



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

TRABAJO DE TITULACIÓN

CARRERA: ELECTRÓNICA DIGITAL Y TELECOMUNICACIONES

TEMA: Construcción de un módulo prototipo AVL (localización automática de vehículos) utilizando Atmega 328, GPS Trimble y un Wireless CPU Wavecom GSM/GPRS.

AUTOR: Mónica Alexandra Andrango Calvachi

TUTOR: PHD. René Alberto Cañete Bajuelo

AÑO 2015

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de titulación certifico:

Que el trabajo de titulación **“CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PROTOTIPO PARA AVL (LOCALIZACIÓN AUTOMÁTICA DE VEHÍCULOS) UTILIZANDO ATMEGA 328, GPS TRIMBLE Y UN WIRELESS CPU WAVECOM GSM/GPRS”**, presentado por la Sra. Mónica Alexandra Andrango Calvachi, estudiante de la carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Quito D.M. Julio del 2015

TUTOR

.....

PHD René Alberto CañeteBajuelo.

UNIVERSIDAD TECNÓLOGICA ISRAEL

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La abajo firmante, en calidad de estudiante de la Carrera de Electrónica Digital y Telecomunicaciones, declaro que los contenidos de este Trabajo de Titulación, requisito previo a la obtención del Grado de Ingeniería en Electrónica Digital y Telecomunicaciones, son absolutamente originales, auténticos y de exclusiva responsabilidad legal y académica de la autora.

Quito D.M. Julio del 2015

.....

Mónica Alexandra Andrango Calvachi

C.C: 1714340641

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de grado, aprueban el trabajo de titulación para la graduación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Tecnológica Israel para títulos de pregrado.

Quito D.M. Julio del 2015

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

.....

PRESIDENTE

.....

MIEMBRO1

.....

MIEMBRO 2

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por haberme dado la oportunidad y la fuerza de seguir adelante con mis metas e ideales, a mi familia por ser mi inspiración y mi fortaleza.

Mónica Alexandra Andrango Calvachi

DEDICATORIA

Dios pone las batallas más difíciles a sus mejores guerreros.

Dedico este trabajo a Dios
que me ha dado la vida y a mi familia
que son mi mayor fuente de inspiración.

A la Universidad Tecnológica Israel,
que me abrió sus puertas acogiéndome
para esforzarme y brindarme la profesión
que con vocación ejerceré en adelante

A mi madre y hermanas,
que con sus consejos
han buscado mi bienestar presente y futuro

A mis hijos,
que con sus sonrisas han empeñado su tiempo
en darme ánimo y fuerza para no defraudarlos.

A mi esposo,
que me dio el ánimo para empezar este camino
Y también para terminarlo.

Mónica Alexandra Andrango Calvachi

ÍNDICE

CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	I
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA	V
ÍNDICE	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	X
ÍNDICE DE TABLAS	XII
INTRODUCCIÓN	XIII
2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1 Introducción	5
2.2 Marco teórico	5
2.2.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)	5
2.2.2 Componentes del Sistema GPS	5
2.2.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS	8
2.2.4 Protocolo NMEA (National Marine Electronics Association)	9
2.3 Sistemas de Telefonía Celular	11

2.3.1 TDMA/SMS	11
2.4 Sistemas de Localización Automática Vehicular AVL.....	14
2.4.1 Componentes del Sistema AVL.....	15
2.5 Funcionamiento del Sistema AVL.....	17
3 DIAGNÓSTICO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PROTOTIPO PARA AVL.....	18
3.1 El Problema	18
3.2 Los Objetivos.....	18
3.3 Hipótesis.....	18
3.4 Variables.....	19
3.4.1 Independientes:.....	19
3.4.2 Dependientes:.....	19
3.5 Los métodos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto son:	19
3.5.1 Análisis y Síntesis.....	19
3.6 Cálculo del tamaño de la muestra	20
3.7 Resultados esperados del Proyecto	21
4 CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO PROTOTIPO DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR	22
3.1 Descripción del sistema.....	22
4.2 Estructura del prototipo AVL.....	23
4.3 Requerimientos y Especificaciones Técnicas del Subsistema Móvil	23
4.4 Diagrama de bloques del prototipo de localización vehicular	25

4.5	Selección de los equipos	26
4.5.1	Antenas GPS.....	26
4.5.2	Receptores GPS.....	26
4.6	Módulo GSM.....	28
4.6.1	Características	28
4.7	Microcontrolador ATMEGA 328 P.....	31
4.7.1	Características del Microcontrolador ATMEGA 328P.....	32
4.8	Implementación del prototipo AVL.....	33
4.9	Pruebas del prototipo AVL.....	33
4.10	Equipo Terminado listo para la instalación en un móvil.....	34
4.11	Características del módulo prototipo AVL.....	34
4.12	Programa.....	35
4.13	Presupuesto para la construcción del Prototipo.....	37
4.14	Operación del Prototipo AVL	38
4.15	AVL Celular (GSM/GPRS).....	39
4.16	Funcionamiento de prototipo AVL.....	40
4.17	Formato del Comando	41
4.18	Programación del AVL por computador por medio de hyperterminal.	42
4.19	Accesorios utilizados para la instalación del equipo AVL en un móvil.....	47
4.20	Ingreso de coordenadas geográficas (latitud y longitud) en el software para visualizar la posición del Prototipo AVL construido (vehículo).....	51
4.21	Mantenimiento del Prototipo AVL.	53

4.22	Limitaciones del Prototipo AVL.....	53
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1	CONCLUSIONES.....	54
5.2	RECOMENDACIONES.....	55
5.3	BIBLIOGRAFÍA.....	57
5.1	ANEXO 1.....	60
5.2	ANEXO 2.....	64
5.3	ANEXO 3.....	65
5.4	ANEXO 4.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Constelaciones de satélites para el sistema GPS.....	7
Figura 2 Sistema AVL.....	14
Figura 3. Imagen de la antena del GPS.....	24
Figura 4. Diagrama de bloques del sistema AVL.....	25
Figura 5. Tarjeta Receptora GPS. Trimble modelo C2626.....	27
Figura 6. Diagrama interno de la Tarjeta receptora GPS.....	27
Figura 7. Diagrama de Bloques del módulo Wavecom GSM Q24.....	29
Figura 8. Módulo GSM.....	30
Figura 9. Distribución de pines del módulo GSM.....	30
Figura 10. Distribución de pines del Microcontrolador ATMEGA 328 P.....	32
Figura 11. Montaje del módulo AVL.....	33
Figura 12. Pruebas del módulo AVL.....	33
Figura 13. Módulo AVL terminado	34
Figura 14. Programa utilizando la aplicación BASCOM-AVR-MCS.....	36
Figura 15. Programa utilizando la aplicación BASCOM-AVR-MCS.....	36
Figura 16. Red GPS/GPRS Diagrama de Rastreo GPS.....	39
Figura 17. Programador del Prototipo.....	43
Figura 18. Configuración del programa hyperterminal.....	43
Figura 19. Configuración del programa hyperterminal.....	44
Figura 20. Configuración del programa hyperterminal.....	44
Figura 21. Chat Modo con el equipo AVL.....	45
Figura 22. Ingreso de la clave para leer log.....	45
Figura 23. Proceso para eliminar toda la programación existente.....	46

Figura 24. Respuesta al activarse el botón de alarma.....	46
Figura 25. Datos recibidos por el GPS mostrados en hyperterminal.....	47
Figura 26. Diagrama de conexiones internas del relay.....	48
Figura 27. Antena para el GPS interno.....	48
Figura 28. Cable de poder para la conexión del prototipo AVL.....	49
Figura 29. Relay para el bloqueo remoto.....	49
Figura 30. Antena GSM.....	50
Figura 31. Diagrama de conexiones externas del protocolo AVL diseñado.....	50
Figura 32. Diagrama de cableado para el relay de Bloqueo de AVL.....	51
Figura 33. Ingreso de coordenadas en googlemaps.....	52
Figura 34. Posición desplegada en el mapa.....	52
Figura 35. Programa desarrollado en Visual.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de los satélites NAVSTAR.....	7
Tabla 2. Niveles de confianza con su respectivo valor de Z.....	21
Tabla 3. Distribución de pines del puerto de entrada/salida del GPS.....	28
Tabla 4. Especificaciones Técnicas de la antena GSM.....	31
Tabla 5. Presupuesto para la construcción del módulo AVL.....	37
Tabla 6. Tabla comparativa en el servicio.....	38

INTRODUCCIÓN

EL presente proyecto de titulación se encuentra dividido en tres capítulos, estructurados de la siguiente manera:

El capítulo 1 presenta en forma general los Sistemas de Posicionamiento Global GPS, Sistema Global para Comunicaciones Móviles GSM y el Sistema de Localización Automática de Vehículos AVL.

El capítulo 2 se realiza el Diagnóstico del problema estudiado y breve descripción del proceso, se diseña el Prototipo de Localización Automática Vehicular, sus requerimientos, número y tipo de estaciones utilizadas, modo de operación del sistema, y selecciona los equipos más adecuados para su implementación.

El capítulo 3 se divide en dos secciones, la primera describe la implementación del prototipo Localizador, detallando la construcción, instalación del sistema por bloques, modo de operación del software localizador. La segunda describe las pruebas de funcionamiento realizadas para verificar los parámetros establecidos en la construcción y describe el análisis de los resultados obtenidos en cuanto a datos de posición.

Finalmente se presenta las conclusiones de la implementación del Prototipo de Localización Automática Vehicular, así como varias recomendaciones que se deberán tomar en cuenta para la instalación del sistema.

Descripción

EL presente proyecto de titulación tiene por objeto construir un módulo prototipo de prueba que permita identificar la posición exacta de un vehículo ingresando por medio de internet a través de wifi, un software instalado previamente en un computador o utilizando googlemapsa un dispositivo de posicionamiento global GPS.

Para elaborar el prototipo se utilizará:el sistema de comunicación por GSM (Sistema Global para Comunicaciones Móviles), que se rige a las normativas establecidas por los organismos reguladores nacionales e internacionales y brinda una zona de servicio a nivel nacional; el módulo GPS (Sistema de Posicionamiento Global) utilizado para la localización de un punto por medio de triangulación, el microcontrolador Atmega 328 utilizado como la parte inteligente del prototipo, etc.

El prototipo de AVL permite, bloquear y desbloquear remotamente el vehículo en casos de emergencia a través de mensajes de texto, envía mensajes de texto con coordenadas para ubicar el vehículo en cualquier parte del país.

ANTECEDENTES

La empresa australiana Fleetfinder inicia operaciones hace más de 20 años, con el objeto de fabricar y comercializar en el mercado de ese país dispositivos para el rastreo satelital a vehículos. Al tratarse de equipos innovadores, sus directivos deciden expandirse fuera de su territorio, y comienzan a exportar sus productos hacia Estados Unidos de Norteamérica, principalmente. En el mes de noviembre del

2011, luego de una visita con sus ejecutivos, se presenta la posibilidad de conseguir la distribución de estos equipos para el Ecuador, con la alternativa de ampliar el mercado al resto de Sudamérica.

En la actualidad, las empresas dedicadas a la localización de vehículos se encuentran en un escenario cada vez más competitivo, que las obliga a desarrollar y mantener procesos de mejoramiento continuo en el desarrollo de módulos para combatir el alto índice delincencial.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Ecuador se ha convertido en un país con un alto índice de delincuencia e inseguridad, producto de un marcado nivel de pobreza, desempleo, entre otros factores. Esta situación ha generado que año a año los niveles relacionados con el asalto y delito de robo de vehículos vaya cada vez en aumento. De acuerdo a las estadísticas las ciudades de Guayaquil y Quito, son las de mayor incidencia.

En las carreteras existen accidentes que no son atendidos inmediatamente por falta de comunicación y desconocimiento de la ubicación de los autos accidentados.

En el país existe un alto índice de robos de vehículos que no son localizados por desconocimiento de la ubicación de los mismos.

Los avances tecnológicos actuales, permiten que los seres humanos busquen ser cada vez más autosuficientes; los mismos que pueden ser utilizados para la seguridad en automóviles, por medio de monitoreo y control de los automotores accediendo desde cualquier computador con internet o con teléfonos inteligentes.

La localización automática de vehículos en este país las realizan empresas con altos costos de instalación y mantenimiento.

De una investigación previa se determinó que un gran porcentaje de vehículos no tienen instalados el módulo AVL para su localización en tiempo real.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Construir un módulo prototipo AVL, utilizando Atmega 328, GPSTrimble y un Wireless CPU Wavecom GSM/GPRS, para la localización automática de un vehículo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar en el mercado la disponibilidad de tarjetas electrónicas que tengan la capacidad de transmitir y recibir información.
- Estudiar la factibilidad de desarrollar un módulo prototipo capaz de transmitir y recibir información.
- Construir un módulo prototipo para que realice el bloqueo remoto y envíe un mensaje cuando el vehículo tenga un accidente.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Introducción

El desarrollo del presente trabajo es indispensable para utilizar los conceptos de los elementos, necesarios para la construcción de un módulo prototipo para AVL.

1.2 Marco teórico

1.2.1 Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (“Global Positioning System” GPS) es una red mundial de navegación por satélites, desarrollada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, diseñada para determinar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo de cualquier objeto en la superficie terrestre, bajo cualquier condición meteorológica y a cualquier hora del día. Este sistema puede dar servicio a un número ilimitado de usuarios, vehículo, barcos, etc. No tiene costo y está disponible para todos. (FERRER TORIO, 1991)

1.2.2 Componentes del Sistema GPS.

Un sistema G.P.S. se compone de tres segmentos básicos:

- Segmento Espacial
- Segmento de Control
- Segmento del Usuario

Cada segmento tiene responsabilidades y objetivos distintos, el segmento espacial es el más costoso, el segmento de control es el responsable de que todo se ajuste conforme a lo planificado y el segmento de usuario es el que escoge a los “clientes” que son el objetivo final de todo el sistema.

1.2.2.1 Segmento Espacial

Está compuesto por una red de 24 satélites de mediana altura (21 regulares y 3 de respaldo) de la constelación NAVSTAR(NavigationSatelliteTiming And Ranging), que cubre todo el globo terráqueo.

Los satélites del sistema NAVSTAR se encuentran uniformemente distribuidos en un total de 6 órbitas casi circulares separadas entre sí 60° de tal forma que hay 4 satélites por órbita (separados 90°) con inclinación de 55° respecto al plano ecuatorial. Esta configuración asegura que siempre puedan verse entre 5 y 8 satélites desde cualquier punto de la superficie terrestre. (CASANOVA M., Abril 2001) (AGARD)

La altitud respecto a la superficie terrestre es de aproximadamente 20.200Km, se desplazan a una velocidad de 14.500Km/h y recorren órbitas completas cada día.

Satélites NAVSTAR

Los satélites que forman el segmento espacial NAVSTAR disponen de cuatro paneles solares que proporcionan 600w de potencia y tienen antenas que brindan cobertura global (Ver figura 1), sus principales características son:

Tamaño	5.1m
Tiempo de vida promedio	7.5 años, luego debe ser sustituido
Peso en órbita	1667Kg
Peso en tierra	800Kg
Característica de Emisión	25W por medio de un arreglo de antenas helicoidales con ganancia de 15 Db
Tipos de Relojes	Atómicos estables y precisos. Cada satélite incorpora 2 relojes de Cesio y 2 de Rubidio funcionando a una frecuencia de 10,23 MHz.

Tabla 1. Características de los satélites que forman el segmento espacial NAVSTAR.

Fuente: El Autor.



Figura 1. Constelaciones de satélites para el sistema GPS.

Fuente: (AGARD)

1.2.2.2 Segmento de Control

Consiste en un sistema de cinco estaciones de seguimiento, localizadas alrededor del mundo; 4 estaciones de seguimiento registran el mensaje de navegación emitido por los satélites y una estación maestra se encarga de recoger la información del resto de estaciones monitoras repartidas por el mundo.

1.2.2.3 Segmento del Usuario

Está formado por los usuarios y los aparatos receptores conocidos como GPS.

El receptor GPS es un dispositivo pasivo, obtiene la señal de los satélites, demodula, extrae los datos y presentan la información al usuario final.

Los satélites GPS calculan distancias a partir de los mensajes que provienen de cada satélite visible, y entregan una estimación de posición y tiempo. (CASANOVA M., Abril 2001)

1.2.3 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GPS.

El Sistema de Posicionamiento Global recibe la información precisa de la hora y posición de cualquier satélite o satélites a los cuales se haya enganchado. Cuando el equipo ha captado la señal de al menos tres satélites calcula distancia y posicionamiento en la tierra mediante el proceso de triangulación, ofreciendo luego datos de Longitud, Latitud y Altitud calculados.

Latitud, mide el ángulo entre cualquier punto y la línea ecuatorial. Se mide de 0° a 90° , a la línea ecuatorial le corresponde la latitud de 0° , el polo norte 90° N ($+90^\circ$) y el polo sur 90° S (-90°).

Longitud, mide el ángulo entre cualquier punto y el meridiano de Greenwich en Londres. Se mide de 0° a 180°, al meridiano de Greenwich le corresponde la longitud de 0° y el antimeridiano correspondiente está ubicado a 180°. Los polos Norte y Sur no tienen longitud.

Las coordenadas Geográficas son reportadas en grados minutos y segundos, norte o sur (latitud) y este u oeste (longitud), por ejemplo: 34°13'45"N, 47°25'67"W.

1.2.4 Protocolo NMEA (National Marine Electronics Association)

El protocolo NMEA 0183 fue fundada en el año de 1957 con el objetivo de crear un sistema de comunicación común para equipos electrónicos de navegación (GPS), con el pasar de los años se fueron sumando todos los fabricantes. Es un medio a través del cual la mayoría de receptores GPS pueden comunicarse y está controlado por la organización estadounidense.

En el protocolo MNEA-0183, los caracteres usados son texto ASCII imprimible (más los comandos de retorno de carro y nueva línea). Los datos MNEA-0183 se envían a (4800 bits por segundo y 8N1), 4800 baudios (un baudios es igual a un bit por segundo), usando 8 bis de datos, sin pariedad y con un bit de parada. Los datos se transmiten en forma de trama de caracteres ASCII separadas por comas que son denominadas sentencias. Cada trama comienza con un símbolo \$, dos letras para el ID del transmisor, tres letras para la sentencia, seguido por un número de campos de datos separados por comas. Una trama puede contener hasta 82 caracteres ASCII incluyendo los comandos de control. Como algunas tramas de caracteres son de anchura variable, el receptor debe ubicar los campos de datos deseados detectando las comas, más que por la ubicación del carácter dentro de la trama.

1.2.4.1 Sentencias Utilizadas.

\$GPGGA - Global Positioning System Fix Data

\$GPVTG - Track Made Good and Ground Speed

\$GPGGA,195650.101,4020.4234,N,00349.6314,W,1,03,23.0,797.7,M,51.7,M,0.0,00
00*58

Ejemplo:

\$GP Instrucción NMEA

GGA Sentencia

195650.101 **Hora**

4020.4234 **Latitud**

N Norte /Sur

00349.6314 **Longitud**

W Este /W Oeste

1 Indicador de Calidad 0= No disponible 1=GPS fix 2=Diferencial GPS
fix

03 Número de Satélites 00 - 12

23.0 Precisión Horizontal

797.7	Altitud de la Antena GPS sobre el nivel del mar
M	Unidad de Altitud
51.7	Separación de Geoidal, la diferencia entre el elipsoide de la tierra WGS-84.
M	Unidad de Geoidal
0.0	La edad de los datos diferenciados del GPS, el tiempo en segundos desde el tipo 1 pasado SC104 o 9 se ponen al día, campo nulo cuando DGPS no se utiliza
0000	Identificación diferenciada de la estación de referencia, 0000-1023
*58	Checksum

1.3 Sistemas de Telefonía Celular

Un sistema de telefonía celular es un sistema de telefonía móvil pública que provee de una conexión inalámbrica con un PSTN (Red de Telefonía Pública Conmutada) para un gran número de abonados en un espectro de frecuencia limitado y en una amplia área geográfica.

1.3.1 TDMA/SMS

1.3.1.1 TDMA

TDMA es una técnica de acceso múltiple para comunicaciones móviles, en la que cada canal de frecuencia es compartido por varios usuarios en ráfagas de información.

Dentro de tecnologías de múltiple acceso para sistemas móviles digitales están:

TDMA (Time Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Tiempo)

CDMA (Code Division Multiple Access, Acceso Múltiple por División de Código).

1.3.1.2 SMS

El servicio de mensajes cortos SMS (Short Message Systems) es un sistema basado en paquetes que envían datos sobre los canales de control en sistemas celulares digitales.

Es compatible en sistemas AVL vía GPS.

El inconveniente de los mensajes SMS tienen una longitud limitada 160 caracteres en GSM y 255 caracteres en CDMA, el uso de los canales de control limita el ancho de banda disponible para los servicios SMS.

1.3.1.3 GSM/GPRS

1.3.1.3.1 GSM (Global System for Mobile Communications)

El Sistema Global para Comunicaciones Móviles es el sistema móvil usado frecuentemente en el mundo y usa las frecuencias de 900, 1800 y 1900MHz. En Ecuador está implementado en la frecuencia de 850MHz por la compañía CONECEL (porta). (FERRER TORIO, 1991)

El Sistema GSM permite el acceso de redes de comunicación avanzada como ISDN (Integrated Services Digital Network) Red Digital de Servicios Integrados.

Las redes GSM se dividen en cuatro partes fundamentales:

La Estación Móvil o Mobile Station (MS) Está formado de dos elementos básicos, el lado terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM (SubscriberIdentity Module).

La Estación Base o Base StationSubsystem (BSS) Se utiliza para conectar las estaciones móviles con los Subistemas de Conmutación y Red NSS, además se encarga de la transmisión y recepción.

El Sub_sistema de Conmutación y Red (NSS)Network and SwitchingSubsystem.

Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los usuarios de la red.(<http://www.uv.es>, s.f.)

1.3.1.3.2 GPRS (General Packet Radio Service)

El sistema GSM se creó en la segunda generación para dar respuestas a los problemas de los sistemas FDMA (analógicos), a pesar de ser excelente para transmisión de voz, tuvo limitaciones al enviar y recibir datos, debido a que el sistema se basa en conmutación de circuitos y esto obliga a tener los recursos ocupados durante la comunicación.(<http://www.uv.es>, s.f.)

Posteriormente apareció el servicio GPRS para mejorar a GSM (2,5 G) y permitir la transmisión de datos por medio de la conmutación de paquetes. A partir de ello los terminales están habilitados para recibir y enviar datos todo el tiempo a velocidades altas (típicamente entre 32 y 48 kbps), sin interferir para realizar llamadas telefónicas al mismo tiempo y tarifando únicamente por el volumen de información transferida.

1.4 Sistemas de Localización Automática VehicularAVL.

Localización Automática de Vehículos, es un sistema de comunicaciones que permite el monitoreo de vehículos en tiempo real.

Este sistema está compuesto por un módulo ubicado en el interior del vehículo que mediante un sistema GPS incorporado determina las coordenadas y con un transmisor satelital o celular envía estos datos de localización a una central de control por un canal de comunicación inalámbrico.

En la central de control es desplegada la información en tiempo real en un mapa digitalizado. Ver figura 2.

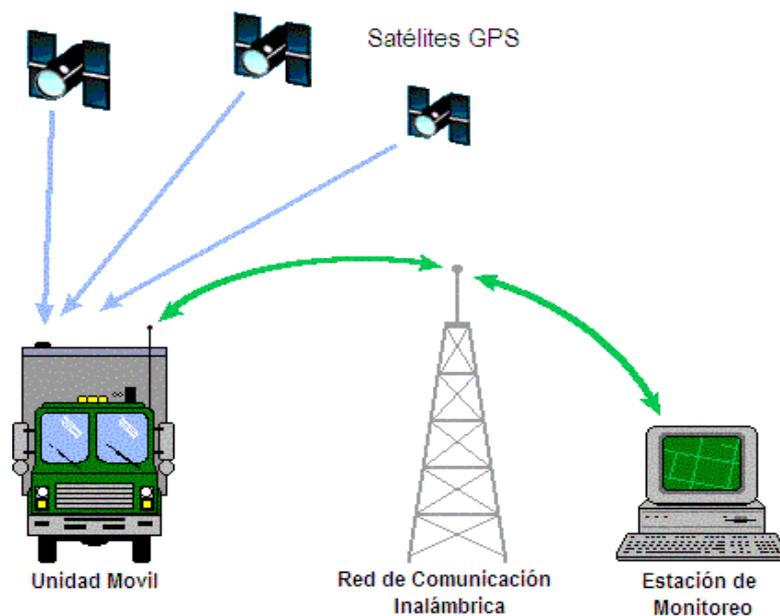


Figura 2 Sistema AVL.

FUENTE: (CASANOVA M., Abril 2001)

1.4.1 Componentes del Sistema AVL.

El sistema AVL está compuesto de tres segmentos básicos, que se muestran en la figura 2.

- Subsistema móvil (Unidad móvil)
- Medio de Comunicación (Red de comunicación inalámbrica)
- Subsistema Base (Estación de Monitoreo)

1.4.1.1 Subsistema Móvil

Representa el conjunto de vehículos que van a ser localizados, utilizando el sistema actual de satélites GPS para su ubicación, cada vehículo debe estar equipado con los siguientes elementos:

Antena GPS: es la encargada de recibir la señal del satélite.

Receptor GPS: procesa la señal de los satélites para obtener la ubicación del vehículo en latitud y longitud.

Equipo transmisor; envía los datos hasta la estación base.

1.4.1.2 Medio de Comunicación

Los receptores GPS del sistema AVL son solo de lectura, para transmitir los datos de su posición a otro dispositivo, se necesita de un medio de comunicación confiable, que pueden ser de dos tipos:

Tecnologías Pasivas. Almacena el recorrido del vehículo en memoria no volátil, cuando el vehículo regrese al centro de control, se borra la información recopilada durante el día en una computadora central utilizando un cable o enlace inalámbrico.

Tecnologías Activas. Transmiten la posición del vehículo al centro de control, además tienen la capacidad de recibir comandos para ejecutar acciones sobre el vehículos tales como: botón de pánico, inmovilización del vehículo, aseguramiento de chapas, etc.

Los sistemas AVL pueden utilizar dos tipos de medios de comunicación para transmitir la información: tecnología celular y los sistemas de radiocomunicaciones en las bandas VHF y UHF.

1.4.1.3 Subsistema Base

Es una estación fija, compuesta por un conjunto de dispositivos que realizan las funciones de control y rastreo vehicular, se sitúan en zonas estratégicas de mayor cobertura y amplio espacio para la instalación de antenas, fuentes de alimentación y equipos de transmisión/ recepción, etc.

El subsistema base obtiene la localización en tiempo real del vehículo; en cualquier momento se puede saber el lugar donde se encuentra la unidad, dirección, velocidad, alertas en caso de alguna emergencia, etc.

El subsistema base para funcionar dentro del sistema AVL cuenta con los siguientes equipos:

Equipo Receptor: recibe los datos que envía el transmisor del sistema móvil.

Computador con puerto de entrada disponible: para instalar el software de localización y capta los datos de posición.

Software de Localización: para cargar los mapas de la zona requerida para la ubicación de los vehículos.

1.5 Funcionamiento del Sistema AVL.

Para localizar un vehículo se instala un receptor GPS con su respectiva antena para recibir las señales enviadas desde los satélites; este dispositivo calcula la velocidad, posición, dirección y altitud.

La información de posición es enviada al transmisor, quien transforma y adecua los datos para que puedan ser transmitidos por el medio de comunicación hasta el subsistema base.

En el subsistema base, el receptor capta las señales que emite el transmisor, las transforma y adecua para que ingresen a la PC mediante un puerto de entrada disponible, utilizando un software de monitoreo se visualiza la ubicación de los vehículos registrados.

CAPÍTULO II

DIAGNÓSTICO Y BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO REALIZADO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO PROTOTIPO PARA AVL.

2.1 El Problema

En las carreteras existen accidentes y robos que no son atendidos inmediatamente por falta de comunicación y desconocimiento de la ubicación de las autoridades competentes (ECU-911, Bomberos, Policía Nacional, etc.).

2.2 Los Objetivos

Para el desarrollo del módulo se propuso un objetivo general planteado en la Introducción del presente informe con la finalidad de construir un módulo prototipo para AVL (localización automática de vehículos) utilizando Atmega 328, GpsTrimble y un Wireless CPU WavecomGsm/Gprs que realice bloqueo remoto y envíe un mensaje cuando el vehículo tenga un accidente en las carreteras.

Los objetivos específicos se propusieron con la finalidad de investigar los componentes necesarios para su implementación y ejecución del proyecto.

2.3 Hipótesis

El presente proyecto se plantea de la siguiente forma: Al construir el sistema autómatas que realice bloqueo remoto y envíe un mensaje cuando el vehículo tenga un accidente, en las carreteras se logrará actuar inmediatamente ya que el sistema enviara las coordenadas exactas para la localización logrando disminuir los fallecimientos y robos de vehículos en las carreteras. Teniendo como variable

dependiente el sistema automático que envíe un mensaje y como variable independiente el bloqueo remoto.

2.4 Variables

2.4.1 Independientes:

Para el presente proyecto se van a utilizar varias tecnologías para la aplicación del sistema en el vehículo que va a ser monitoreado, utilizando el microcontrolador Atmega 328, GpsTrimble y un Wireless CPU WavecomGsm/Gprs. El microcontrolador Atmega 328 se utilizó en la parte lógica el cual por medio de programación reciba códigos y entregue información. (Atmel, 2010)

2.4.2 Dependientes:

Demostrar que se puede mejorar la seguridad y bienestar para los usuarios y propietarios de vehículos. Dotar de una herramienta de control para todo tipo de transporte.

El presente trabajo de titulación está dividido en 3 etapas (Construcción, Implementación y Validación) mediante los siguientes métodos de investigación.

2.5 Los métodos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto son:

2.5.1 Análisis y Síntesis

Se realizó una investigación de mercado la disponibilidad de los elementos electrónicos que tengan la capacidad de controlar remotamente un sistema y estas señales sean procesadas.

2.5.1.1 Modelación

Factibilidad de desarrollar un sistema electrónico para localizar un vehículo.

2.5.1.2 Experimental

Construcción, implementación y validación del proyecto para el correcto funcionamiento del mismo.

En el proceso investigativo se utilizó la técnica de la entrevista, realizada a los dueños de vehículos que no dispongan de un sistema AVL, con la finalidad de saber su opinión del sistema propuesto.

2.6 Cálculo del tamaño de la muestra

Donde:

n=tamaño de la muestra

N=tamaño de la población para nuestro caso es de 100

=Desviación estándar de la población el valor típico es de 0,5

e= Limite aceptable del error asumimos un 8%

Z=Valor obtenido de los niveles de confianza para nuestro caso es de un 95% por lo que $Z=1,96$

Valor de Z	1,15	1,28	1,44	1,65	1,96	2,24	2,58
Niveles de Confianza	75%	80%	85%	90%	95%	97,50%	99%

Tabla 2. Niveles de confianza con su respectivo valor de Z.

Fuente: Murray R. Spiegel. Estadística.

Reemplazando valores en la ecuación se tiene:

2.7 Resultados esperados del Proyecto

El prototipo puede ser puesto a consideración de los propietarios de los vehículos para el rastreo, ubicación, etc. Para asegurar los vehículos.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN DEL MÓDULO PROTOTIPO DE LOCALIZACIÓN VEHICULAR

3.1 Descripción del sistema

En la implementación del sistema AVL se empleará una estación de control (Subsistema Base), una unidad vehicular (Subsistema móvil) y el software de localización con el que se realizarán las pruebas de control y rastreo.

La comunicación entre el subsistema móvil y el subsistema base se realizará por medio del sistema GSM de la siguiente manera:

Comunicación unidireccional.- el GPS transfiere los datos en forma serial al micro controlador ATMEGA 328P.

Comunicación bidireccional.- para la transmisión de voz y de mensajes de texto se realizará desde el micro controlador ATMEGA 328P hasta el módulo GSM.

Con estos antecedentes se concluye que el módulo GSM se adapta de manera efectiva a los requerimientos del sistema localizador, permitiendo la transmisión-recepción de toda la información del sistema.

El interfaz de comunicación entre los componentes del prototipo localizador será de tipo serial, ya que es un estándar que permite la conexión de dispositivos externos como él (GPS, GSM, etc.).

Los puertos seriales tienen la característica de ser bidireccionales. Esta característica permite que los dispositivos reciban y envíen datos.

3.2 Estructura del prototipo AVL

El prototipo de localización vehicular está conformado de una estación de control y una estación vehicular, en la que se instalarán todos los dispositivos correspondientes a la estación base y al a estación móvil del sistema GSM.

Para realizar el proceso de recepción de la señal satelital GPS y monitores en tiempo real se utilizan dispositivos adicionales que se detallan a continuación.

3.3 Requerimientos y Especificaciones Técnicas del Subsistema Móvil

El vehículo que va a ser localizado, utilizará la red satelital GPS para recibir las ondas radioeléctricas provenientes de los satélites y determinar la posición; para la obtención los datos de ubicación y transmitirlos hacia el receptor GPS.

La antena GPS para el sistema Localizador está diseñada para captar señales a 1575.42 MHz, ya que a esta frecuencia los satélites de la red Navstar emiten señales para uso civil.

El receptor GPS que se va a utilizar en el prototipo de localización vehicular debe contar con las siguientes características técnicas.

Características Físicas: La antena deberá ser compacta pequeña, ya que se instalará en un lugar externo del vehículo y no debe llamar la atención. Necesita tener línea de vista con el cielo para captar la señal de los satélites.



Figura 3. Imagen de la antena del GPS.

Fuente: El Autor.

Número de Satélites a captar: Para el cálculo de la Latitud, Longitud, Altura y Velocidad, el receptor debe comunicarse con al menos cuatro satélites de la red Navstar.

Nivel de Sensibilidad: Basandose en la normas establecidas por el CONATEL para comunicaciones satelitales, el nivel mínimo de sensibilidad que debe tener el receptor GPS es -170 dBW.

Grado de exactitud: Debido al constante movimiento del receptor GPS, se requiere un grado de exactitud de ± 5 metros en los datos de posición.

El subsistema móvil debe contar con un modem GSM porque los datos que provienen del receptor GPS son señales digitales.

El prototipo de localización vehicular utiliza un modem GSM con las siguientes características:

Protocolo de trabajo común entre el GPS y el modem GSM: El receptor GPS trabaja con el protocolo NMEA0183 ya que es un protocolo estándar compatible con el interfaz RS-232 incorporado en todos los receptores GPS y es usado para transmitir datos a dispositivos externos.

3.4 Diagrama de bloques del prototipo de localización vehicular

DIAGRAMA DE BLOQUES DE MODULO AVL PROTOTIPO

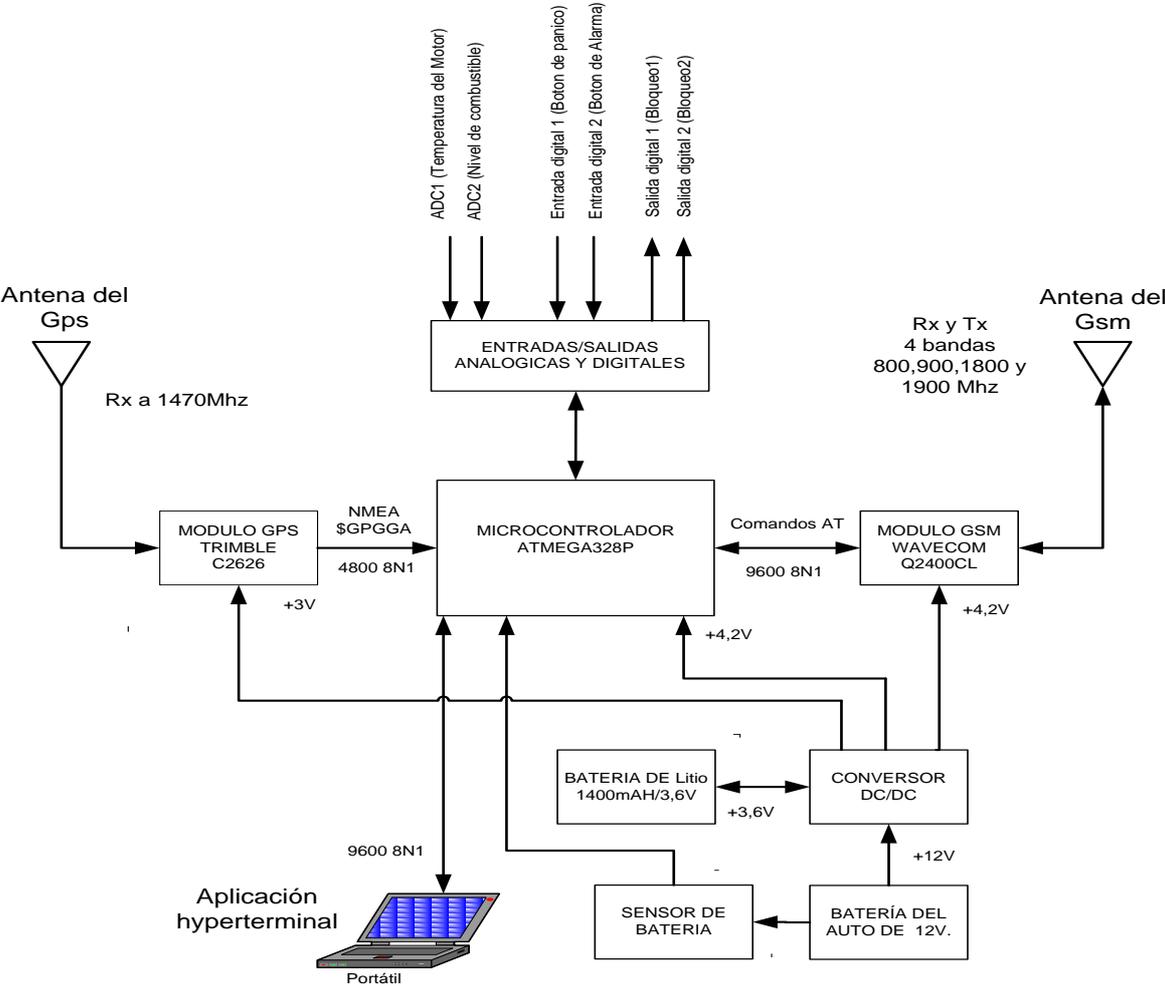


Figura 4. Diagrama de Bloques del sistema AVL.

Fuente: El Autor.

3.5 Selección de los equipos

Varias empresas autorizadas ofrecen equipos y sistemas de última tecnología para Localización Automática de Vehículos, las alternativas que cumplen los requerimientos de diseño son las siguientes:

3.5.1 Antenas GPS.

- **Antena GPS modelo SHAG-130.-** Antena receptora marca SYSCOM color negro, trabajando a una frecuencia de 1575.42MHz, con 27 dB de ganancia, 5 metros de cable tipo RG174 y conector tipo SMB, etc.
- **Antena GPS modelo NMO.-** Antena receptora marca SYSCOM color negro o blanco, trabajando a una frecuencia de 1575.42MHz, montaje tipo Motorola, con 27dB de ganancia, 3-5 voltios de alimentación, etc.

3.5.2 Receptores GPS.

3.5.2.1 Características de la Tarjeta Receptora GPS Trimble modelo C2626

- Protocolo NMEA0183 \$GPGGA y \$GPGSV a 4800 8-N-1
- Un puerto serial de 2.8 V TTL
- Voltaje de alimentación de 3 a 3,6 VDC
- Consumo menor de 37mA
- Conector y antena tipo SMA
- Actualización de datos cada segundo
- Temperatura de operación entre -40 a +85°C



Figura 5. Tarjeta Receptora GPS. Trimble modelo C2626.

Fuente: El Autor.

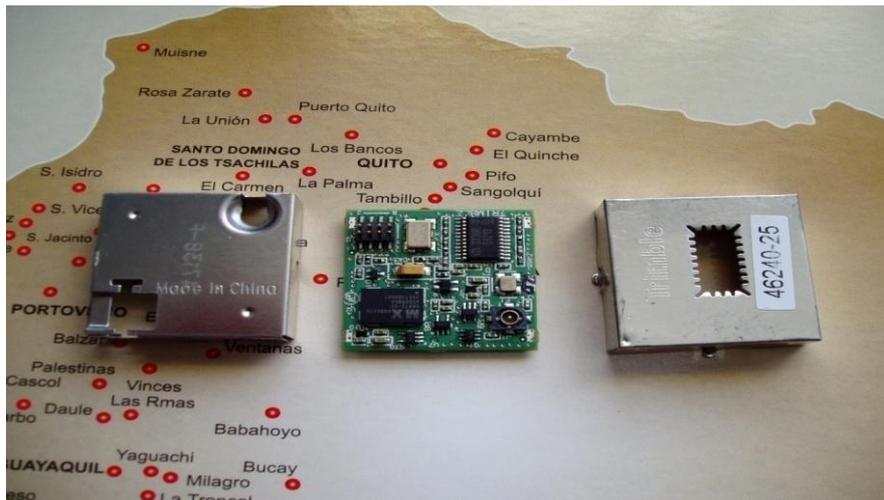


Figura 6. Diagrama interno de la Tarjeta Receptora GPS.

Trimble modelo C2626.

Fuente: El Autor.

PIN#	FUNCTION	I/O	DESCRIPTION
1	Reserved		Can be used for TXD instead of pin 5
2	GND	Ground	Ground for power and signal input
3	Reserved		Can be used for RXD instead of pin 6
4	PPS	Output	Pulse-Per-Second Interface Time pulse, @ 2.8 V LVTTTL
5	TXD	Output	Serial port Transmit @ 2.8 V LVTTTL
6	RXD	Input	Serial port Receive @ 2.8 V LVTTTL
7	VCC	Power	Main power supply 3.0 V to 3.6 V
8	VBAT	Power	Battery backup power 2.0 V to V_{CC}

Tabla 3. Distribución de pines del puerto de entrada/ salida del GPS.

Fuente: (Semiconductor, 2006).

3.6 Módulo GSM

3.6.1 Características

- 4 bandas EGSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz.
- GPRS clase 10
- Potencia de salida de 2 W a 900 MHz y 1W a 1800MHz
- Rango De voltaje de 3,1 – 4,5 VDC
- Temperatura de operación de -30 A +75°C
- Peso 12 gramos
- Dos puertos seriales

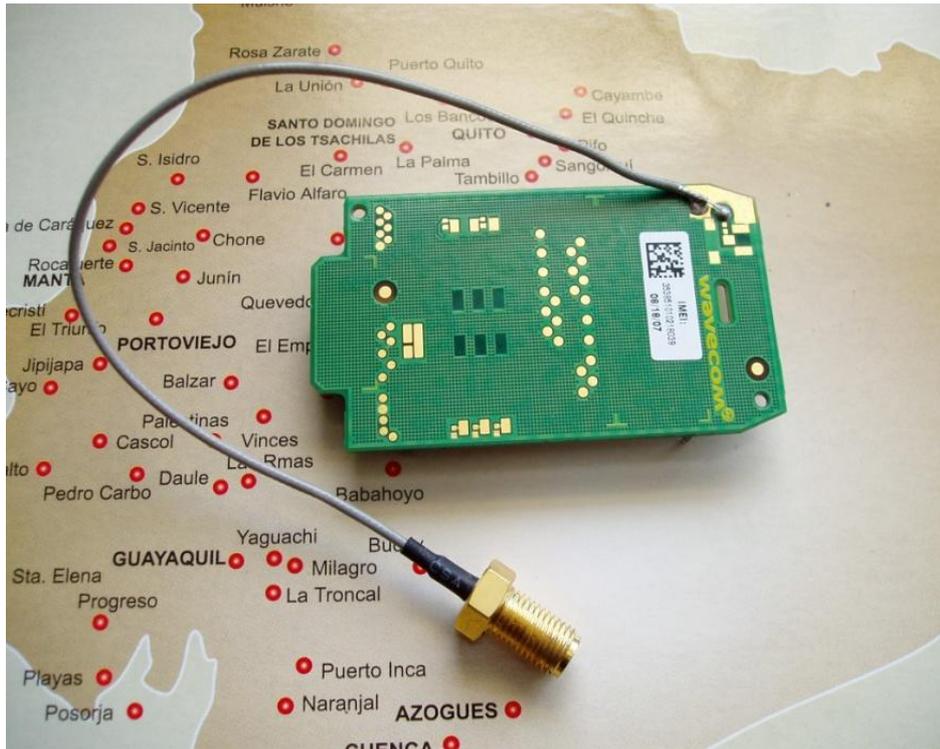


Figura 8. Módulo GSM.

Fuente: El Autor.

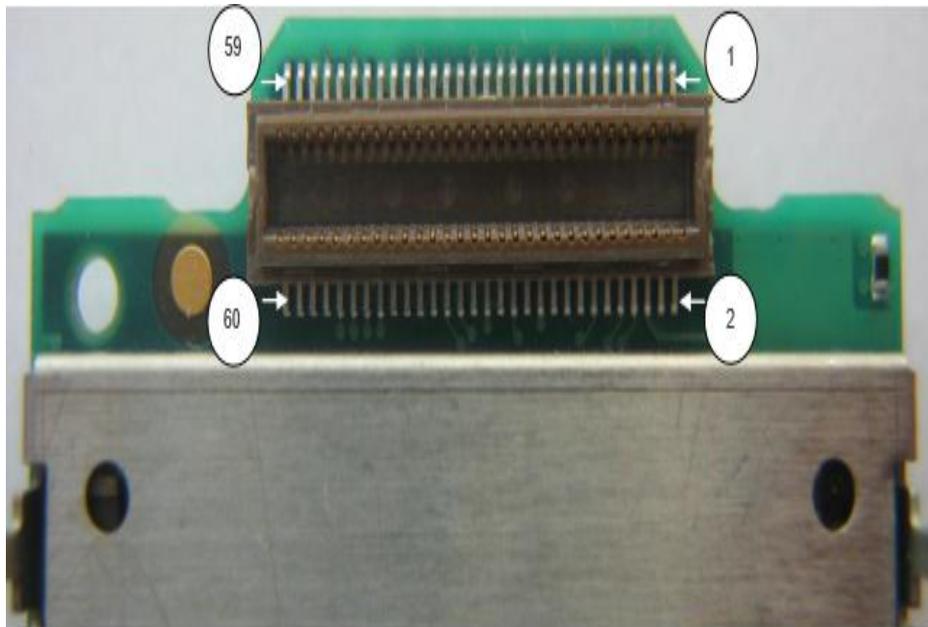


Figura 9. Distribución de pines del módulo GSM.

Fuente: El Autor.

Characteristics		EGSM 900	DCS 1800	GSM 850	PCS 1900
TX Frequency		880 to 915 MHz	1710 to 1785 MHz	824 to 849 MHz	1850 to 1910 MHz
RX Frequency		925 to 960 MHz	1805 to 1880 MHz	869 to 894 MHz	1930 to 1990 MHz
Impedance		50Ω			
VSWR	Rx max	1.5 :1			
	Tx max	1.5 :1			
Typical radiated gain		0dBi in one direction at least			

Tabla 4. Especificaciones Técnicas de la antena GSM.

Fuente: (Creus, 2011).

3.7 Microcontrolador ATMEGA 328 P

El Atmega328 AVR 8-bit es un circuito integrado de alto rendimiento que está basado un microcontrolador RISC, combinando 32 KB ISP flash una memoria con la capacidad de leer-mientras-escribe, 1 KB de memoria EEPROM, 2 KB de SRAM, 23 líneas de E/S de propósito general, 32 registros de proceso general, tres temporizadores flexibles/contadores con modo de comparación, interrupciones internas y externas, programador de modo USART, una interface serial orientada a byte de 2 cables, SPI puerto serial, 6-canales 10-bit Conversor A/D (8-chañales en TQFP y QFN/MLF packages), programable con oscilador interno, y cinco modos de ahorro de energía seleccionables por software. El dispositivo opera entre 1.8 y 5.5 voltios. (Atmel, 2010)

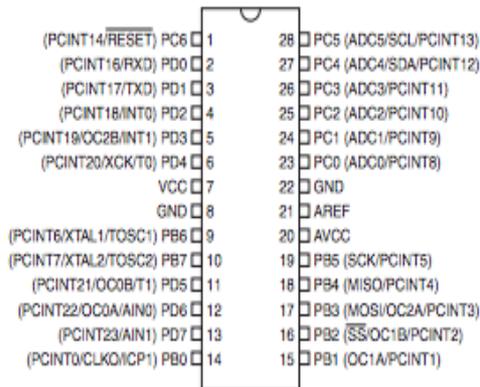


Figura 10. Distribución de pines del Microcontrolador ATMEGA 328 P.

Fuente: (Atmel, 2010).

3.7.1 Características del Microcontrolador ATMEGA 328P

- Memoria de programa de 32 KB
- Memoria EEPROM de 1 KB
- Memoria RAM de 2 KB
- Velocidad de procesamiento de 20 MHz
- Microcontrolador de 8 bits
- Convertidor análogo digital de 10 bits
- Voltaje de operación de 1.8 – 5.5 V
- Consumo de 0.2 ma. (Harth, 2008)

3.8 Implementación del prototipo AVL

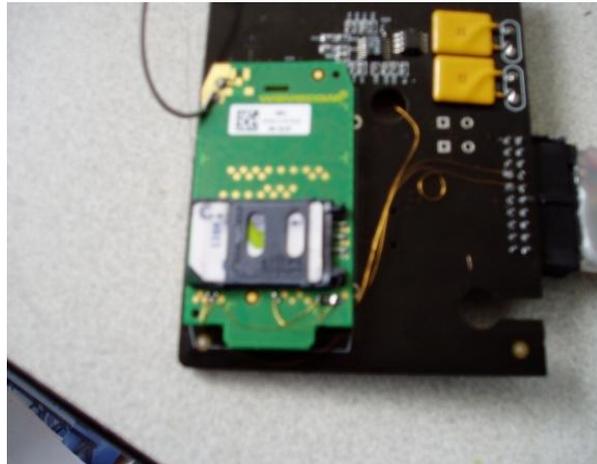


Figura 11. Montaje del módulo AVL

Fuente: El Autor.

3.9 Pruebas del prototipo AVL

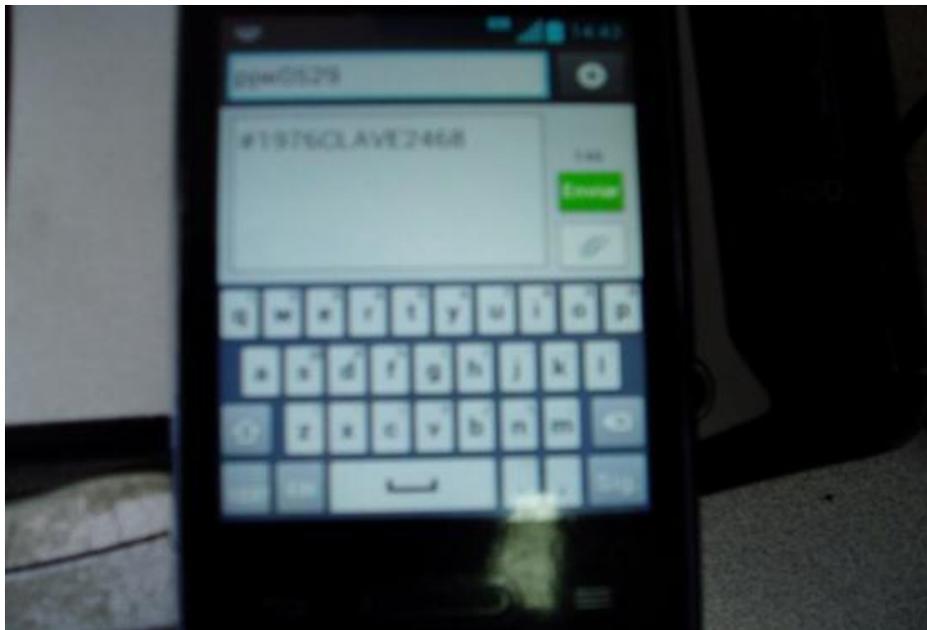


Figura 12. Pruebas del módulo AVL

Fuente: El Autor.

3.10 Equipo Terminado listo para la instalación en un móvil.

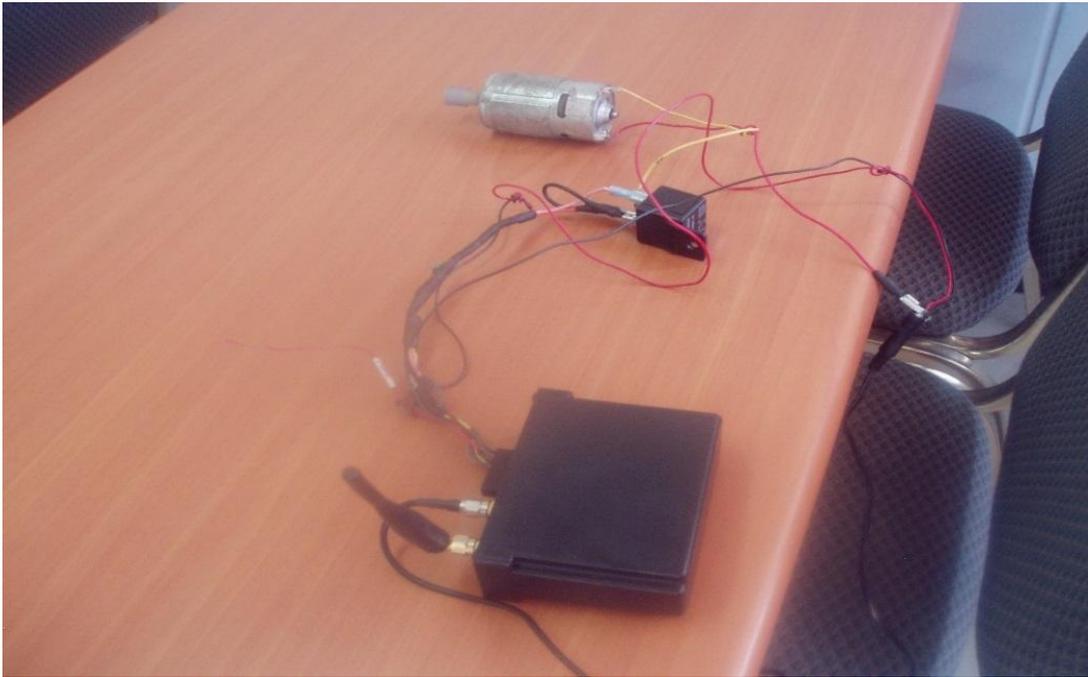


Figura 13. Módulo AVL terminado

Fuente: El Autor.

3.11 Características del módulo prototipo AVL.

- 2 Entradas digitales utilizadas para un sensor de choque detectando un golpe brusco y la otra para un sensor de pánico ubicando un pulsador oculto con acceso al conductor para que envíe un SMS a los números de celular programados por el equipo indicando la hora y posición de la emergencia.
- 2 Entradas Analógicas para el ingreso de información de temperatura del motor y para medir el nivel de combustible del vehículo.

- 2 Salidas Digitales la primera para activar un relé de bloqueo del vehículo y enviar un SMS indicando que el bloqueo está activado y la otra salidas se utiliza para activar una electroválvula de paso de combustible al motor y luego envía un SMS a los números de celulares programados indicando que el bloqueo dos se ha activado.
- Un sensor de presencia de batería, si el módulo se ha desconectado de la batería principal se activa la batería de respaldo que posee el módulo AVL. Tiene una autonomía de seis horas y a su vez envía SMS a los números celulares programados.

3.12 Programa.

Para realizar el programa se utilizó la aplicación BASCOM-AVR-MCS Electronics (Arduino, 2014)

3.13 Presupuesto para la construcción del Prototipo

Tabla de precios de los elementos

Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
1	GPS	27,00	27,00
1	Antena GPS	8,00	8,00
1	Módulo GSM	45,00	45,00
1	Antena GSM	8,00	8,00
1	Chip con saldo	5,00	5,00
1	Fuente de Poder dc/dc	17,00	17,00
1	Accesorios	19,00	19,00
1	MicroATMEGA 328 P	9,00	9,00
1	Bateria de 3,6V a 1800mAH	12,00	12,00
1	Costo instalación/Hora	10,00	20,00
1	Costo de mano de obra/Hora	10,00	90,00
1	Terminados y ajustes	20,00	20,00
	Total en USD		280,00

TABLA 5. Presupuesto para la construcción del módulo AVL

Fuente: El Autor.

	Costo equipo	Costo servicio anual	Costo Mantenimiento anual	Años	Total
Cálculos a 10 años con servicio de rastreo existente	220	300	0	10	3220
Cálculos a 10 años con servicio con el prototipo	280	47,04	50	10	1250,4
Ahorro					1969,6

TABLA 6. Tabla comparativa de precios

Fuente: El Autor.

Nota: Para la construcción del prototipo al por mayor (mayor a 100 unidades) se disminuye el valor unitario en un 20%, el valor final es de \$224,00 por cada equipo AVL.

3.14 Operación del Prototipo AVL

El prototipo AVL diseñado es utilizado para el monitoreo constante en intervalos de tiempo definidos de la ubicación geográfica del vehículos. El monitoreo puede ser realizado vía navegador web utilizando googlemaps, desde cualquier computador que cuente con una conexión a internet; o bien desde un teléfono celular con una conexión wifi activa. Es posible conocer la ubicación geográfica del vehículo desplegada en un mapa/plano indicando coordenadas de latitud y longitud, la velocidad de desplazamiento instantánea.

3.15 AVL Celular (GSM/GPRS)

El envío de la información de localización del vehículo es realizado a través de la red de telefonía celular GSM/GPRS. Corresponde al sistema de comunicación de datos comúnmente utilizado para estos propósitos ya que trabaja en cualquier zona donde exista cobertura nacional de telefonía móvil, ideal para la gran mayoría de ciudades del país. (WAVECOM, 2006)

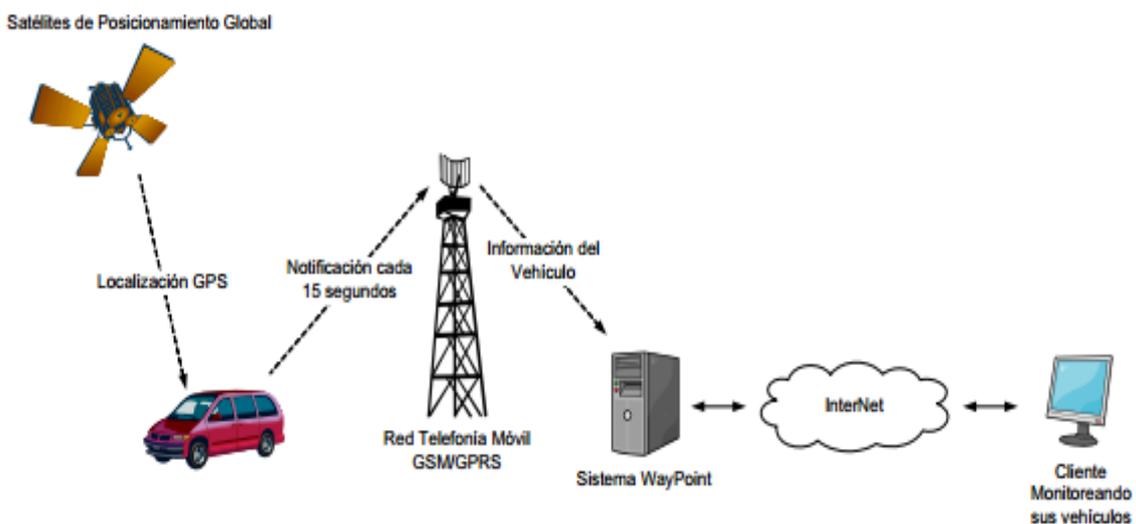


Figura 16. Red GPS/GPRS Diagrama Rastreo GPS por Red de Telefonía Móvil

Fuente: El Autor.

1. Es instalado el equipo Prototipo AVL en el vehículo a monitorear.
2. El equipo establece una conexión de datos con el sistema, utilizando la red de telefonía móvil GSM.
3. Utilizando los satélites de posicionamiento global el módulo GPS del equipo conoce su localización geográfica, velocidad, hora y fecha instantánea.

4. El equipo envía su información de localización GPS al celular (se puede programar hasta dos números de celular) previamente configurado ya sea por SMS o por conexión física en hyperterminal, en intervalos de tiempo programado en el equipo o cuando el cliente lo solicite por una llamada o SMS.
5. El cliente se conecta a través de internet a googlemaps e ingresa las coordenadas que el sistema prototipo AVL envió por SMS.
6. Es posible visualizar la información de posición del móvil en el mapa en forma instantánea.

3.16 Funcionamiento de prototipo AVL

La Configuración o programación del dispositivo puede ser por aire (SMS) o por medio físico utilizando el software hyperterminal y un cable USB a serial el mismo que estará conectado al plug de programación.

- ▶ #CLAVEINSTRUCCION
- ▶ #0312BLOQ1ON ACTIVAR EL BLOQUEO DEL VEHICULO
- ▶ #0312BLOQ1OFF DESACTIVAR EL BLOQUEO DEL VEHICULO
- ▶ #0312109984202289 CONFIGURAR EL NUMERO DEL CELULAR 1 A REPORTAR
- ▶ #03122XXXXXXYYYYY CONFIGURAR EL NUMERO DEL CELULAR 2 A REPORTAR
- ▶ PARA SABER LA UBICACIÓN TAMBIEN PODEMES REALIZAR UNA

LLAMADA AL MODULO EN EL CASO QUE NO TENGAMOS SALDO DE SMS.

- NUMERO DEL CHIP EN MOVI INSTALADO EN EL MODEM **0983554555**

Comandos utilizados para programar por vía SMS a través del sistema GSM.

3.17 Formato del Comando

#ClaveComando

#CLAVEFABRICA.- Al enviar este comando por SMS el prototipo se setea con los parámetros de fábrica

#CLAVESTATUS

#CLAVETIEMPO0060

#CLAVEBLOQUEO1ON

#CLAVEBLOQUEO2ON

#CLAVEBLOQUEO1OFF

#CLAVEBLOQUEO2OFF

#CLAVEGPS

#CLAVECLAVE0312

#CLAVEPLACASEBG0917

#CLAVEPOSMAPA

#CLAVEREPORTE

#CLAVE1NUMERO_DEL_CELULAR1

#CLAVE2NUMERO_DEL_CELULAR2

#CLAVE3DIRECCION DE CORREO ELECTRONICO

#CLAVECONFIG_panico_alarma_reporte_tiempobateria_tiempoLog_tiempotraking_
tiemporeset bloqueo1_bloque2

Ejemplo:

#0312CONFIG111018001200130090011

1L ACTIVADO Y 0L DESACTIVADO

Existe otra opción para solicitar la posición del móvil, realizando una llamada al número del chip instalado en el prototipo AVL en el caso que no disponer de saldo de SMS en nuestro celular.

Comandos utilizados para programar por vía software conexión directa al prototipo con cable USB a serial.

3.18 Programación del AVL por computador por medio de hyperterminal.

Lo primero es fabricar un cable programador, este cable se conecta a la computadora con un adaptador de USB a serial. Mostrado en la Figura 17.



Figura 17. Programador del Prototipo

Fuente: El Autor.

Luego instalar o configurar el programa hyperterminal

Se elige el puerto para conectar la PC con el cable programador fabricado.

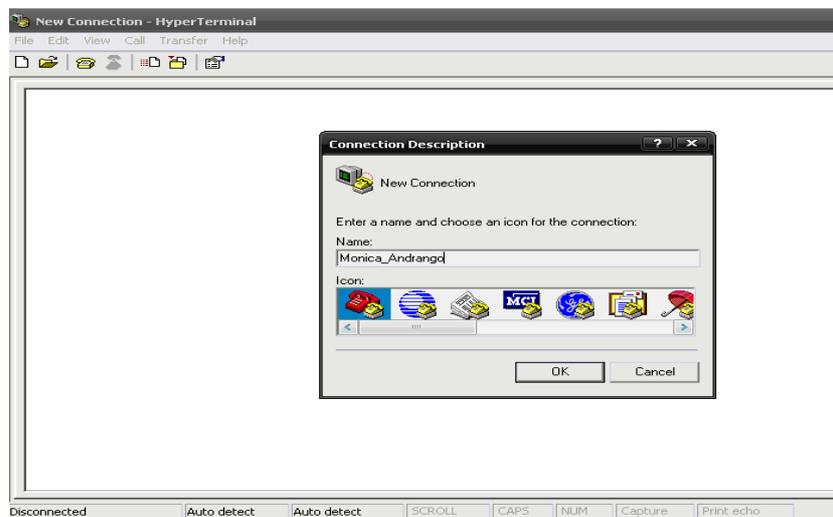


Figura 18. Configuración del programa hyperterminal

Fuente: El Autor.

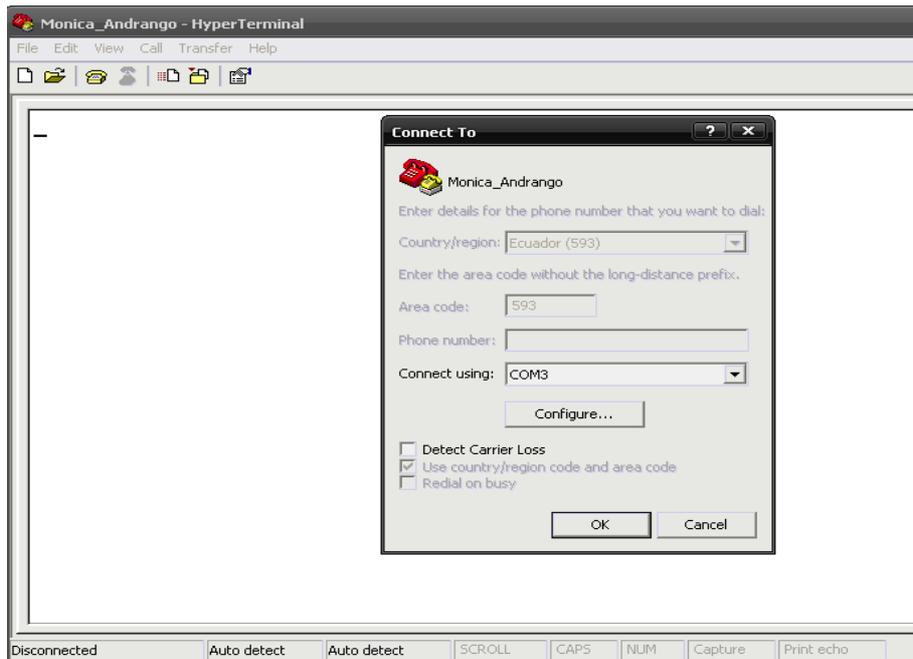


Figura 19. Configuración del programa hyperterminal

Fuente: El Autor.

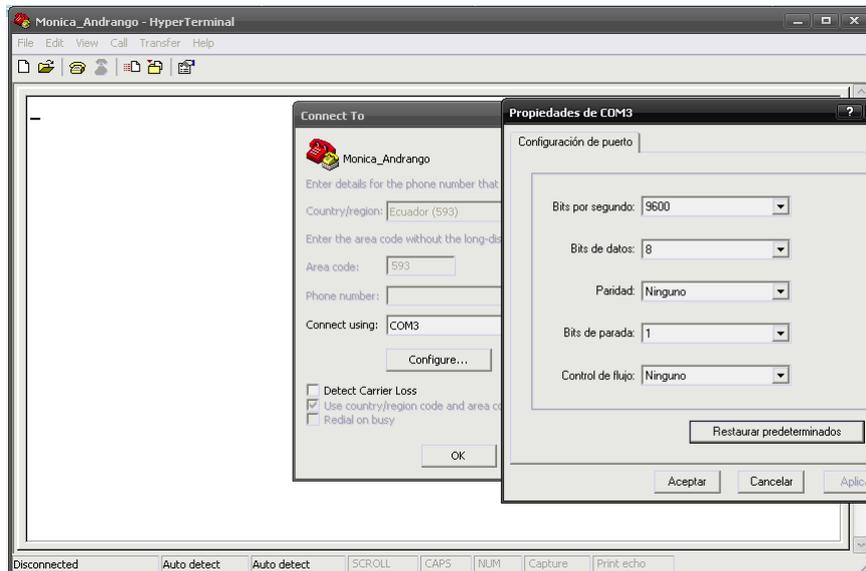


Figura 20. Configuración del programa hyperterminal

Fuente: El Autor.

Finalizada la configuración del programa se inicia el Chat Modo con el equipo AVL diseñado.

```

Monica_Andrango - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
Placa= PJW0529
ALARMA ON 111;120;160;240;360;11;11;11;84.40% 44.57% GPGGA,201021.00,0010.4098,S
AT7829.9327,W,1,03,4.81,02889,M,013,M,,*6B→
ATE0
AT+CMGF=1
AT+CMGS="*****"
Placa= PJW0529
ALARMA ON 111;120;160;240;360;11;11;11;84.40% 44.57% GPGGA,201053.00,0010.4103,S
AT7829.9334,W,1,04,2.35,02888,M,013,M,,*60→
AT+CNMI=2,2,
AT
ATE0

AT+CNMI=2,2,
AT+CMGL="ALL"
Time out sms.....
AT
ATE0
AT+CNMI=2,2,
AT+CMGL="ALL"
Time out sms.....
AT
ATE0
AT+CNMI=2,2,
AT+CMGL="ALL"
Time out sms.....
connected 01:26:59 Auto detect Auto detect SCROLL CAPS NUM Capture Print echo
  
```

Figura 21. Chat Modo con el equipo AVL

Fuente: El Autor.

Para ver la programación actual se tiene que ingresar la clave para leer log:

```

Archivo Edición Formato Ver Ayuda
Bienvenidos a configurar AVL
Ingrese su Pass

Ingrese clave para Leer Log
ESTATUS 111;1220;4;60;1440;10;10; Batt= 1 Pani= 1 alrm= 1 hyp= 1 Celu1: 09937714
61 Celu2: ***** Mail: cgrivera76@gmail.com Clve: 0108 Placas: PJW0529 Tgrab
ado: 1 ADC1: 87.01% ADC2: 68.35%
GPGGA,205526.00,0010.4107,S,07829.9286,W,1,04,1.85,02924,M,013,M,,*60
GPGGA,204340.00,0010.4074,S,07829.9193,W,1,04,2.36,02927,M,013,MGP
GPGGA,204746.00,0010.4161,S,07829.9337,W,1,04,3.45,02901,M,013,MGP
GPGGA,205151.00,0010.4159,S,07829.9323,W,1,05,2.61,02902,M,013,M,,*6D
,,*6D
GPGGA,201558.00,0010.4152,S,07829.9352,W,1,05,2.12,02887,M,013,MGP
GPGGA,202003.00,0010.4183,S,07829.9392,W,1,05,2.74,02877,M,013,MGP
GPGGA,202408.00,0010.4184,S,07829.9377,W,1,04,3.15,02878,M,013,MGP
GPGGA,202856.00,0010.4128,S,07829.9270,W,1,03,5.43,02904,M,013,MGP
GPGGA,203218.00,0010.4132,S,07829.9283,W,1,05,1.95,02908,M,013,MGP
GPGGA,203624.00,0010.4155,S,07829.9355,W,1,04,2.57,02908,M,013,M,,*6D
,,*6D
,,*6B
  
```

Figura 22. Ingreso de la clave para leer log

Fuente: El Autor.

Para eliminar toda la programación existente y ponerlo a valores de fábrica, haga este procedimiento ingresar clave de configuración de fábrica.

```

Archivo  Edición  Formato  Ver  Ayuda
Lectura de Log Ok.....
Ingrese clave para configuracion de Fabrica
ERROR.....
      Ingrese su Configuracion
CONFIG101mmmmnnnnxxxxyyy11
Paico,Alar,Reprt,Tbatry,Tlog,Ttraker,Trst,Blq1,Blq2
1 On  0 Off y T en Min
ERROR.....
Ingrese su Nueva Clave
ERROR.....
Ingrese sus Placas
ERROR.....
Ingrese su email
ERROR.....
Ingrese celular1
ERROR.....
Ingrese celular2
ERROR.....
Config OK.....
Realizado por Monica Andrango xxxxxxxx Quito-Ecuador

Gracias por utilizar este servicio.....

```

Figura 23. Proceso para eliminar toda la programación existente.

Fuente: El Autor.

Al activarse la señal de alarma de prototipo AVL este envía el siguiente SMS al o los números de celulares configurados inicialmente.

```

Placa= PJW0529
ALARMA ON 111;1220;4;60;1440;10;10;11;87.01% 68.35% GPGGA,204221.00,0010.4075,S,
AT829.9199,W,1,03,2.66,02926,M,013,M,,*63+

```

Figura 24. Respuesta al activarse el botón de alarma

Fuente: El Autor.

Datos recibidos por el GPS interno del dispositivo AVL

```
Archivo Edición Formato Ver Ayuda
M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172337.00,0010.4142,S,07829.9362,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*67
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172338.00,0010.4142,S,07829.9362,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*68
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172339.00,0010.4142,S,07829.9362,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*69
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172340.00,0010.4142,S,07829.9361,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*64
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172341.00,0010.4142,S,07829.9361,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*65
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172342.00,0010.4140,S,07829.9356,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*62
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172343.00,0010.4140,S,07829.9356,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*63
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172344.00,0010.4140,S,07829.9356,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*64
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172345.00,0010.4140,S,07829.9355,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*66
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172346.00,0010.4140,S,07829.9355,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*65
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172347.00,0010.4140,S,07829.9355,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*64
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
$GPGGA,172348.00,0010.4140,S,07829.9355,W,1,03,1.28,02894,M,013,M,,*6B
$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C
```

Figura 25. Datos recibidos por el GPS mostrados en hyperterminal

Fuente: El Autor.

3.19 Accesorios utilizados para la instalación del equipo AVL en un móvil.

Diagrama de conexiones internas del relay para el bloqueo del vehículo.

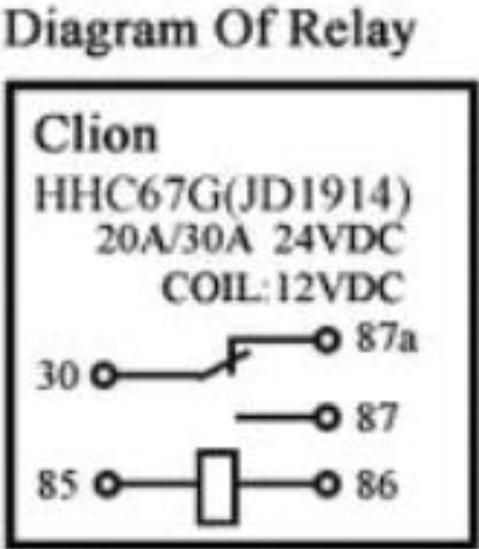


Figura 26. Diagrama de conexiones internas del relay.

Fuente: El Autor.

Antena para el GPS interno del prototipo



Figura 27. Antena para el GPS interno.

Fuente: (CASANOVA M., Abril 2001)

Cable de poder para la conexión del prototipo AVL diseñado para la batería del automóvil a monitorear que normalmente es de 12VDC.



Figura 28. Cable de poder para la conexión del prototipo AVL.

Fuente: El Autor.

Relay de 30 Amperios a 12VDC



Figura 29. Relay para el bloqueo remoto.

Fuente: El Autor.

Antena GSM cuadribanda (800,900,1800 y 1900 MHz) este dispositivo sirve para transmitir y recibir las señales de radiofrecuencia y establecer un canal de comunicación con las celdas celulares.



Figura 30. Antena GSM.

Fuente: El Autor.

Diagrama de conexiones de las entradas analógicas/digitales, y salidas digitales para realizar el bloqueo remoto del vehículo del prototipo.

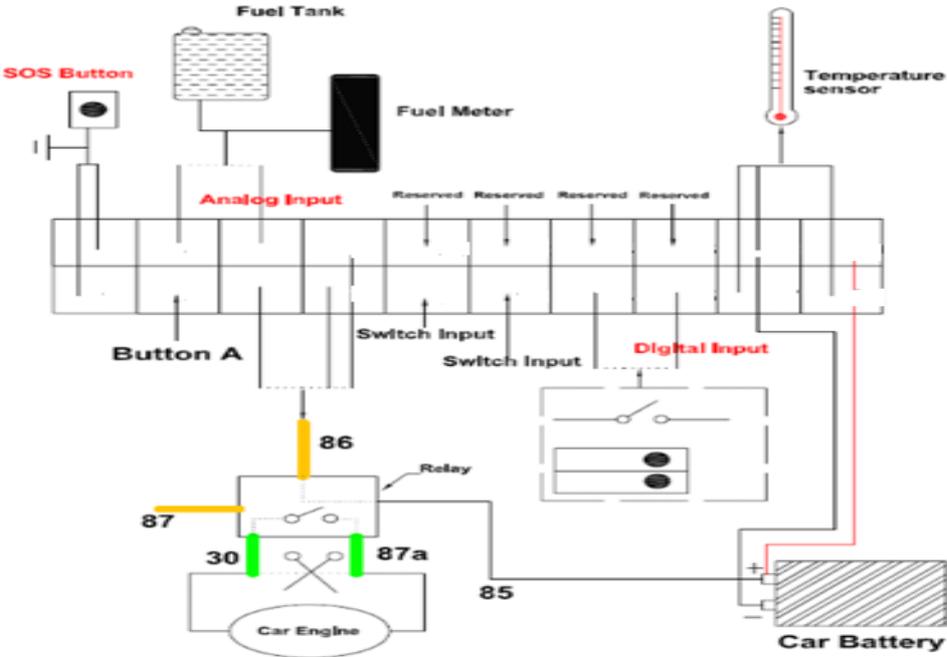


Figura 31. Diagrama de las conexiones externas del prototipo AVL diseñado.

Fuente: El Autor.

Diagrama de cableado para el relay de Bloqueo de AVL, para el bloqueo del vehículo se puede suspender el paso de combustible al motor al cortar el paso de corriente a la bomba de gasolina o cortar el paso de energía que alimenta el distribuidor de energía para las bujías.

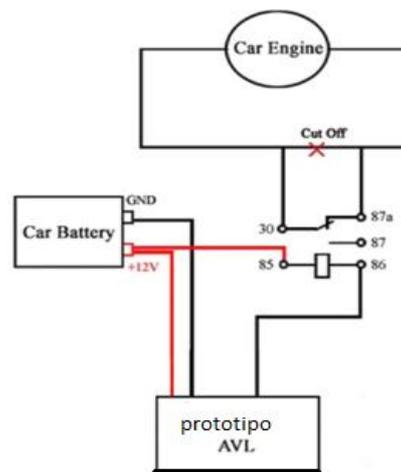


Figura 32. Diagrama de cableado para el relay de Bloqueo de AVL.

Fuente: El Autor.

3.20 Ingreso de coordenadas geográficas (latitud y longitud) en el software para visualizar la posición del Prototipo AVL construido (vehículo).

Identificación de la longitud y latitud en la trama de datos que me envía el prototipo AVL diseñado

\$GPVTG,000.0,T,359.0,M,000.0,N,000.0,K,A*2C

\$GPGGA,172338.00,0010.4142,S,07829.9362,W,1,03,1.28,02896,M,013,M,,*68

Latitud: 0010.4142,S esta información equivale a 0°10.4142 minutos en latitud Sur(S)

Longitud: 07829.9362,W esta información equivale a 78°29.9362 minutos en longitud oeste (W).

Ingreso de coordenadas en googlemaps

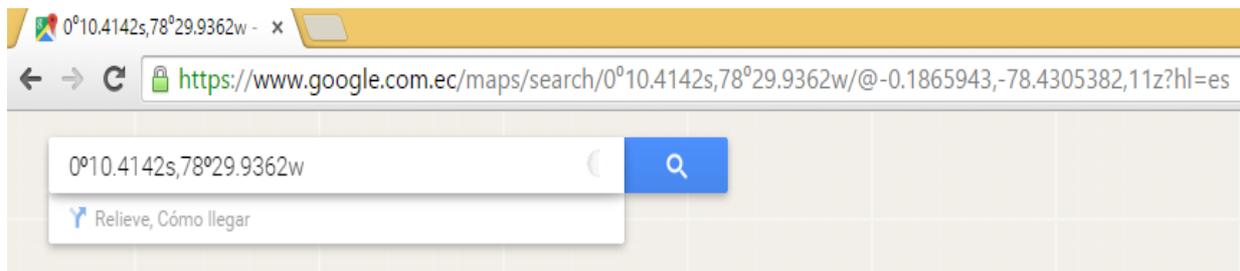


Figura 33. Ingreso de coordenadas en googlemaps.

Fuente: El Autor.

Posición desplegada en el mapa

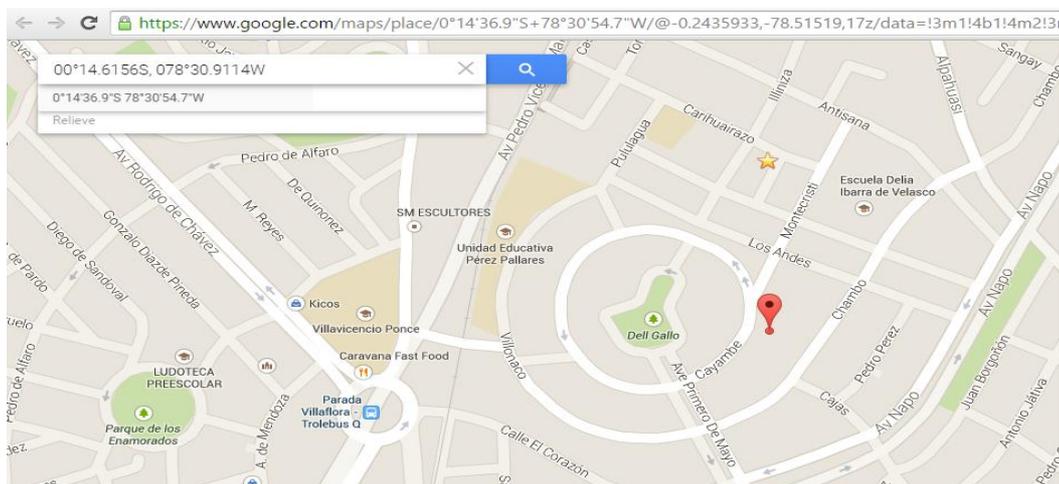


Figura 34. Posición desplegada en el mapa.

Fuente: El Autor.

Otra manera de buscar la ubicación geográfica del vehículo es utilizando un pequeño programa desarrollado en Visual en el cual ingresamos las coordenadas en el formato que solicita el aplicativo.



Figura 35. Programa desarrollado en Visual.

Fuente: El Autor.

3.21 Mantenimiento del Prototipo AVL.

Se recomienda que el prototipo sea revisado anualmente para realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de sus accesorios (antenas, cables dc, fusibles, conectores de antena) y realizar una actualización del firmware (programa interno del microcontrolador).

3.22 Limitaciones del Prototipo AVL.

El módulo está limitado por la cobertura de la red celular (túneles, subterráneos, zonas de sombra para la red celular).

La antena del módulo GPS necesita línea de vista al cielo para captar las señales de los satélites que nos proporcionan la ubicación geográfica.

El módulo AVL necesita tener activo el servicio de mensajes con saldo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se ha investigado una variedad de dispositivos electrónicos disponibles en el mercado con la capacidad de transmitir y recibir datos utilizando el sistema celular, existen una variedad en marcas, modelos y costos. Para el presente proyecto se utilizó el módulo WAVECOM modelo Q24CL001 porque dispone de las características acordes para la construcción del módulo prototipo AVL.
- Se construyó y realizó pruebas de localización de un vehículo utilizando la red celular existente a lo largo del país con resultados satisfactorios por lo que sí es factible la construcción de módulos en serie para la comercialización, capaces de transmitir información de la latitud y longitud de una posición exacta de un objeto en movimiento.
- El Prototipo de AVL, integra el Sistema de Posicionamiento Global con el Sistema de Comunicación celular permitiendo identificar de forma automática en un centro de monitoreo, la posición exacta de un vehículo, puede ser programado en dos modos, vía SMS y/o conexión física con un computador instalado la aplicación hyperterminal.

4.2 RECOMENDACIONES

- El uso del canal de radiofrecuencia del sistema GSM para la transmisión de datos, implica un área de servicio diferente a la de transmisión de voz, por lo que es recomendable primero verificar si el sistema cumple la zona de servicio de datos que requiera el usuario, para posteriormente analizar las comunicaciones de voz no está por demás recomendar esta condición puesto que las operadoras de telefonía celular tienen cubierta casi al 100% todo el territorio nacional.
- Si el prototipo de localización vehicular se implementaría para uso comercial, se recomienda actualizar constantemente el firmware tanto de configuración del módulo GSM como del GPS, ya que existen compañías encargadas de realizar nuevas y mejoradas versiones de software para equipos marca Wavecom y Trimble, en las cuales vienen aplicaciones de valor agregado para el sistema, el mismo que será realizado en nuestros talleres con la ayuda de sistemas informáticos cada seis meses, adicional se aprovecharía para realizar un chequeo general de antenas y conectores.
- Para la implementación del sistema, se recomienda verificar en primer lugar el funcionamiento del sistema de GSM, posteriormente la antena/receptor GPS. y por último todo el sistema en conjunto. Con esta aplicación se encontrarán fácilmente las fallas que se pueden presentar en el funcionamiento del sistema.

- Para una mejor recepción de las señales satelitales, se recomienda instalar la antena/receptor GPS. en un lugar externo del vehículo y con línea de vista al cielo; así por ejemplo, puede estar ubicada en la carrocería externa del automóvil o instalar en el tablero de instrumentos en la parte de la fibra o plástico para que pueda penetrar la señal de radiofrecuencia de la constelación de satélites.

4.3 BIBLIOGRAFÍA

- AGARD. (s.f.). The NAVSTAR GPS System,. En AGARD, *The NAVSTAR GPS*.
- Arduino. (1 de Noviembre de 2014). *ARDUINO*.
- Atmel. (julio de 2010). *Atmel AVR 8-bit and 32-bit Microcontrollers*. Recuperado el 10 de junio de 2014, de <http://www.atmel.com/Images/doc2466.pdf>
- Bayle, J. (2013). *C Programming for Arduino*. Birmingham: Packt Publishing Ltd.
- Braza, C. (05 de Enero de 2015). *Quadruino.COM*. Obtenido de <http://www.quadruino.com/guia-2/sensores/protocolo-i2c-twi>
- CASANOVA M., L. (Abril 2001). Sistema de Posicionamiento Global. En L. CASANOVA M., *Sistemas de Posicionamiento Global*.
- Corporation, A. (1 de enero de 2015). *Atmel*. Obtenido de Atmel: <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/default.aspx?tab=overview>
- Creus, A. (2011). *INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL*. México D.F.: Alfaomega .
- FERRER TORIO, R. A. (1991). Sistema de posicionamiento Global (GPS). En F. TORIO, *Sistemas de Posicionamiento Global*. Laredo.
- Fundación Wikimedia, Inc.,. (11 de MAR de 2013). *WIKIPEDIA*. Recuperado el 01 de junio de 2014, de <http://es.wikipedia.org/wiki/MAX232>
- Harth, S. L. (2008). *MICROCONTROLADORES PIC PRÁCTICAS DE PROGRAMACIÓN*. Barcelona: Marcombo.
- <http://geoplanes.wikispace.com>. (s.f.).
- <http://www.uv.es>. (s.f.).
- Karolina. (19 de febrero de 2009). *Karolina Blogspot*. Obtenido de <http://karolina-quito.blogspot.com/2009/02/transporte-en-quito.html>
- Rojas, A. A. (julio de 2008). *Universidad de Costa Rica*. Recuperado el 25 de abril de 2014, de http://eie.ucr.ac.cr/uploads/file/proybach/pb2009/pb2009_022.pdf
- SA, P. F. (2 de Diciembre de 2015). *Punto Flotante*. Obtenido de <http://www.puntoflotante.net/MODEM-WAVECOM.htm>
- Semiconductor, D. (01 de eNERO de 2006). *ALLDATASHEET*. Obtenido de

<http://wwwalldatasheet.com>

VisitaQuito. (01 de mayo de 2014). *VisitaQuito*. Obtenido de VisitaQuito:
<http://visitaquito.net/>

WAVECOM. (11 de Noviembre de 2006). *manualslib*. Obtenido de
<http://www.manualslib.com/manual/530980/Wavecom-Fastrack-M1306b.html>

ANEXOS

5.1 ANEXO1

Abreviaciones y definiciones

Abbreviation	Description
3GPP	Third Generation Partnership Project
ADC	Analog to Digital Converter
A/D	Analog to Digital conversion
AT	ATTention (prefix for modem commands)
AUX	AUXiliary
CBS	Cell Broadcast Service
CLK	CLock
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor
CODEC	COder DECoder
CPU	Central Processing Unit
CTS	Clear To Send
dB	Decibel
DC	Direct Current
DCD	Data Carrier Detect
DCS	Digital Cellular System
DCXO	Digitally Controlled Crystal Oscillator
DR	Dynamic Range
DSR	Data Set Ready
DTR	Data Terminal Ready

EDGE	Enhanced Data rates for GSM Evolution
EGSM	Extended GSM
EN	Enable
ESD	ElectroStatic Discharges
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FEM	Front End Module
FR	Full Rate
GND	Ground
GPI	General Purpose Input
GPC	General Purpose Connector
GPIO	General Purpose Input Output
GPO	General Purpose Output
GPRS	General Packet Radio Service
GSM	Global System for Mobile communications
IF	Intermediate Frequency
INTR	INTerrupt
I/O	Input / Output
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LNA	Low Noise Amplifier
LSB	Less Significant Bit
MAX	MAXimum
MIC	MICrophone
MIN	MINimum
MMS	Multimedia Message Service
MS	Mobile Station
NOM	NOMinal
NTC	Negative Temperature Coefficient
PA	Power Amplifier
PBB	PolyBrominated Biphenyl
PBDE	PolyBrominated Diphenyl Ethers
PCB	Printed Circuit Board
PCL	Power Control Level
PCS	Personal Communications Services
PLL	Phase Lock Loop
RAM	Random Access Memory
RF	Radio Frequency
RI	Ring Indicator
RoHS	Restriction of Hazardous Substances
RST	ReSeT
RTC	Real Time Clock
RTS	Request To Send
RX	Receive

SCL	Serial CLock
SDA	Serial DAta
SIM	Subscriber Identification Module
SMS	Short Message Service
SPI	Serial Peripheral Interface
SPK	SPeaker
SRAM	Static RAM
TDMA	Time Division Multiple Access
TU	Typical Urban fading profile
TUHigh	Typical Urban, High speed fading profile
TDMA	Time Division Multiple Access
TX	Transmit
TYP	TYPical
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
VLSI	Very Large Scale Integration
VSWR	Voltage Standing Wave Ratio

5.2ANEXO2

Encuesta

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA ISRAEL

CARRERA DE ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ENTREVISTA A PERSONAS TENGAN VEHICULO

Nombre:.....

Cargo.....

Fecha:.....

1. Cree usted que la seguridad para su vehículo es importante?

Si

No.....

Porque.....

.....

2. Le gustaría instalar un equipo para la seguridad de su vehículo?

Si

No.....

Porque.....

.....

3. Considera usted que el costo del servicio de rastreo satelital es?

Alto.....

Medio.....

Bajo.....

4. Pagaría usted por equipo de localización económico?

Si.....

No

Porque.....

5.3ANEXO3

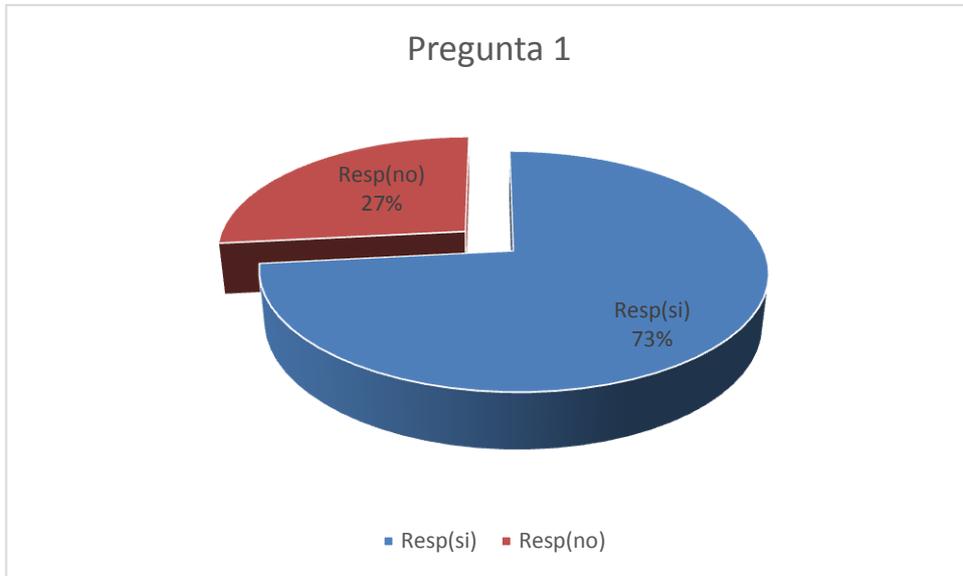
Resultados de las encuestas

Muestras	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
1	si	si	alto	si
2	si	si	medio	si
3	si	si	medio	si
4	si	si	alto	no
5	no	si	alto	no
6	si	si	alto	si
7	si	si	medio	si
8	si	si	alto	si
9	no	no	alto	no
10	si	si	medio	si
11	si	si	alto	no
12	no	si	alto	no
13	si	si	alto	si
14	si	si	medio	si
15	si	si	alto	si
16	si	si	medio	si
17	si	si	medio	si
18	si	si	alto	no
19	no	si	alto	no

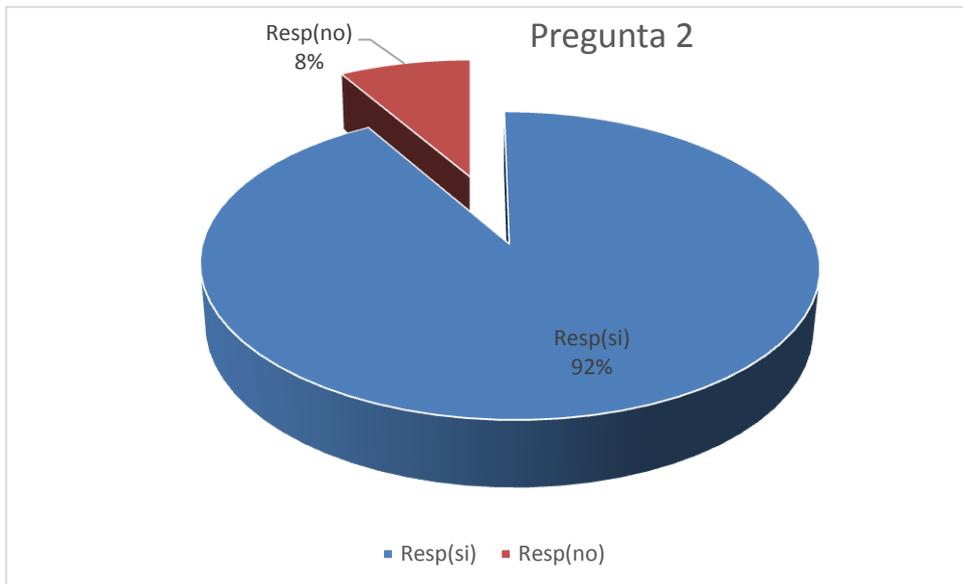
20	si	si	alto	si
21	si	si	alto	si
22	si	si	medio	si
23	si	si	medio	si
24	si	si	alto	no
25	no	si	alto	no
26	si	si	alto	si
27	si	si	medio	si
28	si	si	alto	si
29	no	no	alto	no
30	si	si	medio	si
31	si	si	alto	no
32	no	si	alto	no
33	si	si	alto	si
34	si	si	medio	si
35	si	si	alto	si
36	si	si	medio	si
37	si	si	medio	si
38	si	si	alto	no
39	no	si	alto	no
40	si	si	alto	si
41	no	si	alto	no
42	si	si	alto	si
43	si	si	medio	si

44	si	si	alto	si
45	no	no	alto	no
46	si	si	medio	si
47	si	si	alto	no
48	no	si	alto	no
49	no	no	bajo	no
50	no	si	alto	no
51	si	si	alto	si
52	no	si	alto	no
53	si	si	alto	si
54	si	si	medio	si
55	si	si	alto	si
56	no	no	alto	no
57	no	si	alto	no
58	si	si	alto	si
59	si	si	medio	si
60	si	si	alto	si
Resp(si)	44	55		37
Resp(no)	16	5		23
Resp(alto)			41	
Resp(medio)			18	
Resp(bajo)			1	
Total	60	60	60	60

Cree usted que la seguridad para su vehículo es importante?



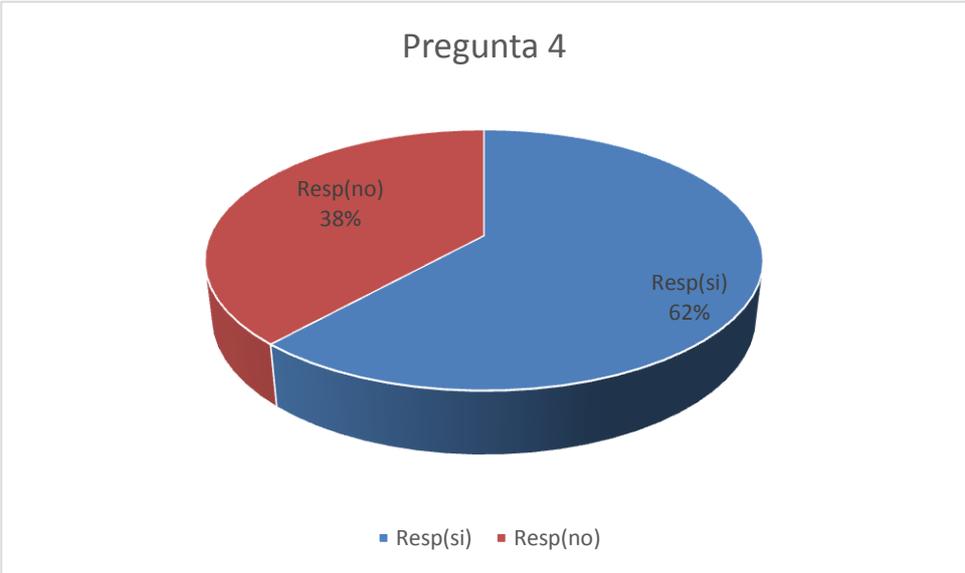
Le gustaría instalar un equipo para la seguridad de su vehículo?



Considera usted que el costo del servicio de rastreo satelital es?



Pagaría usted por equipo de localización económico?



5.4 ANEXO4

Distribución de pines de entrada/ salida de datos del módulo del GSM.

Pin	Name	I/O	I/O type	Reset State	Description	Dealing with Unused Pins
1	CHG_IN	I	Supply	-	Supply for battery charging	Not connected
2	CHG_IN	I	Supply	-	Supply for battery charging	Not connected
3	SIM_CLK	O	-	0V	Clock for SIM Interface	Not connected if Q24 SIM Card holder is used
4	CHG_IN	I	Supply	-	Supply for battery charging	Not connected
5	SIM_RST	O	-	0V	Reset for SIM Interface	Not connected if Q24 SIM Card holder is used
6	ON/~OFF	I	CMOS	-	Power ON/OFF control	Must be used
7	SIM_DATA	I/O	-	0V	I/O for SIM Interface	Not connected if Q24 SIM Card holder is used
8	SDA/SPI_I/O	I/O	CMOS/CMOS 1X (C2)	Pull-up to 2V8	Two-wire Interface or SPI Serial Data	Not connected
9	SIM_VCC	O	Supply	0V	SIM Card supply	Not connected if Q24 SIM Card holder is used
10	SCL/SPI_CLK	O	CMOS 1X (C5)	Pull-up to 2V8	Two-wire Interface or SPI Serial clock	Not connected
11	VDD	I	Supply	-	Low power supply	Must be used
12	BOOT	I	CMOS (C5)	Pull-up to 2V8	BOOT	Test point (Download purposes)
13	ROW0	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-down to 0V	Keyboard Row	Not connected
14	~RST	I/O	Schmitt	0V	Reset	Test point (Debug purposes)
15	ROW1	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-down to 0V	Keyboard Row	Not connected
16	~INTR	I	CMOS (C5)	Pull-up to 2V8	External Interrupt	Not connected
17	ROW2	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-down to 0V	Keyboard Row	Not connected
18	GPI or CT103/TXD2	I	CMOS (C4)	Pull-down to 0V	General Purpose Input or Transmit serial data (UART2)	Not connected
19	ROW3	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-down to 0V	Keyboard Row	Not connected

20	GPO2 or CT104/RXD2	O	CMOS 3X (C1) or CMOS 1X (C1)	2V8	General Purpose Output or Receive serial data (UART2)	Not connected
21	ROW4	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-down to 0V	Keyboard Row	Not connected
22	GPO1	O	CMOS 3X (C3)	0V	General Purpose Output	Not connected
23	COL0	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-up to 2V8	Keyboard Column	Not connected
24	GPIO0 or CT106/CTS2	I/O O	CMOS/CMOS 2X (C1) or CMOS 2X (C1)	High impedance	General Purpose I/O or Clear To Send (UART2)	Not connected
25	COL1	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-up to 2V8	Keyboard Column	Not connected
26	GPO0 or SPI_AUX	O O	CMOS 3X (C3) or CMOS 1X (C3)	2V8	General Purpose Output or SPI_AUX	Not connected
27	COL2	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-up to 2V8	Keyboard Column	Not connected
28	GPO3 or SPI_EN or	O O	CMOS 3X (C3) or CMOS 1X (C3)	2V8	SPI enable or General Purpose Output	Not connected
29	COL3	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-up to 2V8	Keyboard Column	Not connected
30	CT105/RTS1	I	COS	High impedance	Request To Send (UART1)	Please refer to document [5] AirPrime Q24 Series Customer Design Guidelines for proper Implementation.
31	COL4	I/O	CMOS/ CMOS 1X	Pull-up to 2V8	Keyboard Column	Not connected
32	CT104/RXD1	O	CMOS 1X (C3)	2V8	Receive serial data (UART1)	Test point (Download purposes)
33	AUXV0	I	Analog	High impedance	Auxiliary ADC Input 0	Tied to GND
34	CT108-2/DTR1	I	CMOS	High impedance	Data Terminal Ready (UART1)	Please refer to document [5] AirPrime Q24 Series Customer Design Guidelines for proper Implementation.
35	GPIO5 or CT105/RTS2	I/O I	CMOS/CMOS 2X (C1) or CMOS	High impedance	General Purpose I/O or Clear To Send (UART2)	Not connected
36	CT107/DSR1	O	CMOS 1X (C3)	2V8	Data Set Ready (UART1)	Not connected
37	CT106/CTS1	O	CMOS 1X (C1)	High impedance	Clear To Send (UART1)	Test point (Download purposes)
38	BAT_TEMP	I	Analog	High impedance	ADC Input for battery temperature measurement	Tied to GND

39	CT103/TXD1	I	CMOS	High Impedance	Transmit serial data (UART1)	100kΩ pull-up to 2V8 with test point (download and debug purposes)
40	VCC	O	Supply	2V8	2.8 V digital supply output	Not connected
41	SPK1P	O	Analog	-	Speaker 1 positive output	Not connected
42	MIC1P	I	Analog	-	Microphone 1 positive Input	Not connected
43	SPK1N	O	Analog	-	Speaker 1 negative output	Not connected
44	MIC1N	I	Analog	-	Microphone 1 negative Input	Not connected
45	SPK2P	O	Analog	-	Speaker 2 positive output	Not connected
46	MIC2P	I	Analog	-	Microphone 2 positive Input	Not connected
47	SPK2N	O	Analog	-	Speaker 2 negative output	Not connected
48	MIC2N	I	Analog	-	Microphone 2 negative Input	Not connected
49	BUZZER	O	Analog	-	Buzzer output	Not connected
50	SIM_PRES	I	CMOS	High Impedance	SIM Card Detect	Tied to 2V8
51	GPIO3 or CT109/DCD1	I/O O	CMOS/CMOS 2X (C1) or CMOS2X (C1)	High Impedance	General Purpose I/O or Data Carrier Detect (UART1)	Not connected
52	GPIO1 FLASH LED	I/O O	CMOS/CMOS 2X (C1) or CMOS2X (C1)	High Impedance	General Purpose I/O or Flash LED	Not connected
53	GPIO4	I/O	CMOS/CMOS 2X (C1)	High Impedance	General Purpose I/O	Not connected
54	GPIO2 or CT125 / RI1	I/O O	CMOS/CMOS 2X (C1) or CMOS 2X (C1)	High Impedance	General Purpose I/O or Ring Indicator (UART1)	Not connected
55	+VBATT	I	Supply	-	Battery Input	Must be used
56	VCC_RTC	I/O	Supply	2V8	RTC back-up supply	Not connected
57	+VBATT	I	Supply	-	Battery Input	Must be used
58	+VBATT	I	Supply	-	Battery Input	Must be used
59	+VBATT	I	Supply	-	Battery Input	Must be used
60	+VBATT	I	Supply	-	Battery Input	Must be used