N°61: Instalación de los Pulsadores en las Puertas del Vehículo. | 107 |
| Figura N°62: Instalación de los motores en las Puertas del Vehículo..... | 107 |
| Figura N°63: Instalación de la Sirena en el Interior del Vehículo..... | 107 |
| Figura N°64: Vista Frontal Vehículo con el sistema Electrónico y Monitoreo..... | 108 |
| Figura N°65: Respuesta del Sistema de Seguridad y Monitoreo..... | 108 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N°1: Cuadro Delitos (2017 - 2018) Ecuador. | 6 |
| Tabla N°2: Clasificación de Sensores por el tipo de variable. | 26 |
| Tabla N°3: Funciones de una Alarma ChevyStar. | 39 |
| Tabla N°4: Servicios que Ofrece Hunter en Monitorización. | 40 |
| Tabla N°5: Características Pulsadores NC. | 45 |
| Tabla N°6: Características de los Relés. | 46 |
| Tabla N°7: Características de los Motores de los Seguro de Puertas. | 47 |
| Tabla N°8: Características Módulos de Radio Frecuencia. | 50 |
| Tabla N°9: Comparación de las diferentes Tecnologías Inalámbricas. | 53 |
| Tabla N°10: Comparación de los Módulos GPS-GSM. | 55 |
| Tabla N°11: Comandos AT utilizados en el sistema. | 58 |
| Tabla N°12: Comparación de los Microcontroladores. | 59 |
| Tabla N°13: Tabla de Consumo Módulos Arduinos. | 66 |
| Tabla N°14: Tabla de Voltajes de Alimentación. | 67 |
| Tabla N°15: Características Batería de Plomo-Acido 6V/12Ah. | 67 |
| Tabla N°16: Pruebas de Funcionamiento Sistema de Control. | 69 |
| Tabla N°17: Pruebas de Funcionamiento Sistema de Monitorización. | 71 |
| Tabla N°18: Costos Elementos Sistema de Control. | 74 |
| Tabla N°19: Costos Elementos Sistema de Monitorización. | 75 |
| Tabla N°20: Costos Elementos Sistema de Monitorización. | 77 |

RESUMEN

En el Ecuador como en gran parte de Latinoamérica y del Mundo el robo de autopartes vehiculares es una de las actividades delictivas más comunes, en el cual se muestra como un gran inconveniente los sistemas de seguridad debido a que no permiten una respuesta adecuada del propietario provocando una pérdida económica importante.

El presente proyecto implementa un prototipo de un sistema de seguridad para vehículos livianos mediante tecnologías inalámbricas y circuitos electrónicos que actúan al momento que se han quebrantado las seguridades del automotor por medio del corte de flujo de corriente del sistema de arranque. El objetivo del proyecto es alertar al propietario que se ha vulnerado los seguros del automóvil permitiendo actuar de una manera rápida, objetiva y eficaz. El sistema se basa en la tecnología GPS/GSM, con el fin de indicar la ubicación del vehículo mediante un sistema de alimentación independiente, logrando la localización del automotor en cualquier momento teniendo en cuenta las zonas de acceso del GPS y la red móvil. El sistema de comunicación inalámbrica estará enlazado directamente al celular del propietario con la posibilidad de incluir otro contacto en caso de cualquier imprevisto.

Las pruebas realizadas al prototipo muestran como resultado un lapso de 27 segundos para el envío y recepción del mensaje de alerta de robo con la ubicación del vehículo y una respuesta inmediata de la alarma sonora y el corte de flujo de corriente del sistema de encendido además de la activación del arranque del motor por medio de una clave única.

Palabras Claves: Alerta, GPS, Vehículos, Tecnología Inalámbrica.

ABSTRACT

In Ecuador, as in many countries of Latin America and the World, theft of vehicular auto parts is one of the most common criminal activities, in which security systems are shown to be a great inconvenience because it cannot receive an adequate response from the owner resulting in a significant loss.

The present project implements a prototype of a safety system for light vehicles using wireless technologies and electronic circuits that act at the moment that the safety of the automobile has been broken by means of the cut of current flow of the starting system. The objective of the project is to alert the owner that the car insurance has been violated allowing to act in a fast, objective and effective way. The system is based on GPS / GSM technology, in order to indicate the location of the vehicle through an independent power system, achieving the location of the car at any time taking into account the access areas of the GPS and the mobile network. The wireless communication system will be linked directly to the owner's cell phone with the possibility of including another contact in case of any unforeseen event.

The tests performed on the prototype show as a result a span of 27 seconds for sending and receiving the theft alert message with the location of the vehicle and an immediate response of the audible alarm and the current flow cut off of the ignition system in addition to the activation of the engine start by means of a unique key.

Keywords: Alert, GPS, Vehicles, Wireless Technology.

INTRODUCCIÓN

El proyecto de investigación está basado en las seguridades presentes en los vehículos livianos y describe el uso de tecnologías inalámbricas por medio de un sistema de monitorización y control para el envío de una alerta debido a que es más viable como una alternativa para la advertencia y prevención en caso de robo, la investigación muestra un panorama muy amplio de variabilidad en los sistemas que existen en la actualidad, pero con el fin de proteger y notificar al propietario logrando una respuesta rápida.

La investigación se encuentra descrita y está dividida por capítulos, en los cuales se define cada fase del proyecto a continuación:

El Capítulo I, se basa en el enfoque del planteamiento del problema en el cual el robo de vehículos y partes automotrices en el Ecuador es uno de los delitos más frecuentes en bandas organizadas, por lo que se plantea un Sistema de Seguridad y Monitoreo GPS/GSM Para Vehículos Livianos para ofrecer al propietario la oportunidad de actuar de manera inmediata ante un evento de robo. Los objetivos planteados muestran la solución que se presenta con la implementación del prototipo.

El Capítulo II, está enfocado en la recolección de información para la realización de la propuesta basada en el procesamiento y análisis de datos correspondientes al robo de vehículos o sus partes automotrices dentro del Ecuador, mediante el análisis de los datos correspondientes se describe el desarrollo del proyecto.

El Capítulo III, está completamente relacionado con la observación e interpretación de los resultados obtenidos por el prototipo en el cual se toman los valores reales posteriores a la implementación. Los resultados del sistema de Seguridad y Monitoreo

GPS/GSM Para Vehículos Livianos permite culminar con la validez de la propuesta teniendo tiempos de respuesta óptimos.

El Capítulo IV, describe las conclusiones y recomendaciones del sistema de Seguridad y Monitoreo GPS/GSM Para Vehículos Livianos, con la finalidad de indicar todas las observaciones presentes en el prototipo para las futuras investigaciones.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la sustentación del presente proyecto se ha consultado los siguientes temas de investigación realizados por estudiantes de distintas universidades dentro y fuera del país, las cuales a continuación se tratarán:

En el estudio “Bloqueo electrónico en el encendido de un vehículo para proporcionar un sistema de seguridad contra robos” realizada en la Universidad Técnica de Ambato por Luis Eduardo Cando Tite en el año 2011, creó una alarma mediante un módulo biométrico conectado a un microcontrolador Pic 16F877A programado con las diferentes variables para que actúen de acuerdo a los distintos sensores instalados en el vehículo, los cuales dependiendo de su activación mostrarán un mensaje en una pantalla LCD instalada en su interior y con la ayuda del Software Proteus verificar la funcionalidad de los circuitos, mediante una encuesta realizada a 53 propietarios de la cooperativa de camionetas Cueva Santa del cantón Pelileo se concluyó que un sistema de seguridad mediante un módulo biométrico ayudaría a disminuir el robo de vehículos al mismo tiempo que permitirá tener un mayor control al propietario. [1]

El autor Carlos Eduardo Calderón Muñoz, en su trabajo de grado, con el tema “Construcción de un Prototipo para el Bloqueo Central del Vehículo Vía Telemática” realizada en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el año 2011, desarrolló un prototipo para seguridad vehicular mediante 2 etapas, la primera constituida por un microcontrolador pic que realiza una llamada telefónica debido a su programación con la ayuda de una memoria celular en formato fbus universal de Nokia y la segunda etapa constituida por un circuito de control dividido en decodificador de tonos, controlador

de salidas y relés de conexión para la interconexión entre el automóvil y el circuito, con la finalidad de inhabilitar los relés de ignición que permiten el encendido. Este equipo consta de un sistema que recibe la señal de las puertas, marca un número previamente almacenado en la SIM del celular, informando al usuario sobre la intrusión al vehículo, como resultado se tiene un monitoreo en tiempo real que permite interactuar entre sí dando un resultado publicado por el autor de que existe un 97% de mayor dificultad de desactivar el sistema de seguridad. [2]

En el proyecto de Investigación “Construcción de un ordenador electrónico vehicular con sistema de seguridad y GPS utilizando raspberry pi y hardware libre” realizada en la Universidad Técnica de Ambato por Cristian Roberto Jiménez Tenorio en el año 2015 se diseñó una alarma mediante la utilización de una placa Arduino Uno y una Shield Sim 908 para el monitoreo y control del automotor por medio del envío de mensajes de texto y de esta manera conocer la ubicación del vehículo, también se empleó una placa raspberry pi la cual se encargaba del control de los sensores y actuadores que se encontraban conectados al vehículo y los que se podían visualizar con la ayuda de una pantalla touch conectada a la misma, se concluyó que el sistema puede ser utilizado en cualquier automotor con la única condición de que el mismo conste de una bomba de combustible eléctrica ya que por medio de esta se realiza el bloqueo. [3]

El tema “Diseño de un sistema de localización y alarmas de seguridad para vehículos mediante tecnologías GPRS/GSM” realizado por Marchán González Estefanía Carolina, en la Universidad de Guayaquil en el año 2017, en el que se realizó el estudio de un prototipo para automotores mediante tecnologías GPRS/GSM, con el propósito de analizar la factibilidad de una aplicación la cual envíe la ubicación en caso de que exista un evento no deseado tal como la intrusión en el interior del mismo, el sistema consta de una placa Arduino Uno y una Shield Sim 908, con la que el usuario envía un mensaje al número que se encuentra vinculado con la tarjeta y mediante la programación se transmite la ubicación del vehículo, como resultado se analizaron los diferentes tipos de sistemas de seguridad implementados en automotores, llegando a la conclusión de que el proyecto planteado tendría un impacto muy alto a nivel social debido a la optimización de recursos debidos a sus costos, estableciendo las bases de

diseño para sistemas que se realicen en el futuro con respecto a los productos que existen en el mercado actual. [4]

En el estudio “Implementación de un sistema de monitoreo satelital por GPS para los vehículos de la municipalidad distrital de Chancay; 2017” realizada en la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote de Perú en el año 2017 por Juan Carlos Bashualdo Quinto se planteó como objetivo mejorar la calidad del servicio de rastreo satelital en vehículos de la municipalidad en el Perú, para la realización del proyecto se utilizó un equipo GPS 103B el cual cuenta con un chip de red 4G LTE con acceso a red de la empresa Entel el cual se comunica a través de servidores de la municipalidad, el mismo permite obtener referencias georreferenciada del vehículo (latitud y longitud) en un sistema de información geográfica (SIG), como también realizar consultas sobre la trayectoria y generación de reportes de recorrido del automotor, definido en dos instantes de tiempo gracias al manejo de una base de datos creada en la municipalidad de Chancay en el Perú, el proyecto tuvo como resultado el mejoramiento de su red GPS para la ubicación de sus vehículos debido a que mediante la investigación previa se tenía varios inconvenientes con la manera de cómo está manejando su sistema de monitoreo vehicular. [5]

Los autores Cristian Marcos Diaz Molina y Rosell Felix Matthew Dominick con el tema “Prototipo de Alarma Inteligente usando GSM/GPS para el monitoreo de incidencias vehiculares” realizado en el año 2018 en la Universidad Autónoma del Perú, se propuso como objetivo determinar en qué medida influye tener un prototipo de monitoreo mediante una alarma inteligente en las incidencias de atracos vehiculares en los estacionamientos externos de la Universidad Autónoma del Perú. El sistema consta de dos placas Arduino Uno, la primera encargada de los sensores internos tales como el acelerómetro y sensor de vibración para el funcionamiento de la sirena y la segunda que interactúa con una placa GSM Sim 900 la que permite enviar la ubicación, así como también activar o desactivar dicha alarma inteligente, este prototipo es manipulado mediante una aplicación Android creada por los autores para el intercambio de datos entre el usuario y el sistema, como resultados de la implementación de la alarma inteligente, el propietario del vehículo podrá ser alertado

en un menor tiempo que con la alarma común reduciendo el tiempo de 9836 segundos a 6.50 segundos cuando su vehículo sufra una colisión durante su ausencia. [6]

1.1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

En base al gran inconveniente que atraviesa la población del Ecuador en la que se vulneran las seguridades del automóvil, se obtiene datos estadísticos que aproximadamente cada día existen 25 robos pertenecientes a accesorios y autopartes mientras que aproximadamente 11 son robos totales del vehículo, cifras que son obtenidas y reveladas por el Ministerio del Interior, por lo que se crea la necesidad de diseñar sistemas electrónicos autónomos que permitan tener un control del bien mediante una correcta monitorización que alerten de una actividad ilegal. [7]

Según Metro Ecuador publicado el viernes 22 de diciembre del 2017 mediante datos receptados por el Ministerio del Interior a la fecha de corte del 5 de noviembre de 2017, de acuerdo con los registros administrativos de denuncias receptadas en el Sistema Integrado de Administración de Fiscalías (SIAF) - Comisión Estadística de Seguridad Ciudadana y Justicia, se han registrado 13.092 robos en total en 2017, de estos, 9.377 corresponden a robos de bienes, accesorios, autopartes de vehículos, mientras que 3.715, a robo de carros. [7]

En el año 2018 el índice de delitos en comparación al año 2017 registra que en el caso de robo de automotores existe un decremento de 0.3%, cifra que causa una gran connotación debido a que el decremento en esta actividad ilegal es mínimo. [8]

El robo de vehículos o de accesorios es muy común en Ecuador, motivo por el cuál la ciudadanía busca la forma de obtener mayor seguridad instalando sistemas de vigilancia en el automotor debido a la inseguridad que sienten a pesar de que sus vehículos se encuentren dotados de alguna alarmas o algún tipo de seguridad, los usuarios se sienten intranquilos debido a que la delincuencia tiene conocimientos de los distintos mecanismos de seguridad y las vulnerabilidades que presentan los automotores. [8]

Según la Investigación de la UIAD (Unidad de Inteligencia Antidelincuencial) realizada el 12 de Julio de 2017 las estadísticas de robos de automóviles y motos en los años 2015 - 2016 - 2017 presentes en la Figura N°1 y Figura N°2, se concluye que el porcentaje de pérdida del bien en el delito presente es muy alto. [8]

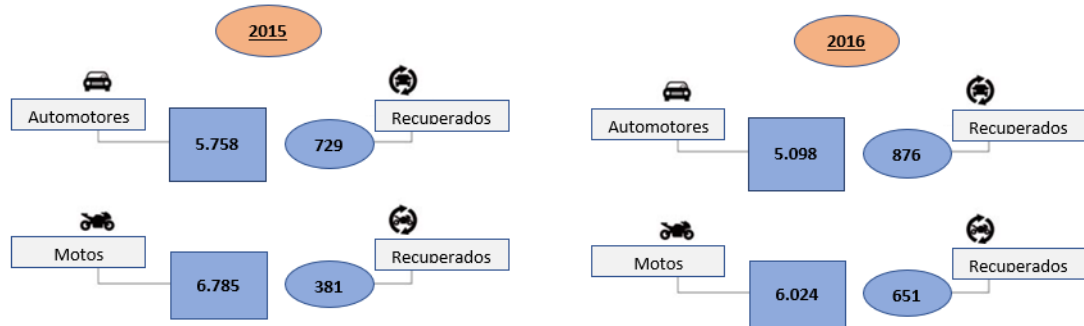


Figura N°1: Estadísticas de Robo Vehículos (2015 - 2016) Ecuador. [8]

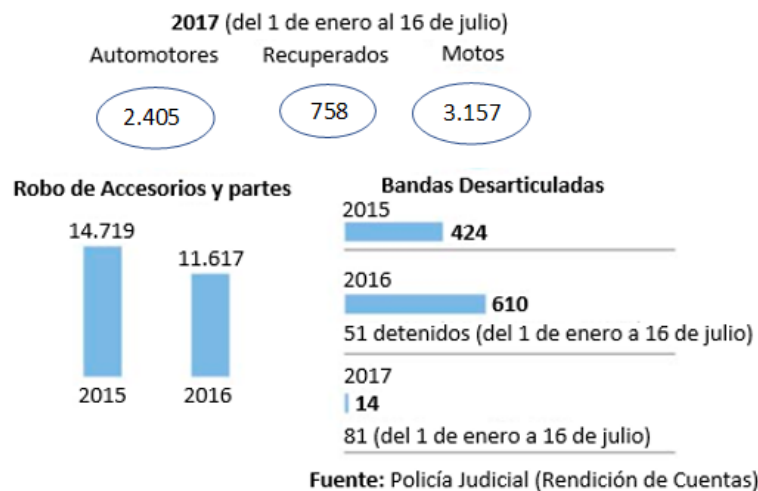


Figura N°2: Estadísticas de Robo Vehículos (2017) Ecuador. [8]

Mediante datos obtenidos por la Página de la Policía Nacional se informa una reducción de al menos el 22 por ciento en los delitos que analiza el Cuadro de Mando Integral (CMI), en los cuales se detalla el de robo de automóviles y accesorios en el año 2017 en comparación con el año 2018 y donde se refleja que dicho delito mantiene en un valor muy preocupante por lo cual se busca la forma de tener una mayor seguridad, a continuación se detalla los datos obtenido por la Policía Nacional presentado el 15 de Marzo de 2018 en la Tabla N°1. [9]

Tabla N°1: Cuadro Delitos (2017 - 2018) Ecuador. [9]

| DELITOS | 2017 | 2018 | Variación | Porcentaje |
|-------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|
| Homicidios y asesinatos | 37 | 38 | 1 | 2.2% |
| Robo personas | 2058 | 1541 | -517 | -25-1% |
| Robo domicilios | 507 | 388 | -119 | -23% |
| Robo comercios | 179 | 119 | -60 | -33% |
| Robo carros | 292 | 291 | -1 | -0.3% |
| Robo motos | 625 | 519 | -90 | -36.1% |
| Robo accesorios | 625 | 529 | -106 | -17.0% |
| Robo ejes viales | 2 | 0 | -2 | -100% |
| Abigeato | 10 | 7 | -3 | -30% |
| Total CMI | 3-059 | 3062 | -807 | -22% |

1.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

SISTEMAS DE SEGURIDAD Y CONTROL

Un sistema de seguridad y control es aquel que permite mantener el comportamiento de un determinado proceso mediante la manipulación de variables de entrada y salida definidas por sensores y actuadores que pueden o no estar realimentadas, creando un sistema de lazo abierto o lazo cerrado para el control de dicho proceso, por lo que se encuentra constituido por elementos que se encargan del monitoreo de alguna variable física y otros que realizan el proceso de corrección de errores, el proceso de un sistema de control se muestra en la Figura N°3. [10]

Los primeros sistemas de control se desarrollaron en la revolución industrial a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, uno de los aportes más importantes es en el control y desarrollo de programas de seguridad por lo cual se plantea realizar un prototipo para la seguridad automotriz mediante sistemas de comunicación GPS/GSM y con una programación en software libre. [10]

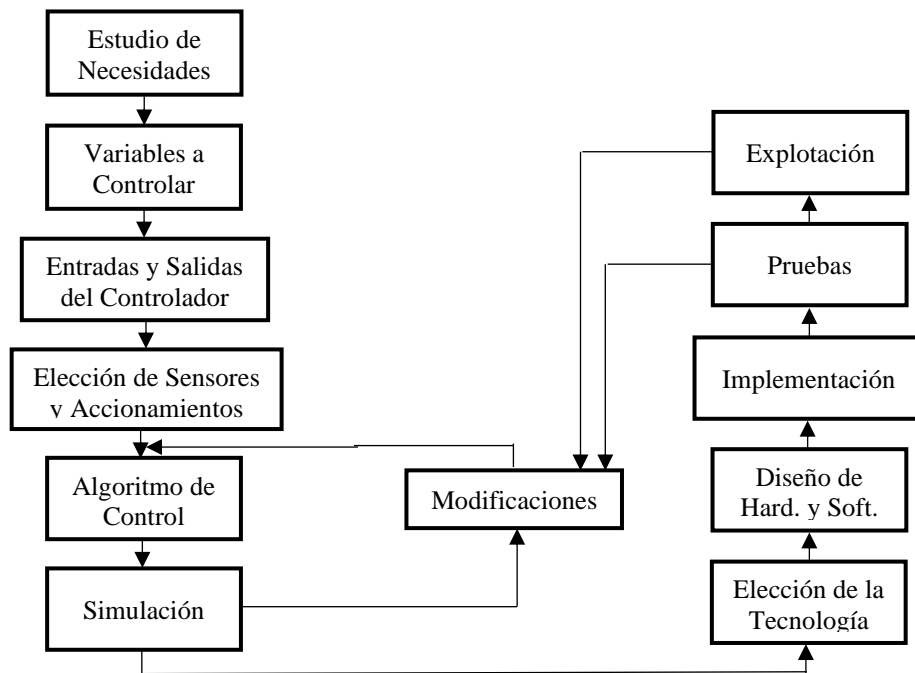


Figura N°3: Fases de Proyecto de un Sistema de Control. [11]

En la investigación acerca de la seguridad automotriz se determina que existen 2 sistemas de control para tener una mayor confiabilidad al cuidar dicho bien, el primero es el Sistema de Control por inmovilizador electrónico en el Automóvil que bloquea al vehículo en caso de un arranque inesperado y el segundo es un Sistema de Seguridad basado en el Telecontrol que realiza la misma acción de bloquear el vehículo, pero con una asistencia externa de una determinada compañía. [10]

a) Sistema de Inmovilización Electrónico Automotriz

Los sistemas de inmovilización electrónico son aquellos que permiten el bloqueo del vehículo a través de un corte del flujo de corriente que alimenta el arranque del motor para impedir su encendido, de esta manera se busca brindar una mayor tranquilidad al usuario del sistema debido a que la persona que intenta robar el automotor no pueda cumplir con el delito. [11]

Los Elementos de un Sistema de Inmovilización electrónico automotriz están conformados por el circuito Inmovilizador (Modulo Inmovilizador / Transponder),

Equipo Transmisor y Receptor de Señal (Llave con Transponder) y la Unidad de Control (Control de la Inyección), los cuales se muestran en la Figura N°4. [11]

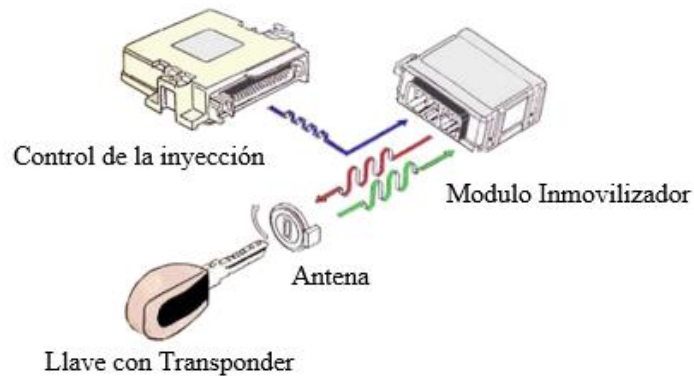


Figura N°4: Sistema Inmovilizador Electrónico. [11]

- **Circuito Inmovilizador.** - El Circuito inmovilizador es aquel que permite el arranque o encendido del vehículo mediante el uso de llaves autorizadas. El sistema no permite el arranque mediante otro tipo de llave no autorizada y en el caso de intentarlo se suspenderá el suministro de corriente eléctrica y se apagará automáticamente el vehículo.
- **Unidad de Control.** - La Unidad de control es el encargado de enviar la señal para la activación o desactivación de la bomba de inyección del vehículo mediante el circuito inmovilizador.
- **Llave Con Transponder.** - La Llave con Transponder es aquel elemento que activa el flujo de corriente del vehículo mediante un circuito integrado que se enlaza a la unidad de control. Ninguna de estas llaves necesita pilas para su funcionamiento.

b) Sistema de Seguridad Basado en el Telecontrol

Los sistemas de seguridad basados en el Telecontrol son los que se encargan de la manipulación de datos mediante el envío y recepción de señales a través de unidades de transmisión remotas (RTU) con el fin de actuar y monitorizar algún evento en específico, esto implica que el sistema requiera una adquisición de datos. Los sistemas de Telecontrol en el campo automotriz son empleados mediante el uso de sistemas de posicionamiento global (GPS). El esquema de proceso se muestra a continuación en la Figura N°5. [12]

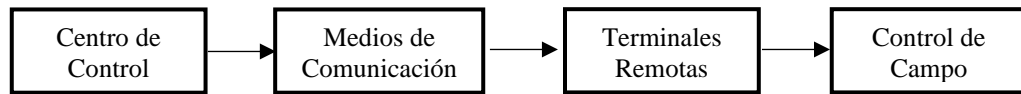


Figura N°5: Proceso de un sistema basado en Telecontrol. [12]

- **Centro de Control.** - El centro de control es la interfaz hombre máquina que realiza el control del sistema de seguridad mediante su interacción tanto de hardware como software.
- **Medios de Comunicación.** - Los medios de comunicación son los encargados de transmitir los datos entre el centro de control y las unidades de transmisión remotas.
- **Terminales Remotas.** - Las terminales remotas o RTUs son aquellas que permitan el envío y recepción de los datos a través de todo el sistema de telecontrol.
- **Control de Campo.** - El control de Campo es el espacio o sistema al cual se le está realizando el telecontrol.

SISTEMA DE ENCENDIDO VEHICULAR

El sistema de encendido o también conocido como sistema de ignición es aquel que permite el arranque del motor, el cual consiste en generar un impulso de alta tensión por medio de la bobina de encendido y así ser capaz de producir una descarga eléctrica a través de los electrodos de la bujía, para de esta manera lograr la combustión dentro de la cámara de los cilindros del motor. El sistema de encendido vehicular se muestra en la Figura N°6. [13]

El sistema de encendido vehicular se encuentra dividido en dos circuitos el primero el circuito primario el cual consta de la batería del automotor, los fusibles de sistema eléctrico, el interruptor de encendido y el resistor de la bobina, los componentes del circuito primario se basan en el funcionamiento de la Batería con un nivel de voltaje menor a los 15V. [14]

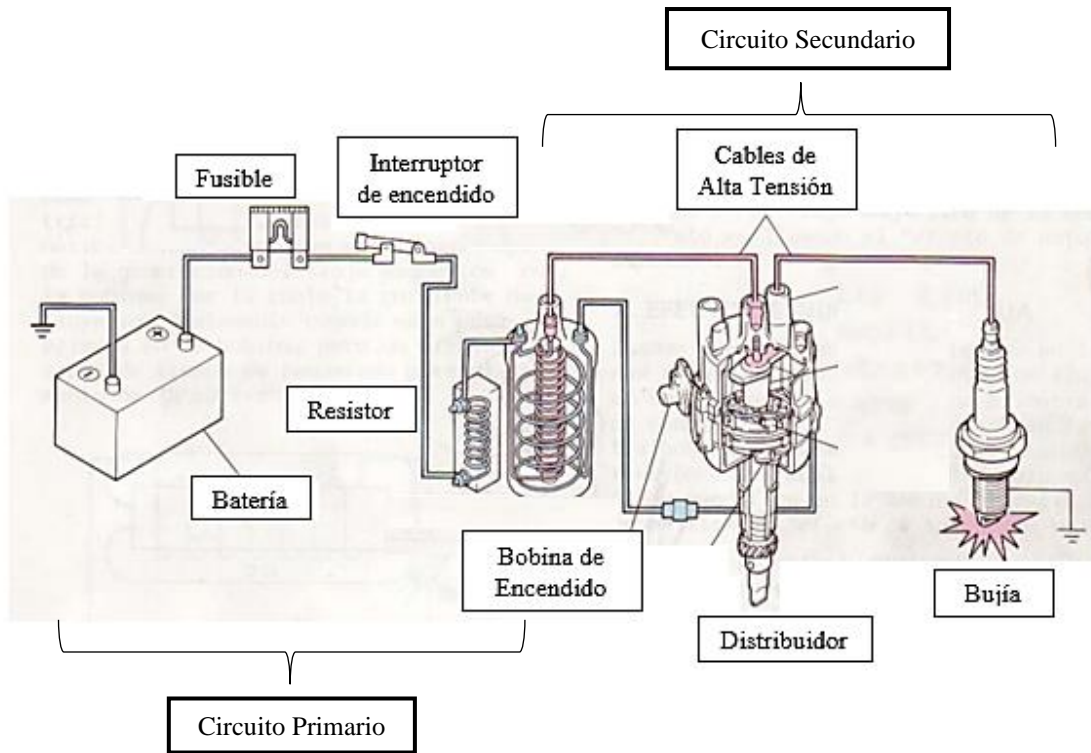


Figura N°6: Sistema de Encendido Vehicular. [13]

El circuito secundario se constituye de la bobina de encendido, el distribuidor y las bujías del vehículo, es el encargado del encendido mediante el accionamiento de la bujía con un impulso de alta tensión en la cámara de cilindros, la bobina de encendido alimenta al distribuidor, el cual transmite corriente a la bujía para el funcionamiento del motor. Todo el circuito secundario del vehículo trabaja con alta tensión por lo cual sus cables son diferentes a los del circuito primario. [14]

TECNOLOGÍAS DE MONITORIZACIÓN

Las Tecnologías de Monitorización son aquellas que permiten mantener un control más apto de un sistema de seguridad vehicular por medio de un conjunto de sensores y actuadores que se encuentra conformados en un sistema de control, el uso de las tecnologías de información y comunicación permiten el intercambio de información entre dos puntos distintos, con el fin de tener una monitorización adecuada. [15]

Las tecnologías de monitorización se encuentran ligadas a la informática y las telecomunicaciones. Una de características principales es la diversidad de tecnología que permite tener un acceso apropiado a la información para que esta sea procesada y posteriormente pueda ser monitoreada dependiendo de las necesidades del usuario, incluso tener un control de la información en tiempo real. Las tecnologías de Monitorización se basan en las siguientes características para un correcto control y monitoreo: [15]

- **Campo de medida o rango.** - El campo de medida es el espectro o conjunto de valores de la variable medida que están comprendidos dentro de los límites superior e inferior de la capacidad de medida o de transmisión del instrumento.
- **Alcance.** - El alcance es la diferencia numérica que existe entre los valores superior e inferior del campo de medida en el cual va actuar un determinado instrumento.
- **Error.** - El error es la diferencia algebraica que existe entre el valor testeado o transmitido por el instrumento y el valor real de la variable que se controla.
- **Precisión.** - La precisión es la tolerancia que se encuentra definido por los fabricantes del instrumento que permite realizar la medición.
- **Sensibilidad.** – La sensibilidad es la relación entre el incremento de la lectura y el incremento de la variable que la ocasiona, después de haberse alcanzado el estado de reposo. Está dada en tanto por ciento del alcance.
- **Estabilidad.** - La estabilidad es la capacidad que posee un instrumento para mantener su comportamiento durante un determinado lapso de tiempo en el cual se obtiene varios datos de la medición.
- **Ruido.** - El ruido es la perturbación eléctrica o señal accidental no deseada que modifica la medición en el estudio de campo.

a) Telefonía Móvil

La telefonía móvil es la tecnología que agrupa diferentes estándares y protocolos diseñados para permitir el máximo rendimiento de procesamiento con una red inalámbrica cuyo objetivo es garantizar una calidad en los servicios de mensajería multimedia, video chat, TV móvil y datos en cualquier momento y en cualquier lugar mediante la interconexión de sistemas de telecomunicaciones. [16]

b) Identificación por Radio Frecuencia

La Identificación por Radio Frecuencia (RFID) es la tecnología que permite la transmisión de datos por medio de lectores encargados de comparar el flujo de información entre la antena y el microchip con la información almacenada de cada etiqueta. [17]

Los sistemas de RFID se encuentran divididos en función del tipo de etiqueta utilizada. Existen los sistemas RFID de etiqueta activa y pasiva. La etiqueta activa contiene una batería y su campo magnético tiene un alcance de 100 m, mientras que la etiqueta pasiva no tiene ninguna fuente de alimentación, recibe la energía del campo magnético generado por el lector y su alcance es de 80 centímetros y sus rangos de frecuencia son baja (125 KHz) y alta (13.56 MHz). [17]

SISTEMAS DE LOCALIZACIÓN

Los sistemas de Localización se definen como una combinación de tecnologías de posicionamiento global el cual permite la localización geográfica en un determinado punto del espacio para la ubicación y rastreo de cualquier persona u objeto que se encuentre en movimiento o no. [18]

Sistemas de Referencia para el posicionamiento

Los sistemas de referencia para el posicionamiento global son aquellos que hacen uso de un sistema de referencia mediante coordenadas, así designan una posición de un objeto sobre la superficie terrestre. Los sistemas de Referencia se dividen en dos sistemas de coordenadas geográfica y sistemas de coordenadas UTM. [18]

Sistema de Coordenadas Geográficas

El sistema de coordenadas geográficas es aquel que permite encontrar un punto determinado en la superficie terrestre utilizando dos coordenadas de un sistema esférico, longitud y latitud, las que se muestran en la Figura N°7. [18]

- **Longitud.** - La longitud es el ángulo que se mide a lo largo del ecuador desde cualquier punto dado, las líneas longitudinales son conocidas como los meridianos los cuales se encuentran perpendiculares a los paralelos, pasan por los polos del globo terráqueo.
- **Latitud.** - Latitud es el ángulo que se mide desde un punto determinado en la superficie terrestre y el ecuador, las líneas latitudinales son conocidas como paralelos, los valores que tomara se encuentran en el rango de 0° a 90° .

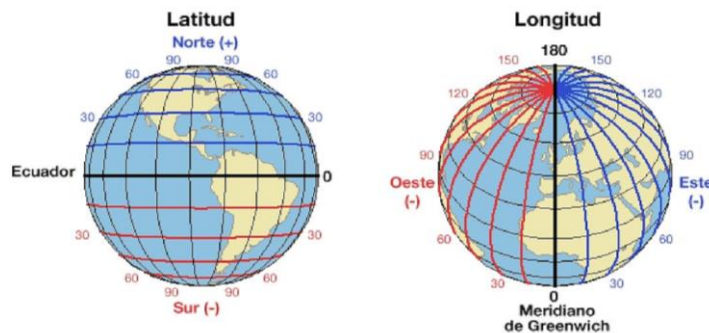


Figura N°7: Longitud y Latitud en el Globo Terráqueo. [18]

Sistema de Coordenadas UTM

Los Sistemas de Coordenadas Universales Transversales de Mercator (UTM) son aquellos que se basan su medición expresando sus magnitudes en metros a nivel del mar, se basan en una proyección cilíndrica del globo terráqueo, es decir se proyecta la esfera en un plano para obtener la ubicación. [18]

Los sistemas de localización se dividen en dos ramas sistemas de locación satelitales y sistemas de localización no satelitales:

Sistemas Satelitales

Los sistemas satelitales son sistemas de telecomunicaciones que utilizan uno o más satélites para alcanzar la comunicación entre dos puntos que distan entre sí una gran distancia, sin alcance visual. Están constituidos por un segmento terrestre, estaciones de monitoreo, telemetría y control y un segmento espacial (satélite), los cuales permiten la transmisión de información mediante la reflexión de las ondas

electromagnéticas las cuales son generadas por una estación transmisora hacia el segmento espacial y así lograr la comunicación con la estación receptora. Un ejemplo de los sistemas satelitales son los sistemas de posicionamiento global el cual se muestra a continuación: [19]

Sistema de Posicionamiento Global

El sistema de Posicionamiento Global o GPS es aquel que permite el bloqueo mediante el monitoreo satelital del vehículo, la monitorización se la realiza desde una terminal externa, mediante la cual se realiza el rastreo y por acción de un módulo GPS (Sistema de Posicionamiento Global) se puede obtener la ubicación en longitud y latitud con un error inferior a los 100 metros en cualquier lugar, hora y dependiendo de las condiciones meteorológicas, el sistema satelital se muestra en la Figura N°8. [20]

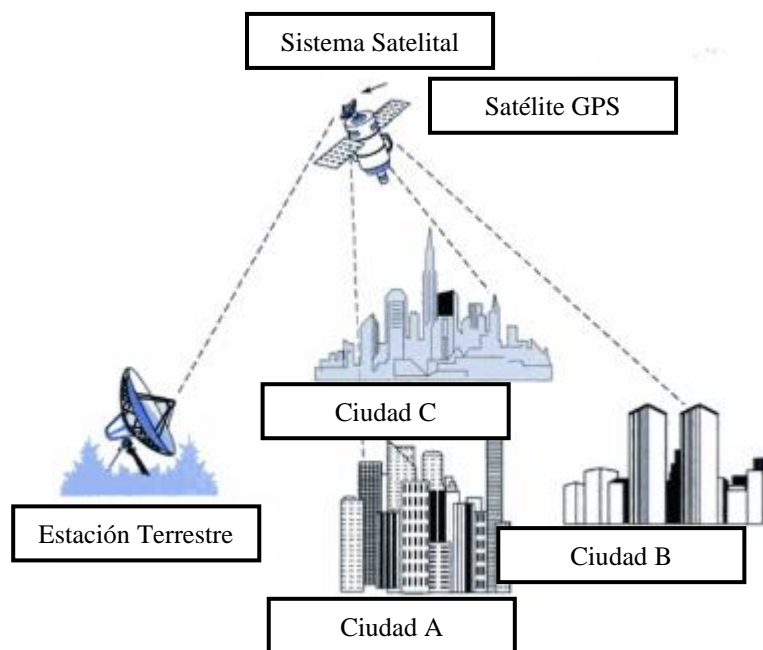


Figura N°8: Sistema Satelital típico basado en GPS. [19]

Los sistemas de posicionamiento global presentan fuentes de error en la transmisión de datos por los siguientes motivos: [20]

- **Perturbación ionosférica.** - La perturbación ionosférica es aquella que está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.

- **Fenómenos meteorológicos.** - los fenómenos meteorológicos se forman en la troposfera, debido al vapor de agua que afecta a las señales electromagnéticas disminuyendo su velocidad.
- **Imprecisión en los relojes.** - La imprecisión en los relojes atómicos de los satélites presentan ligeras desviaciones a pesar de su cuidadoso ajuste y control; lo mismo sucede con los relojes de los receptores.
- **Interferencias eléctricas imprevistas.** - Las interferencias eléctricas pueden ocasionar correlaciones erróneas de los códigos pseudo-aleatorios o un redondeo inadecuado en el cálculo de una órbita.
- **Error multi celda.** - El error multicelda de las señales transmitidas desde los satélites pueden sufrir reflexiones antes de alcanzar el receptor.

Sistemas No Satelitales

Los sistemas no satelitales son aquellos que utilizan redes de comunicación de corto y largo alcance mediante el uso de estaciones base o repetidoras de señal, se usan normalmente para la localización y referencia de un objeto o para la transmisión de datos mediante redes de telefonía celular a largo alcance y redes de Wifi o Bluetooth para corto alcance. [19]

Sistemas de Largo Alcance

Los sistemas de largo alcance son comúnmente los sistemas de telefonía móvil los cuales ofrecen un acceso vía radio a un abonado de telefonía, de esta manera se puede realizar o recibir llamadas de un lugar a otro dependiendo del radio de cobertura del sistema, el radio de cobertura se lo puede ampliar mediante el uso de repetidoras o el conjunto de estaciones base también conocido como centro de conmutación móvil (MSC). [21]

Una de las aplicaciones para la localización de cualquier objeto con el uso de sistemas de largo alcance en telefonía celular es la implementación de sistemas GSM, que se muestra a continuación:

Arquitectura de Sistema GSM

La arquitectura de red GSM se encuentra dividida en tres partes, la primera es el sistema de conmutación, la segunda el sistema de estaciones base y finalmente el sistema de operación y mantenimiento. El sistema de Conmutación permite la comunicación entre varias estaciones para lograr un mayor alcance de cobertura, las estaciones base tienen como objetivo comunicar al cliente con la estación móvil más cercana, mientras que el sistema de operación y mantenimiento controla el flujo de información. La arquitectura se muestra en la Figura N°9. [21]

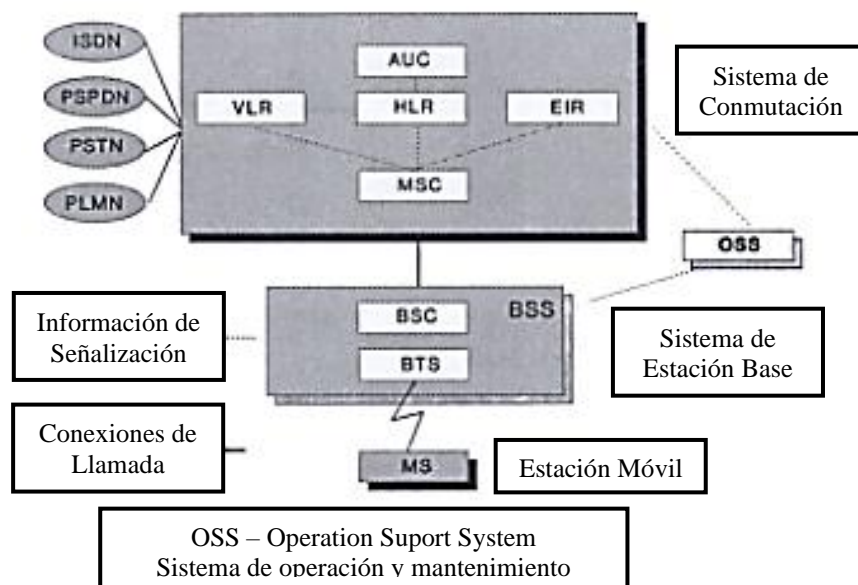


Figura N°9: Arquitectura de Red GSM. [21]

Las principales definiciones de un sistema de red GSM se muestran a continuación:[21]

- **MSC – Centro de Conmutación Móvil.** - El centro de conmutación móvil (MSC) es aquel que interconecta el tráfico de red entre las diferentes áreas geográficas para de esta manera interconectar varias estaciones base.
- **BTS – Estación Base Transceptora.** - La estación base es la encargada de recibir y transmitir el flujo de datos de la estación móvil hacia el centro de conmutación móvil.

- **MS – Estación Móvil.** - La estación móvil es el dispositivo final dentro de un sistema de red GSM, es el encargado de entregar la información al usuario.

d) Sistema de Corto Alcance

Los sistemas de corto alcance son aquellos que permiten la localización en un rango geográfico pequeño, comúnmente se usa redes WI-FI o Bluetooth para la localización de los mismo, dicha localización se la realiza mediante sensores de detección de manera que se asignan banderas o etiquetas para la comprobación de los sistemas.

Un ejemplo de sistemas de corto alcance en bluetooth es la interconexión de celulares entre sí para el envío y recepción de información. [21]

MODOS DE TRANSMISIÓN

Los modos de Transmisión son los que permiten enviar y recibir información desde dos puntos distantes en el espacio, la información se puede transmitir y receptor de varias formas las que se muestran a continuación:

a) Modo de Transmisión Simplex (SX)

El modo de transmisión simplex es que en la cual la información solo se la transmite en un solo sentido, es decir solo existe comunicación en una dirección, solo recibir o solo transmitir. En la transmisión simplex una estación puede ser un transmisor o receptor, pero no ambas a la vez, un ejemplo de dicho modo son las estaciones de radio en el cual la estación transmite y uno siempre recibe. [22]

b) Modo de Transmisión Semidúplex (HDX)

El modo de transmisión semidúplex se basa en la transmisión en ambas direcciones, pero no al mismo tiempo, puede alternar funciones, es decir una estación puede transmitir y recibir, en tiempos diferentes. Un ejemplo claro de la transmisión semidúplex son los radios wokitoki en los cuales uno transmite información y también la recibe, pero siempre en un espacio de tiempo distinto. [22]

c) Modo de Transmisión Duplex total (FDX)

El modo de Transmisión Duplex Total es aquel que puede existir transmisiones en ambos sentidos y al mismo tiempo, se los conoce como sistemas simultáneos de dos direcciones. Una estación en el modo FDX es la que recibe la información y también la que transmite, como un ejemplo normal se denota a un sistema telefónico. [22]

d) Modo de Transmisión Duplex total/ general (F/FDX)

El modo de transmisión Duplex total/general es el que permite la comunicación en ambos sentidos simultáneamente, la singularidad de este modo de transmisión es que el envío y recepción de los datos se lo puede realizar desde diferentes estaciones, es decir una estación puede enviar datos, una segunda recibir los datos y una tercera enviar datos a la primera y esta recibirlos. [22]

COMUNICACIÓN INALÁMBRICA

La comunicación inalámbrica es la transferencia de información entre origen y destino mediante el envío y recepción de ondas electromagnéticas, para la comunicación inalámbrica no es necesario que exista cables entre el transmisor y receptor ya que el medio de transmisión es el aire. [23]

Red Inalámbrica

Una red inalámbrica es un conjunto de varios dispositivos que permiten compartir recursos mediante el envío y la recepción de información utilizando como medio de transmisión el aire. [23]

Las características de las redes inalámbricas son las siguientes: [23]

- **Movilidad:** La Movilidad es el acceso a la información que los usuarios pueden obtener en tiempo real desde cualquier lugar.
- **Flexibilidad:** La Flexibilidad es el acceso a lugares que una LAN cableada no alcanzaría nunca.

- **Bajo coste:** El bajo coste es el valor final de la instalación que, aunque el valor inicial de instalación de las WLAN puede ser superior a las LAN con cable, a largo plazo puede suponer un ahorro, sobre todo en entornos con cambios frecuentes de ubicación de los dispositivos.

TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN

Las tecnologías de Transmisión son aquellas que permiten la interconexión entre dos o más nodos separados por una determinada distancia y se encuentran relacionadas con diferentes normas y estándares que permiten una transmisión dependiendo su distancia y entorno, es por lo cual las diferentes tecnologías de transmisión permiten que las redes inalámbricas puedan sobresalir de tal forma que es uno de los temas con mayor avance en la actualidad, las diferentes tecnologías de transmisión que son más usadas en la actualidad se encuentran las siguientes: [24]

a) Bluetooth

Bluetooth es una tecnología de transmisión inalámbrica de corto alcance mediante enlaces de radio que trabaja en el rango de frecuencias de 2,402 GHz a 2,480 GHz con velocidades de transmisión que oscilan entre 720kbps y 1 Mbps, la cual aparece asociado a las Redes de Área Personal Inalámbricas (WPAN) en las cuales los terminales de transmisión pueden estar en movimiento y no tener línea de vista entre sí. Este concepto hace referencia a una red sin cables que se extiende a un espacio de funcionamiento personal con un radio de hasta 10 metros. [24]

Las Características de la Tecnología Bluetooth son las siguientes: [24]

- Como se encuentra dirigido al uso personal, las distancias de comunicación con dicha tecnología van en el orden de la decena de metros, y sólo mediante el uso de amplificadores y antenas se pueden alcanzar distancias de aproximadamente 100 m.
- Las bandas de operación de la tecnología bluetooth va de 2400 MHz a los 2483 MHz, esta banda se encuentra liberada en gran parte del mundo, a excepción de Francia, España y Japón.
- La tecnología Bluetooth es una de los sistemas inalámbricos más utilizados en la actualidad debido a que no se requiere utilizar cables.

- En la transmisión de voz y datos, Bluetooth emplea una combinación de conmutación de circuitos y de paquetes. Cada canal de voz soporta un enlace síncrono a 64 Kbps.
- Bluetooth emplea canales asíncronos para su transmisión de datos, cada uno puede soportar un enlace asimétrico a 721 Kbps en un sentido y 57.6 Kbps en el otro, o bien un enlace simétrico a 432.6 Kbps en ambos sentidos.

b) Zigbee

ZigBee es una tecnología inalámbrica bidireccional de bajo coste con radiodifusión digital basada en estándares IEEE 802.15 de redes inalámbricas de área personal con velocidades comprendidas entre 20Kbps y 250Kbps y rangos de transmisión de 10 metros a 75 metros que utiliza las bandas libres ISM de 2,4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (EEUU) para usarla en dispositivos de domótica, automatización de edificios, control industrial, periféricos de PC entre otras aplicaciones. [25]

ZIGBEE es una alianza sin ánimo de lucro de 25 empresas, con la finalidad de promover el desarrollo e implantación de distintas aplicaciones electrónicas y de automatización, una red ZigBee puede estar formada por hasta 255 nodos (frente a los 8 de Bluetooth), los cuales tienen la mayor parte del tiempo el transceiver dormido con objeto de consumir menos que otras tecnologías inalámbricas. [25]

c) Wimax

Worldwide Interoperability for Microwave Access (Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas) es un estándar de transmisión inalámbrica de datos (IEEE 802.16) que proporciona accesos concurrentes en áreas de hasta 50 km de radio (WMAN) sin necesidad de visión directa con las estaciones base. Funciona por debajo de los 11 GHz y alcanza velocidades de hasta 70 Mbps. [26]

d) GSM Global System Mobile Communications

GSM, o Sistema Global para las telecomunicaciones móviles es un sistema estándar completamente definido para la comunicación entre teléfonos móviles basada en la tecnología digital, permitiendo de esta manera que cualquier usuario pueda conectarse a través del teléfono a su PC personal, permitiéndole interactuar por e-mail, fax,

acceder a Internet, y un acceso seguro a redes LAN o Intranet. También existe la posibilidad de envío de texto corto entre terminales (SMS). [27]

Los Sistemas GSM se basa en 4 Modelos de Transmisión: [27]

- Empleo de celdas contiguas a distintas frecuencias para repartirlas mejor (SDMA).
- Divisan del tiempo de emisión y recepción mediante TDMA (Time Division Multiple Acces).
- Separación de bandas para emisión, recepción y subdivisión en canales radioeléctricos (FDMA).
- Variación pseudoaleatoria de la frecuencia portadora del envío terminal a red (FHMA).

e) Radiofrecuencia

Radiofrecuencia es la comunicación por medio del espectro electromagnético en el rango de 30Khz a 300Ghz, la comunicación se realiza entre transmisor y receptor, la señal enviada por el transmisor es decodificada por el receptor y comprobada para ver si la información es correcta, la transmisión por radiofrecuencia puede o no tener línea de vista o LOS (Line-of-sight). [28]

La comunicación por radiofrecuencia cuando no existe ningún tipo de obstáculos para la transmisión de datos entre transmisor y receptor se la conoce como ruta directa mientras que cuando no existe línea de vista la comunicación sufre efectos en su transmisión como difracción, refracción, reflexión y dispersión, los cuales se explican a continuación: [28]

- **Difracción.** – La difracción es el cambio de dirección de la señal cuando esta se encuentra con el borde de una determinada superficie.
- **Refracción.** – Refracción es el cambio de dirección que sufre una onda electromagnética al pasar de un determinado material a otro distinto. Este efecto se produce cuando la incide oblicuamente sobre la superficie de separación de los dos medios presentan índices de refracción distintos.

- **Reflexión.** – La reflexión es el cambio de dirección de la onda cuando se encuentra con una superficie de una dimensión mayor a la longitud presente en la onda, resultando parte de la onda transmitida y la otra parte reflejada.
- **Dispersión.** – Dispersión es el cambio de direcciones en varios sentidos de la señal, se produce por el choque de la onda con varios objetos de menor dimensión a la de la longitud de la onda produciendo que la onda incluso pueda cambiar de frecuencia.

Los efectos de difracción y refracción se muestran a continuación en la Figura N°10:

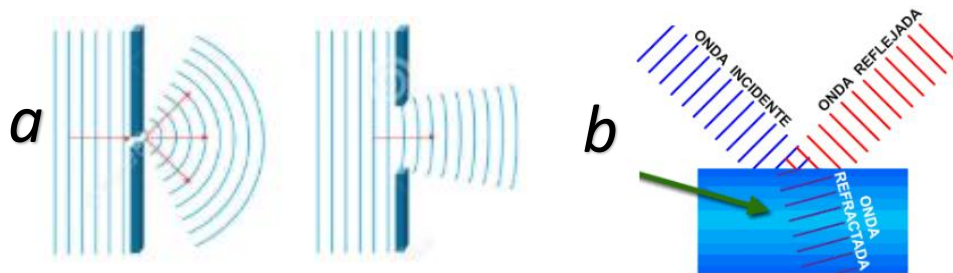


Figura N°10: a) Efecto Difracción b) Efecto Refracción.

Los efectos de reflexión y dispersión se muestran a continuación en la Figura N°11:

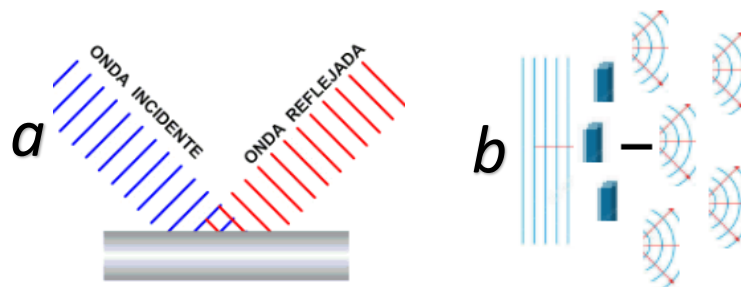


Figura N°11: a) Efecto Reflexión b) Efecto Dispersión.

SISTEMAS CELULARES

Los sistemas celulares son medios de comunicación inalámbrico que incorporan la división de áreas de cobertura en células, lo que permite una comunicación a larga distancia mediante el cambio de nodos dentro de la misma red, aumentando de esta manera la capacidad de escalabilidad de sistemas, se encuentra constituido por una serie de células, cada una de ellas con un sistema de radio que permite la interconexión

entre terminales móviles y sistemas de conmutación. El sistema celular se muestra en la Figura N°12. [29]

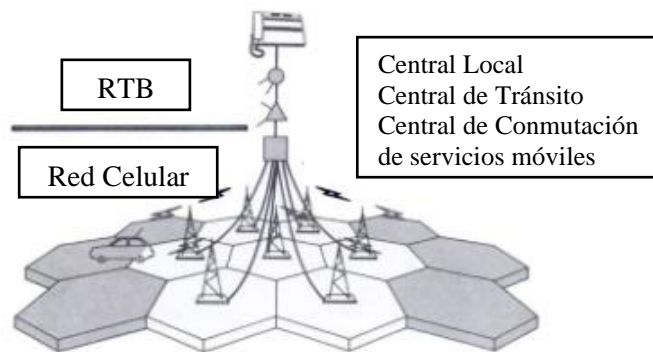


Figura N°12: Sistema Celular. [29]

Los sistemas celulares han ido evolucionando con el pasar de los años y aún más sus tecnologías, las cuales nos permiten una comunicación dependiendo de las necesidades de los usuarios, cada una con sus características y sus aplicaciones y las cuales se muestran en la Figura N°13 y se definen a continuación:

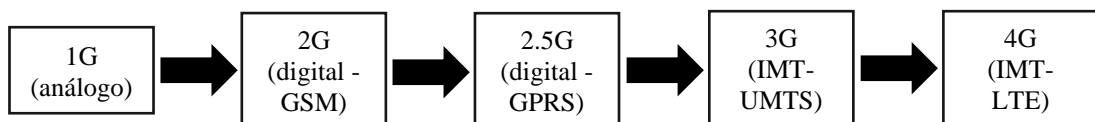


Figura N°13: Evolución de los sistemas de comunicación celular. [30]

Sistema global para comunicaciones móviles (GSM)

El sistema global para comunicaciones móviles o GSM es el sistema de comunicaciones de segunda generación que modifica la transmisión análoga a la digital y permite la comunicación con esquemas de transmisión de radio de mayor eficiencia espectral con las incorporaciones de técnicas para el desarrollo de un sistema único de comunicación en el entorno europeo. [31]

Las características de GSM son las siguientes: [31]

- Incorporación de técnicas de procesamiento de señales y de control de errores en aspectos de redundancia con una mayor confiabilidad y calidad en las comunicaciones.

- Integración de Servicios de Voz con una variedad de servicios de datos para la comunicación entre dos nodos.
- Opera en las bandas 900 MHz, 1800 MHz y 1900MHz.
- Mejora las prestaciones de seguridad y técnicas de cifrado.
- Transmisión y Señalización digitales.

Servicio global de radio por paquetes (GPRS)

El servicio global de radio por paquetes o GPRS es la extensión del sistema global para comunicaciones móviles (GSM), es conocido como la transición de la segunda generación a la tercera generación y permite la transmisión de datos a mayor velocidad que GSM. GPRS utiliza tecnologías para el servicio de mensajería multimedia (MMS) y otros como los servicios de comunicación, un ejemplo es el correo electrónico. [31]

Las características de GPRS son las siguientes: [31]

- Realiza Transmisión de Datos por conmutación de paquetes.
- Sistema de activación solo cuando se transmite o se recibe un paquete, permite que la red no se congestione.
- Velocidades de Transmisión entre 56 a 114 kbps (kilobits por segundo), un ejemplo de esto es él envió de 30 mensajes por minuto mientras que en GSM solo se puede transmitir 5 o 6 mensajes por minuto.

Sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS)

El sistema de telecomunicaciones móviles universales es la disponibilidad de servicios más amplios con prestaciones mayores dentro de las comunicaciones, basado en el acceso múltiple por división de código (CDMA), tecnología que había sido utilizada solo para aplicaciones militares pero que se implementó en los sistemas de tercera generación, dicho cambio requiere un cambio en la planificación de las redes celulares debido a que es muy distinta a GPRS, logrando alta eficiencia espectral pero con un mayor control en la interferencia intercelular. [30]

Las características de UMTS son las siguientes: [30]

- Prestaciones de servicios multimedia.
- Compatibilidad entre varios sistemas, logrando universalizar las comunicaciones.
- Velocidades de transmisión de datos de hasta 2Mbit/s.
- Estándar IMT (Telecomunicaciones Móviles Internacionales), comenzando con el estándar IMT-2000.

Evolución a Largo Plazo (LTE)

La evolución a largo plazo (LTE) es la comunicación de cuarta generación en la transmisión celular con las características que permiten un acceso a paquetes con márgenes de velocidad muy altos, su eficiencia espectral es muy alta en comparación a los sistemas UMTS, es considerado como un sistema multimedia móvil con soporte y movilidad en todo el mundo, es basado en los protocolos de internet (IP), logrando un ancho de banda más amplio con modulación adaptativa y codificación (AMC) con una arquitectura de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) por medio de un arreglo de antenas. [30]

Las características de LTE son las siguientes: [30]

- Utiliza la Modulación OFDM para la transmisión y recepción de datos.
- Tiene velocidades de Transmisión de hasta 40Mbps.
- Velocidad de descarga hasta 60Mbps.
- Arreglo de antenas para su sistema con arquitectura MIMO.

SENSORES

Los sensores son dispositivos de entrada que proveen una salida manipulable de la variable física medida, son los encargados de entregar una señal eléctrica a su salida, en el campo automotriz los sensores permiten controlar el correcto funcionamiento de todo el sistema vehicular ya que permiten captar el recorrido, posición, velocidad, presión, vibraciones, temperatura, entre otros, dichos dispositivos son los intermediarios entre cualquier sistema de medición y la variable física a medir. [32]

La clasificación de los sensores se puede dar en muchas formas pero las más comunes son por el principio de transducción utilizado y por el tipo de variable que se desea medir:

Clasificación por el Principio de Transducción:

Los sensores que se clasifican por el principio de transducción son aquellos que utilizan un material específico para transformar una forma de energía en otra diferente y la clasificación se muestra en la Figura N°14. [32]

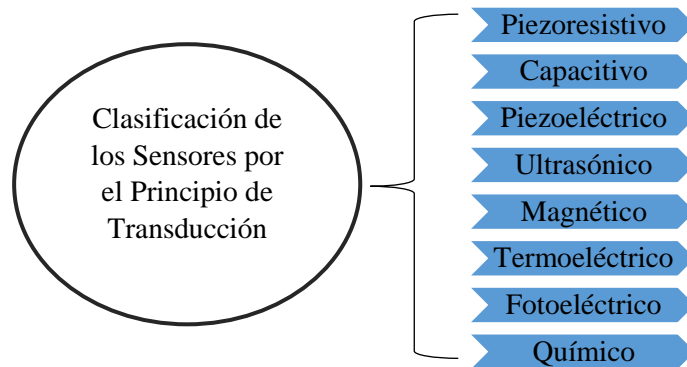


Figura N°14: Clasificación de Sensores por el principio de transducción. [32]

Clasificación por el Tipo de Variable

La clasificación de los sensores por su tipo de variable son más comunes por su tipo de medición en un solo campo así como de posición, flujo, presión, de color, entre otros y su clasificación se muestra en la Tabla N°2. [32]

Tabla N°2: Clasificación de Sensores por el tipo de variable. [32]

| | |
|--|--------------------------------------|
| Clasificación de los sensores según la variable física a medir | De posición, velocidad y aceleración |
| | De nivel y proximidad |
| | De humedad y temperatura |
| | De fuerza y deformación |
| | De flujo y presión |
| | De color, luz y visión |
| | De Gas y pH |
| | Biométricos |
| | De Corriente |

MICROCONTROLADORES

Los microcontroladores son microcomputadoras encargadas de la recepción procesamiento y envío de datos, mediante un oscilador interno se sincronizan las operaciones internas del circuito integrado, son utilizados en casi todas las aplicaciones en el campo electrónico debido a que permiten ejecutar varias instrucciones por medio de su unidad de procesamiento central (CPU) y mediante mecanismos internos permiten la protección de datos dependiendo siempre de la memoria interna del microcontrolador, permiten la interacción entre los datos temporales grabados en la memoria y así ejecutar operaciones en el exterior. [33]

Un Microcontrolador se encuentra constituido por los siguientes componentes que se muestran a continuación en la Figura N°15:

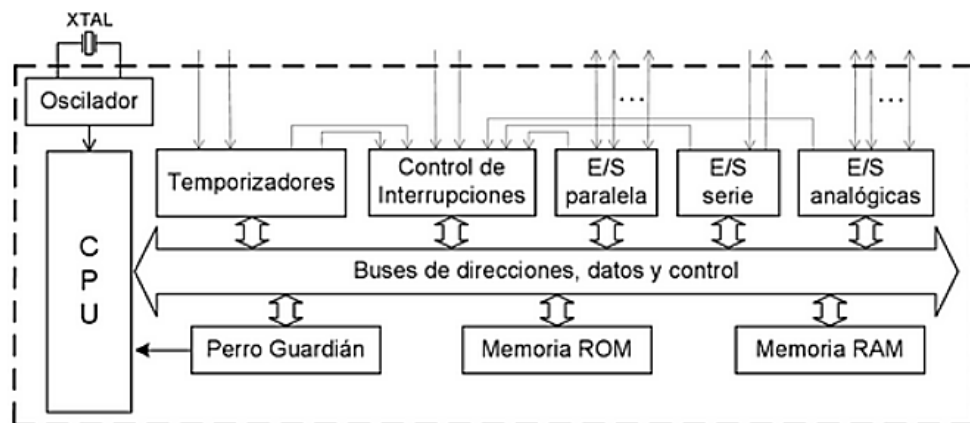


Figura N°15: Componentes de un microcontrolador. [33]

Las partes más importantes de un microcontrolador es la CPU la cual se encuentra constituido por varios registros los cuales permiten que se ejecuten varias tareas unas con propósitos específicos y otros con propósitos generales.

Las partes que conforman la CPU son: el registro de instrucción, acumulador, el registro de estado, contador del programa, registro de direcciones de pila y el puntero de la pila. Los cuales se detallan a continuación: [33]

- **Registros de Instrucciones.** – El registro de instrucciones conocido como RI almacena la instrucción que se encuentra ejecutando la CPU, dicho proceso es visible para el programador.

- **Acumulador.** – El acumulador es el registro asociado a la unidad lógica aritmética (ALU) que permite la resolución de operaciones lógicas y aritméticas, una característica es que los microcontroladores Pic no cuentan con este registro.
- **Registro de Estado.** – El registro de estado permite agrupar los bits indicadores de los resultados de las operaciones, uno de los indicadores es el de signo de resultado, si existe acarreo o no.
- **Contador de Programa.** – El contador del Programa es el registro de la CPU en el cual se guardan las direcciones de las instrucciones, siempre que la CPU realiza alguna instrucción el contador se incrementa.
- **Registro de Direcciones de Datos.** – El registro de direcciones de datos permite almacenar las direcciones de los datos en la memoria, de esta forma se puede llamar este siempre con una sola dirección.
- **Puntero de la Pila.** – El puntero de la pila es el registro que permite almacenar datos en la pila de la CPU.

Microcontrolador Arduino

Los microcontroladores Arduino están basados en una plataforma libre de computación de bajo coste y constituida en una placa que consta de varias entradas y salidas con un entorno de desarrollo IDE, que permite la implementación de varias aplicaciones en el lenguaje Processing/WiringHardware. Los microcontroladores arduino son utilizados para una infinidad de aplicaciones y por medio de la variedad de información presente en varios sitios web se desarrollan aplicaciones a bajo coste y desarrollar su código en cualquiera de los sistemas operativos tales como Windows, Linux y Mac, permitiendo una comunidad muy amplia. [34]

Los microcontroladores arduino se encuentran constituidos por los siguientes elementos presentes en la Figura N°16. [34]

- Pin de referencia analógica (Aref - naranja).
- Señal de tierra (GND - verde claro).
- Pines digitales de entradas y salidas del 2-13. (verde).
- Pines digitales 0-1 / entrada y salida del puerto serie: TX/RX (verde oscuro).

- Su tamaño de memoria.
- Interfaz y circuitos de entrada y salida.
- El repertorio de instrucciones.
- Los modos de operación.

SIRENAS

Una sirena es un instrumento acústico que emite una señal sonora muy fuerte, mediante las interrupciones periódicas de aire o vapor, la sirena emite un determinado sonido dependiendo de la frecuencia utilizada, son ocupadas ampliamente en aplicaciones de emergencia o cuando se quiere emitir una alerta de cualquier anomalía. Fue inventada por el físico francés Charles Cagniard de la Tour en 1819 el cual utilizaba el aire comprimido y con un mecanismo similar a una turbina para generar un sonido fuerte, en la actualidad existen tres tipos de mecanismos de sirenas las cuales son: mecánicas, electro neumáticas y electrónicas. [36]

Sirena Electrónica

La sirena electrónica es un elemento acústico compuesto de una unidad de control que almacena una secuencia de tonos, conectado a un altavoz para la emisión de la señal sonora. Las características de una sirena electrónica son las siguientes: bajo consumo eléctrico, mayor potencia y eficiencia con un máximo de 200 vatios de potencia, fácil integración con sistemas antirrobo de casas y autos y una variedad de tonalidades gracias a su unidad de control. [36]

Sirena Mecánica

La sirena mecánica es un cuerpo único, el cual se encuentra formado por un motor conectado a un ventilador especial el cual está provisto de dientes en su circunferencia, su funcionamiento se presenta mediante el ingreso de aire por medio de unas ventanas que se encuentran distribuidas dentro del cuerpo de la sirena, genera un sonido largo y grave, su sonido puede ser intermitente mediante el uso de relés o en su finalidad un botón el cual realiza dicha función de manera manual. [36]

Sirena Electro neumática

Las sirenas electro neumática son aquellas que funcionan a través de dos o más trompetas de membrana, las cuales se encuentran alimentadas por un compresor de aire equipado con un dispositivo rotativo que permite gestionar una variedad de secuencias de tonos. Las sirenas electro neumáticas son las que más requieren de un mantenimiento periódico, debido a que el compresor que genera el aire necesita una adecuada lubricación para su funcionamiento y evitar un sobrecalentamiento. [36]

1.2 OBJETIVOS:

El objetivo general del proyecto de titulación se basa en la implementación de un sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos, mediante el estudio de diferentes tecnologías y la implementación de software y hardware libre de licencias.

Para la consecución de este objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- Determinar los componentes del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM.
- Identificar las diferentes tecnologías de monitorización.
- Determinar las características de un sistema de seguridad y control.
- Diseñar el sistema de control y monitoreo del vehículo que permita al propietario tener total autonomía del mismo.

Analizar los distintos sistemas de seguridad para el monitoreo de vehículos livianos permitirá comprender el funcionamiento y los servicios que se ofrecen en la actualidad, para la implementación de un sistema autónomo y confiable.

Las siguientes actividades permitieron la realización del objetivo:

- Investigar las maneras en las cuales los delincuentes operan en el robo de automotores en el país
- Examinar las distintas fuentes bibliográficas en las cuales se habla sobre temas relacionados con la vigilancia y monitoreo del vehículo.

- Comparación de los diferentes elementos de seguridad presentes en el vehículo que permitan la desactivación del sistema de encendido.

Diseñar un circuito electrónico que permita la desactivación del sistema eléctrico de un automóvil liviano tiene como objetivo promover la seguridad en caso de la intrusión de un delincuente en su interior

Para la consecución del objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- Análisis de las variables que intervienen en el diseño del sistema electrónico para su implementación.
- Selección de la tecnología inalámbrica y los componentes electrónicos adecuados para el diseño.
- Determinación de los parámetros necesarios para la comunicación entre GPS/GSM.

Diseñar un sistema GPS/GSM que alerte de una posible intrusión o robo del vehículo proporciona la información necesaria para lograr una respuesta inmediata por parte del propietario, así como un seguimiento continuo del vehículo.

Las actividades que se muestran a continuación permitieron la elaboración del objetivo:

- Diseño de la interfaz entre el usuario y el sistema propuesto.
- Implementación del prototipo.
- Realización de pruebas y comprobación del estado del sistema para la seguridad y monitoreo del vehículo.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES

En el presente proyecto de investigación no fue necesario la realización de encuestas debido a que se analizó y utilizó los datos estadísticos para el estudio de la problemática, los cuales fueron obtenidos del Ministerio del Interior mediante el Sistema Integrado de Administración de Fiscalías (SIAF) y de la Página Oficial de la Policía Nacional mediante la unidad de Inteligencia Antidelincuencial.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente proyecto se realizó una investigación aplicada, debido a que se diseñó e implementó un sistema de bloqueo electrónico de encendido de un vehículo y monitoreo GPS/GSM.

Para el estudio y aplicación del prototipo se realizó una investigación bibliográfica en libros revistas y publicaciones para que el proyecto tenga el debido sustento y de esta manera se recolectó la información suficiente para lograr obtener un resultado adecuado en la realización de la investigación, es necesario tener en cuenta las experiencias previas en las cuales intervinieron los determinados procesos de la investigación planteada para su correcta aplicación.

También se presentó una investigación experimental debido a que se analizó las diferentes tecnologías que se aplicaron en el presente proyecto de investigación, por lo cual es necesario tener en cuenta todas las variables que afectaron el desarrollo de

la propuesta como la cobertura en determinados lugares y la situación geográfica del lugar en donde se encuentre desarrollado el sistema.

2.2.2 RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de información es necesaria para la investigación y se la realizó por medio de investigaciones previas publicadas en las diferentes plataformas o repositorios de distintas Universidades del país en las cuales se encuentra involucrado el tema de tesis propuesto, además de la guía del docente tutor para el desarrollo del prototipo.

2.2.3 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento y análisis de datos se realizó de la siguiente manera:

- Se analizó la información y se realizó la revisión e interpretación de los datos estadísticos, para determinar los problemas.
- Se analizó los distintos tipos de sistemas de seguridad vehicular que existen y se realizó una comparación con cada tecnología.
- Se analizó las tecnologías de transmisión de datos para su debida implementación.

2.2.4 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para poder desarrollar el prototipo del sistema, se realizó las siguientes actividades:

1. Investigar las maneras en las cuales los delincuentes operan en el robo de automotores en el país
2. Examinar las distintas fuentes bibliográficas en las cuales se habla sobre temas relacionados con la vigilancia y monitoreo del vehículo.
3. Comparación de los diferentes elementos de seguridad presentes en el vehículo que permitan la desactivación del sistema de encendido.
4. Análisis de las variables que intervienen en el diseño del sistema electrónico para su implementación.

5. Selección de la tecnología inalámbrica y los componentes electrónicos adecuados para el diseño.
6. Determinación de los parámetros necesarios para la comunicación entre GPS/GSM.
7. Diseño de la interfaz entre el usuario y el sistema propuesto.
8. Implementación del prototipo.
9. Realización de pruebas y comprobación del estado del sistema para la seguridad y monitoreo del vehículo.
10. Elaboración Informe Final

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente proyecto de investigación consistió en el diseño, construcción e implementación de un sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos. Como resultados se logró la desactivación del sistema de encendido del vehículo y la activación de una alarma sonora para alertar de un posible robo, así como también él envió de un mensaje de texto al propietario de que se han vulnerado las seguridades del vehículo con la ubicación del mismo, permitiendo de esta manera que la reacción del dueño sea inmediata.

El diseño del sistema consta de dos partes fundamentales la primera constituida por el sistema de control, el que se encarga de la desactivación parcial del sistema eléctrico y de encendido del vehículo para evitar el encendido forzado del mismo, el segundo el sistema de monitorización el cual permite enviar un mensaje de texto al propietario con la ubicación del automotor para que pueda actuar inmediatamente recibido el mensaje y con el principal objetivo que el ladrón no pueda robar de forma total el vehículo, logrando reducir las afectaciones para el dueño y que estas sean mínimas.

La implementación del sistema se efectuó en un vehículo particular en el cual se realizó varias pruebas para determinar la funcionalidad y la efectividad del proyecto propuesto, con la finalidad de crear un prototipo estable y que permita una respuesta rápida al propietario, así como también el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en el diseño presentado.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de investigación presenta una factibilidad técnica, económica y bibliográfica las cuales se presentan a continuación:

Factibilidad Técnica

La investigación tiene una factibilidad técnica debido a que todos los instrumentos utilizados para el diseño y construcción del sistema existen en el país y la mayoría de tecnologías se han estudiado en el transcurso de la carrera comprobando su funcionalidad y uso en diferentes ambientes y campos de estudio en los cuales se puede desarrollar una infinidad de proyectos.

Factibilidad Económica

El proyecto presenta una factibilidad económica debido a que la relación que existe entre el costo-beneficio es baja debido a que el sistema brinda más beneficios a diferencia sistemas de alarmas convencionales, mediante el uso de software y hardware libre de licencias se optimiza mucho el capital económico, el cual es financiado por el investigador en su totalidad.

Factibilidad Bibliográfica

La investigación contiene factibilidad bibliográfica debido a toda la información que se encuentra presente en libros, artículos científicos, tesis de ingeniería, entre otros por lo cual se puede desglosar muchos datos de importancia con relación al proyecto para la realización del mismo.

3.2 ANÁLISIS DE SISTEMAS DE SEGURIDAD VEHICULAR EXISTENTES

Los sistemas de seguridad vehicular actuales se dividen en dos campos, los que proveen un sistema de seguridad general y los que proveen un sistema privado de monitorización, los cuales se explicaran a continuación:

3.2.1 Sistemas de seguridad vehicular general

Los Sistemas de seguridad vehicular general son los encargados de brindar un servicio de control y seguridad ante un posible intento de robo ya sea de alguna parte del automotor o del mismo en su totalidad, es importante destacar que las alarmas presentes en estos sistemas son las que comúnmente vienen adaptadas al vehículo y no constan de un módulo de monitoreo externo.

Los dispositivos presentes en los sistemas de seguridad vehicular general son los siguientes y los cuales se muestran en la Figura N°17:

- Unidad Central - Luz Interior
- Sensor de Puertas
- Sirena
- Receptor del Mando a Distancia
- Micrófono Sensor
- Sensor de Presión en el Interior

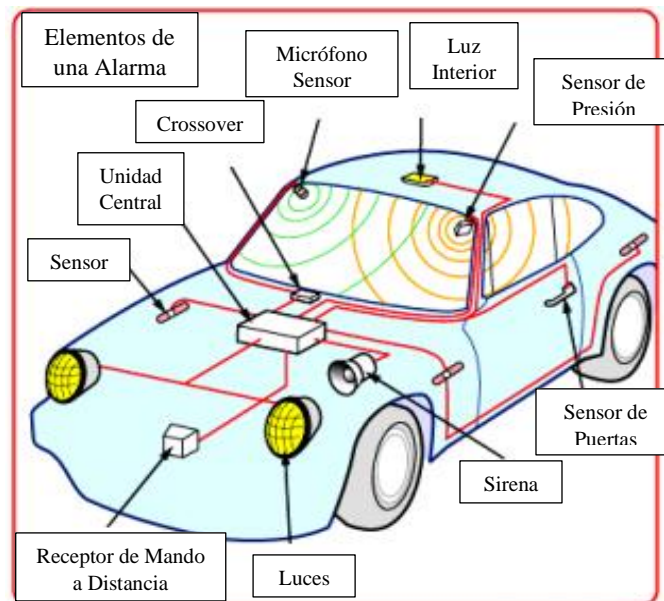


Figura N°17: Elementos de un sistema de Seguridad General. [37]

La funcionalidad de este sistema se da cuando el usuario lo activa mediante el módulo a distancia y por medio de la Unidad de control se procede a la activación o desactivación de los actuadores del vehículo tales como la sirena o las luces logrando un control mínimo debido a que si el usuario se encuentra a una distancia considerable no podrá sentir ninguna de las alertas que indiquen que el automotor está siendo vulnerado.

3.2.2 Sistemas de seguridad vehicular privada


Los sistemas de seguridad privada son aquellos que permiten el control del vehículo mediante una unidad de control y al mismo tiempo permite la monitorización mediante una suscripción a una empresa privada que realiza el seguimiento constante a través de módulos GPRS, con lo cual en el caso de robo la empresa envía un mensaje al usuario indicando los sucesos dependiendo del servicio contratado.

Los sistemas de seguridad vehicular privada más conocidos en la actualidad son Chevystar y Hunter:

Sistema de Seguridad Chevystar

Los sistemas de seguridad Chevystar son aquellos que permiten una monitorización satelital y mediante telefonía celular ofrecer los servicios de seguridad y asistencia al asuario desde su vehículo teniendo en cuenta que este servicio se ofrece para vehículos Chevrolet. Las principales funciones de una alarma chevystar se muestran a continuación en la Tabla N°3: [38]

Tabla N°3: Funciones de una Alarma ChevyStar. [38]

| <u>Botón</u> | <u>Funcionalidad</u> |
|---|--|
| Botón CERRAR  | 1. Bloquea los seguros del vehículo. 2. Activar la alarma. |
| Botón ABRIR  | 1. Abre los seguros del vehículo. 2. Oprimiendo 2 segundos, se abre el baúl o maletero del vehículo. |
| Botón Corbatín Chevrolet  | Atención personalizada al cliente ChevyStar. Información ChevyStar. |
| Botón de Emergencia  | Si requiere algún servicio de Asistencia Médica o Mecánica en Ruta. |
| Botón Finalizar Llamada  | Finalizar llamadas de asistencia, emergencia y personales, ya sea del vehículo o del teléfono celular personal. Rechazar llamadas entrantes, ya sea al vehículo o al teléfono celular personal. |
| Botón Llamar  | Iniciar sesión de reconocimiento de voz. Hacer una llamada por medio de reconocimiento de voz de ChevyStar, dictando los números telefónicos o contacto. |

Sistema de Seguridad Hunter



Los sistemas de Seguridad Hunter son aquellos que permiten el rastreo satelital del vehículo en caso del robo del mismo mediante un dispositivo instalado en el vehículo el cual se encuentra oculto y que tiene un costo mensual dependiendo los servicios de rastreo que el usuario desee implementar. [39]

Los sistemas de seguridad vehicular que utiliza hunter presentan las siguientes características: [39]

- Corte de corriente al encendido de motor, en modo armado.
- Sensor de impacto con preaviso externo.
- Armado automático.
- Armado y desarmado en silencio.
- Sirena de 6 tonos.
- Avisa el robo.

Hunter presenta varios sistemas de monitoreo de los cuales destacan los mostrados en la Tabla N°4 y cada uno con los diferentes servicios prestados:

Tabla N°4: Servicios que Ofrece Hunter en Monitorización. [40]

| <p align="center">Hunter Monitoreo Individual – Corporativo</p>  | <p align="center">Hunter Monitoreo Personal</p>  |
|--|--|
| Encendido y Apagado del vehículo. | Reportes históricos de recorridos. |
| Desconexión de batería. | Alertas de salidas e ingresos a zonas de trabajo. |
| Mantenimientos. | Reporte de paradas, kilómetros recorridos, distancias y tiempos muertos. |
| Vencimiento de documentos. | Permite registrar puntos de chequeo (checkpoint). |
| Excesos de velocidad. | Realizar llamadas a 2 números prefijados. |
| Entrada y salida de zonas / Geocercas. | Puede recibir llamadas telefónicas al dispositivo ilimitadamente. |
| Botón de pánico (opcional). | Botón de pánico (opcional). |

3.3 Análisis Sistema Seguridad Vehicular

Mediante la investigación previa de sistemas y servicios de seguridad vehicular se puede analizar las principales ventajas y desventajas que presentan cada uno de ellos con la finalidad de diseñar e implementar un sistema antirrobo vehicular con el fin principal de alertar de una manera rápida y eficaz de un posible robo, teniendo en cuenta también que en el caso de no poder actuar rápidamente el sistema eléctrico vehicular sea deshabilitado cortando el flujo de corriente para lograr que el automotor no pueda encender y así lograr impedir el robo total del mismo.

El sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos se encuentra constituido por la parte de control y la de monitorización, el sistema de seguridad y control está conformado por los circuitos que se encargaran de controlar el accionamiento de puertas y el control de flujo de corriente del vehículo, así como también el accionamiento de algún tipo de alarma, mientras que el sistema de monitorización se encuentra constituido por una placa SIM 808 la cual permite la recepción de la ubicación del vehículo mediante su antena GPS y de esta manera lograr la transmisión de su longitud y latitud via GSM, logrando mantener alertado al usuario de cualquier posible robo de su automotor.

Los Requerimientos del Sistema son los siguientes:

- Fuente de Alimentación independiente. – La Fuente de Alimentación Independiente permite que el sistema de seguridad funcione aun cuando se desconecte la batería del vehículo.
- Encendido del Vehículo por medio de una clave única. – El encendido del vehículo por medio de una clave única se encuentra dada por la programación presente en el microcontrolador en el cual se define una contraseña exclusiva para el accionamiento del arranque del vehículo.
- Corte de Flujo de corriente: El corte de Flujo de corriente se presenta cuando se violen los seguros del vehículo mediante el circuito de control para desactivar el sistema de encendido del vehículo por medio del módulo electrónico.

- **Envío de la Alerta:** El envío de la Alerta con la ubicación del vehículo al propietario del sistema de seguridad se da inmediatamente cuando exista una vulneración de los seguros con un tiempo determinado para el reenvío de la señal hasta que el propietario introduzca la clave de encendido para la desactivación de la alerta.

3.4 Diseño del Sistema

El diseño del sistema se encuentra basado en un sistema de alarma convencional con las diferentes modificaciones como la activación de flujo de corriente para el encendido vehicular mediante una clave única por un teclado matricial, el envío de la ubicación del vehículo mediante el uso de una tarjeta GSM/GPS para la comunicación entre el sistema y el usuario, cada una de las diferentes etapas y circuitos de los cuales constara el sistema electrónico de seguridad y monitoreo, en la Figura N°18 se muestra un diagrama con las etapas del diseño:

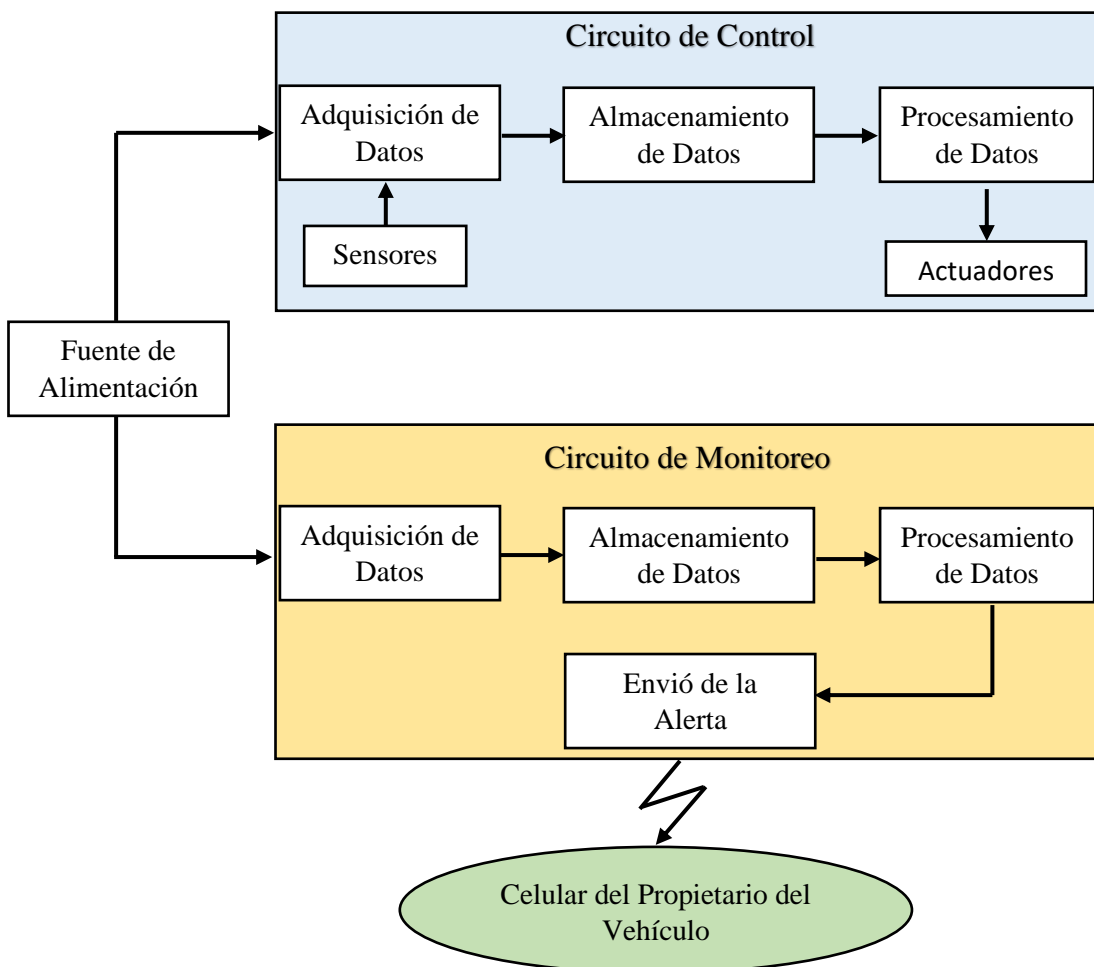


Figura N°18: Diseño del Sistema electrónico de seguridad y monitoreo.

3.4.1 Sensores para la activación del sistema electrónico de seguridad

Los sensores que se utilizaron en el diseño e implementación del sistema son pulsadores normalmente cerrados los cuales cumplen la función de enviar la señal al sistema de control el momento que se han vulnerado las seguridades del vehículo. Los pulsadores se implementarán en cada una de las puertas para que la señal sea enviada el momento en que cualquier puerta del vehículo sea abierta.

Las ubicaciones de los pulsadores se muestran en la Figura N°19 y los cuales se implementarán en el vehículo.

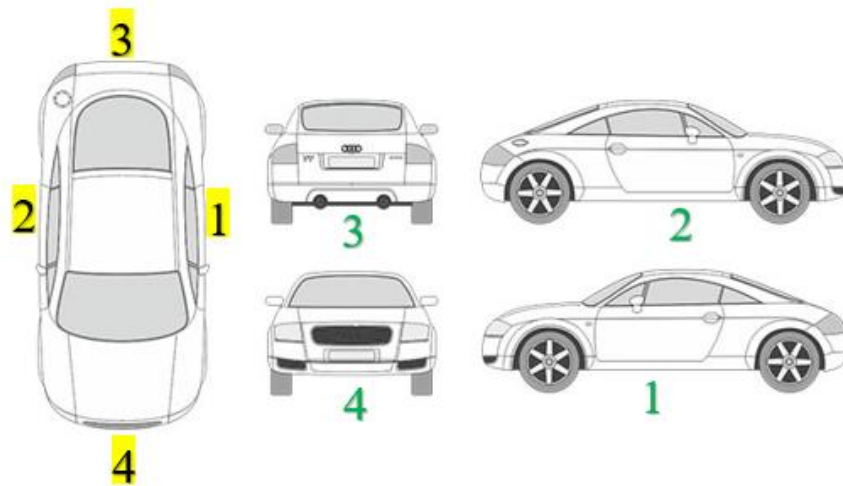


Figura N°19: Ubicación de los sensores en cada una de las puertas.

Fuente: El investigador.

Funcionamiento

El funcionamiento de los sensores se encuentra dados por los pulsadores presentes en cada una de las puertas del vehículo, con la finalidad de cortar o activar el flujo de corriente hacia el circuito de control para determinar si se abierto o no alguna puerta del vehículo sin el conocimiento del propietario, cabe destacar que el funcionamiento de los sensores se da solamente cuando el sistema de seguridad ha sido activado para no ocasionar ninguna molestia al dueño del vehículo cuando él se encuentra presente.

Los pulsadores en el sistema de control se encuentran colocados en cada una de las puertas del vehículo y su conexión se encuentra dado en paralelo debido a que si uno de los pulsadores es presionado el circuito de control procede a la activación.

La simulación del circuito se encuentra realizado en el software Proteus en el cual se puede observar en la Figura N°20 que los pulsadores 1,2,3 y 4 son los encargados de la activación del sistema y los mismos que serán colocados en las diferentes puertas del vehículo y se muestran en la Figura N°21.

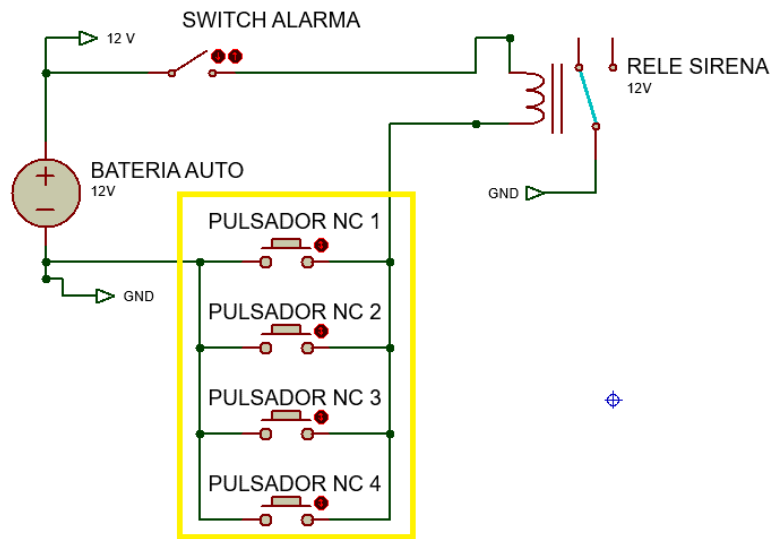


Figura N°20: Simulación de los sensores de las puertas.

Fuente: El investigador.



Figura N°21: Pulsadores Normalmente Cerrados

Fuente: El investigador.

Las características de los tipos de pulsadores se definen a continuación en la Tabla N°5:

Tabla N°5: Características Pulsadores NC

| Características | Pulsador Normalmente Cerrado Largo (NC) | Pulsador Normalmente Cerrado Corto (NC) |
|-----------------|---|---|
| Diseño | | |
| Voltaje Máximo | 24 V | 24 V |
| Terminales | Pin | Pin |
| N° Contactos | 1 | 2 |
| Color | Negro | Negro |
| Amperaje Máximo | 20 A | 2 A |

Para la elección se determinó el pulsador normalmente cerrado largo ya que permite adaptar a todo tipo de puertas y su aplicación en los vehículos es más robusta.

3.4.2 Circuito Apertura y Cierre de Puertas del Vehículo

El circuito de apertura y cierre es el encargado de la seguridad del vehículo y se lo realizó mediante la aplicación de dos relés los cuales permiten el paso de voltaje hacia los motores encargados de la apertura y cierre de puertas, el circuito es controlado externamente por medio del módulo de radiofrecuencia. El circuito en si cumple la función de invertir el voltaje que ingresa a los motores para que estos suban o bajen los seguros presentes en el vehículo.

El circuito de apertura y cierre de puertas del vehículo se muestra a continuación en la Figura N°22 y la cual fue realizado en el software Proteus.

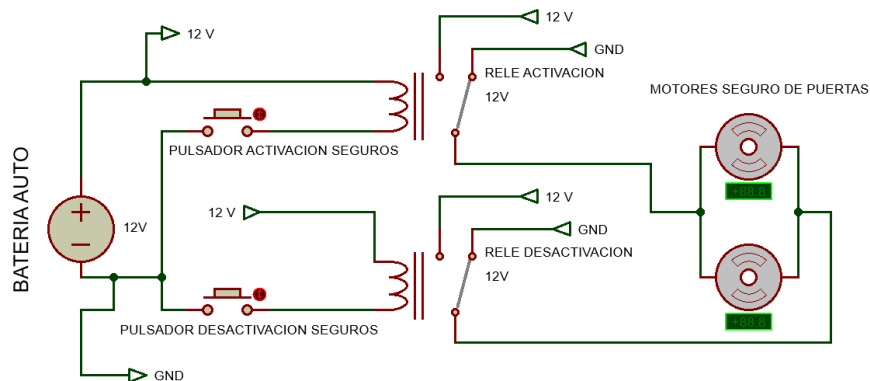


Figura N°22: Simulación de circuito de apertura y cierre de puertas.



Fuente: El investigador

Funcionamiento

El funcionamiento del circuito se da mediante la activación de los pulsadores que físicamente serán controlados por medio del control de radiofrecuencia, el envío de la señal se realizara para la activación del seguro o la desactivación del mismo, cada relé cumple una función específica el primero permite la activación de los seguros mediante los 12V presentes en los motores y el segundo realiza la desactivación de los dos motores, una característica importante de dicho circuito es que la activación y desactivación se realiza mediante un solo pulso emitido por el control, es decir el voltaje presente en los motores no es continuo, sino que depende de la intermitencia del control de radiofrecuencia.

La comparación de los relés para el circuito de apertura y cierre de puertas se muestra a continuación en la Tabla N°6:



Tabla N°6: Características de los Relés.

| Características | Relé Marca ElectroCrea | Relé Marca FLOSSER |
|-----------------|---|---|
| Diseño |  |  |
| Voltaje Máximo | 12 V (DC) | 12 V (DC) |
| Terminales | Pin | Pin |
| N° Contactos | 5 | 5 |
| Color | Azul | Negro |
| Amperaje Máximo | 10 A | 20/30 A |
| Tipo Propósito | General | Industrial |

La elección del relé Marca FLOSSER es el adecuado para la implementación del circuito de apertura y cierre de puertas debido a que su resistencia a flujo de corriente en vehículos es mayor, es decir sus contactos internos son más resistentes al uso por lo cual permite tener una durabilidad mayor del circuito.

La comparación de los motores para los seguros de las puertas en el circuito de apertura y cierre de puertas se muestra a continuación en la Tabla N°7:

Tabla N°7: Características de los Motores de los Seguro de Puertas.

| Características | Motor Seguro de Puerta Tipo Pistola | Motor Seguro de Puerta Tipo Cubo |
|-----------------|--|---|
| Diseño |  |  |
| Voltaje Máximo | 18 V | 18 V |
| Terminales | Pin | Pin |
| N° Contactos | 2 | 2 |
| Color | Varios | Negro |
| Amperaje Máximo | 20 A | 20/30 A |
| Tipo Propósito | Universal | Modelos Específicos |

Para la elección de los motores para los seguros de las puertas se determinó los de tipo pistola debido a que por su aplicación son considerados motores universales por lo que se pueden adaptar a cualquier vehículo y sus características de trabajo son similares a motores específicos.

Los relés y motores que se utilizaron en el circuito de control se muestran en la Figura N°23.



Figura N°23: Motor 12V para seguro de puertas y relés actuadores 12V.

Fuente: El investigador

3.4.3 Circuito Cortacorriente del Vehículo

El circuito cortacorriente del vehículo es el encargado de la desactivación total del encendido del automotor, se encarga de manipular el flujo de corriente al motor del vehículo para el encendido del mismo, el circuito es muy importante en la implementación del sistema electrónico de seguridad debido a que mediante este circuito se tiene un mayor control en caso de un posible intento de robo del vehículo. El circuito consta de dos relés encargados de la desactivación del flujo de corriente y mediante varias señales de entrada la reconexión del sistema eléctrico vehicular. El circuito cortacorriente del vehículo se muestra en la Figura N°24:

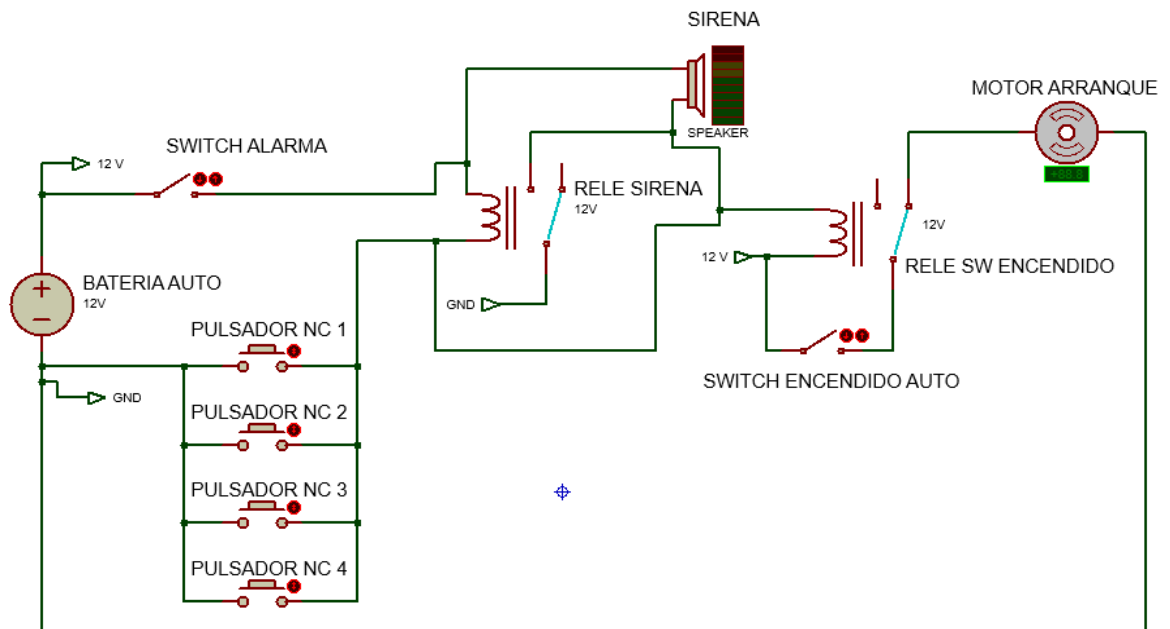


Figura N°24: Simulación de circuito cortacorriente del vehículo.

Fuente: El investigador

Funcionamiento

El funcionamiento del circuito cortacorriente está dividido en tres partes fundamentales la primera la activación del circuito de seguridad, la segunda la activación de la alarma sonora del vehículo y la activación del cortacorriente y la tercera la reactivación del circuito eléctrico del vehículo y las cuales se definen con claridad a continuación una por una.

La primera parte del funcionamiento del circuito de seguridad y monitoreo se da por medio del módulo de radiofrecuencia con una orden de activación o desactivación que interpreta el switch de alarma mostrado en la Figura N°24, por medio de la cual se envía una señal de alarma al momento de que cualquier puerta del vehículo sea abierta. La segunda parte es el funcionamiento de la alarma sonora que se da gracias a la activación del relé de sirena que funciona a la par de la apertura de las puertas con una acción inmediata dando una señal auditiva para la respuesta de las personas cercanas al automotor. Finalmente, la tercera parte que es la activación del segundo relé, el encargado de dar el flujo de corriente al motor de arranque, el segundo relé es independiente al swich de alarma debido a que no se puede dar arranque al vehículo mientras una puerta se encuentre abierta, dicho sistema ofrece total seguridad al momento de encendido además de bloquear el sistema cuando la alarma sonora se active y el relé cumpla la función de activarse y mantener su estado de activado.

En la Figura N°25 se observa la implementación del circuito en el cual se definen los siguientes pines:

In: Pin de Positivo y Negativo de la Batería del Vehículo

Sirena: Pines Positivo y Negativo para la conexión de la sirena electrónica.

A: Pines para el Interruptor de Activación o Desactivación del Circuito.

B: Pines para la Conexión en Paralelo de los Pulsadores Normalmente Cerrados que se ubican en las diferentes puertas del Vehículo.

C: Interruptor de Encendido del Vehículo.





Figura N°25: Implementación Circuito Cortacorriente del Vehículo.

Fuente: El investigador

3.4.4 Módulo de Radio Frecuencia

El módulo de radio frecuencia permite controlar la activación y desactivación del sistema de seguridad mediante el envío de una señal desde el transmisor hasta el receptor con una frecuencia de trabajo de 315 Mhz ó 433 Mhz, la codificación se realiza mediante código binario (0-1) que permite la comunicación entre el módulo emisor y el receptor con una misma combinación, teniendo en cuenta como único objetivo el encendido o apagado de la alarma vehicular, se debe tener en consideración las siguientes características para la elección del módulo de radio frecuencia más adecuado para lo cual en la Tabla N°8 se definieron los siguientes:

Tabla N°8: Características Módulos de Radio Frecuencia.

| Módulos de Radio Frecuencia | | |
|------------------------------------|--|--|
| Especificaciones Técnicas | MOD-CR-RF (315Mhz 4CH) | Control y Receptor Arduino (433Mhz 4CH) |
| |  |  |
| | Transmisor | Transmisor |
| Voltaje de Operación | 12 V DC | 12 V DC |
| Corriente de Trabajo | 10 mA | 10 mA |
| Potencia Radiada | 10 mW | 10 mW |
| Tipo de Modulación | Ask | Ask |
| Frecuencia de Transmisor | 315 Mhz | 433 Mhz |
| Distancia de Trabajo | 50 a 100 m (línea de vista) | 80 m (línea de vista) |
| Codificación | Código Fijo | Modo Aprendizaje |
| Especificaciones Técnicas | Receptor | Receptor |
| Voltaje de Operación | 5 V DC | 5 V DC |
| Sensibilidad | -98 db | -108 db |
| Número de Salidas | 4 | 4 |
| Pines | 7 | 7 |
| Antena | Alambre de Cobre 25 cm | Alambre de Cobre 35 cm |
| Dimensiones | 6.6x21x41 mm | 2x12x28 mm |

Para la elección del módulo para el prototipo se tuvo en cuenta el modelo MOD-CR-RF con una frecuencia de trabajo de 315Mhz y 4 canales, con una codificación única para la comunicación, debido a que en él se puede implementar un código de 8 bits único entre el Tx y Rx.

El objetivo de los dos módulos es el mismo mediante la activación de la señal en el transmisor se envía el dato a una distancia máxima de 100 metro con línea de vista y se activa una de las salidas en el receptor dependiendo de la orden del transmisor.

La singularidad de cada uno de los módulos está dada por la codificación presente en cada uno, en el modelo MOD-CR-RF se la realiza por medio del circuito integrado PT2264 en el transmisor y PT2272 en el receptor, en el cual se tiene 8 bits de programación que se pueden colocar en 1 (nivel lógico alto) o en 0 (nivel lógico bajo), tanto el receptor como el transmisor deben tener el mismo código de 8 bits para que exista la comunicación entre ambos, mientras que en el módulo Control y Receptor Arduino la comunicación entre el transmisor y receptor se la realiza mediante el modo de aprendizaje presionando el botón que se encuentra en el receptor y se van asignando cada uno de los botones del transmisor a las salidas del receptor.

Funcionamiento

El funcionamiento del módulo MOD-CR-RF (315Mhz 4CH) está dado por el emparejamiento de la comunicación entre el transmisor y Receptor, el cual se muestra en la Figura N°26 en el cual se observa en ambos módulos con 8 bits los cuales se los puede programar en alto o en bajo soldando los pines uno a uno y con el código que nosotros creamos conveniente, para la codificación existen 256 combinaciones posibles por medio de la aplicación de la siguiente fórmula:

$$2^n = \text{Número de Combinaciones Posibles}$$

$$n = \text{número de bits}$$

Tanto en el transmisor como en el receptor se tiene 8 bits para la codificación con un resultado de 256 combinaciones posibles:

$$2^8 = 256$$

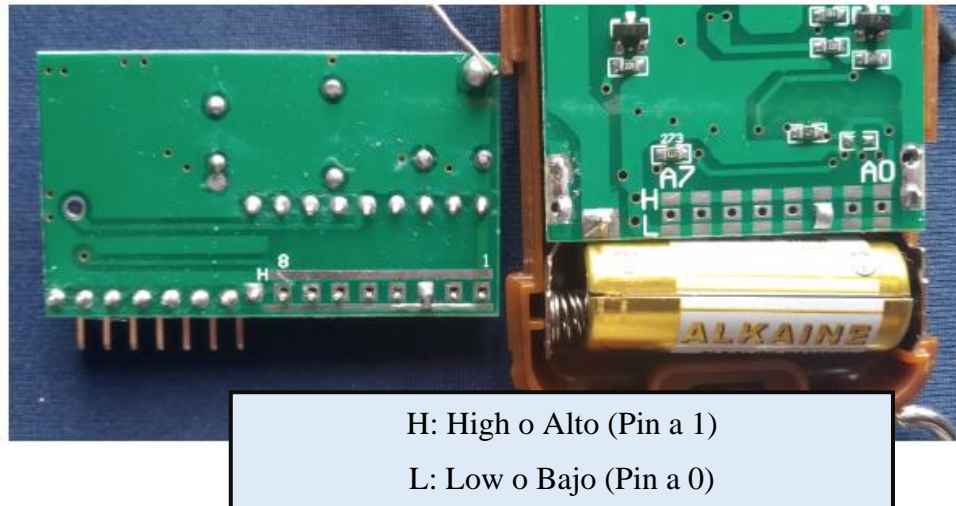


Figura N°26: Codificación del Transmisor y Receptor.

Fuente: El investigador

3.4.5 Selección de la Tecnología Inalámbrica

La selección de la tecnología inalámbrica para el envío de los datos importantes de seguridad tales como el estado del sistema o la ubicación del vehículo se determinó mediante el estudio de diferentes tecnologías, teniendo en cuenta como objetivo la distancia entre el usuario y el sistema y el tiempo de acción de la tecnología, con el fin de permitir al propietario del vehículo actuar de manera inmediata al momento de recibir una alerta de vulnerabilidad del automotor.

Con el análisis y la comparación de las diferentes tecnologías, se determina que las características más importantes para la implementación del sistema de seguridad para vehículos livianos son las siguientes:

- Tiempo de Respuesta.
- Distancias Permitidas.
- Costo de la Tecnología.
- Topología de Conexión.

En la Tabla N°9 se definieron las características de cada una de las tecnologías inalámbricas para la elección y posterior diseño del sistema de control y mando.

Tabla N°9: Comparación de las diferentes Tecnologías Inalámbricas.

| Tecnologías Inalámbricas | | | | |
|--|------------------|---|--|---------------------------------|
| Parámetros Técnicos | Bluetooth | WI-FI | GSM-GPRS | ZIGBEE |
| Frecuencia de Trabajo | 2.4 GHz | 2.4 – 5 GHz | 300 – 1200 MHz (Tiene una Banda de Operación Privada) | 2.4 GHz |
| Ancho de Banda | 1 Mbps | 100 Mbps | 100 Mbps | 250 Kbps |
| Máximo de Distancia con Línea de Vista | 100 metros | 100 metros | Depende de la Operadora y la Cantidad de Repetidoras por Zona de la red Celular. | 75 metros |
| Topología de Red | Punto a Punto | Topología tipo Bus, Estrella, Anillo, Árbol, Anillo | Topología de Red Celular. | Punto a Punto, Malla y Estrella |
| Número de Nodos por Red | 7 | 255 | Cada operadora define la cantidad de nodos por red celular. | 65000 |
| Estándar de Trabajo | 802.15.1 | 802.11 | GSM | 802.15.4 |

Una vez definido las características más importantes de las tecnologías inalámbricas para la implementación se descartan las siguientes:

Bluetooth por el tiempo de respuesta que ofrece al sistema debido a que para la funcionalidad de la topología punto a punto se deben emparejar los dispositivos tanto el emisor como el receptor, por lo que no es factible y por la distancia máxima de transmisión debido a que se limita a 100 metros con línea de vista.

La tecnología WI-FI se podía considerar por la facilidad de conexión y el ancho de banda para el envío de datos, pero se restringe a una distancia máxima de 100 metros por lo cual no lo hace indicado para la implementación del prototipo, se debe tener en cuenta que se puede realizar una base de datos para que no exista problemas en la

distancia de transmisión, pero los costos fijos de WI-FI se incrementarían por lo que se tendría que contratar servicios de una operadora.

La tecnología Zigbee presenta un mayor ancho de banda y el número de nodos por red es mayor a las tecnologías Bluetooth y WI-FI, no obstante, presenta inconvenientes en la distancia máxima de transmisión y los costos adicionales que pueda generar debido a la necesidad de un servidor para el envío de datos a larga distancia sin conexión directa con el receptor.




Selección del Módulo GSM-GPS

En el diseño e implementación del sistema de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos se seleccionó la tecnología inalámbrica GSM por ser más viable para el proyecto debido al rango de distancia de transmisión mayor a los 100 metros sin presentar inconvenientes con un costo mucho menor al resto de tecnologías sin la utilización de otros dispositivos de amplificación o servicios adicionales y por la facilidad del uso de la infraestructura ya existente en cada operadora de telefonía celular, para la implementación de la tecnología GSM se realizó la selección del módulo GPS/GSM debido a que en el sistema de seguridad necesita obtener la posición tanto en latitud como longitud del vehículo cuando el propietario requiera de dicha información, así como también el sistema GSM para enviar los datos del GPS a uno o varios teléfonos celulares dependiendo de las necesidades del dueño del automotor.

En la actualidad existen varios dispositivos de rastreo y de mensajería los cuales pueden interactuar para fusionar sus características y lograr un módulo GPS-GSM, sin embargo, existen placas que cumplen ambas funciones por medio de una infraestructura de red y por sus características que se describen en la Tabla N°10, se optó por describir los siguientes módulos:

Cabe destacar que los módulos permiten la comunicación con los distintos dispositivos del proyecto.

Tabla N°10: Comparación de los Módulos GPS-GSM.

| Módulos GPS-GSM | | | |
|----------------------------------|---|--|---|
| | SIM 808 | SIM 908 | Arduino A7 |
| Parámetros Técnicos |  |  |  |
| Comandos de Comunicación | Comandos AT | Comandos AT | Comandos AT |
| Tiempo Mínimo de Respuesta GPS | 30 segundos | 30 segundos | 40 segundos |
| Sensibilidad Módulo | -147 dBm | -143 dBm | -105 dBm |
| Amperaje | 2 Amperios | 2 Amperios | 2 Amperios |
| Protocolo de Red | TCP/IP | TCP/IP | TCP/IP |
| Velocidad de Datos GPRS | Ascendente (85.6 kbps) Descendente (85.6 kbps) | Ascendente (42.8 kbps) Descendente (85.6 kbps) | Ascendente (42.8 kbps) Descendente (85.6 kbps) |
| Temperatura de Trabajo | -40°C a 85°C | -30°C a 80°C | -30°C a 80°C |
| Voltaje de Trabajo | | | |
| Bandas de Frecuencia | GSM 850 EGSM 900 DCS 1800 PCS 1900 | Quad Band 850 Mhz 900 Mhz 1800 Mhz 1900 Mhz | Quad Band 850 Mhz 900 Mhz 1800 Mhz 1900 Mhz |
| Potencia de Transmisión de Datos | 2 W | 2 W | 2W |
| Precio | \$ 45 | \$ 55 | \$60 |

Los módulos GSM/GPS descritos en la Tabla N°10 muestran características muy idénticas, sin embargo, el módulo SIM 808 tiene un costo menor y su sensibilidad a la par de su tiempo de respuesta son mejores en comparación a los otros dos, teniendo en cuenta que uno de los factores más importantes para la realización del proyecto es el tiempo de acción que debe presentar la alarma. La SIM 808 requiere un microcontrolador para la programación de los comandos AT para la comunicación entre el usuario y la información que controla el sistema de seguridad.

La SIM 808 está conformada por un chip de telefonía celular (puede ser cualquier operadora), por la antena GPS y por la antena de telefonía móvil (GSM) las cuales se muestran en la Figura N°27.



Figura N°27: Partes de la SIM 808.

Fuente: El investigador

Funcionamiento

El funcionamiento de la SIM 808 está dado por la interacción entre el sistema de seguridad y el usuario propietario del vehículo, su principal función es enviar los datos de longitud y latitud del vehículo al dueño del mismo con una alerta que se han vulnerado las seguridades, para lograr que se dé respuesta de manera inmediata y eficaz, el sistema de monitoreo está controlado por un módulo arduino el cual mediante su programación con comandos AT permite el envío y recepción de mensajes en la tarjeta SIM 808.

Para comprobar el reconocimiento de la Sim 808 con el módulo arduino se configura la velocidad de comunicación, la cual es de 9600 baudios y por medio del puerto Serial se comprueba con el comando AT y la respuesta debe ser “OK” para determinar que existe comunicación entre el microcontrolador arduino y la Sim 808, como se muestra en la Figura N°28.

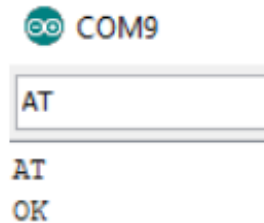


Figura N°28: Comando AT para comunicación con Arduino.

Fuente: El investigador

Una vez comprobada la comunicación realizamos la detección de la tarjeta Sim con la operadora de nuestra elección para lo cual se utiliza el comando AT+CPIN=“xxxxxxxxxx”, en remplazo de las “x” se coloca el número que le asigna la operadora al chip y la respuesta debe mostrarse de la siguiente manera como en la Figura N°29 y con esto ya se puede realizar el envío y recepción de datos por medio de un celular a la Sim 808 dependiendo de la programación.

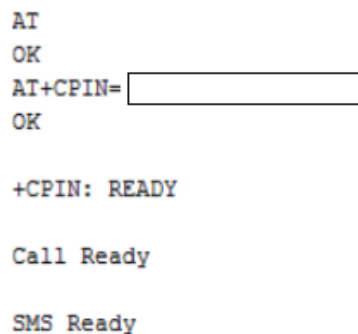


Figura N°29: Comando AT para comprobación de chip de operadora.

Fuente: El investigador

Finalmente, con el comando AT+CGPSPWR=1 se realiza la activación del GPS, con el comando AT+CGPSSTATUS? para la comprobación del mismo y se puede obtener las coordenadas del GPS con el comando AT+CGPSINF=0 y se obtendrán los datos como en la Figura N°30.

```

COM9
|
|
AT+CGPSPWR=1
OK
AT+CGPSSTATUS?
+CGPSSTATUS: Location 3D Fix

OK
AT+CGPSINF=0
+CGPSINF: 0,115.007500,7835.355600,2596.100000,20190830160603.00.269

```

Figura N° 30: Comando AT para comprobación del GPS.

Fuente: El investigador

Los comandos AT que se utilizan en el sistema de seguridad para la comunicación entre la shield arduino y la Sim 808 se muestran en la Tabla N°11:

Tabla N°11: Comandos AT utilizados en el sistema



| Comandos AT | Función |
|------------------|--|
| AT+IPR=9600 | Velocidad en Baudios para Comunicación, se configuro a 9600 baudios. |
| AT+CMGF=1 | Activamos el Modo Texto para la Sim 808, para el envío de los mensajes. |
| AT+CMGR=? | Activamos el Código para recibir mensajes en la Sim 808. |
| AT+CGNSPWR=1 | Código para Activar GPS SIM 808, se debe esperar alrededor de unos 10 segundos para la estabilización del GPS. |
| AT+CNMI=2,2,0,0 | Activamos Código para ver los mensajes. |
| AT + CGNSTST = 1 | Activación para Visualizar Puerto Serie. |
| AT+CMGS= | Código de envío de mensajes, para el envío de la alerta y de latitud y longitud del sistema. |

3.4.6 Selección del Microcontrolador para el sistema de Control

La selección del Microprocesador para el sistema de control se basa en el consumo mínimo de corriente y un sistema que permita el encendido por medio de una clave y el corte de flujo de corriente del vehículo, así como también el envío de la señal al momento que se genere algún intento de robo en su interior, se determina que el consumo debe ser mínimo debido a que dicho proceso va conectado a un sistema de corriente independiente del automotor para mayor seguridad.

Para el sistema de control se compararon los siguientes módulos que se muestran en la Tabla N°12 debido a su funcionalidad y costo y la interacción con los demás elementos que componen el circuito, para lo cual se analizó el número de salidas y la comunicación entre la Placa SIM 808.

Tabla N°12: Comparación de los Microcontroladores.

| Módulos Microcontroladores | | | |
|-----------------------------------|------------------------|--|---|
| Parámetros Técnicos | Nodemcu ESP8266 | Arduino Nano | ESP32 |
| | |  |  |
| Microcontrolador | Xtensa LX106 | ATMega328 | Xtensa LX6 |
| Voltaje de Alimentación | 2.3 – 3.6 Voltios | 5 – 12 Voltios | 2.3 – 3.6 Voltios |
| Voltaje de Operación | 3.3 Voltios | 5 Voltios | 3.3 Voltios |
| Entradas y Salidas Digitales | 32 | 14 (6 son PWM) | 32 (16 son PWM) |
| Entradas Analógicas | 1 | 8 | 18 |
| Memoria Flash | 4 MB | 32 KB | 4 MB |
| EEPROM | No | 1 KB | 448 KB |
| SRAM | 80 KB | 2 KB | 520 KB |
| Frecuencia de Trabajo | 80 MHz | 16 MHz | 240 MHz |
| Dimensiones | 1,8 cm x 2,5 cm | 1,8 cm x 4,5 cm | 1,8 cm x 2,5 cm |
| Costo | \$10 | \$8 | \$14 |

La elección del microcontrolador arduino nano es el adecuado debido a que tiene un voltaje de alimentación mayor por lo que soporta pequeñas variaciones en la activación de los diferentes módulos que interactúan en el sistema de control y monitoreo sin presentar problemas en su funcionamiento.

El diseño completo del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos se muestra en la Figura N°31 simulado en el software Proteus.

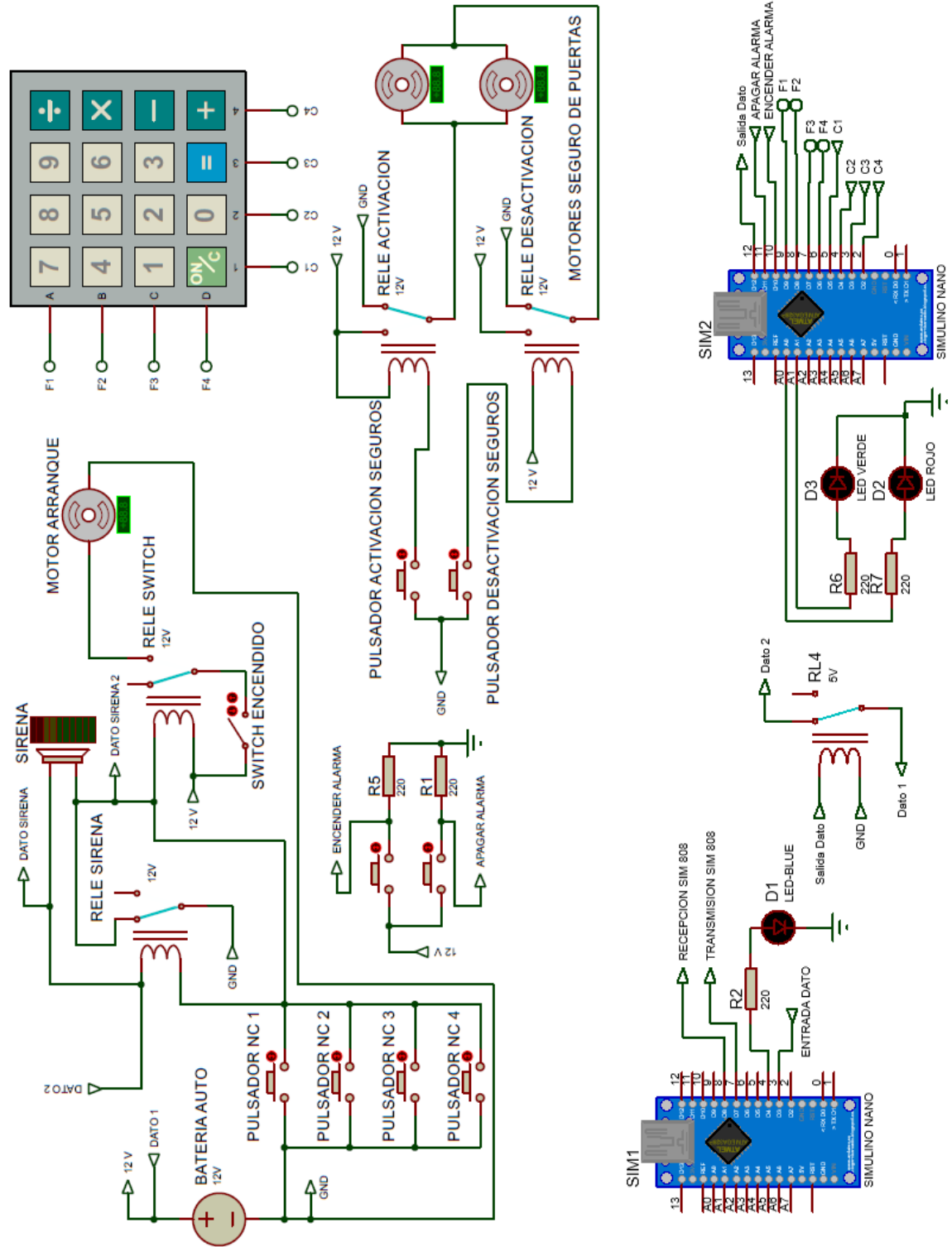


Figura N°31: Circuito completo del sistema electrónico de seguridad y monitoreo.

Fuente: El investigador

3.4.7 Implementación de la placa de Control

Para el diseño de todo el sistema de control que se encuentra conformado por el encendido del vehículo por medio de una clave y los circuitos de corte de flujo de corriente y el circuito para los seguros de las puertas se ha realizado el circuito de mando principal conformado por el microcontrolador arduino nano el cual mediante su programación recibe la orden del módulo de transmisión y recepción de radiofrecuencia para enviar una respuesta a los módulos relés los cuales interactúan como interruptores de paso de corriente para las diferentes placas tanto para la de corte de flujo de corriente así como también para el circuito de apertura y cierre de puertas.

Para la realización del diseño primero se procedió a realizar un diagrama con la conexión principal de cada uno de los dispositivos que intervienen en el mismo y el cual se muestra en la Figura N°32.

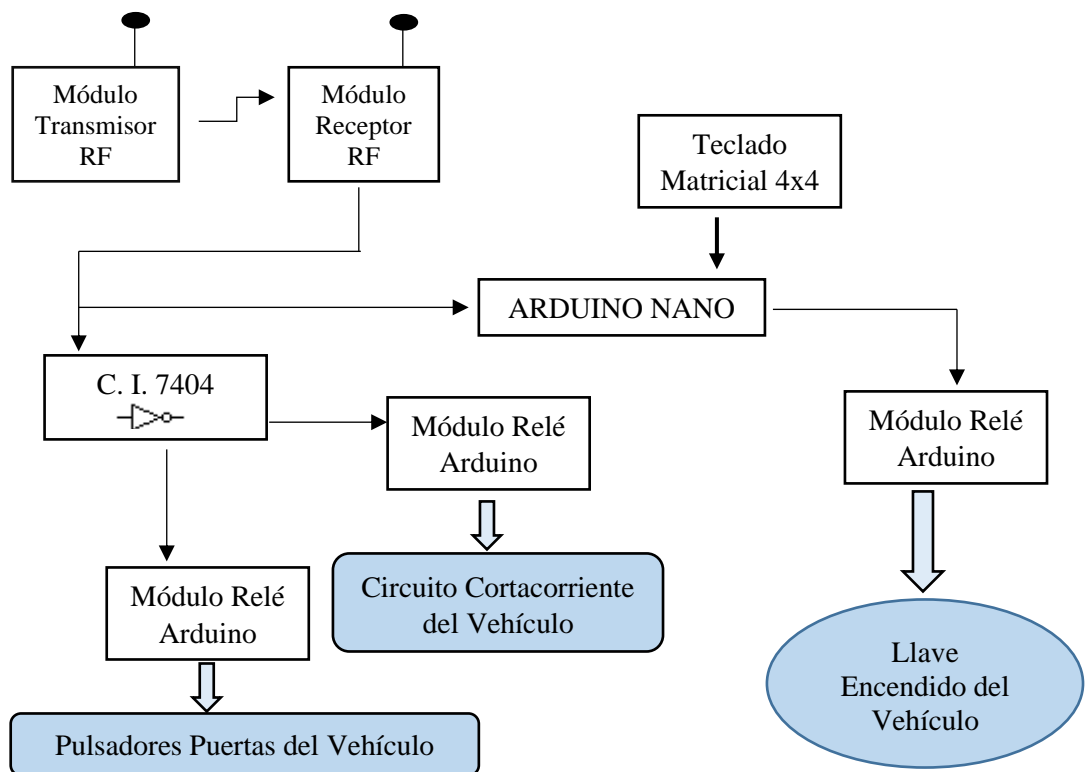


Figura N°32: Diagrama de Conexión del Sistema de Control.

Fuente: El investigador

Funcionamiento

El funcionamiento del sistema de control se muestra mediante el diagrama de flujo mostrado a continuación en la Figura N°33:

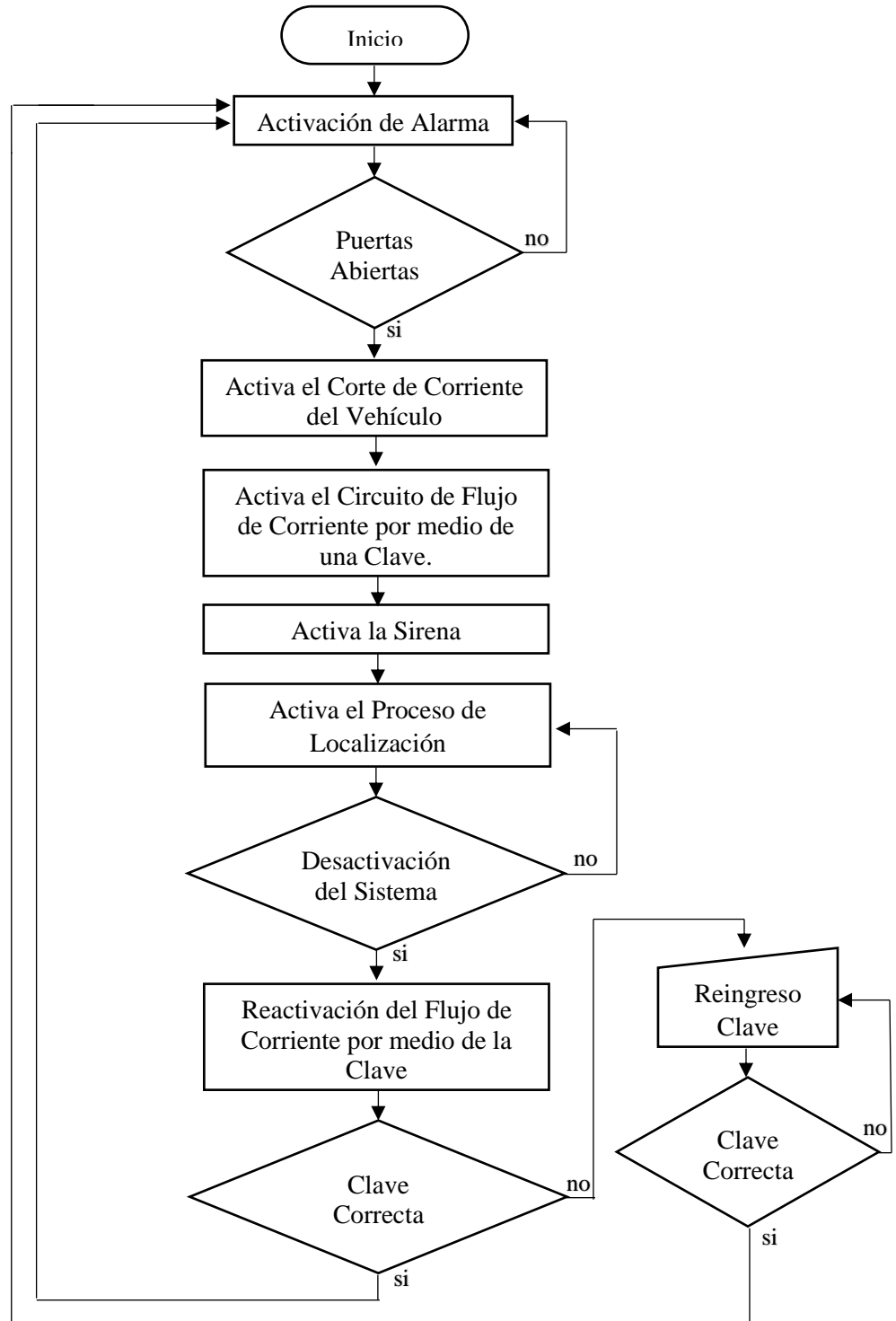


Figura N°33: Diagrama de Flujo del Sistema de Control.

Fuente: El investigador

Por medio del diseño se realiza la implementación de la placa las cuales se muestra en la Figura N°34 la parte inferior donde se encuentra la pista del circuito y en la Figura N°35 y Figura N°36 la parte superior con los elementos físicos colocados correspondientemente.

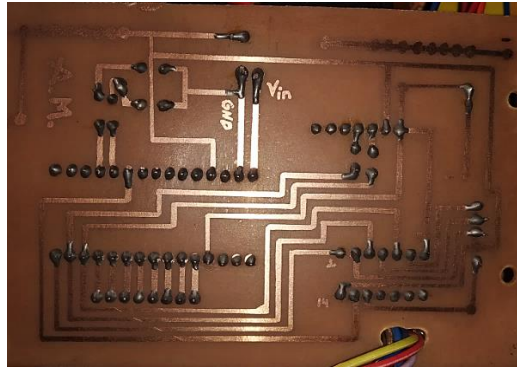


Figura N°34: Parte Inferior Circuito Control.

Fuente: El investigador



Figura N°35: Elementos que componen el Circuito Control.

Fuente: El investigador



Figura N°36: Elementos que componen el Circuito Control.

Fuente: El investigador

3.4.8 Implementación de la placa de Monitoreo

Para el diseño e implementación de la placa de monitoreo se debe tener en cuenta que se activará únicamente cuando el vehículo sea vulnerado, mediante el reposo de la shield SIM808 y que en caso de requerir la ubicación en algún caso fortuito el propietario del vehículo lo podrá realizar sin ningún inconveniente debido a que el sistema de monitoreo es independiente al de control, la única función que se comparte o se transite entre ambos en la desactivación del envío de alertas por medio del teclado matricial, es decir el sistema de mensajes con la alerta y la ubicación del vehículo no será cancelado mientras el propietario no introduzca la clave de seguridad la misma que permite el encendido al vehículo.

Para la realización del diseño primero se procedió a realizar un diagrama con la conexión principal de cada uno de los dispositivos que intervienen en el mismo y el cual se muestra en la Figura N°37.

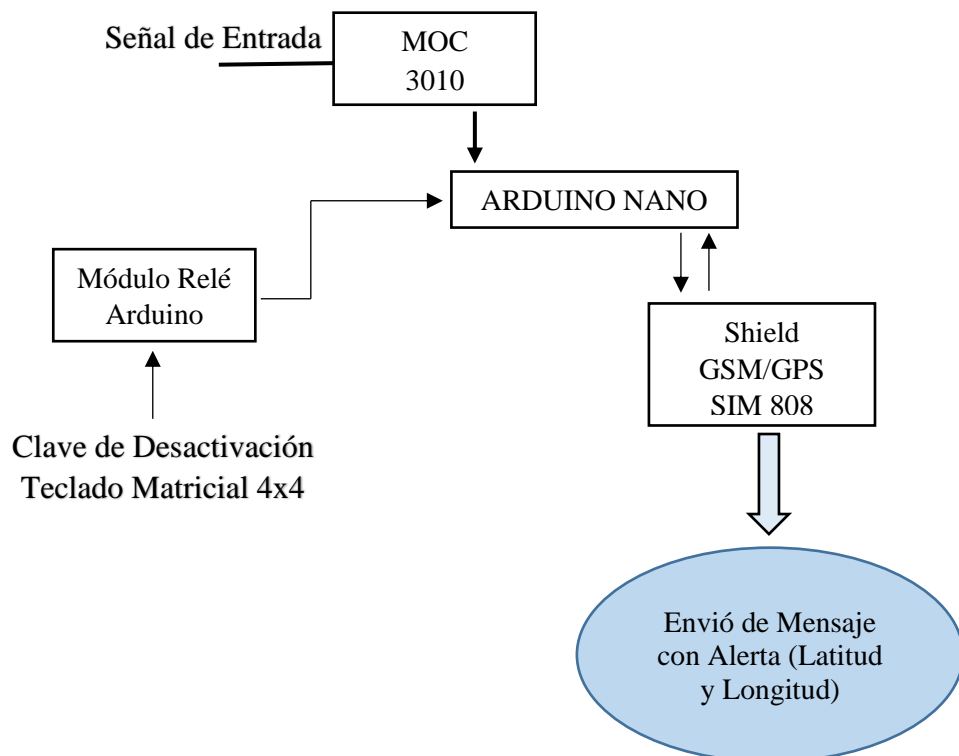


Figura N°37: Diagrama de Conexión del Sistema de Monitoreo.

Fuente: El investigador

Por medio del diseño se realiza la implementación de la placa las cuales se muestra en la Figura N°38 y la Figura N°39 con los elementos físicos colocados correspondientemente.

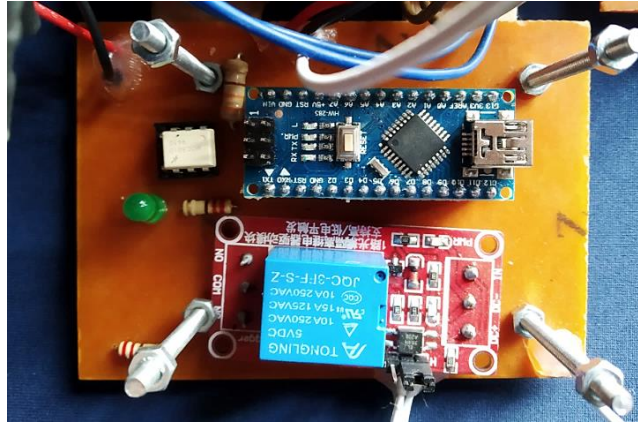


Figura N°38: Elementos que componen el Circuito de Monitoreo.

Fuente: El investigador



Figura N°39: Elementos que componen el Circuito de Monitoreo.

Fuente: El investigador

3.4.9 Selección de la Batería para el Sistema

La selección de la Batería se realiza por medio del consumo de las placas tanto del sistema de control como del de monitoreo teniendo en cuenta que ambas presentan un flujo de corriente de trabajo distinto y la característica de baterías de larga duración debido a que el sistema debe ser independiente y solo se realizarán cargas periódicas.

Para la medición del consumo real que se genera en los circuitos se realiza por medio de un multímetro digital donde se efectúa la conexión como se muestra en la Figura N°40, se debe tener en cuenta que si se utiliza un multímetro de precisión se puede obtener una medida más exacta, pero en si su manera de conexión es la misma.

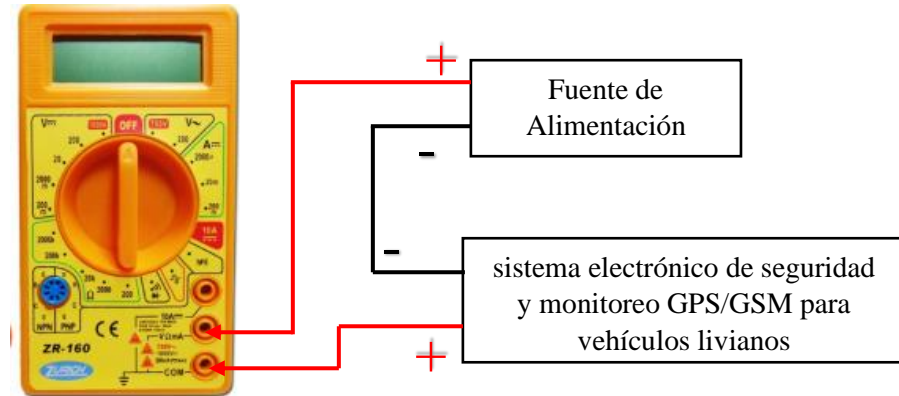


Figura N°40: Conexión para Medir el Consumo del Circuito.

Fuente: El investigador

Una vez calculado el amperaje que consume el circuito se puede realizar el cálculo del tiempo que durara la batería dependiendo de las características de la misma por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo}_{\text{Duración}} = \frac{\text{Amperaje de la Bateria}}{\text{Amperaje de Consumo del Circuito}}$$

El cálculo en vacío de los módulos arduinos se puede observar en la Tabla N°13, por medio del mismo se puede tener una idea del consumo que se puede generar sabiendo que todos los elementos del circuito están alimentados por dichos módulos.

Tabla N°13: Tabla de Consumo Módulos Arduinos. [41]

| Comparación Módulos Arduino | | |
|-----------------------------|------------------------|--|
| Modelo | Consumo en mA por Hora | Duración en comparación a Una Batería de 4000maH |
| Nano | 15 | 266 Horas |
| UNO | 46 | 86 Horas |
| MEGA | 93 | 43 Horas |

Para determinar el voltaje que se requiere para alimentar el sistema de control y de monitoreo del prototipo se especifica los voltajes de trabajo tanto de la shield arduino nano y la SIM 808 los cuales se muestran en la Tabla N°14.

Tabla N°14: Tabla de Voltajes de Alimentación

| Placa | Voltaje de Alimentación |
|--------------|-------------------------|
| Arduino Nano | 5 – 12 V |
| SIM 808 | 5 – 26 V |
| TOTAL | 5 – 12 V |

Para la elección de la Batería es importante destacar el tiempo de duración, su tiempo de vida útil y el costo por lo cual en el mercado se encontró una batería de plomo-acido, la cual presta las mejores características tanto en rendimiento y en tiempo de uso antes de una recarga y la cual se muestran en la Tabla N°15.

Tabla N°15: Características Batería de Plomo-Acido 6V/12Ah

| Características | Batería 6V/12Ah |
|----------------------------|--|
| |  |
| Voltaje | 6 Voltios |
| Rendimiento | 12 Amperios |
| Tipo | Plomo-Acido |
| Recargable | Si |
| Mantenimiento | No |
| Vida Útil | Larga |
| Voltaje de Carga Constante | 6,80 Voltios – 6,90 Voltios |
| Uso Cíclico | 7,25 Voltios – 7,45 Voltios |

3.5 Pruebas de Funcionamiento del Prototipo

Las pruebas de Funcionamiento del prototipo se realizaron con el dispositivo terminado, conectando las dos etapas del sistema tanto la de control de encendido y flujo de corriente como el de monitorización como se muestra en la Figura N°41 y Figura N°42 en la cual se encuentra implementado el sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos.

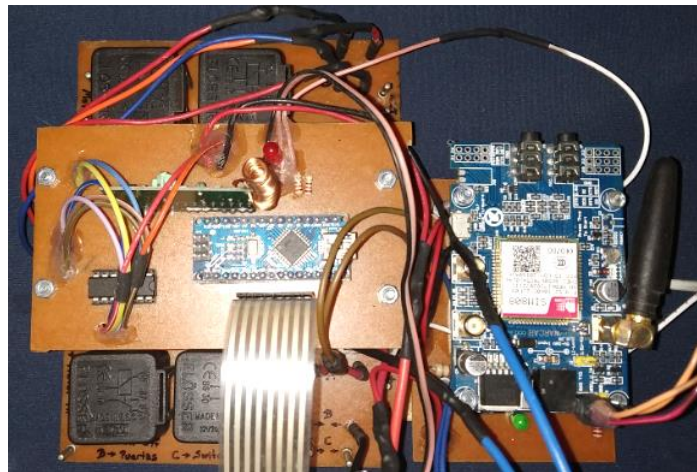


Figura N°41: Prototipo sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos.

Fuente: El investigador



Figura N°42: Prototipo sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos.

Fuente: El investigador

Mediante las pruebas que se realizaron al prototipo para la comprobación del mismo, se ha simulado un intento de robo del vehículo poniendo en funcionamiento los diferentes circuitos, las mismas que fueron realizadas con un promedio de 10 pruebas diarias en un plazo de 15 días, con los resultados que se muestran en la Tabla N°16.

Tabla N°16: Pruebas de Funcionamiento Sistema de Control.

Fuente: El investigador

| Pruebas del Sistema de Corte de Flujo de Corriente Y Activación de Sirena | | | | |
|--|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Día | N° Pruebas | Pruebas Exitosas | Pruebas Fallidas | Tiempo Máximo de Respuesta |
| 1 | 10 | 9 | 1 | 2 segundos |
| 2 | 10 | 10 | 0 | 1 segundo |
| 3 | 10 | 10 | 0 | 2 segundos |
| 4 | 10 | 8 | 2 | 2 segundos |
| 5 | 10 | 10 | 0 | 2 segundos |
| 6 | 10 | 10 | 0 | 3 segundos |
| 7 | 10 | 9 | 1 | 1 segundo |
| 8 | 10 | 10 | 0 | 1 segundo |
| 9 | 10 | 9 | 1 | 2 segundos |
| 10 | 10 | 10 | 0 | 2 segundos |
| 11 | 10 | 10 | 0 | 1 segundo |
| 12 | 10 | 10 | 0 | 1 segundo |
| 13 | 10 | 9 | 1 | 2 segundos |
| 14 | 10 | 10 | 0 | 2 segundos |
| 15 | 10 | 10 | 0 | 1 segundo |
| Total | 150 | 144 | 6 | Promedio segundos (1,6) |

En la Figura N°43 se puede observar el número de pruebas exitosas y fallidas durante el periodo de prueba del sistema de corte de flujo de corriente y de encendido del vehículo en el cual se puede determinar la fiabilidad del prototipo debido a que las pruebas fallidas se deben al momento de activación del sistema por medio del módulo de transmisión y recepción de radiofrecuencia.

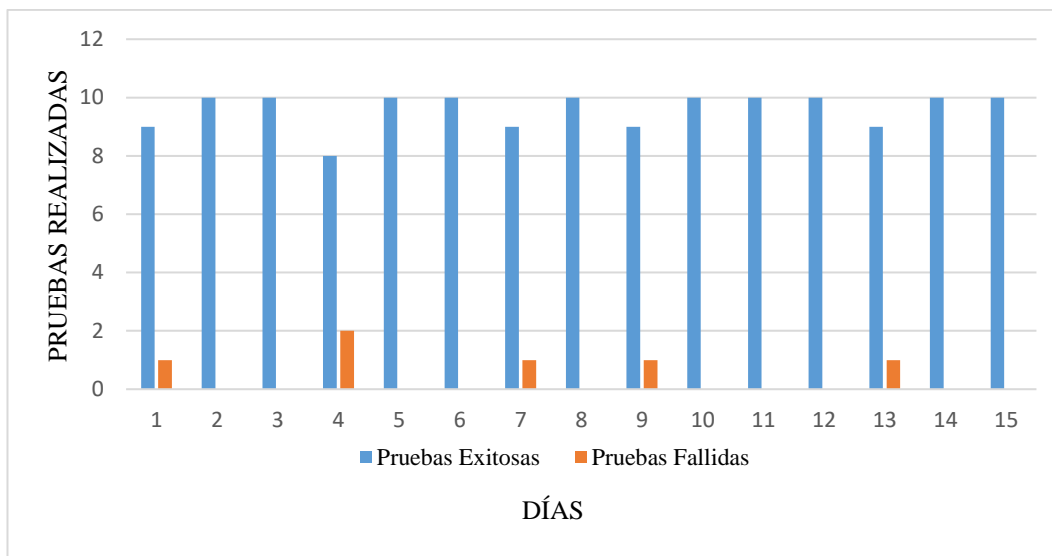


Figura N°43: Número de Pruebas Exitosas y Fallidas del Sistema de Control.

Fuente: El investigador

En la Figura N°44 se puede concluir que los tiempos de respuesta son óptimos debido a que el máximo tiempo es de 3 segundos.

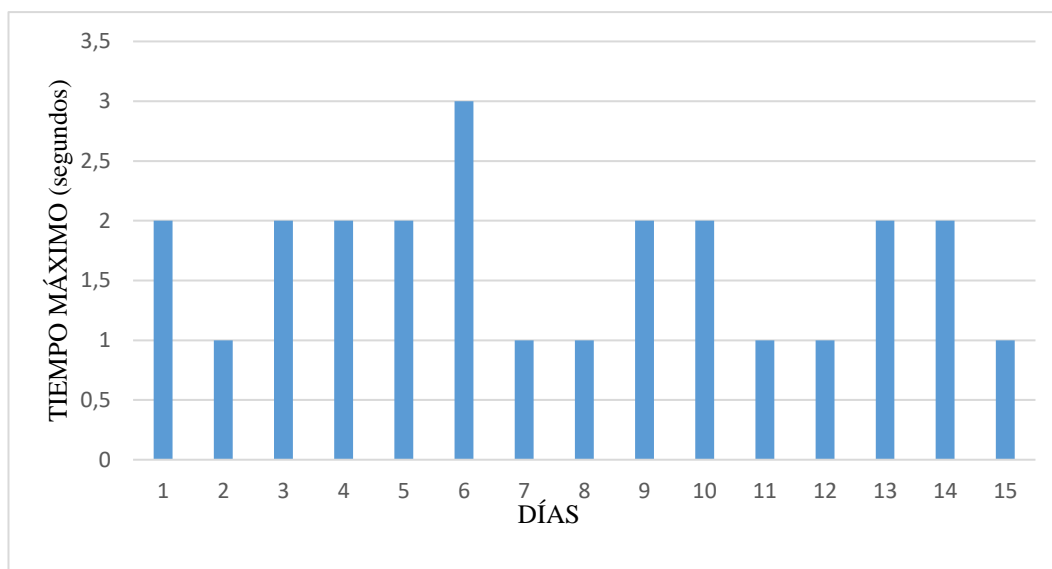


Figura N°44: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Control.

Fuente: El investigador

Las pruebas de funcionamiento del sistema de monitorización se muestran en la Tabla N°17 con un promedio de 10 pruebas diarias en un lapso de 15 días.

Tabla N°17: Pruebas de Funcionamiento Sistema de Monitorización.

Fuente: El investigador

| Pruebas del Sistema de Monitoreo | | | | |
|---|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Día | N° Pruebas | Pruebas Exitosas | Pruebas Fallidas | Tiempo Máximo de Respuesta |
| 1 | 10 | 8 | 2 | 25 segundos |
| 2 | 10 | 9 | 1 | 40 segundo |
| 3 | 10 | 10 | 0 | 20 segundos |
| 4 | 10 | 8 | 2 | 35 segundos |
| 5 | 10 | 8 | 2 | 25 segundos |
| 6 | 10 | 10 | 0 | 20 segundos |
| 7 | 10 | 8 | 2 | 35 segundo |
| 8 | 10 | 10 | 0 | 20 segundo |
| 9 | 10 | 9 | 1 | 25 segundos |
| 10 | 10 | 10 | 0 | 20 segundos |
| 11 | 10 | 9 | 1 | 30 segundo |
| 12 | 10 | 10 | 0 | 25 segundo |
| 13 | 10 | 8 | 2 | 35 segundos |
| 14 | 10 | 10 | 0 | 20 segundos |
| 15 | 10 | 9 | 1 | 30 segundo |
| Total | 150 | 136 | 14 | Promedio segundos (27) |

En el sistema de monitoreo se realizaron las diferentes pruebas con un promedio de 136 pruebas exitosas de 150 con lo cual se realizó un gráfico de barras como se muestra en la Figura N°45 en la cual se puede observar que cada día fluctúa el rendimiento teniendo solo 6 días en los cuales no se presentó pruebas fallidas, esto se debe a la señal de la shield SIM 808 debido a que él envió de datos depende de la señal de la red telefónica y la cobertura presente en cada zona del País de cada una de las operadoras.

En la Figura N°46 se puede observar los promedios de respuesta de los tiempos máximos de envío de la ubicación del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos concluyendo un tiempo adecuado para la respuesta del propietario del automotor.

En la Figura N°47 se muestra los resultados de las pruebas del funcionamiento independiente del GPS con solo 8 pruebas fallidas de 150 con un resultado óptimo debido a que las pruebas fallidas se deben a la cobertura del GPS.

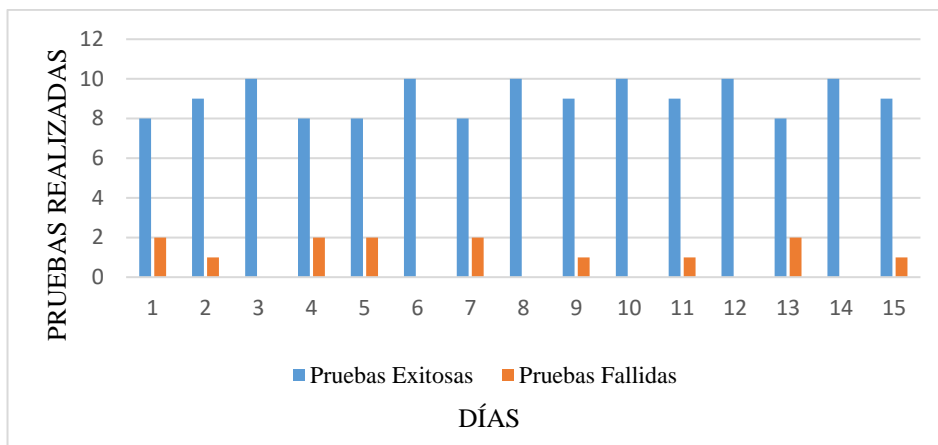


Figura N°45: Número de Pruebas Exitosas y Fallidas del Sistema de Monitoreo.

Fuente: El investigador

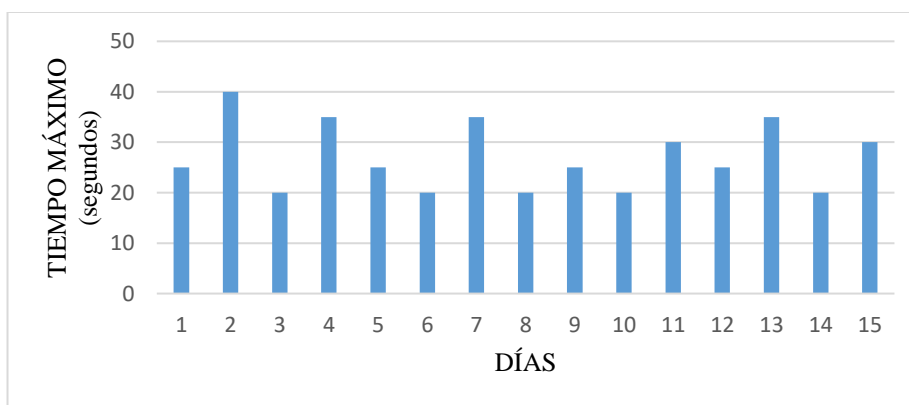


Figura N°46: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo.

Fuente: El investigador

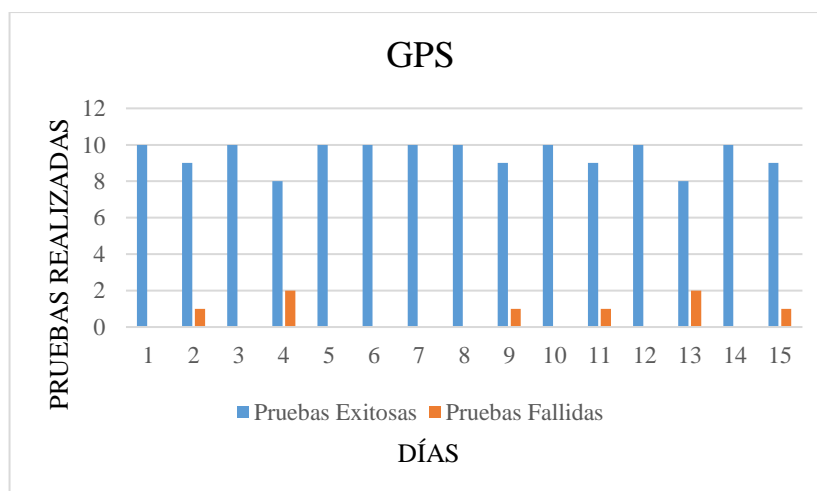


Figura N°47: Pruebas de Funcionamiento GPS

Fuente: El investigador

Una vez determinado la cantidad de pruebas exitosas y pruebas fallidas tanto en el circuito de control y el circuito de monitoreo se puede obtener un diagrama que muestra la efectividad del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos mostrados en la Figura N°48 y Figura N°49.

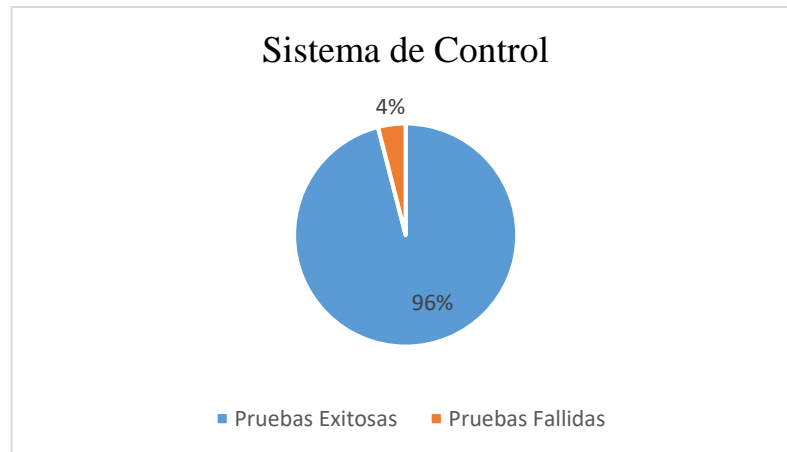


Figura N°48: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo.

Fuente: El investigador

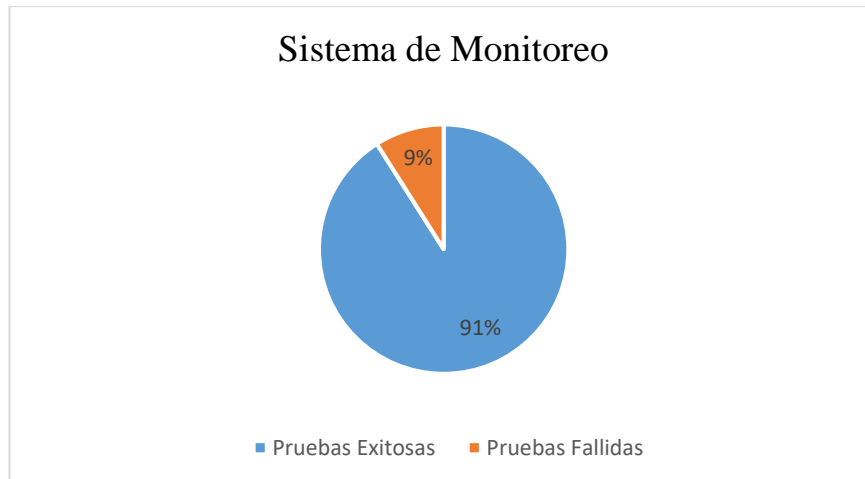


Figura N°49: Tiempo de Respuesta Máximo del Sistema de Monitoreo.

Fuente: El investigador

La efectividad del prototipo es del 96% en el circuito de corte y desactivación del sistema de corriente del vehículo en el caso de robo y de un 91% en el envío de la alerta debido a la cobertura tanto del GPS como de la red celular, lo que muestra un sistema seguro y confiable.

3.6 Presupuesto

El presupuesto contempla todos los valores de implementación y diseño del proyecto, el sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos se clasificados en dos partes, la primera el sistema de control de encendido y flujo de corriente y la segunda la de monitoreo del vehículo, por lo cual los costos se encuentran divididos para una mejor descripción.

La Tabla N°18 muestra en detalle los elementos que se utilizaron en el funcionamiento del sistema de control de encendido y flujo de corriente.

Tabla N°18: Costos Elementos Sistema de Control

Fuente: El investigador

| Sistema de Control de Encendido y Flujo de Corriente | | | | | |
|---|------------------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Circuito de Control Principal | | | | | |
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Módulo Arduino Nano | c/u | 1 | \$8 | \$8 |
| 2 | Fuente 6V/12A | c/u | 1 | \$25 | \$25 |
| 3 | Resistencia | c/u | 4 | \$0,10 | \$0,40 |
| 4 | Módulo Tx/Rx Radiofrecuencia | c/u | 1 | \$8 | \$8 |
| 5 | Teclado Matricial 4X4 | c/u | 1 | \$8 | \$8 |
| 6 | Diodos Led | c/u | 2 | \$0,10 | \$0,20 |
| 7 | Módulo Relé Arduino | c/u | 2 | \$4 | \$8 |
| 8 | Circuito Integrado 7804 | c/u | 1 | \$0,50 | \$0,50 |
| 9 | Bornera | c/u | 1 | \$0,80 | \$0,80 |
| Subtotal | | | | | \$58,90 |
| Circuito de Flujo de Corriente y Control de Puertas | | | | | |
| 10 | Relé FLOSSER | c/u | 4 | \$5 | \$20 |
| 11 | Pulsador NC | c/u | 4 | \$0,25 | \$1 |
| 12 | Cable N° 16 | metro | 20 | \$0,22 | \$4,40 |
| 13 | Cable N° 18 | metro | 30 | \$0,20 | \$6 |
| 14 | Motores Seguro Puertas | c/u | 2 | \$5 | \$10 |
| 15 | Sirena | c/u | 1 | \$8 | \$8 |
| Subtotal | | | | | \$49,40 |
| TOTAL | | | | | \$108,30 |

Los costos de la implementación del circuito de monitorización del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos se encuentran descritos en la Tabla N°19.

Tabla N°19: Costos Elementos Sistema de Monitorización

Fuente: El investigador

| Sistema de Monitorización del Sistema de Seguridad | | | | | |
|---|---------------------|---------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Ítem | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
| 1 | Sim 808 | c/u | 1 | \$55 | \$55 |
| 2 | Módulo Arduino Nano | c/u | 1 | \$8 | \$8 |
| 3 | Resistencia | c/u | 3 | \$0,10 | \$0,30 |
| 4 | Diodo Led | c/u | 1 | \$0,10 | \$0,10 |
| 5 | Módulo Rele Arduino | c/u | 1 | \$3,50 | \$3,50 |
| 6 | Moc 3010 | c/u | 1 | \$1 | \$1 |
| 7 | Cable N° 16 | metro | 20 | \$0.22 | \$4,40 |
| TOTAL | | | | | \$72,30 |

El presupuesto de la implementación del prototipo es de \$180,60 el cual conforma la unión del circuito de control del automotor y su flujo de corriente y el circuito de monitorización, conformando de esta manera el sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos.

Costo del Diseño del Prototipo

El costo del diseño del prototipo se la realiza mediante el cálculo de horas utilizadas para el proyecto por medio de las siguientes fórmulas:

Cálculo de Valor por Hora.

$$\text{Valor Hora} = \frac{\text{Salario Mensual}}{\text{Horas Laborables} * \text{Días Laborables}}$$

Cálculo del Costo del Diseño

$$\text{Valor Diseño} = \text{Valor Hora} * \text{Horas Empleadas}$$

El salario Mensual de un Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones en el Ecuador según el Ministerio de Trabajo es de aproximadamente 424, con los datos obtenidos en el Ministerio de Trabajo se puede calcular el costo del diseño del proyecto, el cual se muestra a continuación:

$$\text{Valor Hora} = \frac{\text{Salario Mensual}}{\text{Horas Laborables} * \text{Días Laborables}}$$

$$\text{Valor Hora} = \frac{424}{8 * 21}$$

$$\text{Valor Hora} = \frac{424}{168} = \$3,37$$

Con el valor por hora se procede a calcular el valor total del diseño del sistema electrónico de seguridad y monitoreo GPS/GSM para vehículos livianos teniendo en cuenta que se ha trabajado un estimado de 140 horas.

$$\text{Valor Diseño} = \text{Valor Hora} * \text{Horas Empleadas}$$

$$\text{Valor Diseño} = \$3,37 * 140$$

$$\text{Valor Diseño} = \$471,8$$

El costo total del prototipo es de \$652,40 el que se detalla en la Tabla N°20 y en el cual se incluyen los valores del circuito de control principal, corte de flujo de corriente, control de puertas, sistema de monitoreo y el valor del diseño, por lo que si se implementa el prototipo a mayor escala el valor será de \$180,60 sin contar que el costo se reducirá considerablemente ya que se debe tomar en cuenta que el prototipo se implementó en un vehículo el cual no contaba con ningún sistema de control de puertas ni alertas, por lo que el costo de los motores, el cableado que se utilizó y el diseño de las placas en masa se reducen tanto en costos de adquisición y de implementación. El valor del prototipo es rentable para la instalación en cualquier vehículo debido a que el sistema es autónomo y simplemente requiere un valor adicional de recarga para él envío de la ubicación que es mínimo a comparación de sistemas que ofrecen rastreo y monitorización por costos elevados mensuales.

Tabla N°20: Costos Elementos Sistema de Monitorización

Fuente: El investigador

| Sistema Electrónico de Seguridad y Monitoreo GPS/GSM para Vehículos Livianos | |
|---|--------------------|
| Descripción | Costo Total |
| Circuito de Control Principal | \$58,90 |
| Circuito de Flujo de Corriente y Control de Puertas | \$49,40 |
| Sistema de Monitorización del Sistema de Seguridad | \$72,30 |
| Valor Diseño | \$471,80 |
| Costo Total del Prototipo | \$652,40 |

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Con el estudio de los diferentes sistemas de seguridad y sucesos en robo de vehículos en nuestro país se concluye que dependiendo el servicio de control y monitoreo que se oferte el costo para el usuario varía teniendo como principal meta la monitorización del automotor, por lo que se propuso un sistema de rastreo por medio de la implementación de la shield SIM 808 ya que depende de una operadora independiente y de la cual no se necesita más que un mínimo gasto para la comunicación entre el usuario y el prototipo de seguridad, ofreciendo un tiempo óptimo de respuesta.
- El circuito electrónico que permite la desactivación eléctrica en el vehículo es dinámico y confiable, esto debido a la utilización de un microcontrolador arduino solo para el proceso de control y gracias al circuito de relés marca FLOSSER que permite la división de corriente tanto de la batería del vehículo como del sistema de seguridad sin causar daños al prototipo en caso de un corto en el sistema eléctrico del automotor, permitiendo tener una respuesta máxima de 2 segundos para la desactivación total del flujo de corriente al encendido.
- La eficiencia del sistema de monitorización, permite que se envíe una alerta con la ubicación exacta del automotor por medio de la shield Sim 808 que tiene velocidades de transmisión de 85.6 kbps tanto de subida como de bajado lo que permite obtener datos del GPS con un tiempo máximo de 5 segundos y por la

infraestructura que presenta la red celular enviar la información al propietario con un tiempo máximo de 20 segundos, teniendo presente la cobertura de cada operadora.

4.2 RECOMENDACIONES

- En una implementación futura es recomendable realizar un circuito inteligente de carga que permita realizar el corte de la batería de dichos circuitos y remplazarlo por el uso de la batería del automotor cuando se encuentre en funcionamiento, ya que de esta manera se logrará un tiempo de vida útil mayor de la batería del prototipo y realizar un diseño más compacto ya que debe encontrarse en un lugar aislado para mayor seguridad
- Se recomienda la creación de un comando mediante codificación en el celular que permita la desactivación remota del sistema eléctrico del vehículo ya que por medio de la shield Sim 808 se puede realizar la comunicación con el usuario utilizando el mismo sistema de corte de flujo de corriente presente en el prototipo.
- Con los Resultados obtenidos por el prototipo en el sistema GPS/GSM se recomienda la implementación de una base de datos por medio de un módulo WIFI que permita visualizar al propietario el estado de los diferentes elementos que conforman el sistema de seguridad y monitoreo por medio de una aplicación, así como también tener un registro de las acciones llevadas a cabo en el interior del vehículo

MATERIALES DE REFERENCIA

- [1] L. E. Cando Tite, «Bloqueo electrónico en el encendido de un vehículo para proporcionar un sistema de seguridad contra robos,» UTA, 11 2011. [En línea]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/444?locale=en>.
- [2] C. E. Calderón Muñoz, «Construcción de un Prototipo para el Bloqueo Central del Vehículo vía telemática,» ESPOCH, 2011. [En línea]. Available: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/2278>.
- [3] C. R. Jiménez Tenorio, «Construcción de un ordenador electrónico vehicular con sistema de seguridad y GPS utilizando Raspberry PI y hardware libre,» UTA, 2015. [En línea]. Available: <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/19378>.
- [4] E. C. Marchán González, «Diseño de un Sistema de Localización y Alarmas de Seguridad para Vehículos mediante Tecnologías GPRS/GSM,» UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28889>.
- [5] J. C. Bashualdo Quinto, «Implementación de un Sistema de Monitoreo Satelital por GPS para los vehiculos de la municipalidad distrital de chancay; 2017,» ULADECH CATOLICA, 2017. [En línea]. Available: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/3020>.
- [6] C. M. Diaz Molina y M. D. Rosell Felix, «Prototipo de Alarma Inteligente Usando GSM/GPS para el monitoreo de incidentes vehiculares,» Universidad Autónoma del Perú, 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/582>.
- [7] Metro, Ecuador, «2017: Más de 13 mil robos de bienes, accesorios, autopartes y vehículos,» 22 12 2017. [En línea]. Available: <https://www.metroecuador.com.ec/ec/noticias/2017/12/22/robo-autos.html>.
- [8] F. Obando Laaz, «En 2 años y medio, la Policía registró el robo de 13.271 carros,» EL Telégrafo, 30 07 2017. [En línea]. Available: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/judicial/12/en-2-anos-y-medio-la-policia-registro-el-robo-de-13-271-carros>.
- [9] O. Trujillo, «Una reducción del menos el 22% en los delitos alcanza la Zona 8 en el 2018 comparado a lo sucedido en el 2017,» Policia Nacional del Ecuador, 15 03 2018. [En línea]. Available: <https://www.policiaecuador.gob.ec/una-reduccion-del-menos-el-22-en-los-delitos-alcanza-la-zona-8-en-el-2018-comparado-a-lo-sucedido-en-el-2017/>.
- [10] J. Balcells y J. L. Romeral, «Sistemas de Control,» de Autómatas Programables, Barcelona, marcombo, 1997.

- [11] J. L. Sapia, «Manual Técnico Inmovilizadores,» I.T.S.A., 11 2002. [En línea]. Available: <https://drive.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRind21KSXpBM1RZYkE/edit>.
- [12] J. I. Escudero Fombuena y J. Lúque Rodrigez, «Telecontrol de Redes Eléctricas,» Universidad de Sevilla, 1994. [En línea]. Available: <http://personal.us.es/jluque/Libros%20y%20apuntes/1994%20Telecontrol%20redes.pdf>.
- [13] M. Romero, «Manual de Sistemas de Encendido,» Organización Mecanico Automotriz, [En línea]. Available: https://drive.google.com/file/d/0B_vOBUOWJUUGdVdsbXI1Ulg0QIU/view.
- [14] T. Service, «Sistema de Encendido,» Manual de Entrenamiento Toyota, [En línea]. Available: <https://docs.google.com/file/d/0B4uwxwKUzRinMIBkYmJibkN5R0k/edit>.
- [15] SIAPA, «Sistemas de Control Y Monitoreo,» 2014. [En línea]. Available: http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_12._sistemas_de_control_y_monitoreo_automatgico.pdf.
- [16] S. Herrera y M. Fennema, «Tecnologías Móviles Aplicadas a la Educación Superior,» SEDICI, pp. 620-630, 2011.
- [17] W. Salvador, G. Chavira, R. Hervas y J. Rodríguez, «Adaptabilidad de las tecnologías RFID y NFC a un contexto educativo: Una experiencia en trabajo cooperativo,» IEEE-RITA, vol. IV, n° 1, pp. 17-24, 2009.
- [18] Observatorio Regional de la Sociedad de la Información, «Sistemas de Localización e Información Geográfica,» ORSI, 2009. [En línea]. Available: https://issuu.com/makketa./docs/sistemas_de_localizacion_jcyl.
- [19] A. R. Castro Lechtaler y J. R. Fusario, «Comunicaiones Satelitáles,» de Teleinformática para Ingenieros en sistemas de Información, reverté, s. a., 1999, pp. 484 - 492.
- [20] A. Pozo, A. Ribeiro, M. García, D. Guinea y F. Sandoval, «Sistema de Posicionamiento Global (GPS): Descripción, Análisis de Errores, Aplicaciones Y Futuro,» Instituto de Automática Industrial, [En línea]. Available: <https://www.peoplesmatters.com/Archivos/Descargas/GPS.pdf>.
- [21] M. Electrónico, «Sistemas Celulares,» de Telecomunicaciones Móviles, Barcelona, Marcombo, 1998, pp. 85 - 90.
- [22] W. Tomasi, «Modos de Transmisión,» de Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Mexico, Pearson Educación, 2003, pp. 10 - 11.

- [23] J. P. Blásquez, «Comunicaciones Inalámbricas,» de Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos, Catalunya, UOC, pp. 1 - 30.
- [24] M. Castro, «Comunicaciones Industriales: Sistemas Distribuidos y Aplicaciones,» de Bluetooth, Madrid, 2012, pp. 225 -227.
- [25] J. L. Camargo Olivares, «Modelo de Cobertura Para redes Inalámbricas de Interiores,» 2009. [En línea]. Available: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F5-Cap%C3%ADtulo1+-+Introducci%C3%B3n+a+las+redes+inal%C3%A1mbricas.pdf>.
- [26] G. Castro, «La evolución de las plataformas de monitoreo y control,» Revista Electrónica, 03 2016. [En línea].
- [27] G. S. Mobile, «GSM (Sistema Global para las telecomunicaciones móviles),» [En línea]. Available: <http://www.etsist.upm.es/estaticos/ingeniatic/index.php/tecnologias/item/471-gsm-sistema-global-para-las-telecomunicaciones-m%C3%B3viles.html>.
- [28] UDLAP, «Conceptos de Radiofrecuencia,» Universidad de las Americas Puebla, [En línea]. Available: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/nocedal_d_jm/capitulo1.pdf.
- [29] Mundo Electrónico, «Sistemas Celulares,» de Telecomunicaciones Moviles, Barcelona, Marcombo, 1998, pp. 85-86.
- [30] L. Song y J. Shen, «UMTS y LTE,» de Evolved Cellular Network Planning and Optimization for UMTS and LTE, Nueva York, CRC Press, 2011, pp. 5-10 .
- [31] M. C. España Boquera, «Sistemas de Comunicaciones Móviles,» de Servicios Avanzados de Telecomunicaciones, Madrid, Diez de Santos, 2003, pp. 142-146.
- [32] L. Corona Ramírez, G. Abarca Giménez y J. Mares Carreño, «Sensores,» de Sensores y Actuadores, Aplicaciones con Arduino, Patria, 2014, pp. 17-19.
- [33] F. Valdéz Pérez y R. P. Areny, «Introducción a los Microcontroladores,» de Microcontroladores: Fundamentos y Aplicaciones con PIC, España, Marcombo, 2007, pp. 11-15.
- [34] I.E.S Burguillos, «Teoría de Arduino,» Departamneto de Tecnología, Febrero 2014. [En línea]. Available: http://www.cscjprofes.com/wp-content/uploads/2014/02/teoria_arduino2009.pdf.
- [35] E. Mandado Perez y Y. Mandado Rodriguez, «Microcontroladores,» de Sistemas Electrónicos Digitales, Barcelona, Marcombo, 2008, pp. 647-650.

- [36] Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0, «Sirena (instrumento acústico),» 2007. [En línea].
- [37] M. E. Damirón Pérez y N. Ortiz Pol, «Sistema de Alarma Vehicular con Almacenamiento en Línea de Evidencias de Robos para Vehículos de la República Dominicana,» Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, pp. 1-2, 2017.
- [38] CHEVROLET, «GUÍA DEL USUARIO CHEVYSTAR,» [En línea]. Available: <https://ec.michevystar.com/chevystarcliente/Files/Ecuador/Manual%20RT75%20P8.pdf>.
- [39] HUNTER, «Alarmas H6,» [En línea]. Available: <http://www.hunter.com.ec/productos/accesorios/alarmas-h6.html#>.
- [40] HUNTER, «Hunter Monitoreo GPS,» [En línea]. Available: <http://www.hunter.com.ec/productos/monitoreo/hunter-monitoreo-basico.html>.
- [41] PROMETEC, «Consumo Arduino,» [En línea]. Available: <https://www.prometec.net/consumos-arduino/>.
- [42] G. Sparacino Lorefice, «Universidad Rafael Beloso Chacín,» Tecnología Inalámbrica Bluetooth sobre los Servicios de Comunicaciones en los Ambitos Social y Empresarial, 2003. [En línea]. Available: <http://www.redalyc.org/pdf/784/78420205.pdf>.

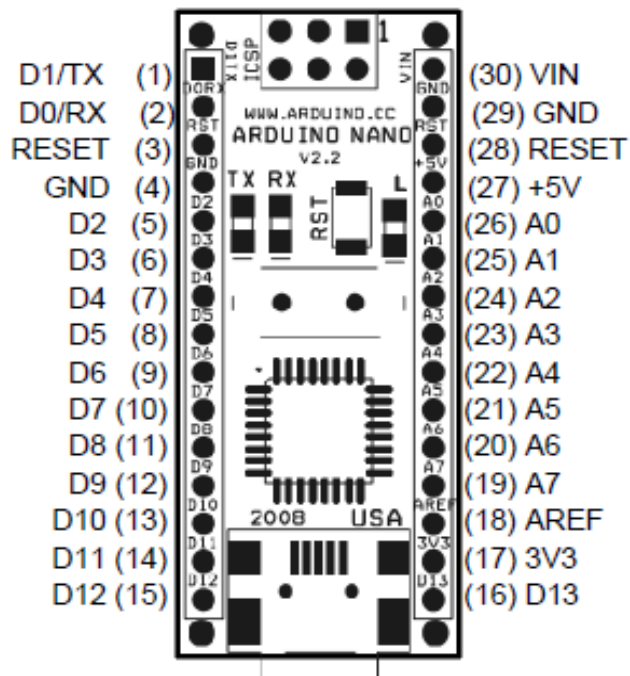
ANEXOS

ANEXO A

Datasheet Arduino Nano

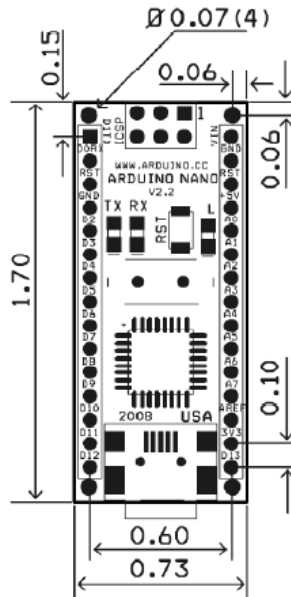
En el Anexo A se puede visualizar el datasheet del microcontrolador Arduino Nano y sus características técnicas.

Arduino Nano Pin Layout

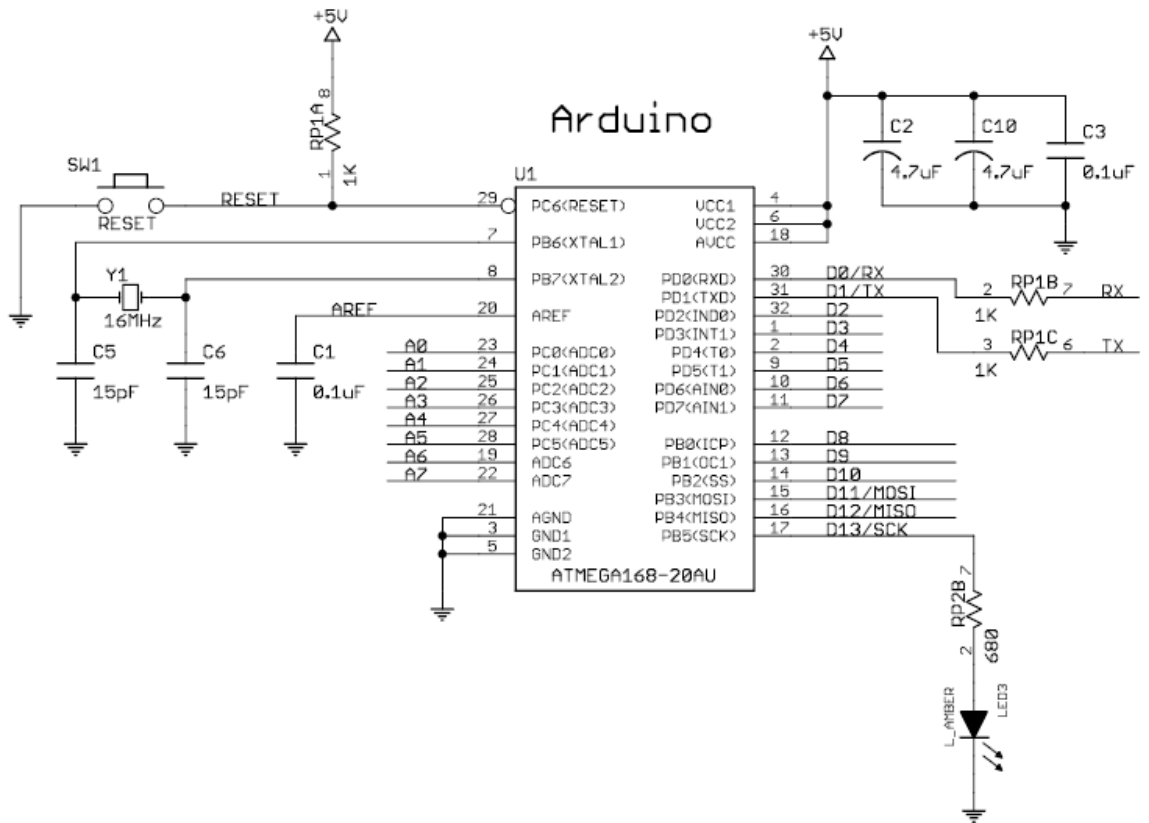


| Pin No. | Name | Type | Description |
|-----------|--------|-----------------|--|
| 1-2, 5-16 | D0-D13 | I/O | Digital input/output port 0 to 13 |
| 3, 28 | RESET | Input | Reset (active low) |
| 4, 29 | GND | PWR | Supply ground |
| 17 | 3V3 | Output | +3.3V output (from FTDI) |
| 18 | AREF | Input | ADC reference |
| 19-26 | A7-A0 | Input | Analog input channel 0 to 7 |
| 27 | +5V | Output or Input | +5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply) |
| 30 | VIN | PWR | Supply voltage |

Arduino Nano Mechanical Drawing



ALL DIMENTIONS ARE IN INCHES



ANEXO B

Datasheet SIM 808

En el Anexo B se puede visualizar el datasheet del SIM 808 y sus características técnicas.

2 SIM808 Overview

Designed for global market, SIM808 is integrated with a high performance GSM/GPRS engine, a GPS engine and a BT engine. The GSM/GPRS engine is a quad-band GSM/GPRS module that works on frequencies GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz and PCS 1900MHz. SIM808 features GPRS multi-slot class 12/ class 10 (optional) and supports the GPRS coding schemes CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4. The GPS solution offers best-in-class acquisition and tracing sensitivity, Time-To-First-Fix (TTFF) and accuracy.

With a tiny configuration of 24*24*2.6mm, SIM808 can meet almost all the space requirements in user applications, such as M2M, smart phone, PDA, tracker and other mobile devices.

SIM808 has 68 SMT pads, and provides all hardware interfaces between the module and customers' boards.

- Support 4*4*2 keypads.
- One full modem serial port.
- One USB, the USB interfaces can debug, download software.
- Audio channels which include a microphone input and a receiver output.
- One SIM card interface.
- Charging interface.
- Programmable general purpose input and output.
- Support Bluetooth function.
- Support PWM and ADC.
- PCM/SPI/SD card interface, only one function can be accessed synchronously. (Default function is PCM).

SIM808 is designed with power saving technique so that the current consumption is as low as 1mA in sleep mode (GPS engine is powered down).

SIM808 integrates TCP/IP protocol and extended TCP/IP AT commands which are very useful for data transfer applications. For details about TCP/IP applications, please refer to *document [2]*.

Características Claves de la Sim 808

| Feature | Implementation |
|-----------------|--|
| Power supply | 3.4V ~ 4.4V |
| Power saving | Typical power consumption in sleep mode is 1mA (BS-PA-MFRMS=9, GPS engine is powered down) |
| Charging | Supports charging control for Li-Ion battery |
| Frequency bands | ● SIM808 Quad-band: GSM 850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900. SIM808 |

| | |
|-------------------------------|--|
| Transmitting power | <ul style="list-style-type: none"> ● Class 4 (2W) at GSM 850 and EGSM 900 ● Class 1 (1W) at DCS 1800 and PCS 1900 |
| GPRS connectivity | <ul style="list-style-type: none"> ● GPRS multi-slot class 12 (default) ● GPRS multi-slot class 1~12 (optional) |
| Temperature range | <ul style="list-style-type: none"> ● Normal operation: -40℃ ~ +85℃ ● Storage temperature -45℃~ +90℃ |
| Data GPRS | <ul style="list-style-type: none"> ● GPRS data downlink transfer: max. 85.6 kbps ● GPRS data uplink transfer: max. 85.6 kbps ● Coding scheme: CS-1, CS-2, CS-3 and CS-4 ● PAP protocol for PPP connect ● Integrate the TCP/IP protocol. ● Support Packet Broadcast Control Channel (PBCCH) ● CSD transmission rates: 2.4, 4.8, 9.6, 14.4 kbps |
| CSD | <ul style="list-style-type: none"> ● Support CSD transmission |
| USSD | <ul style="list-style-type: none"> ● Unstructured Supplementary Services Data (USSD) support |
| SMS | <ul style="list-style-type: none"> ● MT, MO, CB, Text and PDU mode ● SMS storage: SIM card |
| SIM interface | Support SIM card: 1.8V, 3V |
| External antenna | Antenna pad |
| Audio features | Speech codec modes: <ul style="list-style-type: none"> ● Half Rate (ETS 06.20) ● Full Rate (ETS 06.10) ● Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) ● Adaptive multi rate (AMR) ● Echo Cancellation ● Noise Suppression |
| Serial port and USB interface | Serial port: <ul style="list-style-type: none"> ● Full modem interface with status and control lines, unbalanced, asynchronous. ● 1200bps to 115200bps. ● Can be used for AT commands or data stream. ● Support RTS/CTS hardware handshake and software ON/OFF flow control. ● Multiplex ability according to GSM 07.10 Multiplexer Protocol. ● Autobauding supports baud rate from 1200 bps to 115200bps. USB interface: <ul style="list-style-type: none"> ● Can be used as debugging and firmware upgrading. |
| Phonebook management | Support phonebook types: SM, FD, LD, RC, ON, MC. |
| SIM application toolkit | GSM 11.14 Release 99 |
| Real time clock | Support RTC |
| Alarm function | Can be set by AT command |
| Physical characteristics | Size: 24*24*2.6mm Weight: 3.5g |

Características GPS

| Parameter | Description | Performance | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|-------------|-------|-------|------------------|
| | | Min | Type | Max | Unit |
| Horizontal Position Accuracy(1) | Autonomous | | <2.5 | | m |
| Velocity Accuracy(2) | Without Aid | | 0.1 | | m/s |
| | DGPS | | 0.05 | | m/s |
| Acceleration Accuracy | Without Aid | | 0.1 | | m/s ² |
| | DGPS | | 0.05 | | m/s ² |
| Timing Accuracy | | | 10 | | nS |
| Dynamic Performance | Maximum Altitude | | | 18000 | m |
| | Maximum Velocity | | | 515 | m/s |
| | Maximum Acceleration | | | 4 | G |
| Time To First Fix ⁽³⁾ | Hot start | | 1 | | s |
| | Warm start | | 28 | | s |
| | Cold start | | 30 | | s |
| Sensitivity | Autonomous acquisition(cold start) | | -147 | | dBm |
| | Re-acquisition | | -159 | | dBm |
| | Tracking | | -165 | | dBm |
| Receiver | Channels | | 22/66 | | |
| | Update rate | | | 5 | Hz |
| | Tracking L1, CA Code | | | | |
| | Protocol support NMEA | | | | |
| Power consumption ⁽⁴⁾ | Acquisition | | 42 | | mA |
| | Continuous tracking | | 24 | | mA |

(1) 50% 24hr static, -130dBm

(2) 50% at 30m/s

(3) GPS signal level: -130dBm

(4) Single Power supply 3.8V@-130dBm,GSM IDLE

Esquemas de Codificación y Velocidades Máximas de Datos por Interfaz Aerea

| Coding scheme | 1 timeslot | 2 timeslot | 4 timeslot |
|---------------|------------|------------|------------|
| CS-1 | 9.05kbps | 18.1kbps | 36.2kbps |
| CS-2 | 13.4kbps | 26.8kbps | 53.6kbps |
| CS-3 | 15.6kbps | 31.2kbps | 62.4kbps |
| CS-4 | 21.4kbps | 42.8kbps | 85.6kbps |

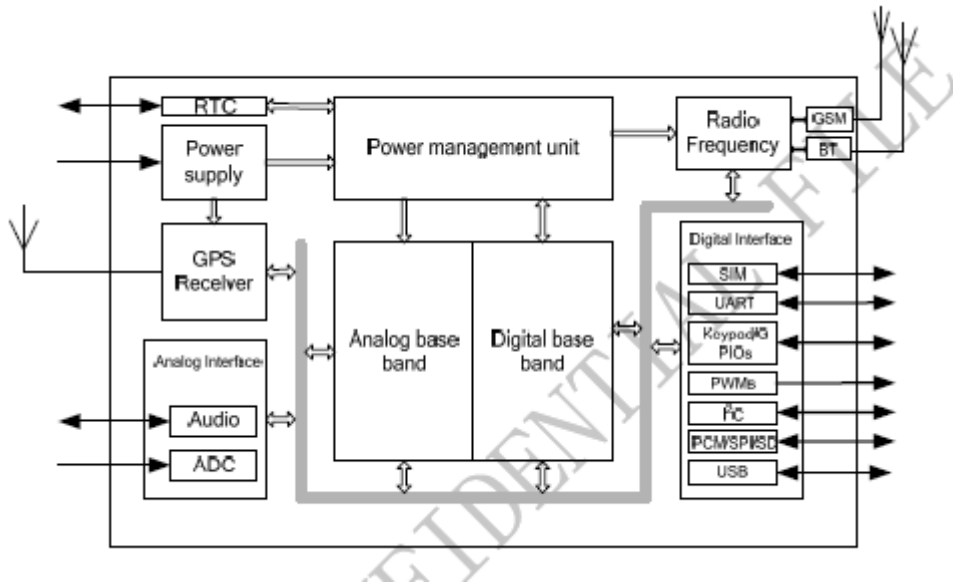
Modos de Operación Sim 808

| Mode | Function | |
|----------------------------|---|---|
| Normal operation | GSM/GPRS SLEEP | Module will automatically go into sleep mode if the conditions of sleep mode are enabling and there is no on air and no hardware interrupt (such as GPIO interrupt or data on serial port). In this case, the current consumption of module will reduce to the minimal level. In sleep mode, the module can still receive paging message and SMS. |
| | GSM IDLE | Software is active. Module registered to the GSM network, and the module is ready to communicate. |
| | GSM TALK | Connection between two subscribers is in progress. In this case, the power consumption depends on network settings such as DTX off/on, FR/EFR/HR, hopping sequences, antenna. |
| | GPRS STANDBY | Module is ready for GPRS data transfer, but no data is currently sent or received. In this case, power consumption depends on network settings and GPRS configuration. |
| | GPRS DATA | There is GPRS data transfer (PPP or TCP or UDP) in progress. In this case, power consumption is related with network settings (e.g. power control level); uplink/downlink data rates and GPRS configuration (e.g. used multi-slot settings). |
| | Charge | The mode support charge function (Default is not support). |
| Power down | Normal power down by sending the AT command "AT+CPOWD=1" or using the PWRKEY. The power management unit shuts down the power supply for the baseband part of the module, and only the power supply for the RTC is remained. Software is not active. The serial port is not accessible. Power supply (connected to VBAT) remains applied. | |
| Minimum functionality mode | AT command "AT+CFUN" can be used to set the module to a minimum functionality mode without removing the power supply. In this mode, the RF part of the module will not work or the SIM card will not be accessible, or both RF part and SIM card will be closed, and the serial port is still accessible. The power consumption in this mode is lower than normal mode. | |

Diagrama Funcional Sim 808

The following figure shows a functional diagram of SIM808:

- The GSM baseband engine
- The GPS engine
- Flash
- The GSM radio frequency part
- The antenna interface
- The other interfaces



ANEXO C

Programación del Módulo de Control

En el anexo C se muestra la programación del microcontrolador arduino nano encargado de la programación del circuito de control del encendido y flujo de corriente del vehículo.

```
#include <Password.h>           //Incluimos la libreria Password para la clave del Dispositivo
#include <Keypad.h>             //Incluimos la libreria Keypad para el teclado matricial

Password clave = Password( "1234" ); //Definimos nuestro clave del sistema

int LedRojo = A0;               //Señal de Led Fallo de Clave
int LedVerde = A1;              //Señal de Led Clave Correcta
int Arranque = A2;              //Señal para Activación del Módulo Relé
int Alarma = 12;                //Señal Activación y Desactivación alarma
int a;                           //Variable para Lectura
int b;                           //Variable para Lectura
int Pulso1 = 10;                //Señal entrada para Activación del Sistema
int Pulso2 = 11;                //Señal entrada para Desactivación del
Sistema

const byte ROWS = 4;            //Cuatro Filas
const byte COLS = 4;            //Cuatro Columnas
char keys[ROWS][COLS] = {      //Definimos el Teclado Matricial

    {'1','2','3','A'},
    {'4','5','6','B'},
    {'7','8','9','C'},
    {'*','0','#','D'}
};

byte rowPins[ROWS] = { 9,8,7,6 }; // Conectar los Pines de Arduino.
byte colPins[COLS] = { 5,4,3,2 }; // Conectar los Pines de Arduino.
```

```

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );//
Creamos el Teclado Matricial

void setup(){

  Serial.begin(9600);
  keypad.addEventListener(keypadEvent);          //Evento para Esperar dato del
Teclado Matricial

  pinMode(LedRojo, OUTPUT);                     //Definimos Salida
  pinMode(LedVerde, OUTPUT);                   //Definimos Salida
  pinMode(Arranque, OUTPUT);                   //Definimos Salida
  pinMode(Alarma, OUTPUT);                     //Definimos Salida
  digitalWrite(LedRojo, LOW);                  //Declaramos las Salidas en Bajo
  digitalWrite(LedVerde, LOW);                 //Declaramos las Salidas en Bajo
  pinMode(Pulso1, INPUT);                       //Definimos Entrada
  pinMode(Pulso2, INPUT);                       //Definimos Entrada
}

void loop(){
  keypad.getKey();

  a = digitalRead(Pulso1);                      //Asignamos una variable a la
Entrada
  b = digitalRead(Pulso2);                      //Asignamos una variable a la
Entrada
  if (a == HIGH){                              //Realizamos un Ciclo Comparativo
    digitalWrite(Alarma, HIGH);                //Declaramos las Salidas en Alto
    digitalWrite(Arranque, HIGH);              //Declaramos las Salidas en Alto
  }
  else if (b == HIGH){
    digitalWrite(Alarma, LOW);                 //Declaramos las Salidas en Bajo
  }
}

void keypadEvent(KeypadEvent eKey){           //Creamos el evento del Teclado

```

```

switch (keypad.getState()){
  case PRESSED:
    Serial.print("Pressed: ");
    Serial.println(eKey);
    switch (eKey){
      case '*': IntroducirClave(); break;           //Caso para confirmar Clave
      case '#': clave.reset(); break;             //Caso para Eliminar Registro
      default: clave.append(eKey);
    }
  }
}

void IntroducirClave(){
  if (clave.evaluate()){
    Serial.println("Código Corecto");           //Adicionamos nuestro Codigo a
    ejecutar si es Corecto
  }

  digitalWrite(LedRojo, LOW);
  digitalWrite(LedVerde, HIGH);
  digitalWrite(Arranque, LOW);
  delay(1000);                                  //Tiempo de Espera
  digitalWrite(LedVerde, LOW);
}else{
  Serial.println("Código Incorrecto"); //Adicionamos nuestro Codigo a ejecutar si es
Incorrecto
  digitalWrite(LedRojo, HIGH);
  digitalWrite(LedVerde, LOW);
  delay(1000);                                  //Tiempo de Espera
}
}

```

ANEXO D

Programación del Módulo de Monitoreo

En el anexo D se muestra la programación del microcontrolador arduino nano encargado de la programación del circuito de monitoreo del vehículo.

```
#include <SoftwareSerial.h> //Librería para Comunicación Serial
#include <TinyGPS.h> //Librería GPS
TinyGPS gps;
SoftwareSerial gsm(7, 8); // Pin 7 Transmisión, Pin 8 Recepción (Arduino)
int i=0;
int j=0;
char numero_cell[]="0995819465"; //Número de Celular Donde llegaran los Datos

int pin =12;
float latitud;
float longitud;
float flat;
float flon;
String Dlatitud, Dlongitud, mapa, dato;
char Codigo;
char Codigo1;
char datosSERIAL[30];
char Codigo_GPS[]={ 'G','P','S'}; // Mensaje para Localización del Vehículo
unsigned long age;

int pin1 =3;
int leds = 5;

void setup()
{
  Serial.println("Sistema Seguridad Vehicular");
  pinMode(pin,OUTPUT);
  pinMode(pin1,INPUT);
  pinMode(leds, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
```



```

gsm.begin(9600);
delay(2000);

CODIGOS_ACTIVACION_SIM();
Serial.println("Configurando Codigos AT");
delay(1000);
}

void loop()
{

Serial.println("Sistema Activando");
Serial.println("Esperando Operación");
while(true){
    OPERACION();
}
}

void CODIGOS_ACTIVACION_SIM() //configura los códigos de lectura de
mensajes
{
    gsm.println("AT+IPR=9600"); // Velocidad en Baudios para Comunicación
    Serial.println("AT+IPR=9600"); // Imprimimos Velocidad en Baudios para
Comunicación

    delay(1000);
    gsm.println("AT+CMGF=1"); // Activamos el Modo Texto para la Sim 808
    Serial.println("AT+CMGF=1"); // Imprimimos Código Modo Texto
    delay(1000);
    gsm.println("AT+CMGR=?"); // Activamos el Código para recibir mensajes
en la Sim 808
    Serial.println("AT+CMGR=?"); // Imprimimos Código para recibir mensajes
Sim 808
    delay(1000);
    gsm.println("AT+CNMI=2,2,0,0"); // Activamos Codigo para ver los mensajes
    Serial.println("AT+CNMI=2,2,0,0"); // Imprimimos Código para ver mensajes
    delay(1000);

```

```

Serial.println("CODIGOS ACTIVADOS CON EXITO");
delay(1000);
}

void OPERACION()
{ regresar:

int z;
z = digitalRead(pin1);
if (gsm.available()>0)
{
char Codigo =gsm.read();
if(Codigo=='@') //Codigo de Inicio de Mensaje de Texto
{
while(true) //Sentencia de Lectura de Códigos para elegir
operación
{
if (gsm.available()>0)
{
char Codigo1 =gsm.read();
datosSERIAL[j]= Codigo1;
j++;
if (Codigo1=='\n')//
{
Serial.println("Lectura correcta del codigo enviado:");
for(int i=0;i<=j;i++)
{
Serial.print(datosSERIAL[i]);
}
GPS_On();
for(int i=0;i<=j;i++)
{
datosSERIAL[i]==0;
Codigo1=0;
Codigo=0;
}
}
}
}
}
}
}
}

```

```

        j=0;// Borra los datos del acumulador
        goto regresar;      // Permite Regresar al Inicio del Metodo para una nueva
lectura de operacion
    }
}
}
}

}else if (z == HIGH) {

Serial.println("laskalsj");
gsm.println("AT+CGNSPWR=1");      //Codigo para Activar GPS SIM 808
Serial.println("AT+CGNSPWR=1");  //Imprimir Activación GPS en Serial
gsm.println("AT + CGNSTST = 1"); //Activación para Visualizar Puerto Serie
Serial.println("AT + CGNSTST = 1"); //Impresión del Codigo de Activación
Puerto Serie
delay(500);
Serial.println("Activando GPS");  //Imprimimos Mensaje
Serial.println("Espere 15 segundos"); //Imprimimos Mensaje
for(int i=0;i<20;i++)
{
    delay(1000);                  //Tiempo de espera de los segundos para
Activación GPS
    Serial.print("Contador=");
    Serial.println(i);
}
Serial.println("Recibiendo Datos de GPS");
i=0;
while(i<1)// Obtenemos un dato de Longitud y Latitud
{
    i++;
bool newData = false;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;

for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)

```

```

{
  while (gsm.available())
  {
    char c = gsm.read();
    if (gps.encode(c))          // Código de lectura de dato del GPS
      newData = true;
  }
}
if (newData)
{
  float flat, flon;
  unsigned long age;
  gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
  Serial.print("DATOS GPS");
  Serial.print("DATO LATITUD= ");
  Serial.println(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
  latitud = flat;
  Serial.print("DATO LONGITUD= ");
  Serial.println(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
  longitud = flon;

  Serial.println(" lectura gps enviada....");
  Serial.print("LATITUD= ");
  Serial.println(latitud, 6);
  Serial.print("LONGITUD= ");
  Serial.println(longitud, 6);

  String Dlatitud = String(latitud, 6);      //Obtenemos la latitud con una precisión de
6 dígitos
  String Dlongitud = String(longitud, 6);    //Obtenemos la longitud con una precisión
de 6 dígitos
  String mapa = "https://maps.google.com/maps?q="; //Asignamos esta url a los datos
obtenidos
  String dato= mapa + Dlatitud + "+" + Dlongitud;
  Serial.println(dato);
}

```

```

gsm.println("AT+CMGF=1");           // Activamos el modo texto Sim808
delay(1000);
gsm.print("AT+CMGS=");             //Codigo de envio de mensajes
delay(1000);

gsm.print((char)34);                // Colocamos para enviar el mensaje en uno
solo
gsm.print(numero_cell);
gsm.println((char)34);
delay(1000);
gsm.println(dato);                  // Mensaje para el Celular
gsm.print((char)26);
delay(2000);

}
}
i=0;

delay(9000);
digitalWrite(leds, HIGH);
delay(9000);
digitalWrite(leds, LOW);
delay(1000);
goto regresar;
}
}

void GPS_On()
{
if(datosSERIAL[0]==Codigo_GPS[0] && datosSERIAL[1]==Codigo_GPS[1] &&
datosSERIAL[2]==Codigo_GPS[2] )
{
Serial.println(" codigo correcto gps");
gsm.println("AT+CGNSPWR=1");       //Codigo para Activar GPS SIM 808
Serial.println("AT+CGNSPWR=1");   // Imprimir Activación GPS en Serial
gsm.println("AT + CGNSTST = 1");  // Activación para Visualizar Puerto Serie
}
}

```

```

Serial.println("AT + CGNSTST = 1"); // Impresión del Código de Activación
Puerto Serie
delay(500);
Serial.println("Activando GPS"); // Imprimimos Mensaje
Serial.println("Espere 15 segundos"); // Imprimimos Mensaje
for(int i=0;i<20;i++)
{
delay(1000); // Tiempo de espera de los segundos para Activación
GPS
Serial.print("Contador=");
Serial.println(i);
}
Serial.println("Recibiendo Datos de GPS");
i=0;
while(i<1) // Obtenemos un dato de Longitud y Latitud
{
i++;
bool newData = false;
unsigned long chars;
unsigned short sentences, failed;

for (unsigned long start = millis(); millis() - start < 1000;)
{
while (gsm.available())
{
char c = gsm.read();
if (gps.encode(c)) // Código de lectura de dato del GPS
newData = true;
}
}
if (newData)
{
float flat, flon;
unsigned long age;
gps.f_get_position(&flat, &flon, &age);
Serial.print("DATOS GPS");
}
}

```

```

Serial.print("DATO LATITUD= ");
Serial.println(flat == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flat, 6);
latitud = flat;
Serial.print("DATO LONGITUD= ");
Serial.println(flon == TinyGPS::GPS_INVALID_F_ANGLE ? 0.0 : flon, 6);
longitud = flon;

Serial.println(" lectura gps enviada....");
Serial.print("LATITUD= ");
Serial.println(latitud, 6);
Serial.print("LONGITUD= ");
Serial.println(longitud, 6);

String Dlatitud = String(latitud, 6); //Obtenemos la latitud con una precisión de 6 dígitos
String Dlongitud = String(longitud, 6); //Obtenemos la longitud con una precisión de 6
dígitos
String mapa = "https://maps.google.com/maps?q="; //Asignamos esta url a los datos
obtenidos
String dato= mapa + Dlatitud + "+" + Dlongitud;
Serial.println(dato);
gsm.println("AT+CMGF=1"); // Activamos el modo texto Sim808
delay(1000);
gsm.print("AT+CMGS="); //Codigo de envio de mensajes
delay(1000);
gsm.print((char)34); // Colocamos para enviar el mensaje en uno solo
gsm.print(numero_cell);
gsm.println((char)34);
delay(1000);
gsm.println(dato); // Mensaje para el Celular
gsm.print((char)26);
delay(2000);
}
}
i=0;
}
}

```

ANEXO E

Diagramas de Conexión Prototipo

En la Figura N°50, Figura N°51 y Figura N°52 se puede observar los diagramas esquemático, pictórico e impreso respectivamente del sistema de control y seguridad del vehículo.

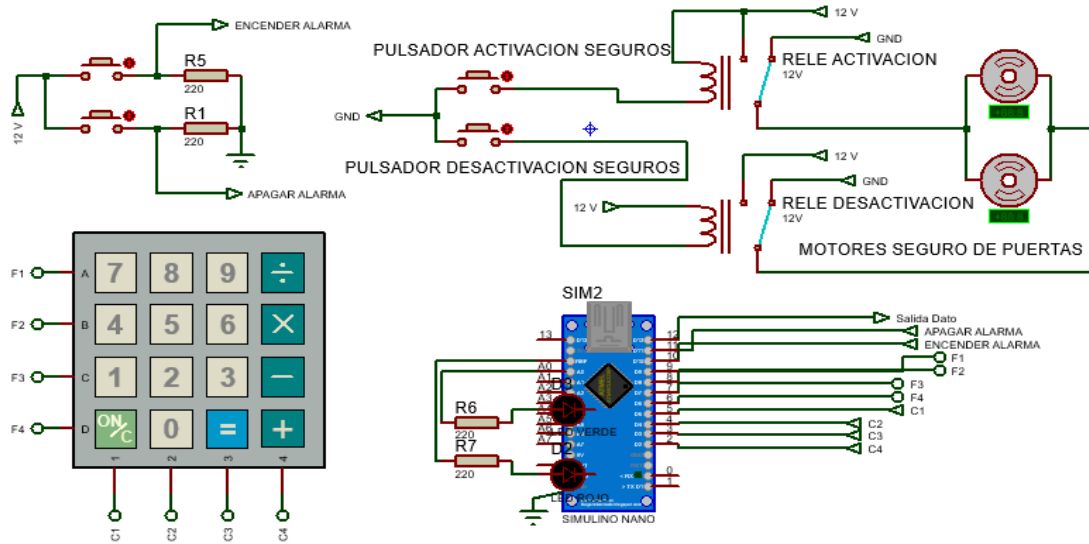


Figura N°50: Diagrama Esquemático Sistema de Control

Fuente: El investigador

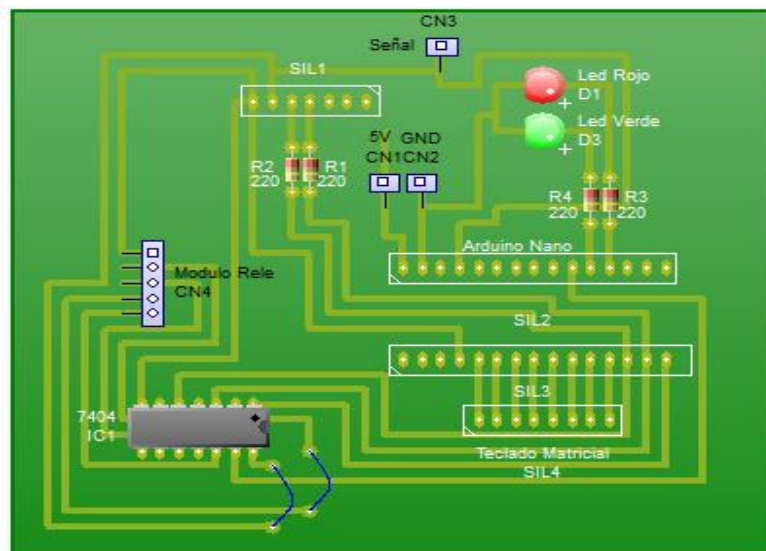


Figura N°51: Diagrama Pictórico Sistema de Control

Fuente: El investigador

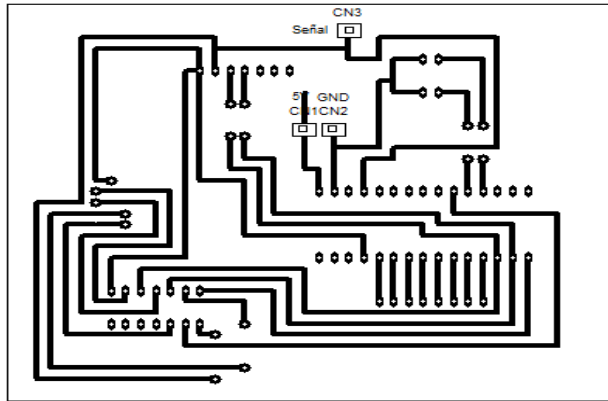


Figura N°52: Diagrama Impreso Sistema de Control

Fuente: El investigador

En la Figura N°53 y Figura N°54 se muestra los diagramas esquemáticos del circuito cortacorriente y el circuito de apertura y cierre de puertas respectivamente.

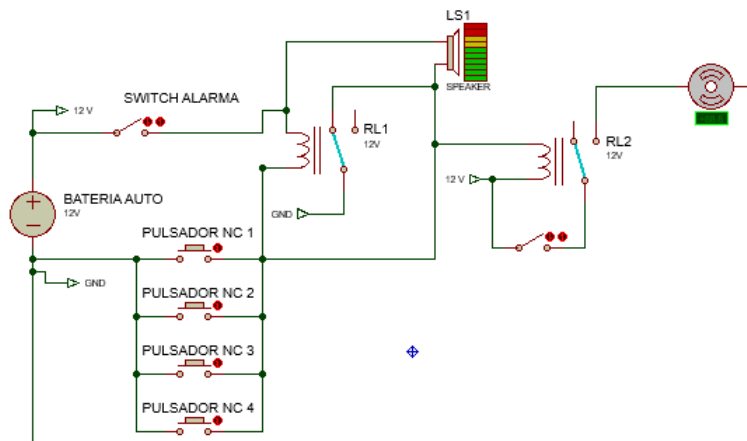


Figura N°53: Diagrama esquemático del circuito cortacorriente

Fuente: El investigador

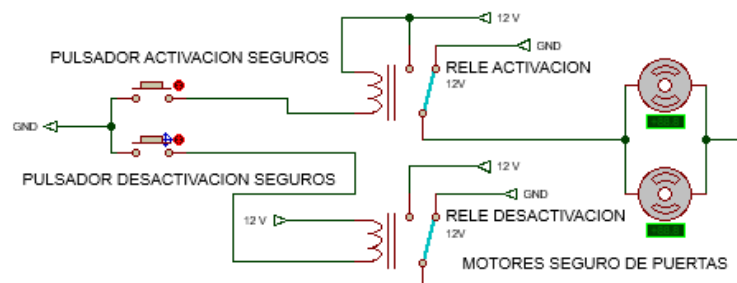


Figura N°54: Diagrama esquemático del circuito de apertura y cierre de puertas.

Fuente: El investigador

ANEXO F

Sistema Electrónico de Seguridad

En la Figura N°55 se puede observar los pines de conexión que se distribuyen a los distintos accionamientos del vehículo.

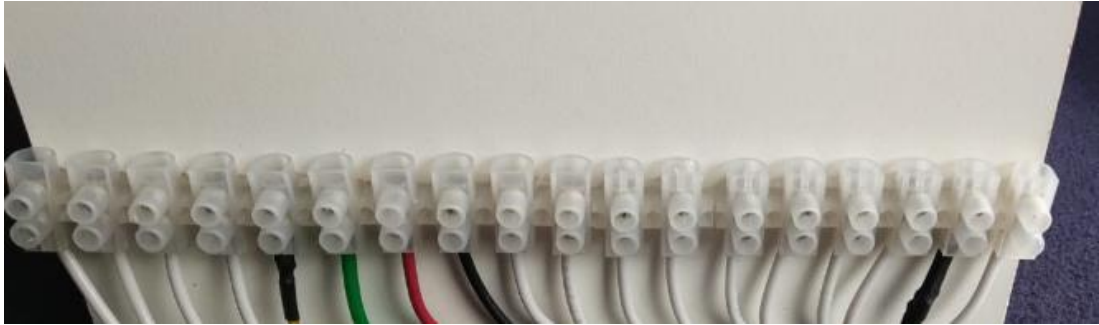


Figura N°55: Pines de Distribución del Sistema de Seguridad.

Fuente: El investigador

En la Figura N°56, Figura N°57 y Figura N°58 se muestra la implementación del sistema electrónico de seguridad y monitoreo gps/gsm para vehículos livianos en el cual se puede observar el circuito de control y el circuito de monitoreo.

Vista Externa



Figura N°56: Vista Externa Sistema de Seguridad

Fuente: El investigador

Vista Interna

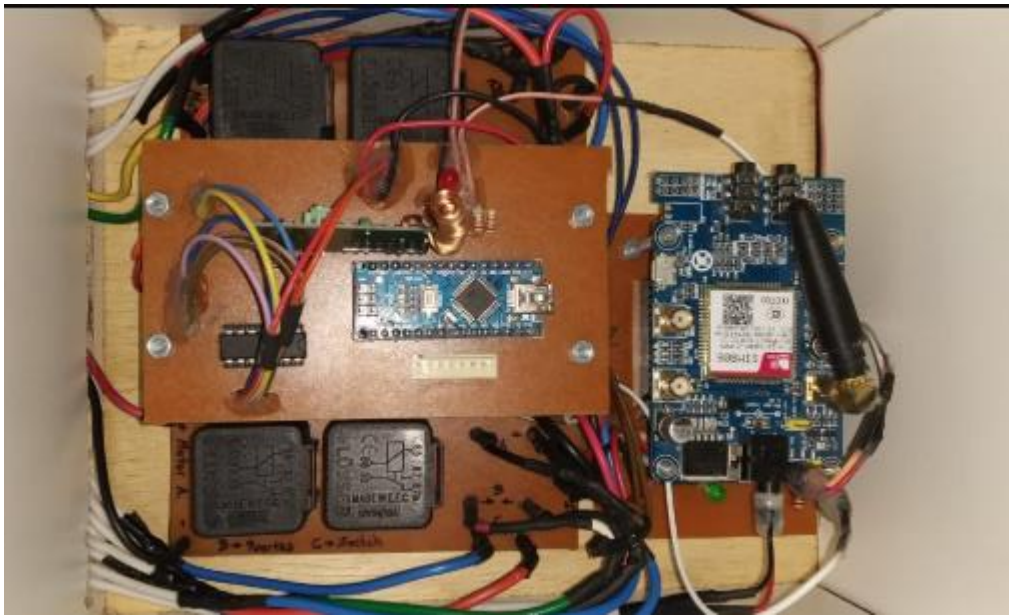


Figura N°57: Vista Interna Sistema de Seguridad

Fuente: El investigador

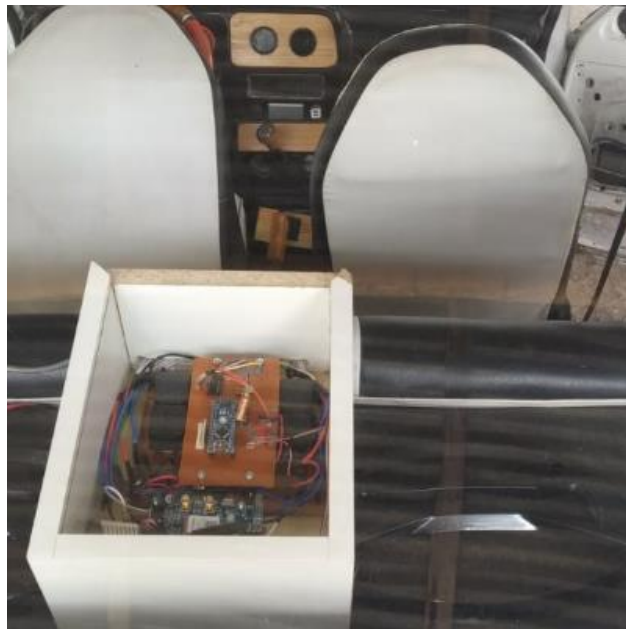


Figura N°58: Vista Interna Conexión en el Vehículo

Fuente: El investigador

ANEXO G

Elementos que Conforman el Sistema Electrónico de Seguridad y Monitoreo Gps/Gsm para Vehículos Livianos.

Como se observa en la Figura N°59 se encuentra la instalación de la Batería que alimenta el sistema de seguridad y Monitoreo.

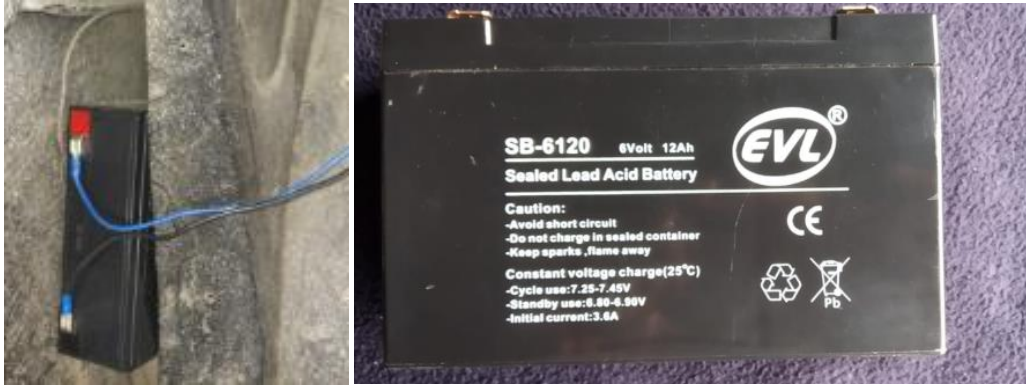


Figura N°59: Instalación y Vista Frontal Batería del sistema de seguridad y Monitoreo

Fuente: El investigador

Como se observa en la Figura N°60 se encuentra la instalación del teclado matricial para el encendido del vehículo.



Figura N°60: Instalación del Teclado Matricial.

Fuente: El investigador

En la Figura N°61, Figura N°62 y Figura N°63 se muestra la instalación de los pulsadores que envían la señal al sistema, de los motores actuadores que realizan la apertura y cierre de las puertas y de la sirena respectivamente.



Figura N°61: Instalación de los Pulsadores en las Puertas del Vehículo.

Fuente: El investigador



Figura N°62: Instalación de los motores en las Puertas del Vehículo.

Fuente: El investigador



Figura N°63: Instalación de la Sirena en el Interior del Vehículo

Fuente: El investigador

ANEXO H

Colocación del Sistema Electrónico de Seguridad y Monitoreo Gps/Gsm en el Vehículo y Prueba de Funcionamiento.

En la Figura N°64 se muestra el vehículo en el cual se implementó el sistema de seguridad y monitoreo



Figura N°64: Vista Frontal Vehículo con el sistema Electrónico y Monitoreo.

Fuente: El investigador

En la Figura N°65 se muestra la respuesta que envía el sistema al propietario del vehículo con la ubicación.

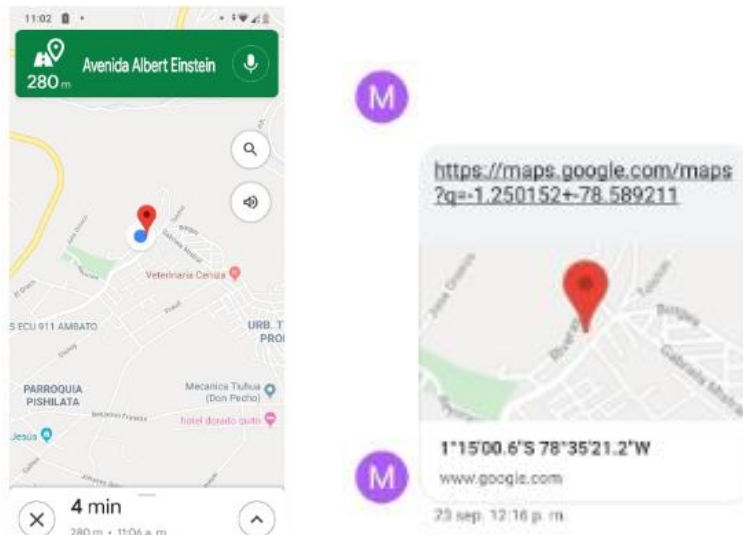


Figura N°65: Respuesta del Sistema de Seguridad y Monitoreo.

Fuente: El investigador