



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AUTOMOTRIZ

AUTORES: REYES HUERTAS JUAN DAVID
HUERTAS VITERY MARIO FERNANDO

TEMA: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL
MONITOREO Y CONTROL DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DEL SISTEMA GSM Y
GPS"

DIRECTOR: ING. QUIROZ JOSÉ
CODIRECTOR: ING. ACOSTA JULIO

LATACUNGA, DICIEMBRE DE 2014

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICADO

ING. JOSÉ QUIROZ

ING. ACOSTA JULIO

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DEL SISTEMA GSM Y GPS”, realizado por JUAN DAVID REYES HUERTAS Y MARIO FERNANDO HUERTAS VITERY, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas de la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional SI recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN documento empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a JUAN DAVID REYES HUERTAS que lo entregue a ING. JUAN CASTRO, en su calidad de Director de la Carrera.

Latacunga, 11 de Diciembre de 2014

ING. QUIROZ JOSÉ
DIRECTOR

ING. ACOSTA JULIO
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

REYES HUERTAS JUAN DAVID
HUERTAS VITERY MARIO FERNANDO

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DEL SISTEMA GSM Y GPS”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención

Latacunga, 11 de Diciembre de 2014

REYES HUERTAS JUAN DAVID
C.C.:1721912911

HUERTAS VITERY MARIO FERNANDO
C.C.:1721912929

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

AUTORIZACIÓN

Nosotros, REYES HUERTAS JUAN DAVID y,
HUERTAS VITERY MARIO FERNANDO

Autorizo a la UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS-ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DEL SISTEMA GSM Y GPS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, 11 de Diciembre de 2014

REYES HUERTAS JUAN DAVID
C.C.:1721912911

HUERTAS VITERY MARIO FERNANDO
C.C.:1721912929

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño a Ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y regalarme una familia tan maravillosa.

Con mucho cariño y principalmente a mi madre que me dio la vida y ha estado conmigo en todo momento. Gracias por todo mama por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre has estado apoyándome y brindándome todo tu amor, por todo esto agradezco de todo corazón que estén a mi lado.

Te quiero con todo mi corazón y este trabajo que me llevo dos años finalizarlos es para ti mama.

Reyes Huertas Juan David.

DEDICATORIA

El presente trabajo de grado lo dedico con todo cariño a mis padres los cuales me dieron la vida e incondicionalmente estuvieron presentes inculcando en mi sus valores entre los cuales destaco su humildad, perseverancia, trabajo, honestidad y sobre todo su amor.

Nunca puedo dejar de lado a mi hermano con quien he compartido momentos inolvidables de nuestras vidas.

Huertas Vitery Mario Fernando.

AGRADECIMIENTO

A mi Dios, a mi madre Carmenza Huertas, de quien me siento muy orgulloso, siempre se preocupó en darme la mejor educación desde niño y hasta el día de hoy.

A toda mi familia por darme siempre su apoyo incondicional, especialmente a mi hermana y a mis tíos que con su sabiduría supieron darme los mejores consejos.

A todos mis maestros a lo largo de mi vida estudiantil, al igual que a todos mis compañeros y amigos que encontré en este arduo camino.

Reyes Huertas Juan David.

AGRADECIMIENTO

Son tantas personas a las cuales debemos parte de este triunfo, de lograr alcanzar nuestra culminación profesional, la cual es el anhelo de todos los que así lo deseamos.

Primero y antes que nada, dar gracias a Dios, por estar con nosotros en cada paso que damos, por fortalecer nuestros corazones e iluminar nuestra mente y por haber puesto en nuestro camino a aquellas personas que han sido soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

Nos gustaría expresar un humilde agradecimiento a nuestros familiares que nos han enseñado el amor incondicional, la disciplina y un cumulo de valores que nos han permitido ser los hombres y profesionales que somos en la actualidad.

A todos nuestros amigos pasados y presentes; pasados aquellos que nos ayudaron a crecer y madurar como personas y presentes por estar siempre apoyándonos en todo las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría.

A su vez nos gustaría también reconocer la contribución de la universidad y las numerosas personas que generosamente nos entregaron su tiempo, su corazón y sus recursos para apoyar este proyecto y este proceso de aprendizaje.

La vida no es un pasillo recto y fácil por el que viajamos libres y sin obstáculos, sino un laberinto de pasajes en el que debemos hallar nuestro camino, perdidos y confundidos, una y otra vez atrapados en un callejón sin salida. Pero, si tenemos fe, Dios siempre nos abrirá una puerta que aunque tal vez no sea la que queremos, al final será buena para nosotros.

Huertas Vitery Mario Fernando.

ÍNDICE

PORTADA.....	i
CERTIFICADO.....	ii
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
PRESENTACIÓN.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
 CAPÍTULO I	 1
1. Los tracker y su importancia en el mercado automotriz.....	1
 CAPÍTULO II	 2
2. Introducción.....	2
2.1. Estadísticas de hurtos de automóviles en Colombia.....	3
 CAPÍTULO III	 6
3. Marco teórico.....	6
3.1. Comunicación celular.....	6
3.1.1. Funcionamiento.....	7
3.1.2. Características de la comunicación celular.....	7
3.1.3. Frecuencias.....	9
3.1.4. La tarjeta SIM.....	9
3.1.5. Servicio de mensajes de texto a través de GSM.....	10

3.1.5.1.	Parámetros de los SMS.....	10
3.1.5.2.	Envío y recepción vía radio de SMS.....	12
3.1.5.3.	Arquitectura de red: el SMSC.....	12
3.1.5.4.	El camino un MO – SM.....	13
3.1.6.	Módulo GSM ZTE MG30006.....	14
3.1.6.1.	Apariencia y marco de trabajo del módulo GSM ZTE MG30006.....	14
3.1.6.2.	Interfaces y funciones básicas del módulo.....	15
3.1.6.3.	Especificaciones técnicas.....	16
3.2.	Sistema GPS.....	17
3.2.1.	Características del sistema GPS.....	18
3.2.1.1.	Funcionamiento.....	19
3.2.1.2.	Norma estándar de comunicación NMEA.....	21
3.2.1.2.1.	NMEA – 0813: Formato general de las sentencias.....	22
3.2.1.2.2.	Sentencia GPRMC bajo la norma NMEA – 0813.....	23
3.2.2.	Módulo GPS LEA 5S (GPS receiver) de U–Blox.....	30
3.2.2.1.	Características.....	30
3.2.2.2.	Protocolos de comunicación.....	31
3.2.2.3.	Especificaciones mecánicas.....	32
3.2.2.4.	Configuración de pines.....	34
3.2.2.5.	Especificaciones eléctricas.....	35
3.2.2.6.	Ajustes característicos.....	35
3.3.	Transmisión de datos.....	36
3.3.1.	Interface física industrial.....	37
3.3.2.	RSR232 (Recomended standard).....	37
3.3.3.	USB (Universal Serial Bus).....	39
3.3.4.	USB CDC (Communication Device Class).....	41
3.3.5.	UART.....	41
3.3.5.1.	Transmisión de datos serie.....	42
3.3.5.2.	Distribución de pines.....	43
3.4.	Microcontroladores.....	44
3.4.1.	Familia de microcontroladores PIC 18F2550.....	45
3.4.2.	Aplicación del microprocesador ATMEGA324P (AVR).....	46
3.4.3.	Características del microprocesador ATMEGA324P.....	47
3.4.4.	Arquitectura del microcontrolador ATMEGA 324P.....	48
3.4.5.	Temporizador o reloj.....	49
3.4.6.	Memoria de programa y datos del ATMEGA324P.....	49
3.4.7.	Registros.....	50
3.4.8.	Puertos o registros del ATMEGA324P.....	50
3.4.9.	Interface a periféricos seriales.....	51
3.4.10.	Convertidor analógico digital del ATMEGA324P.....	51
3.5.	Selección de lenguajes de programación de procesadores digitales de señales.....	52
3.5.1.	Lenguaje de programación C.....	52
3.5.2.	Compilador de programación codevision AVR.....	53

3.5.3. Pic C CCS.....	54
3.6. Interfaces electrónicas de potencia.....	55
3.6.1. Transistores.....	55
3.6.2. Relés.....	56
3.6.3. Aplicación automotriz de los relés.....	57
3.6.3.1. Relé electromagnético.....	57
3.6.4. Tipos de relés.....	58
3.6.4.1. Relé de simple trabajo.....	58
3.6.4.2. Relé de doble trabajo.....	60
3.6.4.3. Relé de conmutación.....	60
3.6.4.4. Relés especiales.....	61
3.6.5. Criterios para la utilización de transistores de potencia o relés.....	62
3.6.6. ULN2803.....	62
CAPÍTULO IV	64
4. Requerimientos del sistema.....	64
4.1. Descripción general.....	64
4.2. Requerimientos del sistema.....	64
4.2.1. Requisitos en base al ambiente de trabajo.....	65
4.2.2. Requisitos en base a especificaciones de potencia.....	65
4.2.3. Requisitos en base a desempeño.....	65
4.3. Aproximación en bloques.....	66
4.3.1. Aproximación.....	66
4.3.2. Subsistema de sensado.....	66
4.3.2.1. Módulo GPS.....	67
4.3.2.2. Señales discretas.....	67
4.3.3. Subsistema de procesamiento y configuración.....	67
4.3.3.1. Pic USB.....	68
4.3.3.2. Teclado matricial.....	68
4.3.4. Subsistema de comunicación remota.....	68
4.3.5. Subsistema de respuesta.....	68
CAPÍTULO V	69
5. Desarrollo.....	69
5.1. Caracterización del hardware.....	69
5.1.1. Subsistema de sensado.....	69
5.1.1.1. GPS (Global Positioning System).....	69
5.1.1.1.1. Limitación geográfica mediante coordenadas GPS.....	70
5.1.1.1.2. Apertura de puertas.....	71
5.1.1.1.3. Contacto.....	73
5.1.2. Subsistema de procesamiento y configuración.....	73
5.1.2.1. Microcontrolador ATMEGA324P.....	73
5.1.2.1.1. Conexión del microcontrolador ATMEGA324P.....	74
5.1.2.1.2. Transceptor MAX232.....	75

5.1.2.3.	Multiplexor 4051N.....	77
5.1.2.4.	Pic 18F2550 (Conexión y configuración USB).....	78
5.1.2.5.	Teclado matricial.....	80
5.1.2.6.	Descripción del software de configuración vía USB.....	80
5.1.2.6.1.	HyperTerminal.....	83
5.1.2.6.2.	Configuración del HyperTerminal.....	84
5.1.3.	Subsistema de respuesta.....	90
5.1.3.1.	Relevadores de estado sólido.....	90
5.1.4.	Alimentación del sistema.....	91
5.2.	Diagrama esquemático general.....	93
5.3.	Diseño de las placas del circuito impreso.....	93
5.4.	Descripción del hardware.....	93
5.4.1.	Firmware del microprocesador.....	93
5.4.1.1.	Programa principal.....	93
5.4.1.2.	Sistema de alarma.....	95
5.4.1.3.	Sistema armado.....	95
5.4.1.4.	Sistema desarmado.....	96
5.4.2.	Subrutinas especiales.....	98
5.4.2.1.	Desbordamiento del timer.....	98
5.4.2.2.	Programa controlador de GPS.....	99
5.4.2.3.	Diagrama de flujo del programa controlador de GPS.....	100
CAPÍTULO VI		101
6.	Implementación y pruebas del sistema electrónico.....	101
6.1.	Montaje físico del sistema.....	101
6.2.	Pruebas.....	107
6.3.	Desempeño general del sistema.....	113
6.4.	Presupuesto.....	113
6.4.	Análisis costo – beneficio.....	114
6.5.	Alcances y limitaciones.....	115
CAPÍTULO VII		116
7.1.	Conclusiones.....	116
7.2.	Recomendaciones.....	117
BIBLIOGRAFÍA.....		118
LINKOGRAFIA.....		118
ANEXO A: DIAGRAMA GENERAL DE EL MÓDULO DE ALARMA GSM – GPS....		120
ANEXO B: DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO.....		122
ANEXO C: ARTICULO DE REVISTA.....		124

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Diagrama causa y efecto de la inseguridad.....	3
Figura 2.2. Causas de robo de vehículos.....	5
Figura 3.1. Tarjeta SIM.....	10
Figura 3.2. Apariencia módulo MG3006.....	15
Figura 3.3. Flujo de información GPS.....	18
Figura 3.4. Diagrama de bloque modulo GPS.....	31
Figura 3.5. Dimensiones estructurales módulo GPS.....	33
Figura 3.6. Conector RS232.....	38
Figura 3.7. Estándar de conectores USB.....	40
Figura 3.8. Conector RS232.....	43
Figura 3.9. Pin out Connector RS232.....	43
Figura 3.10. Diagrama esquemático de los microcontroladores.....	44
Figura 3.11. Encapsulado y pin out PIC18F2550.....	46
Figura 3.12. Distribución de pines microcontrolador ATMEGA 324P.....	47
Figura 3.13: Tipos de transistores bipolares.....	56
Figura 3.14. Relés.....	56
Figura 3.15. Diagrama de funcionamiento de un relé.....	57
Figura 3.16. Circuito para disparar un relé.....	57
Figura 3.17. Estructura de un relé electromagnético.....	58
Figura 3.18. Designación de bornes de un relé de simple trabajo.....	59
Figura 3.19. Designación de bornes de un relé de doble trabajo.....	60
Figura 3.120. Designación de bornes de un relé de conmutación.....	61
Figura 3.21. Tipos de relés especiales.....	61
Figura 3.22. Pinout del circuito integrado ULN2804.....	63
Figura 3.23. Sección 1/8 del Interior del integrado.....	63
Figura 4.1. Aproximación en diagrama de bloques.....	66
Figura 5.1. Ciudad de Latacunga, Cotopaxi (GOOGLE EARTH 2012).....	71
Figura 5.2: Adquisición de señal de apertura de puertas.....	72
Figura 5.3. Interfaz para adquisición de señal de apertura de puertas.....	72
Figura 5.4: Interfaz para adquisición de señal de ignición.....	73
Figura 5.5. Diagrama esquemático TRANSCEPTOR MAX232.....	77
Figura 5.6. Diagrama esquemático MULTIPLEXOR 4051N.....	78
Figura 5.7. Diagrama esquemático PIC 18F2550.....	79
Figura 5.8. Diagrama esquemático teclado matricial.....	80
Figura 5.9. Detección del módulo por el ordenador.....	81
Figura 5.10. Actualización de controlador.....	82
Figura 5.11. Método de búsqueda del controlador.....	82
Figura 5.12. Ingreso de ubicación del controlador en el equipo.....	83
Figura 5.13. Anuncio de finalización del proceso de instalación del controlador.....	85
Figura 5.14. Descripción de la conexión.....	86

Figura 5.15: Verificación del puerto Com a usar.....	86
Figura 5.16: Elección del puerto Com a usar.....	86
Figura 5.17. Configuración del puerto Com.....	87
Figura 5.18. Pantalla de escritura.....	88
Figura 5.19. Pantalla inicial de la consola de configuración.....	88
Figura 5.20. Propiedades de HyperTerminal.....	89
Figura 5.21. Pantalla con lista de comandos de configuración.....	89
Figura 5.22. Diagrama esquemático relevadores estado sólido.....	90
Figura 5.23. Alimentación del sistema.....	91
Figura 5.24. Diagrama de flujo del programa principal.....	94
Figura 5.25. Diagrama de flujo del sistema de alarma.....	95
Figura 5.26. Diagrama de flujo de la rutina especial de interrupción del TIMER1.....	98
Figura 5.27. Diagrama de flujo del programa controlador de GPS.....	100
Figura 6.1 Estado inicial de la caja de fusibles.....	101
Figura 6.2 Estado inicial de la instrumentación.....	101
Figura 6.3 Instalación de fusible y relé de los neblineros.....	102
Figura 6.4 Sensor de la señal de las puertas.....	102
Figura 6.5. Sensor de señal de cofre.....	103
Figura 6.6. Grupo de relés actuadores.....	103
Figura 6.7. Ubicación del panel de control del módulo.....	103
Figura 6.8. Descripción panel de control del módulo.....	104
Figura 6.9. Caja protectora de la instrumentación del módulo.....	104
Figura 6.10. Entrada de señales de antenas GPS y GSM.....	104
Figura 6.11. Posicionamiento antena GPS.....	105
Figura 6.12. Posicionamiento antena GSM.....	105
Figura 6.13. Descripción de la instrumentación interna del módulo.....	106
Figura 6.14. Módulo controlador.....	106
Figura 6.15. Módulo GSM.....	107
Figura 6.16. Módulo GPS.....	107
Figura 6.17. SMS de estado del sistema.....	108
Figura 6.18. SMS de alarma por puertas abiertas.....	108
Figura 6.19. SMS de alarma por contacto activado.....	109
Figura 6.20. SMS de auxiliar activado.....	109
Figura 6.21. SMS de activación y desactivación de neblineros.....	109
Figura 6.22. SMS de bloqueo y desbloqueo del sistema.....	110
Figura 6.23. SMS de activación y desactivación del modo valet.....	110
Figura 6.24. SMS de error de escritura en el mensaje.....	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Estadísticas de robo de automóviles por ciudades. (Fuente: Fasecolda).	4
Tabla 3.1. Bandas de la red celular y sus características.....	9
Tabla 3.2. Especificaciones técnicas módulo mg3006.....	16
Tabla 3.3. Bandas de frecuencias del módulo g3006.....	16
Tabla 3.4. Suministro de poder.....	17
Tabla 3.5. Condiciones de trabajo.....	17
Tabla 3.6. Sentencia de información mínima GPSGPRMC.....	29
Tabla 3.7. Protocolos de comunicación módulo GPS.....	31
Tabla 3.8. Especificaciones mecánicas módulo GPS.....	32
Tabla 3.9. Pin out módulo GPS.....	34
Tabla 3.10. Especificaciones eléctricas módulo GPS.....	35
Tabla 3.11. Ajustes característicos módulo GPS.....	35
Tabla 3.12. Pin out connector RS232.....	39
Tabla 3.13. Pin out conector USB estándar.....	40
Tabla 5.1. Pin out U-Blox GPS.....	70
Tabla 5.2. Pin out ATMEGA324P.....	74
Tabla 5.3. Listado de mensajes de texto.....	97
Tabla 5.4. Mediciones de posición del vehículo.....	112
Tabla 5.5. Mediciones velocidad del vehículo.....	112
Tabla 6.1. Error máximo de cada prueba ejecutada.....	113
Tabla 6.2. Costo de los componentes electrónicos del sistema.....	113

RESUMEN

En el tema expuesto se describe cómo afrontar el reto de utilizar nuevas tecnologías en aplicaciones de localización, posicionamiento y control de flotas donde se requiere de recepción de posición vía GPS e integración con un modem GSM-GPRS para capacitar de envío/recepción de SMS con datos necesarios para disminuir el índice de hurto de vehículos.

El módulo será programado para funcionar como una alarma convencional recibir y enviar los mensajes de texto a través de una interface amigable y configurable dependiendo su aplicación para cada automóvil, como la velocidad máxima a la que el automotor debe circular, su posición global, monitoreo de sensores y control de actuadores como bloqueo o desbloqueo de puertas y encendido del vehículo o apagado.

El GPS (sistema de posicionamiento global) supone uno de los más ambiciosos avances tecnológicos diseñado en el siglo XX como herramienta de estimación precisa de posición y velocidad de flotas militares, el cual ahora se ha dado a conocer a la población civil para su uso y desarrollo combinándolo con otras tecnologías como el sistema GSM para lograr un sistema completo, funcional y satisfactorio de seguridad y rastreo de tipo personal.

Palabras clave: ALARMA DE VEHÍCULOS, ALARMA GPS, MONITOREO, RASTREADOR.

ABSTRACT

The exposed topic describes how to face the challenge of using new technologies in localization applications, positioning and fleet control; where positioning reception is required by a GPS with the integration of a GSM-GPRS modem to train the delivery/reception of SMS with the essential data to decrease the rate of vehicle theft.

The component will be programmed to receive and send the text messages through a friendly and configurable interface, depending on the application for each vehicle, for example, maximum speed to which the vehicle should bedrive, its global position, sensor monitor and the actuator control such as door locking or unlocking and ignition of the vehicle.

The GPS (Global Positioning System) aims to be one of the most ambitious technological advances of the XX century, designed as a precise-position and speed estimation tool of military fleet. It has now been released for its use and development in the average population; mixing the system with other technologies such as the GSM system; achieving a complete, functional and satisfactory security and personal tracking system.

KEY WORDS: GPS, TRACKING SYSTEM, VEHICLE ALARM, FLEET CONTROL

PRESENTACIÓN

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL VEHICULAR A TRAVÉS DE EL SISTEMA GSM Y GPS”, es un proyecto a fin de la Carrera de Ingeniería Automotriz, en el cual se encuentran plasmados conocimientos teóricos y prácticos que involucran los sistemas electrónicos del vehículo, al que se le implementan tecnologías de la telecomunicación y navegación satelital para lograr un sistema de alarma, rastreo y control vehicular.

CAPÍTULO I

LOS TRACKERS Y SU IMPORTANCIA EN EL MERCADO AUTOMOTRIZ

En el presente trabajo se estudiará una aplicación de las tecnologías GSM/GPRS/GPS, más específicamente un tracker o localizador.

Orientado principalmente a la seguridad vehículos de servicio militar estadounidense, el presente proyecto realizara la aplicación en un vehículo en el cual para dejar claramente expresado el funcionamiento del localizador se entrega toda la teoría necesaria.

Los sistemas tracker se han implementado desde hace unos 15 años con la masividad, inicialmente fueron utilizados en teléfonos móviles. Pero a medida que avanza la tecnología estos equipos se encuentran en el mercado como dispositivos específicos. De esta forma se pueden utilizar en vehículos.

El principio de funcionamiento fundamental del tracker se basa en un receptor GPS de donde adquiere las coordenadas satelitales, para luego enviarlas a un teléfono móvil o una red de datos GPRS.

El tracker será insertado en un VEHÍCULO de prueba realizando todos los análisis correspondientes como efectos causados en el vehículo, cobertura de señales GSM, GPS y pruebas de desplazamiento.

CAPÍTULO II

INTRODUCCIÓN

El tema responde al deseo de realizar una investigación de la adaptación de dispositivos que mejoren la interacción del usuario con el automóvil y sus diferentes sistemas mejorando así algunas características como la seguridad combinándola con el monitoreo satelital del vehículo.

El avance tecnológico que tenemos hoy en día nos permite aplicar nuevas formas de mejorar la satisfacción de los usuarios, de las empresas que cuentan con flotas de varios automotores que deben ser controlados y vigilados, también se incrementa la seguridad para disminuir el nivel de hurtos que existen actualmente.

2.1 ESTADÍSTICAS DE HURTOS DE AUTOMÓVILES EN COLOMBIA.

El alto índice de hurtos de vehículos en el país genera un sin número de efectos para la sociedad incluyendo de manera directa la violencia y el malestar general de la población.

Uno de los efectos relacionados también está en las pólizas de seguros de automóviles que presentan un incremento del 10% anual en cada póliza, lo cual es perjudicial para la economía colombiana.

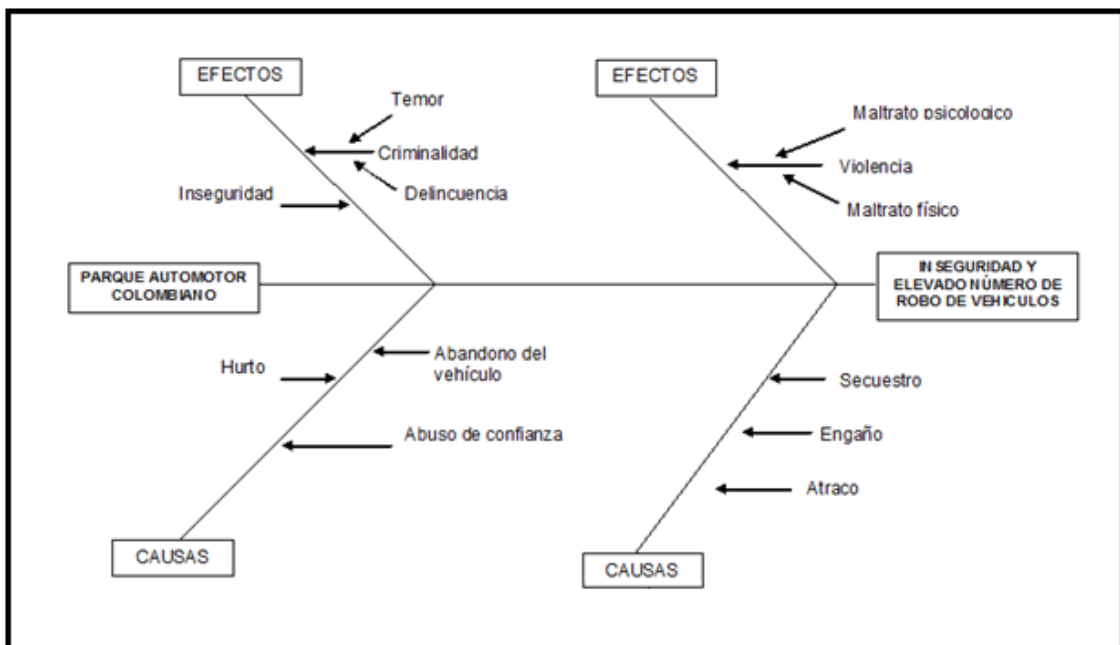


Figura 2.1. Diagrama causa y efecto de la inseguridad.
Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

El 2010 dejó un balance preocupante en cuanto al robo de vehículos. Este año, ese delito creció un 9 por ciento respecto al 2009 y dejó como saldo de 21.379 hurtos, de los cuales 60,95 por ciento corresponde a motocicletas, el 21,76 a automóviles y el 6,29 por ciento a camionetas, es decir, las motos fueron

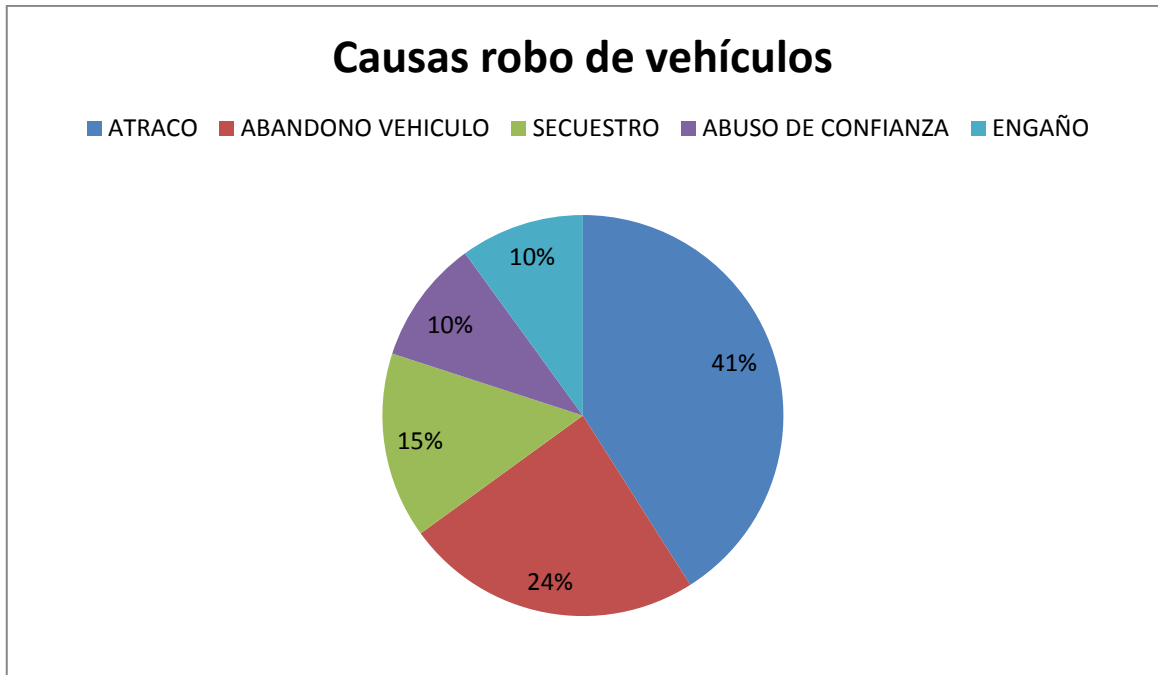
determinantes en el crecimiento de la cifra. Cabe decir, sin embargo, que el hurto de automóviles descendió un 2 por ciento (8.348 vs. 8.493).

Paralelo a estos datos, Fasecolda (La Federación de Aseguradores Colombianos) reportó un crecimiento cercano al 10 por ciento anual en las primas, incluidos todos los seguros (automóviles, incendio, hogar, terremoto, cumplimiento, transporte, entre otros) y un incremento en el desembolso del 16 por ciento: 5,2 billones de pesos en el 2010 (4,46 billones de pesos en el 2009)

Tabla 2.1. Estadísticas de robo de automóviles por ciudades.

CIUDADES CON MÁS HURTOS DE ASEGURADOS (2010).	
BOGOTÁ	36%
MEDELLÍN	27%
CALI	18%
BARRANQUILLA	4%
BUCARAMANGA	1%
OTRAS	14%

Fuente: Fasecolda



*Figura 2.2. Causas de robo de vehículos
Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.*

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. COMUNICACIÓN CELULAR

La red **GSM** (*Sistema global de comunicaciones móviles*) es, a comienzos del siglo XXI, el estándar más usado de Europa y Latinoamérica.

En 1982, cuando fue estandarizado por primera vez, fue denominado "Groupe Spécial Mobile" y en 1991 se convirtió en un estándar internacional llamado "Sistema Global de Comunicaciones Móviles".

En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencia de 900MHz y 1800 MHz. Sin embargo, en los Estados Unidos y Sur América se usa la banda de frecuencia de 1900 MHz. Por esa razón, los teléfonos portátiles que funcionan tanto en Europa como en los Estados Unidos se llaman **TRIBANDA** y aquellos que funcionan sólo en Europa se denominan **BIBANDA**.

El estándar GSM permite un rendimiento máximo de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo, por ejemplo, mensajes de texto (**SMS**, *Servicio de mensajes cortos*) o mensajes multimedia (**MMS**, *Servicio de mensajes multimedia*).

El **sistema global para las comunicaciones móviles** es un sistema estándar, libre de regalías, de telefonía móvil digital en el cual un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono con su computador y enviar y recibir mensajes por e-mail, faxes, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones

digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

3.1.1. FUNCIONAMIENTO

La comunicación telefónica es posible gracias a la interconexión entre centrales móviles y públicas.

Según las bandas o frecuencias en las que opera el móvil, podrá funcionar en una parte u otra del mundo.

La telefonía móvil consiste en la combinación de una red de estaciones transmisoras-receptoras de radio (repetidores, estaciones base o BTS) y una serie de centrales telefónicas de conmutación (MSC y BSC respectivamente), que posibilita la comunicación entre terminales telefónicos portátiles (teléfonos móviles) o entre terminales portátiles y teléfonos de la red fija tradicional.

En su operación el teléfono móvil establece comunicación con una estación base, y a medida que se traslada, los sistemas computacionales que administran la red van cambiando la llamada a la siguiente estación base, en forma transparente para el usuario. Es por eso que se dice que las estaciones base forman una red de celdas, cual panal de abeja, sirviendo cada estación base a los equipos móviles que se encuentran en su celda.

3.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNICACIÓN GSM

La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

El **teléfono móvil** es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil.

Se denomina **celular** en la mayoría de países latinoamericanos debido a que el servicio funciona mediante una red de celdas, donde cada antena repetidora de señal es una célula, si bien también existen redes telefónicas móviles satelitales. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. La principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional.

A partir del siglo XXI, los teléfonos móviles han adquirido funcionalidades que van mucho más allá de limitarse solo a llamar o enviar mensajes de texto, se podría decir que se han unificado (que no sustituido) con distintos dispositivos tales como PDA, cámara de fotos, agenda electrónica, calculadora, micro-proyector, GPS o reproductor multimedia, así como poder realizar multitud de acciones en un dispositivo pequeño y portátil que lleva prácticamente todo el mundo de países desarrollados. A este tipo de evolución del teléfono móvil se le conoce como Smartphone.

3.1.2.1. FRECUENCIAS

El interfaz de radio de GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia.

Tabla 3.1. Bandas de la red celular y sus características.

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Down link (MHz)
GSM 850	GSM 850	128 – 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0
GSM1800	GSM 1800	512 – 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0
GSM1900	GSM 1900	512 – 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.1.4. LA TARJETA SIM

Una tarjeta SIM (acrónimo en inglés de subscriberidentity module, en español módulo de identificación del suscriptor) es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos móviles y módems HSDPA o HSUPA que se conectan al puerto USB.

Las tarjetas SIM almacenan de forma segura la clave de servicio del suscriptor usada para identificarse ante la red, de forma que sea posible cambiar la línea de un terminal a otro simplemente cambiando la tarjeta.



Figura 3.1. Tarjeta SIM.

Fuente: www.gurumovil.com

El uso de la tarjeta SIM es obligatorio en las redes GSM. Su equivalente en las redes UMTS se denomina USIM o UICC (acrónimo de Universal Integrated CircuitCard, 'Tarjeta Universal de Circuito Integrado'), siendo más popular el RUIM (Removable User Identify Module, 'Módulo de Identidad de Usuario Desmontable') en los teléfonos CDMA.

Las tarjetas SIM están disponibles en tres tamaños. El primero es similar al de una tarjeta de crédito (85,60 × 53,98 × 0,76 mm). El segundo y más popular mide 25 × 15 × 0,76 mm. El tercero y más reciente, conocido como micro-SIM, tiene unas dimensiones de 15 × 12 × 0,76 mm.

3.1.5. SERVICIO DE MENSAJES DE TEXTO A TRAVÉS DE GSM.

El servicio de mensajes cortos o SMS (Short Message Service) es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (también conocidos como mensajes de texto, o más coloquialmente, textos) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS fue diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía

móvil digital GSM, pero en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes, incluyendo las redes 3G.

Un mensaje SMS es una cadena alfanumérica de hasta 140 caracteres o de 160 caracteres de 7 bits, y cuyo encapsulado incluye una serie de parámetros.

Mensajes MT-SM (de llegada al teléfono) y MO-SM (originados en el teléfono)

En un principio, los mensajes SMS se definieron en el estándar GSM como un medio para que los operadores de red enviaran información sobre el servicio a los abonados, sin que éstos pudieran responder ni enviar mensajes a otros clientes.

Este tipo de mensajes se denominaban MT-SM (Mobile Terminated-Short Message, es decir, mensajes que llegan al terminal del usuario). Sin embargo, la empresa Nokia desarrolló un sistema para permitir la comunicación bidireccional por SMS; los mensajes enviados por los usuarios pasaron a denominarse MO-SM (Mobile Originated, originados en el terminal del usuario).

Es necesario tener claras las diferencias entre ambos tipos de mensaje para comprender el funcionamiento del sistema.

Los mensajes de texto son procesados por un SMSC o centro de mensajes cortos (Short Message Service Center) que se encarga de almacenarlos hasta que son enviados y de conectar con el resto de elementos de la red GSM.

3.1.5.1. PARÁMETROS DE LOS SMS.

Cuando un usuario envía un SMS, o lo recibe, se incluyen con su payload (carga útil o cuerpo del mensaje) al menos los siguientes parámetros:

- Fecha de envío (también llamada timestamp).
- Validez del mensaje, desde una hora hasta una semana.

- Número de teléfono del remitente y del destinatario.
- Número del SMSC que ha originado el mensaje.

De este modo se asegura el correcto procesamiento del mensaje en el SMSC y a lo largo de toda la cadena.

3.1.5.2. ENVÍO Y RECEPCIÓN VÍA RADIO DE LOS SMS.

Los mensajes cortos hacen un uso extremadamente eficaz de la red de radio, y además pueden ser enviados y recibidos en cualquier momento, incluso durante una llamada. La explicación es que, debido a su pequeño tamaño, los SMS no necesitan que se asigne un canal de radio al usuario, como ocurre durante una llamada, sino que se insertan en la información de señalización de la propia red, en los time slots reservados para este fin.

Algunos operadores han implementado el transporte de los mensajes SMS a través del protocolo de paquetes GPRS en lugar del canal de señalización, incrementando la velocidad de transmisión y la capacidad del sistema, pero este cambio opcional en el transporte no se encuentra muy extendido.

3.1.5.3. ARQUITECTURA DE RED: EL SMSC

Para la correcta gestión de los mensajes SMS se hace necesario introducir en el sistema GSM un nuevo elemento: el centro de mensajes o SMSC (Short Message Service Center.)

Las funciones del SMSC son:

- Recibir y almacenar los mensajes cortos enviados por los usuarios (MO-SM) o por otras fuentes (avisos del operador, buzón de voz, sistemas de publicidad, alertas de correo electrónico...) hasta que puedan ser enviados;
- Verificar los permisos para enviar mensajes, en comunicación con el HLR de origen;
- Verificar si el usuario al que se envía el mensaje está operativo o no, mediante consulta al VLR de destino; si está operativo, el mensaje se envía, y si no se almacena temporalmente en el SMSC;
- Verificar periódicamente el estado de los usuarios que tienen mensajes pendientes.

3.1.5.4. EL CAMINO DE UN MO-SM

Cuando un usuario de la red genera un mensaje corto (MO-SM) se producen los siguientes acontecimientos:

El HLR donde está registrado el usuario decide si puede o no enviar mensajes; si todo está en orden.

El MSC al que está conectado el usuario recibe el mensaje, envía la información necesaria al VLR para su posterior tarificación y después lo remite al SMSC de origen;

El SMSC de origen envía el mensaje al SMSC de destino (en la figura, etiquetado SME). Una vez allí, se convierte en MT-SM y se procesa como veremos a continuación.

El SMSC de destino informa del estado del mensaje y devuelve un informe de recepción al MSC y al usuario. En la pantalla del usuario se advierte: “mensaje enviado”.

Si el usuario lo ha solicitado, recibirá posteriormente un mensaje de estado confirmándole si el usuario de destino ha recibido el mensaje o no, y un mensaje de error en caso de que caduque.

Por tanto, el método de envío de los SMS tiene un pequeño defecto: los mensajes se tarifican y confirman inicialmente al usuario cuando son enviados a la red, no al destino final, incluso aunque el cliente que los envía haya solicitado confirmación de envío. Un mensaje podría no llegar por problemas en la red destino, caducidad de la validez o cualquier otro motivo, pero sin embargo será cobrado igualmente por el operador.

3.1.6. *MÓDULO GSM ZTE MG3006.*

El módulo ZTE MG3006 es un tipo de módulo GSM/GPRS inalámbrico que soporta las cuatro bandas disponibles de frecuencia en Latinoamérica con varias funciones de voz y servicio de datos.

Los módulos pueden ser aplicados en la transmisión de información, seguridad remota, auto-medición, monitoreo remoto, ferrocarriles, productos electrónicos inteligentes y tracking vehicular.

3.1.6.1. APARIENCIA Y MARCO DE TRABAJO DEL MÓDULO MG3006.



Figura 3.2. Apariencia módulo MG3006

Fuente: www.alibaba.com

- Dimensión (longitud x anchura x altura): 44.0mm x 28.0mm x 7.6mm.
- Peso: 8g

3.1.6.2. INTERFACES Y FUNCIONES BÁSICAS DEL MÓDULO.

- Soporte cuatri-banda: GSM850, EGSM 900, DCS 1800, PCS 1900.
- Soporta el servicio de paquete de datos.
- Soporta el servicio SMS (SHORT MESSAGE SERVICE).
- Soporta comandos estándar AT.
- Soporta interface estándar UART.
- Soporta interface dual de audio.
- Funciones de servicio suplementarias: Llamada entrante, llamada en espera, servicio de llamada triple, etc.
- Soporta protocolo TCP/IP.

3.1.6.3. **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.**

Los protocolos de comunicación y especificaciones técnicas del módulo MG3006 se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Especificaciones técnicas módulo mg3006.

Modo de acceso	GSM
Especificación técnica	GSM phase 2/2+
Intervalo de frecuencia de Rx/Tx	45MHz for GSM 850 45MHz for EGSM 900 95MHz for DCS 1800 80MHz for PCS 1900
Codificación de voz	- Half rate (HR) - Full rate (FR) - Enhanced Full rate (EFR) - Adaptive MultiRate(AMR)

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Tabla 3.3. Bandas de frecuencias del módulo g3006.

NOMBRE	Frecuencia de banda (Mhz) Tx (transmisión)	Frecuencia de banda (Mhz) Rx (recepción)
GSM 850	824~849 MHz	869~894MHz
EGSM 900	880~915 MHz	925~960MHz
DCS 1800	1710~1785MHz	1805~1880MHz
PCS 1900	1850~1910MHz	1930~1990MHz

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Tabla 3.4. Suministro de poder:

ESTADO	VOLTAJE MAX.	VOLTAJE TÍPICO.	VOLTAJE MIN.
Voltaje de entrada	4.25 VDC	3.90 VDC	3.30 VDC

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Tabla 3.5. Condiciones de trabajo

Temperatura de trabajo	20°C~ +80°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C~ +85 °C
Humedad	0% ~ 95%

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.2. SISTEMA GPS

El **GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global)** o **NAVSTAR-GPS** es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el globo, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la

distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenada real del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA GPS.



Figura 3.3. Flujo de información GPS

Fuente: www.alsitel.com

El Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

- **Sistema de satélites:** Está formado por 24 unidades con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie del globo terráqueo. Más concretamente, repartidos en 6 planos orbitales de 4 satélites cada uno. La energía eléctrica que requieren para su funcionamiento la adquieren a

partir de dos paneles compuestos de celdas solares adosados a sus costados.

- **Estaciones terrestres:** Envían información de control a los satélites para controlar las órbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación.
- **Terminales receptores:** Indican la posición en la que están; conocidas también como unidades GPS, son las que podemos adquirir en las tiendas especializadas.

3.2.1.1. FUNCIONAMIENTO

- La situación de los satélites puede ser determinada de antemano por el receptor con la información del llamado **almanaque** (un conjunto de valores con 5 elementos orbitales), parámetros que son transmitidos por los propios satélites. La colección de los almanaques de toda la constelación se completa cada 12-20 minutos y se guarda en el receptor GPS.
- La información que es útil al receptor GPS para determinar su posición se llama efemérides. En este caso cada satélite emite sus propias efemérides, en la que se incluye la salud del satélite (si debe o no ser considerado para la toma de la posición), su posición en el espacio, su hora atómica, información doppler, etc.
- El receptor GPS utiliza la información enviada por los satélites (hora en la que emitieron las señales, localización de los mismos) y trata de sincronizar su reloj interno con el reloj atómico que poseen los satélites. La sincronización es un proceso de prueba y error que en un receptor portátil ocurre una vez cada segundo. Una vez sincronizado el reloj, puede

determinar su distancia hasta los satélites, y usa esa información para calcular su posición en la tierra.

- Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera, con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.
- Obteniendo información de dos satélites se nos indica que el receptor se encuentra sobre la circunferencia que resulta cuando se intersecan las dos esferas.
- Si adquirimos la misma información de un tercer satélite notamos que la nueva esfera sólo corta la circunferencia anterior en dos puntos. Uno de ellos se puede descartar porque ofrece una posición absurda. De esta manera ya tendríamos la posición en 3D. Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos determinados no son precisos.
- Teniendo información de un cuarto satélite, eliminamos el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3D exacta (latitud, longitud y altitud). Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto.

3.2.1.2. NORMA ESTÁNDAR DE COMUNICACIÓN NMEA.

Lejos quedan ya los días en que los instrumentos de navegación funcionaban individualmente y sin interconexión alguna entre ellos. Afortunadamente, la tecnología avanza a pasos agigantados y pone a nuestra disposición toda una serie de prestaciones que facilitan y hacen más cómoda, atractiva y disfrutable la navegación, tanto la deportiva como la profesional, la de competición como la amateur o de ocio.

Fue la NMEA (National Marine Electronic Association) la precursora de la comunicación entre equipos, estableciendo un protocolo normalizado de transmisión de datos. El primero en aparecer fue el formato NMEA 180 simple, que permitía transmitir datos a un piloto automático del desvío de desviación a babor o estribor respecto de una trayectoria predeterminada. Más tarde y debido a los avances tecnológicos, apareció la NMEA 180 complejo y la NMEA 182 que, además de las anteriores transmitían datos respecto del desviación y coordenadas geográficas de nuestra posición; estos datos se transmitían a razón de 1.200 baudios. Pero cada vez los microprocesadores de los equipos aumentan su capacidad de cálculo y exigen más información.

NMEA 183 es, además, capaz de transmitir datos de velocidad del barco, velocidad y dirección de viento, profundidad, nº de waypoint y coordenadas, fecha y hora, tiempo estimado y hora de llegada a un punto establecido, etc. Todo esto a una velocidad de 4.800 baudios.

3.2.1.2.1.NMEA-0183: FORMATO GENERAL DE LAS SENTENCIAS.

Bajo la norma NMEA-0183, todos los caracteres usados son texto ASCII imprimible (más retorno de carro y line feed). Los datos NMEA-0183 se envían a 4800 baudios, usando 8 bits de datos, 1 bit de stop y sin paridad.

Los datos se transmiten en forma de "sentencias". Cada sentencia comienza con una "\$", dos letras " talkerID", tres letras " ID sentencia ", seguido por un número de campos de datos separados por comas, y acaba con un checksum optativo, y un retorno de carro / line feed. Una frase puede contener hasta 82 caracteres incluyendo el "\$" y CR / LF.

Si los datos para un campo no están disponibles, el campo simplemente se omite, pero las comas que le delimitarían se envían igualmente, pero sin espacio entre ellas.

Como algunos campos tienen la anchura variable, o pueden omitirse como decíamos arriba, el receptor debe ubicar los campos de datos deseados contando las comas, más que por la posición del carácter dentro de la sentencia.

Cada sentencia comienza con "\$" y termina con <CR><LF> (CR: Carriage Return, LF: Line Feed), a continuación está la dirección del campo "aacc" donde "aa" identifica el equipo (talker ID), por ejemplo: GP que se usa para identificar los datos GPS, el talker ID es opcional y "ccc" es el identificador del tipo de sentencia. A continuación, se detalla el formato de las sentencias NMEA GPRMC (National Marine Electronics Association, 2002):

3.2.1.2.2. SENTENCIA GPRMC BAJO LA NORMA NMEA - 0183.

\$GPRMB,A,x.x,a,c--c,d--d,IIII.II,e,yyyyy.yy,f,g.g,h.h,i.i,j*kk

\$GPRMC,hhmmss.ss,A,IIII.II,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a*hh

\$GPGGA,hhmmss.ss,IIII.II,a,yyyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh

\$GPVTG,t,T,s.ss,N,s.ss,K*hh

\$GPRMA,A,IIII.II,N,IIII.II,W,ss.s,ccc,vv.v,W*hh

\$GPGSA,A,3,19,28,14,18,27,22,31,39,,,,,1.7,1.0,1.3*35

\$GPGSV,4,1,13,02,02,213,,03,-3,000,,11,00,121,,14,13,172,05*67

- **RMB**

\$GPRMB,A,x.x,a,c--c,d--d,IIII.II,e,yyyyy.yy,f,g.g,h.h,i.i,j*kk

RMB = Recommended Minimum Navigation Information

- 1 = Data Status (V=navigation receiver warning)
- 2 = Crosstrack error in nautical miles
- 3 = Direction to steer (L or R) to correct error
- 4 = Origin waypoint ID#
- 5 = Destination waypoint ID#
- 6 = Destination waypoint latitude
- 7 = N or S
- 8 = Destination waypoint longitude
- 9 = E or W
- 10 = Range to destination in nautical miles
- 11 = Bearing to destination, degrees True

12 = Destination closing velocity in knots

13 V = Arrival status; (A=entered or perpendicular passed)

14 = Checksum

- **RMC**

\$GPRMC,hhmmss.ss,A,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x.x,x.x,ddmmyy,x.x,a*hh

RMC = Recommended Minimum Specific GPS/TRANSIT Data

1 = UTC of position fix

2 = Data status (V=navigation receiver warning)

3 = Latitude of fix

4 = N or S

5 = Longitude of fix

6 = E or W

7 = Speed over ground in knots

8 = Track made good in degrees True

9 = UT date

10 = Magnetic variation degrees (Easterly var. subtracts from true course)

11 = E or W

12 = Checksum

- **GGA**

\$GPGGA,hhmmss.ss,llll.ll,a,yyyyy.yy,a,x,xx,x.x,x.x,M,x.x,M,x.x,xxxx*hh

GGA = Global Positioning System Fix Data

- 1 = UTC of Position
- 2 = Latitude
- 3 = N or S
- 4 = Longitude
- 5 = E or W
- 6 = GPS quality indicator (0=invalid; 1=GPS fix; 2=Diff. GPS fix)
- 7 = Number of satellites in use [not those in view]
- 8 = Horizontal dilution of position
- 9 = Antenna altitude above/below mean sea level (geoid)
- 10 = Meters (Antenna height unit)
- 11 = Geoidal separation (Diff. between WGS-84 earth ellipsoid and mean sea level. -=geoid is below WGS-84 ellipsoid)
- 12 = Meters (Units of geoidal separation)
- 13 = Age in seconds since last update from diff. reference station
- 14 = Diff. Reference station ID#
- 15 = Checksum

- **VTG**

\$GPVTG,t,T,s.ss,N,s.ss, K*hh

VTG = Actual track made good and speed over ground

- 1 = Track made good
- 2 = Fixed text 'T' indicates that track made good is relative to true north
- 3 = not used
- 4 = not used
- 5 = Speed over ground in knots
- 6 = Fixed text 'N' indicates that speed over ground in in knots
- 7 = Speed over ground in kilometers/hour
- 8 = Fixed text 'K' indicates that speed over ground is in kilometers/hour
- 9 = Checksum

- **RMA**

\$GPRMA,A,IIII.II,N,IIII.II,W,,,ss.s,ccc,vv.v,W*hh

RMA = Navigation data from present position

- 1 = Data status
- 2 = Latitude
- 3 = N/S
- 4 = longitude
- 5 = W/E
- 6 = not used

- 7 = not used
- 8 = Speed over ground in knots
- 9 = Course over ground
- 10 = Variation
- 11 = Direction of variation E/W
- 12 = Checksum

- **GSA**

\$GPGSA,A,3,19,28,14,18,27,22,31,39,,,,,1.7,1.0,1.3*35

GSA = GPS receiver operating mode, SVs used for navigation, and DOP values.

1 = Mode:

M=Manual, forced to operate in 2D or 3D

A=Automatic, 3D/2D

2 = Mode:

1=Fix not available

2=2D

3=3D

3-14 = IDs of SVs used in position fix (null for unused fields)

15 = PDOP

16 = HDOP

17 = VDOP

- **GSV**

\$GPGSV,4,1,13,02,02,213,,03,-3,000,,11,00,121,,14,13,172,05*67

GSV = Number of SVs in view, PRN numbers, elevation, azimuth & SNR values.

1 = Total number of messages of this type in this cycle

2 = Message number

3 = Total number of SVs in view

4 = SV PRN number

5 = Elevation in degrees, 90 maximum

6 = Azimuth, degrees from true north, 000 to 359

7 = SNR, 00-99 dB (null when not tracking)

8-11 = Information about second SV, same as field 4-7

12-15= Information about third SV, same as field 4-7

16-19= Information about fourth SV, same as field 4-7

La sentencia de la cual se toman los datos es la RMC que se describe a continuación:

Tabla 3.6. Sentencia de información mínima GPSGPRMC

GPRMC,123519,A,4807.038,N,01131.000,E,022.4,084.4,010111,003.1,W*6^a	
RMC	SENTENCIA MÍNIMA RECOMENDADA
123519	HORA: 12:35:19 UTC
A	ESTADO A = activo o V = vacío
4807.038,N	LATITUD 48 grados, 07.038 minutos NORTE
01131.000,E	LONGITUD 11 grados, 31.000 minutos ESTE
022.4	VELOCIDAD SOBRE TIERRA EN NUDOS
084.4	ANGULO DE TRAYECTORIA EN GRADOS
010111	FECHA, 01 DE ENERO DE 2011
003.1,W	VARIACIÓN MAGNÉTICA
*6A	DATO "checksum" siempre empezara con *

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

- **VELOCIDAD SOBRE TIERRA EN NUDOS:**

Para el rastreo de vehículos en Latinoamérica, la velocidad esta expresada en km/h, pero el sistema GPS envía esta velocidad al tracker en Nudos

$V_{KMPH} \cong V_{NUDOS} * (1/1.854)$	Ecuación 3.1: Transformación de velocidad de nudos a kph
--	--

3.2.2. MÓDULO GPS LEA 5S (GPS RECEIVER) DE U-BLOX.

U-blox AG, líder suizo en el suministro de chips, módulos y servicios GPS, ha incursionado en el lanzamiento de dos módulos GPS que establecen nuevas referencias en términos de velocidad, sensibilidad y facilidad de integración. La serie de módulos GPS LEA-5 se basa en la quinta generación de motor de posicionamiento de u-blox, llamado u-blox 5, que asegura un rendimiento de adquisición de menos de un segundo.

Estos versátiles y autónomos receptores GPS combinan múltiples funcionalidades con opciones de conexión flexibles. Su fácil integración resulta en una entrada en el mercado acelerada para una amplia gama de aplicaciones automotoras, industriales y de consumo con requisitos estrictos a nivel de tamaños y costes.

Las series del módulo GPS LEA-5 no tienen plomo y su temperatura industrial oscila entre los -40 y 85 C. Su pequeño factor de forma y la tecnología de montaje superficial permiten un proceso de montaje completamente automático con equipamiento estándar "pick-and-place" y un método de soldadura por horno de modo que hace posible una producción rentable y de gran volumen.

3.2.2.1. CARACTERÍSTICAS:

- Tiempo de primera sincronización: <1 seg
- Sensibilidad de adquisición y rastreo: -160dBm
- Recibe señales de GPS y GALILEO.
- Alta inmunidad de interface.
- Puerto serial UART, USB, DDC.

- Motor de 50 canales
- Inicio inmediato.
- Súper sensitivo.
- Espesor: 3.0 mm.9
- Rango de voltaje de entrada: 2.7 – 3.6 V.
- Reset.
- Suministro supervisión de antena.

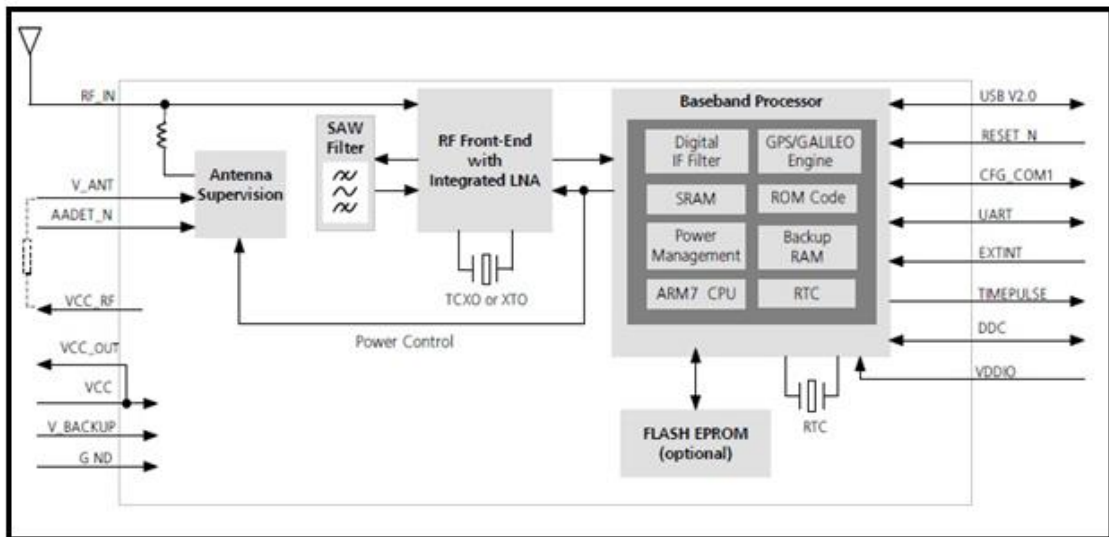


Figura 3.4. Diagrama de bloque módulo GPS

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.2.2.2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN:

Tabla 3.7. Protocolos de comunicación módulo GPS.

PROTOCOLO	TIPO
NMEA	Input/output, ASCII, 0183.
UBX	Input/output, binary (u-blox proprietary)

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS.

Tabla 3.8. Especificaciones mecánicas módulo GPS.

PARAMETER	SPECIFICACIÓN
A	22.4 +.06/-.01mm
B	17.0 ±0.1mm
C	3.0 ±0.3mm
D	2.55 +0.3/-.01mm
E	1.1 ±0.1mm
F	3.80 ±0.1mm
G	1.10 ±0.1mm
H	2.85 +0.3/-.01mm
PESO	2.1 g

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

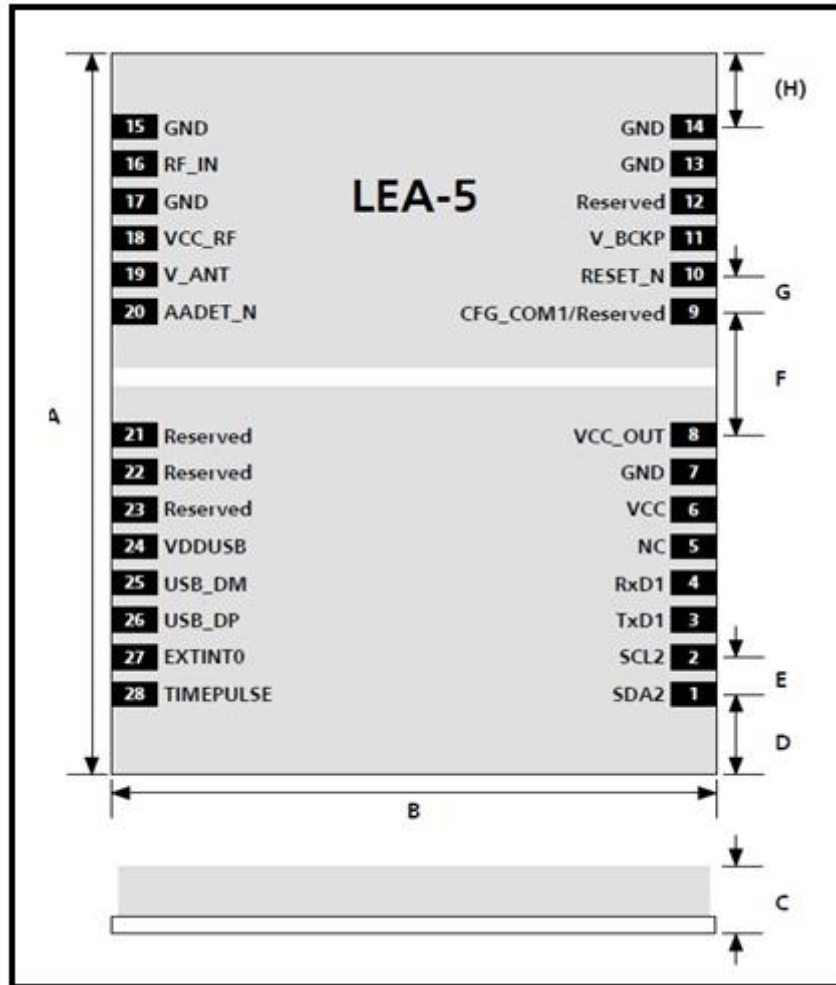


Figura 3.5. Dimensiones estructurales módulo GPS.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.2.2.3. CONFIGURACIÓN DE PINES.

Tabla 3.9. Pin out módulo GPS

No	Module	Name	I/O	Description
1	All	SDA2	I/O	DDC Data
2	All	SCL2	I/O	DDC Clock
3	All	TxD1	O	Serial Port 1
4	All	RxD1	I	(do notleave open)
5	All	NC		NotConnected
6	All	VCC	I	Supplyvoltage
7	All	GND	I	Ground
8	All	VCC_OUT	O	Output voltaje
9	LEA-5	CFG_COM1	I	Configuration Pin
10	All	RESET_N	I	
11	All	V_BCKP	I	Backupvoltage supply
12	All	Reserved	I	
13	All	GND	I	Ground
14	All	GND	I	Ground
15	All	GND	I	Ground
16	All	RF_IN	I	GPS signal input
17	All	GND	I	Ground
18	All	VCC_RF	O	Output Voltage RF sect.
19	All	V_ANT	I	AntennaBiasvoltage
20	All	AADET_N	I	Active AntennaDetect
21	All	Reserved		
22	All	Reserved		
23	All	Reserved		
24	All	VDDUSB	I	USB Supply
25	All	USB_DM	I/O	USB Data
26	All	USB_DP	I/O	USB Data
27	All	EXTINT0	I	ExternalInterrupt Pin
28	All	TIMEPULSE	O	Time pulse (1PPS)

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.2.2.4. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS.

Tabla 3.10. Especificaciones eléctricas módulo GPS

PARAMETER	Symbol	Min	Max	Units
POWER SUPPLY VOLTAGE (VCC)	Vcc	-0.5	3.6	V
BACKUP BATTERY VOLTAGE (V_BCKP)	Vbckp	-0.5	4.8	V
INPUT PIN VOLTAGE	Vin	-0.5	Vcc +0.5	V
	Vin_usb	-0.5	Vddusb +0.5	V
VCC_RF OUTPUT CURRENT	Iccrf		100	mA
VCC_RF OUTPUT CURRENT	Iccrf		100	mA
ANTENNABIASVOLTAGE	Vant		6	V
ANTENNABIASCURRENT	Iant		100	mA
STORAGE TEMPERATURE	Tstg	-40	85	°C

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.2.2.5. AJUSTES CARACTERÍSTICOS

Tabla 3.11. Ajustes característicos módulo GPS

INTERFACE	AJUSTES
SALIDA SERIAL	9600 BAUDIOS, 8 BITS, 1 BIT DE PARADA Configurado para transmitir el protocolo NMEA
SALIDA USB	Configurado para transmitir el protocolo NMEA
ENTRADA SERIAL	9600 baudios, 8 bits, sin paridad de bit, Automáticamente acepta el protocolo NMEA sin necesidad de configuración explícita.
ENTRADA USB	Automáticamente acepta el protocolo NMEA sin necesidad de configuración explícita.
TIEMPO DE PULSO	1 pulso por Segundo, ancho de pulso de 100ms

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.3. TRANSMISIÓN DE DATOS.

El hombre se ha valido de equipos tecnológicos para lograr muchas metas y la evolución, y esto ha llevado al desarrollo de más dispositivos que giran alrededor de ellos. Esto significa que entra más evolucionado sea un equipo de comunicación, al tiempo se necesita de más y mejores medios de transmisión de los diferentes tipos de datos que deseamos sean conocidos por los demás.

- **TRANSMISIÓN ANALÓGICA:** Estas señales se caracterizan por el continuo cambio de amplitud de la señal. En la ingeniería de control de procesos la señal oscila entre 4 a 20 mA, y es transmitida en forma puramente analógica. En una señal analógica el contenido de información es muy restringido; tan solo el valor de la corriente y la presencia o no de esta puede ser determinado.
- **TRANSMISIÓN DIGITAL:** Estas señales no cambian continuamente, sino que es transmitida en paquetes discretos. No es tampoco inmediatamente interpretada, sino que debe ser primero decodificada por el receptor. El método de transmisión también es otro: como pulsos eléctricos que varían entre dos niveles distintos de voltaje. En lo que respecta a la ingeniería de procesos, no existe limitación en cuanto al contenido de la señal y cualquier información adicional.

3.3.1. INTERFAZ FÍSICA INDUSTRIAL

Para elegir una interfaz física se toma en cuenta la confiabilidad de transmisión y los costos, por lo tanto a pesar de las altas velocidades de transmisión que se puede obtener con una interfaz paralela, es muy costosa para ser instalada. Por esta razón la interfaz estándar para el campo industrial es el serial. Los bajos costos de la instalación, líneas más largas y transmisión más segura. Compensa las menores velocidades de transmisión. A continuación describiremos algunas interfaces seriales encontradas en el campo industrial.

3.3.2. RSR232 (RECOMENDED STANDARD).

RS232 (Recommended Standard 232, también conocido como Electronic Industries Alliance RS-232C) es una interfaz que designa una norma para el intercambio de una serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos), aunque existen otras en las que también se utiliza la interfaz RS-232.

Eléctricamente el sistema está basado en pulsos positivos y negativos de 12 voltios, en los cuales los datos son codificados. También utilizan cable multifilar. Mecánicamente este estándar tiene conectores de 9 a 25 pines, las señales principales que llevan a los datos de un terminal a otro son líneas de "Transmit Data" y "Receive Data", para ser posible la transmisión, se requiere una tercera línea que lleva el potencial común de referencia, el resto de líneas no son

imprescindibles, pero llevan información del estado de los terminales de comunicación,

La interfaz RS-232 está diseñada para imprimir documentos para distancias cortas, de hasta 15 metros según la norma, y para velocidades de comunicación bajas, de no más de 20 Kilobits/segundo. A pesar de esto, muchas veces se utiliza a mayores velocidades con un resultado aceptable. La interfaz puede trabajar en comunicación asíncrona o síncrona y tipos de canal simplex, halfduplex o full duplex. En un canal simplex los datos siempre viajarán en una dirección, por ejemplo desde DCE a DTE. En un canal halfduplex, los datos pueden viajar en una u otra dirección, pero sólo durante un determinado periodo de tiempo; luego la línea debe ser conmutada antes que los datos puedan viajar en la otra dirección. En un canal full duplex, los datos pueden viajar en ambos sentidos simultáneamente.

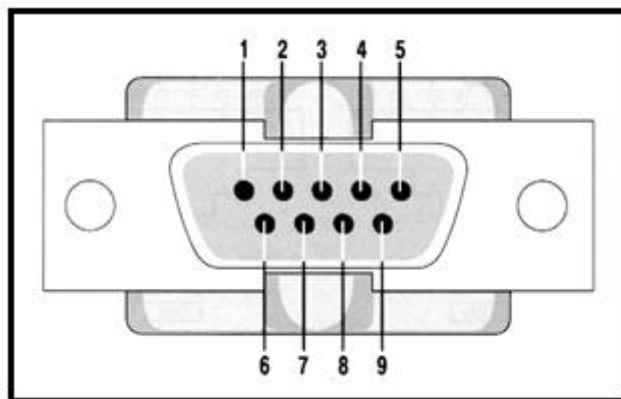


Figura 3.6. Conector RS232.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Tabla 3.12. Pin out connector RS232

PIN	SIGNAL
1	DATA CARRIER DETECT
2	RECEIVED DATA
3	TRANSMITTED DATA
4	DATA TERMINAL READY
5	SIGNALGROUND
6	DATA SET READY
7	REQUESTTOSEND
8	CLEAR TOSEND
9	RING INDICATOR

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.3.3. USB (UNIVERSAL SERIAL BUS).

El *Universal Serial Bus* (bus universal en serie), abreviado comúnmente USB, es un puerto que sirve para conectar periféricos a un ordenador.

Fue creado en 1996 por siete empresas (actualmente forman el consejo directivo): IBM, Intel, Northern Telecom, Compaq, Microsoft, Digital Equipment Corporation y NEC.]

El diseño del USB tenía en mente eliminar la necesidad de adquirir tarjetas separadas para poner en los puertos bus ISA o PCI, y mejorar las capacidades plug-and-play permitiendo a esos dispositivos ser conectados o

desconectados al sistema sin necesidad de reiniciar, cabe decir que cuando se conecta un nuevo dispositivo, el servidor lo enumera y agrega el software necesario para que pueda funcionar (esto dependerá ciertamente del sistema operativo que se esté usando).

El USB tiene una importante ventaja en su habilidad de poder instalar y desinstalar dispositivos sin tener que abrir el sistema, lo cual es útil para dispositivos de almacenamiento externo

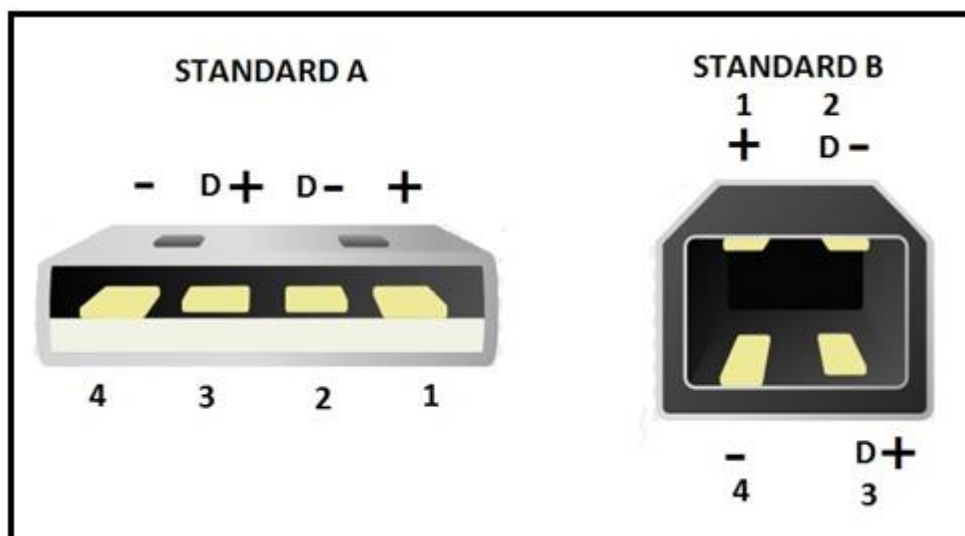


Figura 3.7. Estándar de conectores USB.

Fuente: www.wikipedia.com

Tabla 3.13. Pin out conector USB estándar.

Pin	Nombre	Color del cable	Descripción
1	VCC	Rojo	+5v
2	D-	Blanco	Data -
3	D+	Verde	Data +
4	GND	Negro	Masa

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.3.4. USB CDC (COMUNICATIONS DEVICE CLASS).

USB clase de dispositivo de comunicaciones (USB o CDC) es una composición de clase de dispositivo de bus serial universal. Proporciona una clase de dispositivo único, pero puede haber más de una interfaz implementada como una interfaz de control personalizado, interfaz de datos, audio, almacenamiento masivo o interfaces relacionadas.

Esta clase se implementa generalmente en sistemas empujados como los teléfonos móviles para conseguir más de una funcionalidad del dispositivo, de manera que un teléfono se puede utilizar como un puerto de módem, fax o en la red. Las interfaces de datos se utilizan generalmente para realizar la transferencia masiva de datos.

3.3.5. UART

UART son las siglas de "Universal Asynchronous Receiver-Transmitter" (en español, *Transmisor-Receptor Asíncrono Universal*). Éste controla los puertos y dispositivos serie. Se encuentra integrado en la placa base o en la tarjeta adaptadora del dispositivo. Un UART dual, o DUART, combina dos UARTs en un solo chip. Existe un dispositivo electrónico encargado de generar la UART en cada puerto serie.

Las funciones principales de chip UART son de manejar las interrupciones de los dispositivos conectados al puerto serie y de convertir los datos en formato paralelo, transmitidos al bus de sistema, a datos en formato serie, para que puedan ser transmitidos a través de los puertos y viceversa.

3.3.5.1. TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE DATOS SERIE.

El controlador del UART es el componente clave del subsistema de comunicaciones series de una computadora.

El UART toma bytes de datos y transmite los bits individuales de forma secuencial. En el destino, un segundo UART re ensambla los bits en bytes completos. La transmisión serie de la información digital (bits) a través de un cable único u otros medios es mucho más efectiva en cuanto a costo que la transmisión en paralelo a través de múltiples cables. Se utiliza un UART para convertir la información transmitida entre su forma secuencial y paralela en cada terminal de enlace. Cada UART contiene un registro de desplazamiento que es el método fundamental de conversión entre las forma serie y paralelo.

El UART normalmente no genera directamente o recibe las señales externas entre los diferentes módulos del equipo. Usualmente se usan dispositivos de interfaz separados para convertir las señales de nivel lógico del UART hacia y desde los niveles de señalización externos.

Las señales externas pueden ser de variada índole. Ejemplos de estándares para señalización por voltaje son RS-232, RS-422 y RS-485 de la EIA. Históricamente, se usó la presencia o ausencia de corriente en circuitos telegráficos. Algunos esquemas de señalización no usan cables eléctricos.

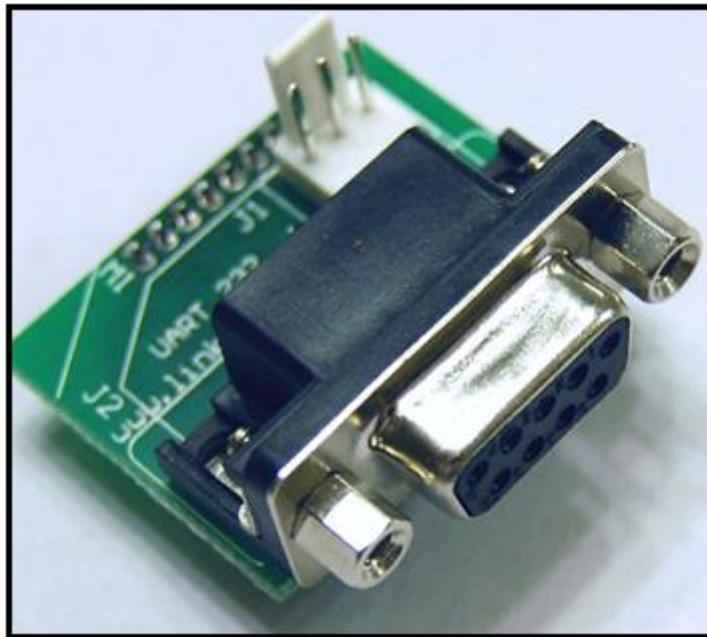


Figura 3.8. Conector RS232.

Fuente: www.ucontrol.com.ar

3.3.5.2. DISTRIBUCIÓN DE PINES

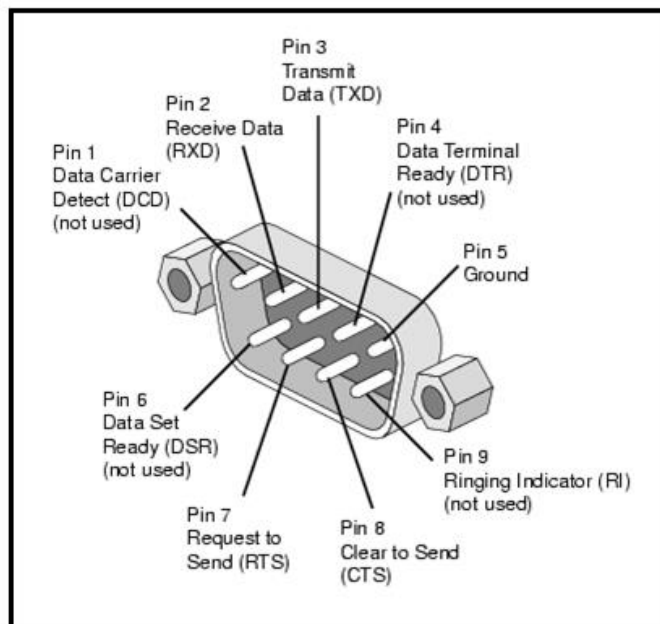


Figura 3.9. Pin out Conector RS232

Fuente: www.ucontrol.com.ar

3.4. MICROCONTROLADORES

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora:

- Unidad central de procesamiento
- Memoria
- Periféricos de entrada y salida.

Son diseñados para reducir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la unidad central de procesamiento, la cantidad de memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bits) porque sustituirá a un autómata finito.

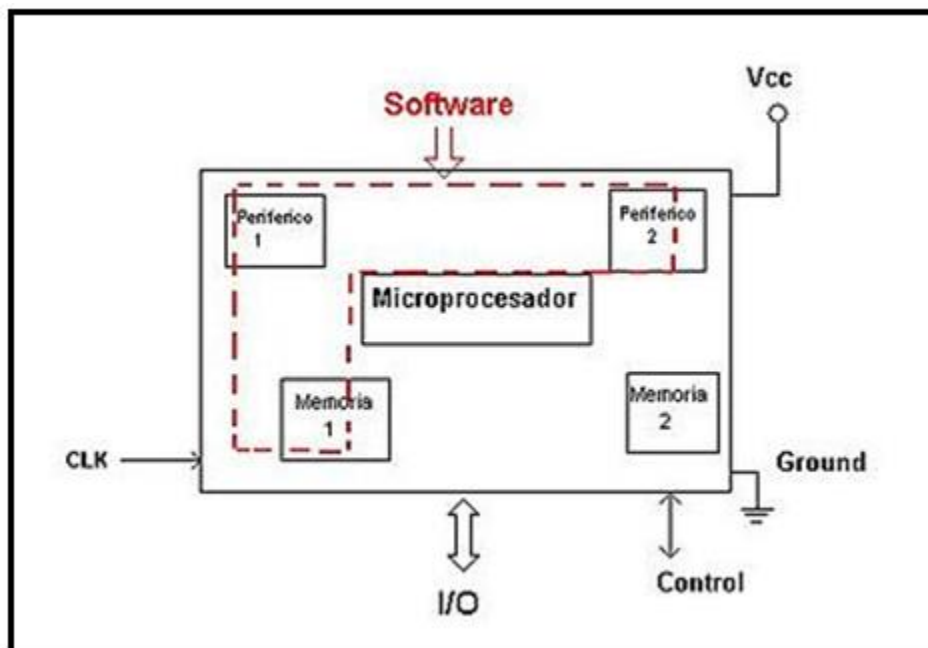


Figura 3.10. Diagrama esquemático de los microcontroladores

Fuente: www.maginvent.org

3.4.1. FAMILIA DE CONTROLADORES PIC 18F2550.

Disponde un puerto USB que puede funcionar tanto a baja velocidad (1,5 Mbps) como a velocidad completa (12 Mbps) y soporta transferencias de control, interrupción masivas e isócronas. Además tiene un módulo conversor A/D con 10 canales de entrada y una memoria de datos EEPROM(*Electrical Erasable Programmable Read Only Memory*) de 256 bytes.

Se trata de una memoria de lectura, programada y borrada eléctricamente. La operación de borrado y programación es muy sencilla y se puede grabar y borrar tantas veces como se quiera.

Las letras que hay en los diferentes modelos de cada PIC, en este caso la F(18F2550), indican el tipo de memoria de programa que utiliza. En este caso se tiene una memoria de tipo Flash, que es una memoria no volátil, de bajo consumo y que se puede escribir y borrar eléctricamente. Su funcionamiento es como el de las memorias ROM y RAM, pero consume menos y es más pequeña. A diferencia de la ROM, la memoria Flash es programable en el propio circuito. Es más rápida y de mayor densidad que la EEPROM. La alternativa Flash es más recomendable que la EEPROM cuando se necesita gran cantidad de memoria de programa no volátil. Es más rápida y tolera más ciclos de escritura/borrado. En la figura 4.1 podemos ver el encapsulado del PIC18F2550 con sus pines de entrada y salida.

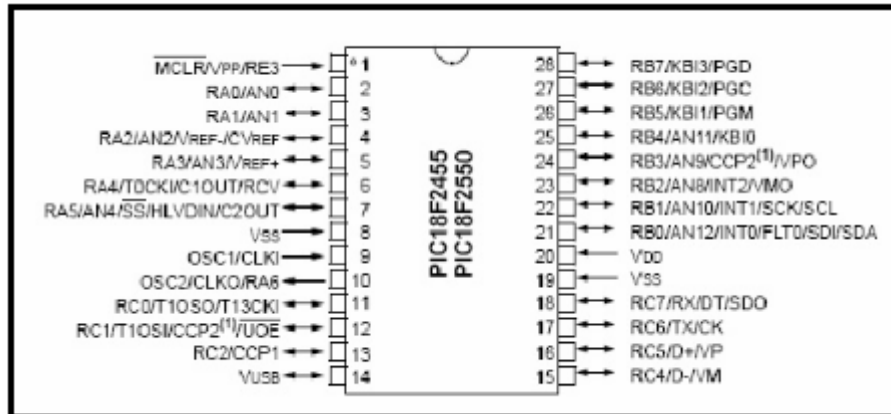


Figura 3.11. Encapsulado y pin out PIC18F2550

Fuente: www.datasheetcatalog.com

3.4.2. APLICACIÓN DEL MICROPROCESADOR ATMEGA324 (AVR).

Un microcontrolador es una pequeña computadora, es decir, es un integrado que posee en su interior a un procesador, memoria de programa, memoria de datos y puertos para comunicarse con el exterior.

El microcontrolador dispone de los siguientes componentes:

- Procesador o CPU (Unidad Central de Proceso).
- Memoria RAM para contener los datos.
- Memoria para el programa tipo ROM/EPROM/EEPROM/Flash.
- Líneas de E/S para comunicarse con el exterior.

También posee otros bloques de apoyo que flexibilizan aún más su uso, tales como:

- Módulos para el control de periféricos: temporizadores, puertos serie y paralelo,
- CAD: Conversores Analógico/Digital, CDA: Conversores Digital/Analógico, etc.

- Generador de impulsos de reloj que sincronizan el funcionamiento de todo
- el sistema.
- Sistemas de protección de sobre-corriente o cortocircuito.
- En la figura 2.3 se muestra la distribución de pines del microcontrolador ATMEGA324P.

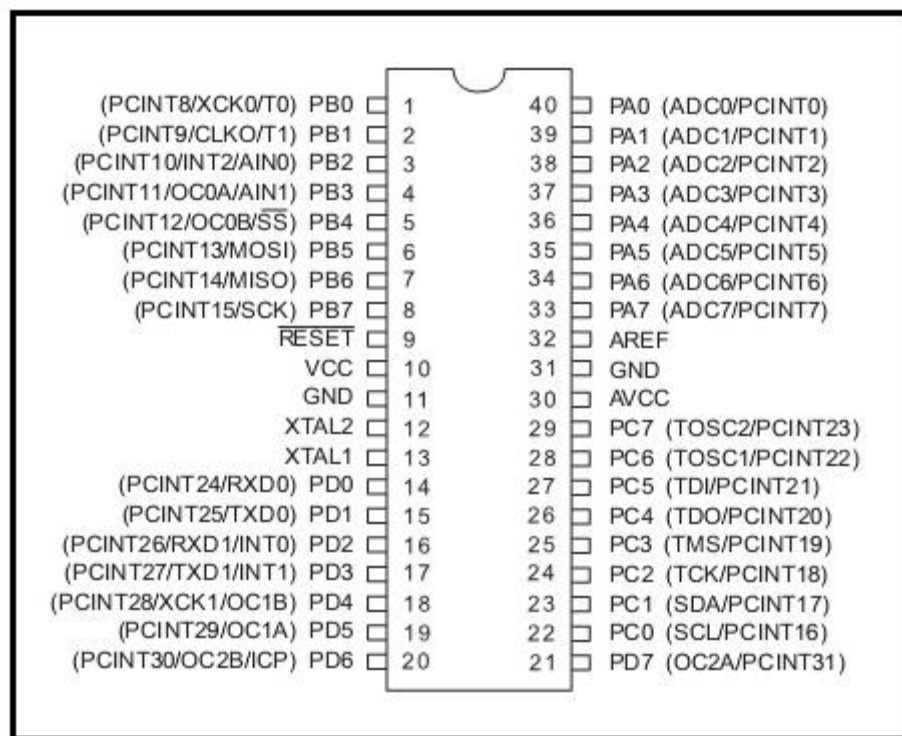


Figura 3.12. Distribución de pines microcontrolador ATMEGA 324P.

Fuente: www.datasheetcatalog.com

3.4.3. CARACTERÍSTICAS DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA324P.

El Atmega324P es un microcontrolador CMOS de 8 bits a baja potencia basado en arquitectura RISC de AVR. Ejecutando las instrucciones en un solo ciclo de reloj, el ATMEGA324P alcanza un desempeño de 1 MIPS por MHz, permitiendo el diseño de consumo de potencia contra la velocidad de procesamiento.

Las características generales del ATMEGA324P son:

- 32K bytes de flash programable con la característica de ser de lectura y escritura,
- 1K byte de EEPROM, 2K bytes de SRAM,
- 32 líneas I/O de propósito general,
- 32 registros de propósito general,
- Interrupciones internas y externas,
- 8 canales A/D, de 10 bits ,
- Un puerto serial SPI
- Dos UART seriales programables,
- Voltajes Operables de 2.7 – 5.5 V,
- Un watchdogtimer con oscilador interno,

A continuación se detalla los componentes que conforman el microcontrolador

ATMEGA324P.

3.4.4. ARQUITECTURA DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA324P

Los AVR utilizan una arquitectura Harvard, con el bus de datos y el bus de memorias separados. Mientras una instrucción se ejecuta, la próxima instrucción esta lista para ser ejecutada en la memoria de programa. El programa está en la memoria flash, es decir no se borra, por falta de alimentación. La función del

procesador es garantizar la correcta ejecución del programa, es decir, acceder a memorias, realizar cálculos, controlar periféricos y manejar las interrupciones.

3.4.5. TEMPORIZADOR O RELOJ.

Utilizan un reloj con pulsos a intervalos constantes y con un paso regular. Una variedad de diferentes tipos de relojes y temporizadores, además de velocidades, están disponibles para cada microcontrolador. Para aplicaciones en tiempo real, velocidades entre 14.746CPS (ciclos por segundo o Hertz), y 16MHz., son suficientes para generar operaciones y procesar instrucciones. Los AVR también incluyen un circuito o aditamentos para conectar un cristal oscilador que regula la velocidad del procesador.

3.4.6. MEMORIA DE PROGRAMA Y DATOS DEL ATMEGA324P

Cada programa que se desarrolla para los AVR, se almacena en una región de la memoria no volátil, es decir, permanece al pagar el dispositivo. El ATMEGA324P contiene 32K bytes de memoria flash reprogramable para almacenar el programa.

La Flash organiza en 16k x 16. La memoria Flash se divide en dos. La primera sección de esta región es la de carga flash de la aplicación y es donde se almacena el programa que se escribe para el AVR. La segunda sección se llama 'Boot Flash Section', o sección de carga del inicio y se puede configurar para que funcione una vez que el dispositivo, se prende o se enciende.

Parte de la memoria de datos es volátil, del tipo RAM y está organizada en registros de 8-bits.

3.4.7. REGISTROS

Toda la información en el microcontrolador, desde la memoria de programas, la información del temporizador, hasta el estado de los pines en los puertos de entrada y salida, se almacena en registros de memoria. Los registros son como cajones en un gabinete. En un procesador de 8-bits, se usan cajones que pueden guardar por ejemplo ocho 8 tarjetas y en donde cada tarjeta almacena un número binario de un bit un cero (0) o un uno (1). Cada cajón posee una dirección asignada para poder ser encontrado por el microcontrolador.

Algunos registros, como por ejemplo los de RAM, se utilizan para almacenar datos en general. Otros tienen funciones específicas para controlar los convertidores análogo - digital, como en este caso.

- **BITS Y BYTES**

Un byte, se compone de 8-bits con 256 valores solamente. Toda la información el microcontrolador almacena de pedazo a pedazo, de tamaño de un byte. Para facilitar la comprensión y operación con números binarios en el formato de unos y ceros, cada byte de información se representa con un número hexadecimal de dos dígitos.

3.4.8. PUERTOS O REGISTROS DEL ATMEGA324P

Los puertos o registros especiales en el microcontrolador son compuertas desde la Unidad Central de Procesamiento a los componentes de software y hardware internos como externos. La comunicación del CPU con estos componentes es para leer o escribir en ellos.

3.4.9. INTERFACE A SERIALES PERIFÉRICOS

Permite una alta velocidad de transferencia de datos sincrónicos con el ATMEGA324P y dispositivos periféricos, o entre varios dispositivos AVR. Es full dúplex, opera de forma Maestro Esclavo, la transferencia se hace a partir del bit menos significativo, al más significativo, tres líneas de comunicaciones sincrónicas, Bandera de fin de la transmisión.

La comunicación entre el microcontrolador y la memoria serial es maestro-esclavo mediante la interconexión de sus señales SPI. Así como el grabado del programa del microcontrolador desde el computador.

3.4.10. CONVERTIDOR ANALÓGICO DIGITAL DEL ATMEGA324P

Cuenta con diez bits de aproximación sucesiva ADC, es decir, analiza valores de 0 a 1023, referenciado de 0 a AVcc del microcontrolador, cuenta con ocho canales ADC. Tiene un tiempo de conversión de 13 a 260 us, tiene ganancia seleccionable de modo diferencial de 1x, 10x, o 200x.

En conclusión se utiliza el microcontrolador ATMEGA324P de montaje superficie, en el prototipo, por su voltaje de funcionamiento, sus pines ADC, la cantidad de memoria Flash presencia de dos USART'S para el prototipo.

3.5. SELECCIÓN DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN DE PROCESADORES DIGITALES DE SEÑALES.

3.5.1. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C.

El lenguaje de programación en C, es un lenguaje conocido como de alto nivel.

Una de las características del lenguaje de programación en C, es que es un lenguaje estructurado, lo que permite generar código claro y sencillo, ya que está basado en la modularidad.

El lenguaje de programación en C, está estructurado en tres partes fundamentales, las cuales son, una librería estándar, un programa compilador y un preprocesador.

La librería estándar en el lenguaje de programación C, no es más que librerías realizadas en código objeto y puede haber sido realizada en otro lenguaje diferente que el C. Estas librerías se deben colocar en un programa de lenguaje programación en C, en la instrucción conocida como INCLUDE.

El programa compilador en el lenguaje de programación en C, es el que tiene como función traducir las instrucciones del programa fuente en C al lenguaje conocido por las computadoras u ordenadores, el llamado lenguaje máquina. El programa compilador, depura y detecta los posibles errores en el lenguaje fuente,

y es capaz de notificar el error ocurrido al programador, mediante un mensaje de texto.

En el lenguaje de programación en C, el preprocesador es un componente perteneciente propiamente al lenguaje C, el cual transforma el programa fuente traduciendo cada instrucción del programa fuente, de la siguiente forma: Elimina los comentarios colocados por el programador, incluye en el programa fuente el contenido de los archivos que se encuentran declarados en el *INCLUDE*, a estos archivos se le suele llamar cabeceras, y por último , sustituye los valores de las constantes declaradas en el *define*.

Las ventajas del dispositivo son:

- Lenguaje muy eficiente puesto que es posible utilizar sus características de bajo nivel para realizar implementaciones óptimas.
- A pesar de su bajo nivel es el lenguaje más eficiente en existencia, habiendo compiladores para casi todos los sistemas conocidos.
- Proporciona facilidades para realizar programas modulares y/o utilizar código o bibliotecas existentes.

Por su flexibilidad y ser un lenguaje de alto nivel, es empleado por muchos programadores.

3.5.2. COMPILADOR DE PROGRAMACIÓN CODEVISION AVR.

Codevision es un programa que ha adquirido popularidad entre varios círculos de desarrollo con microcontroladores Atmel. Entre sus características está la de

disponer de un Wizard o ayudante para la generación de código automática. Esto acelera en gran medida el desarrollo con microcontroladores, al disponer rápidamente de librerías para el manejo de periféricos. Codevision es comercializado por la empresa HP InfoTech. ES un software de pago, que tiene una licencia de uso gratuito pero con limitantes en cuanto a tamaño de código compilado (máximo 3KB).

3.5.3. PICC CCS

El cálculo de sistemas comunicantes o CCS es un lenguaje de especificación formal basado en el álgebra de procesos, para la especificación y modelado de sistemas discretos comunicantes.

El lenguaje CCS fue propuesto ("A Calculus of Communicating Systems") por Robin Milner para ejemplificar su idea de un álgebra para representar simbólicamente los procesos que conforman un sistema de software paralelo, su proposición fue hecha poco antes que la de CSP de Tony Hoare ("Communicating Sequential Processes"), formando ambos lenguajes los ejemplos por excelencia de lo que es un álgebra de procesos.

CCS propone una notación textual y otra visual para representar la existencia dentro de un sistema de lo que llama proceso y la definición de éstos. Los procesos son vistos como bloques herméticos que comunican con el mundo externo o ambiente por medio de puertos bien específicos, que conforman lo que se conoce como interfaz del proceso. Los procesos definen su comportamiento enunciando explícitamente la secuencia entera de operaciones elementales que dicho proceso efectúa durante toda su existencia.

3.6. INTERFACES ELECTRÓNICAS DE POTENCIA

Son dispositivos intermedios entre el microcontrolador y aquellos aparatos que requieran cantidades de corriente mayores a los que pueden manejar un microcontrolador (por lo general estamos hablando de 40 miliamperios como máximo por pin)motores de paso, motores DC, servomotores, lámparas incandescentes, reflectores, grupos de leds son ejemplos de dispositivos que podríamos llegar a controlar desde el microcontrolador a través de las interfaces de potencia, es un grave error tratar de conectar este tipo de dispositivos directamente a los pines del microcontrolador. Nos valdremos de transistores, relés, puentes-H o interfaces electrónicas de control, para construir nuestras interfaces de potencia.

3.6.1. TRANSISTORES

Los transistores pertenecen a la familia de los semiconductores, son componentes que pueden funcionar como amplificadores o interruptores, si los utilizamos como interruptores pueden manejar corrientes altas, controlados por corrientes bajas (al igual que los relés).

Los transistores son dispositivos de tres terminales y en el caso de los transistores bipolares sus terminales se llaman emisor, base y colector, al poner una corriente pequeña en la base, una corriente alta puede pasar del colector al emisor.

Entre los transistores bipolares podemos diferenciar dos tipos NPN y PNP,

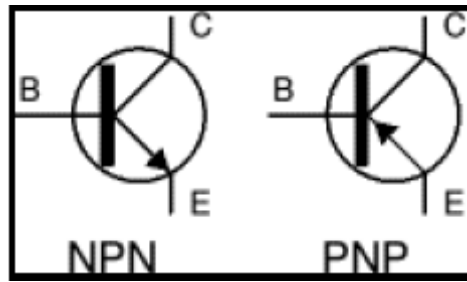


Figura 3.13: Tipos de transistores bipolares

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.6.2. RELÉS

Son interruptores mecánicos controlados por una pequeña corriente eléctrica (Figura 2.9 y Figura 2.10). Según el relé, estos pueden ser energizados con una corriente muy pequeña, por lo que pueden ser disparados directamente por el microcontrolador.

El relé conectará una fuente de alimentación separada al circuito del microcontrolador entregando la corriente necesaria para el funcionamiento del dispositivo a controlar, por lo general lo utilizaremos para conectar fuentes de corriente alterna de alto voltaje. Al ser un interruptor mecánico puede ser bastante lento, tarda un par de milisegundos para cerrarse, si queremos "switchear" algo muy rápido el relé no será el dispositivo más efectivo.

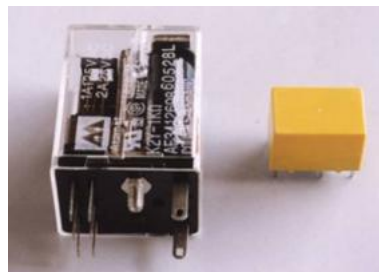


Figura 3.14. Relés

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

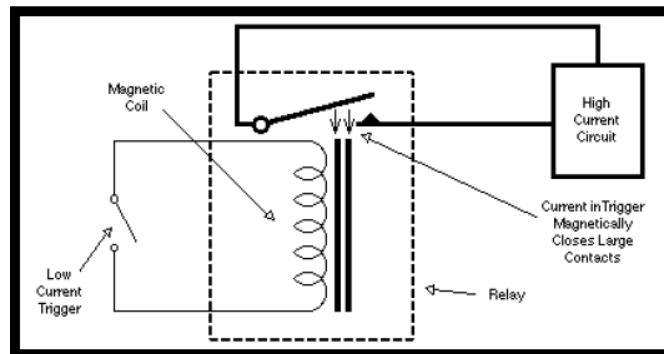


Figura 3.15. Diagrama de funcionamiento de un relé

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

En este circuito se comparte la fuente de alimentación para el motor y la bobina del relé,

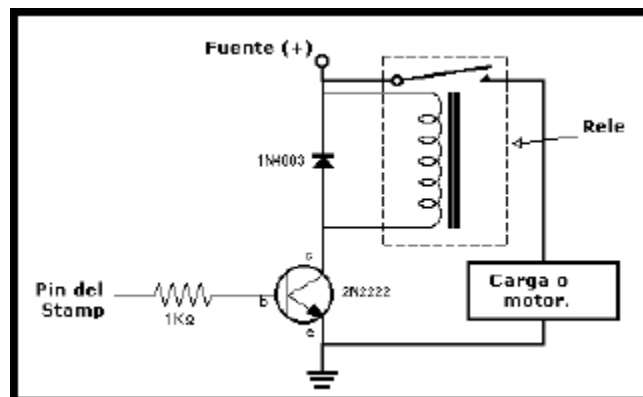


Figura 3.16. Circuito para disparar un relé

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.6.3. APLICACIÓN AUTOMOTRIZ DE LOS RELÉS

3.6.3.1. RELÉ ELECTROMAGNÉTICO

Una gran cantidad de las instalaciones eléctricas existentes en un automóvil son comandadas por componentes electromagnéticos llamados relés o telerruptores. El relé permite comandar, por medio de un circuito de baja corriente (circuito de excitación) otro circuito que funciona con corrientes más elevadas (circuito de potencia), Figura 3.16.

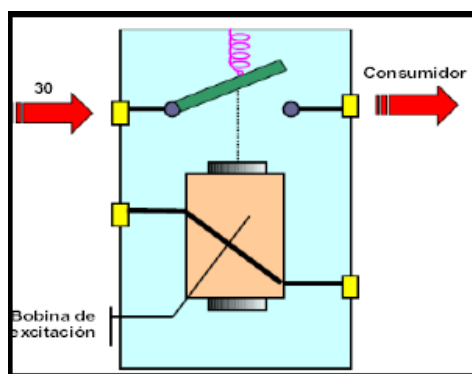


Figura 3.17. Estructura de un relé electromagnético

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

La bobina electromagnética está insertada en el circuito de excitación, con un consumo muy débil del orden de miliamperios: al pasar la corriente por ella crea un campo magnético tal que produce el desplazamiento de la armadura desde la posición de reposo a la posición de trabajo.

La armadura de mando actúa sobre la apertura y cierre de los contactos, permitiendo el paso de corriente hacia los consumidores correspondientes.

Un muelle de retorno devuelve a la armadura a la posición de reposo cuando la corriente de excitación desaparece.

3.6.4. TIPOS DE RELÉS

3.6.4.1. RELÉ SIMPLE DE TRABAJO

Estos tipos de relés Figura 3.18, tienen la función de unir la fuente de alimentación con el consumidor, accionándose a través de un interruptor o cualquier otro aparato de mando.

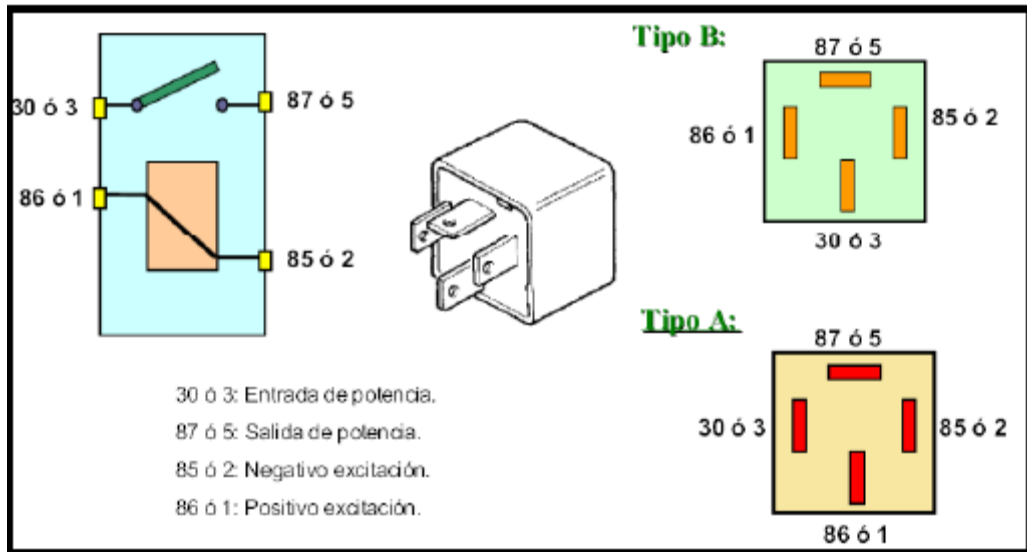


Figura 3.18. Designación de bornes de un relé de simple trabajo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.6.4.2. RELÉ DOBLE DE TRABAJO

En este tipo de relé la salida de corriente se produce por dos terminales a la vez al ser excitado su bobina Figura 3.17.

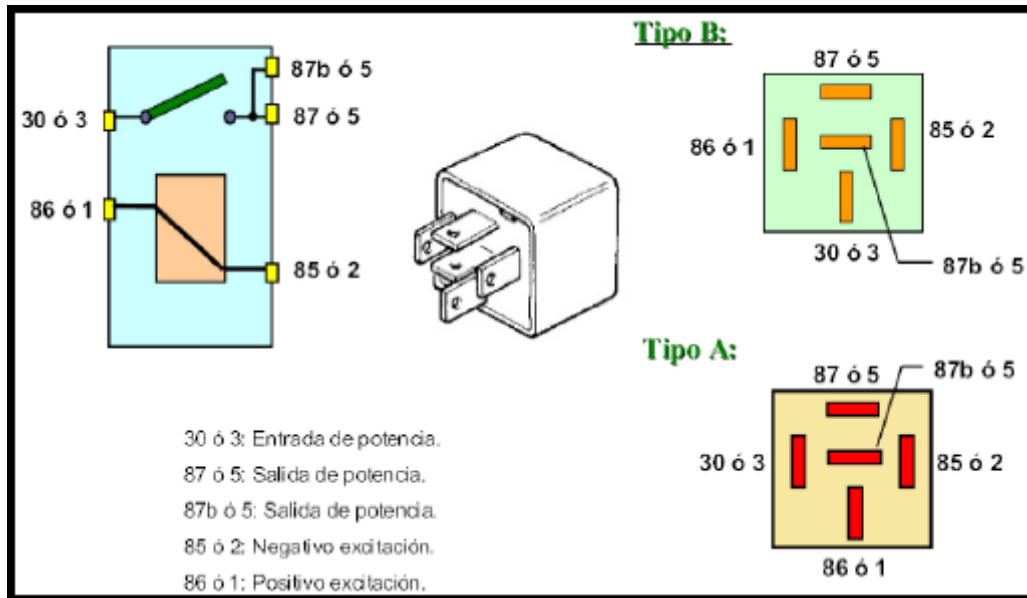


Figura 3.19. Designación de bornes de un relé de doble trabajo

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.6.4.3. RELÉ DE CONMUTACIÓN

Actúa alternativamente sobre dos circuitos de mando o potencia. Uno es controlado cuando los elementos de contacto se encuentran en la posición de trabajo, mientras que el otro lo es cuando los elementos de contacto se encuentran en la posición de reposo, en la figura 2.15 se aprecian la designación de bornes de dicho relé.

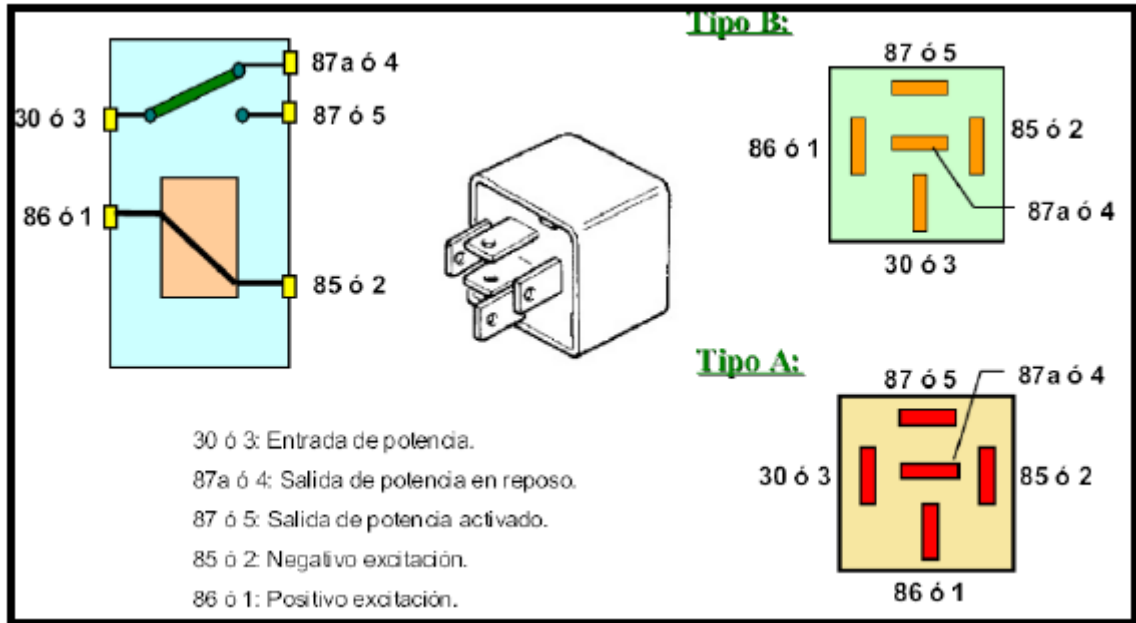


Figura 3.20. Designación de bornes de un relé de conmutación

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

3.6.4.4. RELÉS ESPECIALES

Existen una serie de relés especiales Figura 3.20, para usos muy concretos, o con disposición de los terminales específica. En este pequeño estudio presentamos los relés con resistencia o diodo de extinción y diodo de bloqueo.

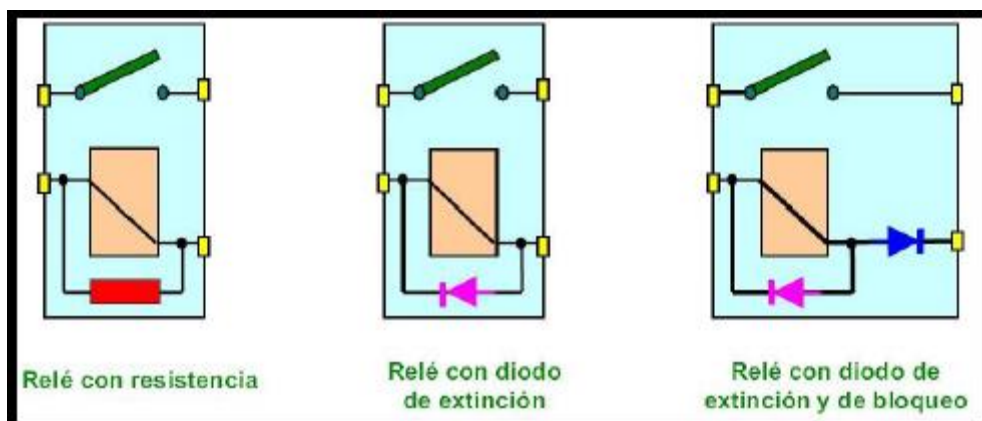


Figura 3.21. Tipos de relés especiales

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

El objeto de la resistencia y del diodo es proteger al elemento de mando del relé de posibles corrientes auto-inducidas, generadas en la propia bobina de excitación, que podrían dar lugar al deterioro de este.

3.6.5. CRITERIOS PARA LA UTILIZACIÓN DE TRANSISTORES DE POTENCIA O RELÉS

Algunas ventajas de los transistores de potencia:

- Tienen una resistencia de entrada extremadamente alta (casi 100M). No tiene un voltaje de unión cuando se utiliza Conmutador (Interruptor). Hasta cierto punto inmune a la radiación. Es menos ruidoso. Puede operarse para proporcionar una mayor estabilidad térmica.

Algunas ventajas de los relés:

- El Relé permite el control de un dispositivo a distancia. No se necesita estar junto al dispositivo para hacerlo funcionar. El Relé es activado con poca corriente, sin embargo puede activar grandes máquinas que consumen gran cantidad de corriente. Con una sola señal de control, se puede controlar varios relés a la vez.
- Dependiendo de la función que necesitemos para controlar un circuito podemos beneficiarnos de las particularidades de cada uno de estos dispositivos.

3.6.6. ULN2803

Dentro del ULN2803 se encuentran 8 transistores NPN Darlington. Es un circuito integrado ideal para ser empleado como interfaz entre las salidas de

un PIC o cualquier integrante de las familias TTL o CMOS y dispositivos que necesiten una corriente más elevada para funcionar, como por ejemplo, un rele. Todas sus salidas son a colector abierto y se dispone de un diodo para evitar las corrientes inversas. El modelo ULN2803 esta especialmente diseñado para ser compatible con entradas TTL, mientras que el modelo ULN2804 está optimizado para voltajes entre 6 y 15 volt, típicos de la familia CMOS.

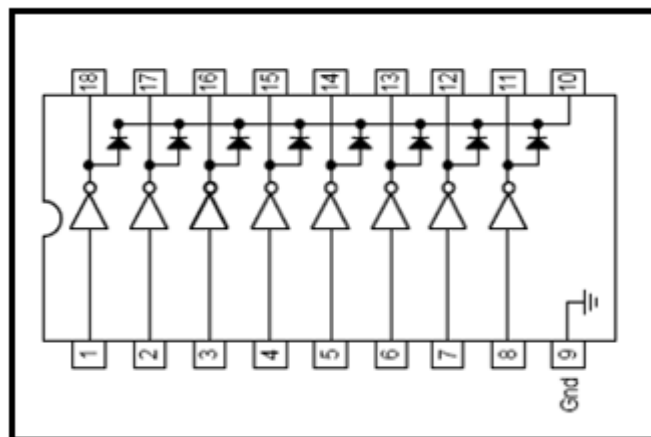


Figura 3.22. Pinout del circuito integrado ULN2804.

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

Cada una de las 8 secciones que componen al ULN2804 puede verse en el diagrama siguiente.

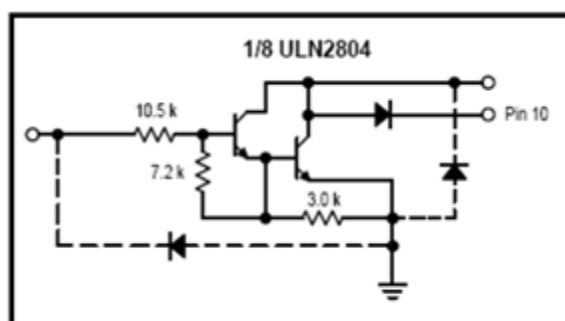


Figura 3.23. Sección 1/8 del Interior del integrado.

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

CAPÍTULO IV

REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

4.1. DESCRIPCIÓN GENERAL.

El dispositivo es un sistema micro-procesado de seguridad, control y monitoreo satelital del vehículo cuyas funciones principales son funcionar como una alarma convencional vehicular, contar con la información de posición global y, recibir y enviar información a través del sistema GSM.

La información canalizada a través del sistema GSM es utilizada tanto para el control de algunos elementos electrónicos, así como también para enviar información del estado del vehículo y de su alarma.

La programación del sistema permite:

- Enviar información a través del sistema GSM sobre el estado de la alarma.
- Recibir información a través del sistema GSM y controlar diversos sistemas de la alarma.
- Recibir y usar información GPS para el control y monitoreo del vehículo.

4.2. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Los requisitos se detallan teniendo en cuenta las condiciones del ambiente de trabajo, las especificaciones de potencia y las actividades que realiza.

4.2.1. REQUISITOS EN BASE AL AMBIENTE DE TRABAJO

- Inmunidad al ruido eléctrico producido por las altas temperaturas de trabajo del motor.

- Insensibilidad a la interferencia eléctrica generada en especial por cargas inductivas como el automático del arranque, motor de arranque, bobinas de relés, bobina de encendido, entre otros.
- Indemnidad a vibraciones producidas por la inestabilidad del motor o por las irregularidades del terreno.
- Capacidad de funcionamiento en temperaturas de trabajo comprendidas en los estándares industriales (menores a 85°C).
- Impacto moderado en los sistemas del vehículo y motor.

4.2.2. REQUISITOS EN BASE A ESPECIFICACIONES DE POTENCIA

- Consumo mínimo de corriente para evitar descarga de la batería cuando el vehículo está apagado.
- Manejo de potencia suficiente para conmutar las interfaces de potencia y asegurar con esto fiabilidad en la administración de sistemas eléctricos que requieren grandes cantidades de corriente.
- Protección contra conexión invertida y sobre voltaje, para evitar daños prematuros y permanentes en el dispositivo.

4.2.3. REQUISITOS EN BASE AL DESEMPEÑO.

- Mínimo margen de error en lectura e interpretación de señales análogas y pulsantes.
- Alta velocidad de adquisición, procesamiento y ejecución de información.
- Por ser un sistema de seguridad, alta fiabilidad del sistema así como la de su programación.
- Oportunidad de comunicación con dispositivos externos con el objeto de expandir sus aplicaciones.

4.3. APROXIMACIÓN EN BLOQUES

4.3.1. APROXIMACIÓN

La concepción básica del dispositivo se basa en bloques agrupados en subsistemas, de acuerdo a sus funciones generales (sensado, procesamiento y configuración, comunicación, y respuesta), tal como se muestra en el siguiente diagrama:

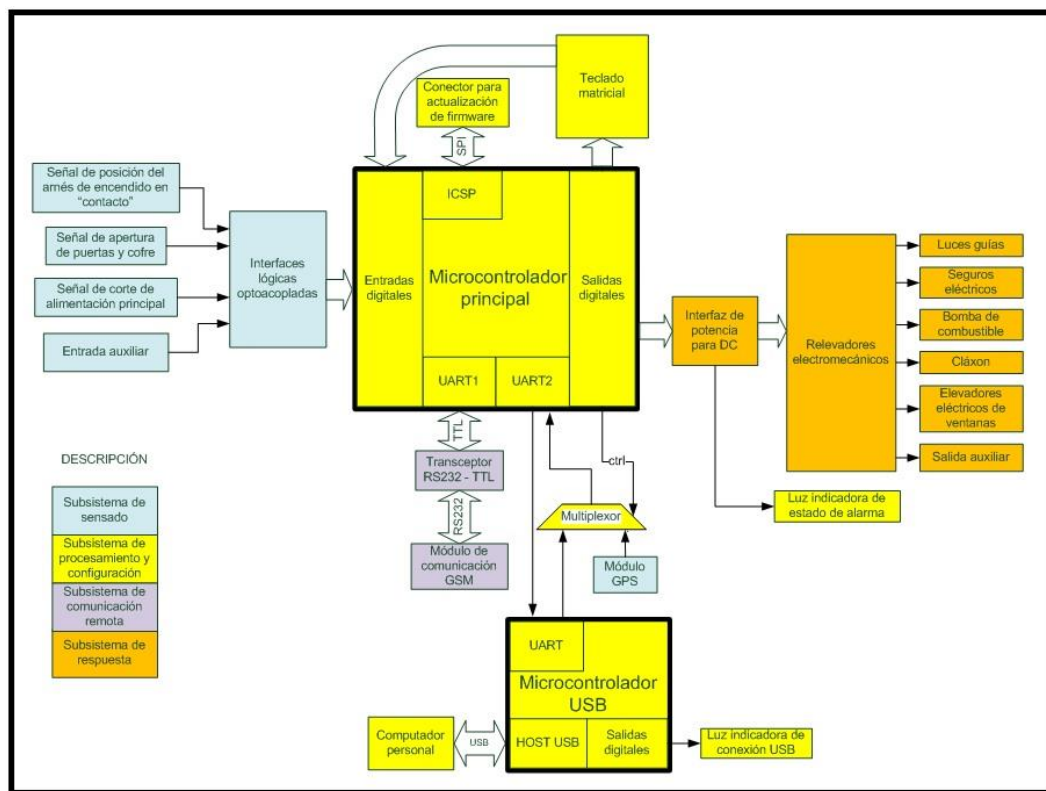


Figura 4.1. Aproximación en diagrama de bloques.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

4.3.2. SUBSISTEMA DE SENSADO

Este subsistema se encarga básicamente de la adquisición y de señales discretas implicadas en el funcionamiento del motor y de los sistemas eléctricos.

4.3.2.1. MÓDULO GPS.

Esta comunicación permite recibir información necesaria para el monitoreo y control como lo es la posición global y la velocidad del vehículo.

4.3.2.2. SEÑALES DISCRETAS

Las señales lógicas corresponden a la activación del switch principal en la posición de contacto, activación del pulsador auxiliar, apertura de puertas y la presencia de la alimentación desde la batería principal del automóvil. Todas ellas se verifican mediante opto-acopladores que transforman señales de 0 o 12V no regulados, en niveles TTL correspondientes, con la ventaja de aislar eléctricamente los dos tipos de voltajes.

4.3.3. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO Y CONFIGURACIÓN.

Aquí, un micro-controlador realiza funciones concretas y utiliza comunicación serial asincrónica a través de sus puertos UART con otros dispositivos para compartir las señales necesarias tanto para el funcionamiento del sistema como para su configuración.

Los dispositivos con los cuales el micro-controlador se comunica son:

4.3.3.1. PIC USB

Al comunicarse con este dispositivo se puede configurar, a través de un ordenador parte del firmware correspondiente a algunos parámetros del sistema como son:

- Número de teléfono celular para envío de mensajes.
- Coordenadas de limitación geográfica.
- Cambio de clave.

- Límite de velocidad.
- Permiso de envío de mensajes hacia el número de celular con información del estado de la alarma.

4.3.3.2. TECLADO MATRICIAL.

A través de este dispositivo de interface el usuario ingresa comandos para bloquear, desbloquear y habilitar la configuración del firmware.

4.3.4. SUBSISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA.

Este subsistema utiliza la comunicación con el módulo de comunicación GSM para recibir comandos los cuales pueden tanto controlar la alarma y algunos elementos electrónicos del vehículo, como permitir el envío de información del estado de la alarma e información del módulo GPS a un teléfono móvil de destino.

4.3.5. SUBSISTEMA DE RESPUESTA.

Comprende circuito integrado de transistores de potencia con sus correspondientes interfaces. Su función es transformar las salidas digitales provenientes del micro-controlador, en suministros de corriente considerable.

Estas permiten administrar el suplemento de corriente necesario para activar / desactivar los sistemas eléctricos del vehículo.

CAPÍTULO V

DESARROLLO.

5.1. CARACTERIZACIÓN DEL HARDWARE

La idea general del sistema fue basada en su aplicación general en los vehículos lo cual llevo a enfocar su aplicación en los dispositivos electrónicos comúnmente usados.

El vehículo al cual se le implemento el dispositivo es un **CHEVROLET CORSA EVOLUTION 1400CC** del año 2003 ya que pertenece a una gama media de automóviles que poseen los sistemas más utilizados por otras marcas en sus modelos de serie, por lo cual su aplicación se amplía a cualquier tipo de vehículo. A continuación se realiza la determinación de los componentes y su configuración, de manera que puedan apegarse a los requisitos del sistema y a las funciones concebidas en el diagrama de bloques.

5.1.1. SUBSISTEMA DE SENSADO.

5.1.1.1. GPS (*GlobalPositioningSystem*)

El módulo LEA-5 de U-Blox nos permite recibir información de la posición global del automóvil a través de sus coordenadas (latitud y longitud), así como la velocidad y la hora.

La siguiente tabla nos muestra la configuración de pines.

Tabla 5.1. Pin out U-Blox GPS

No PIN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	SDA2	DDC Data
2	SCL2	DDC Clock
3	TxD1	Serial Port 1
4	RxD1	(do notleave open)
5	NC	NotConnected
6	VCC	Supply voltaje
7	GND	Ground
8	VCC_OUT	Output voltaje
9	CFG_COM1	Configuration pin
10	RESET_N	
11	V_BCKP	
12	Reserved	Backupvoltagesupply
13	GND	Ground
14	GND	Ground
15	GND	Ground
16	RF_IN	GPS signal input
17	GND	Ground
18	VCC_RF	Output Voltage RF sect.
19	V_ANT	Antenna Bis voltaje
20	AADET_N	Active AntennaDetetecy
21	Reserved	
22	Reserved	
23	Reserved	
24	VDDUSB	USB Supply
25	USB_DM	USB Data
26	USB_DP	USB Data
27	EXTINTO	ExternalInterruption Pin

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Los datos que recibe el módulo son muchos de los cuales vamos a tomar solo algunos como son la latitud, longitud, velocidad y la hora.

5.1.1.1.1. LIMITACIÓN GEOGRÁFICA MEDIANTE COORDENADAS GPS.

El módulo tiene como opción alertar mediante un mensaje de texto SMS la salida de un cuadrante creado por cuatro puntos establecidos mediante coordenadas globales.

La siguiente grafica muestra a la ciudad Latacunga limitada por un cuadrante con sus puntos establecidos por coordenadas.



Figura 5.1. Ciudad de Latacunga, Cotopaxi limitada por coordenadas

Fuente: (GOOGLE EARTH 2012).

5.1.1.2. APERTURA DE PUERTAS

De la misma manera que en una alarma genérica, esta señal se toma desde los interruptores colocados en las partes laterales de las puertas, utilizados para encender la luz de cortesía del automóvil como se observa en la figura.

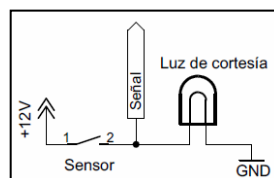


Figura 5.2: Adquisición de señal de apertura de puertas.

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

Cada vez que se abre una de las dos puertas, se envía al sistema una señal de 12V; en este instante se cierra también el circuito del IRLED del optoacoplador, provocando que circule corriente entre emisor y receptor. Todo esto se puede apreciar en la figura 5.2.

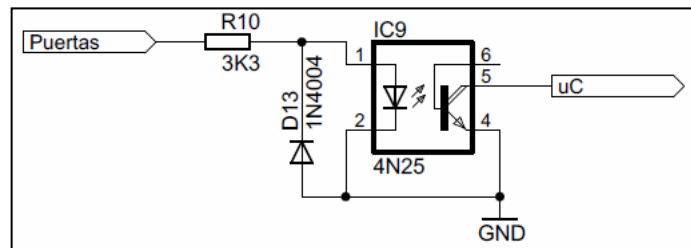


Figura 5.3. Interfaz para adquisición de señal de apertura de puertas

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

Para un voltaje mínimo de 10V en el suministro de corriente del automóvil y una caída de voltaje máxima de 1.35V en el LED, según la ecuación 5.1 circulan 2.6mA.

$I_{F\text{ mínima}} = \frac{V_{\text{mínimo}} - V_{IRLED}}{R}$	Ecuación 5.1: Corriente mínima a través del LED de un optoacoplador
---	---

$$I_{\text{mínima}} = \frac{10V - 1.35V}{3.3K\Omega} = 2.6mA$$

Según la hoja de datos del opto acoplador, con 2.6mA se consigue un CTR de 1.1. Este dato indica que puede circular hasta 2.86mA entre emisor y colector del receptor del 4N25. Aquel valor es suficiente para polarizar los pines de entrada del micro controlador. El diodo en anti paralelo protege al LED del optoaislador, de picos de voltaje provocados por la conmutación de bobinas de relés o cargas inductivas, situación muy común en cualquier automóvil.

5.1.1.3. CONTACTO

El circuito usado para la adquisición de esta variable es idéntico al empleado para verificar la apertura de puertas. La señal se toma desde el arnés de encendido, en el terminal de ignición. La figura 3.5 indica el mecanismo empleado.

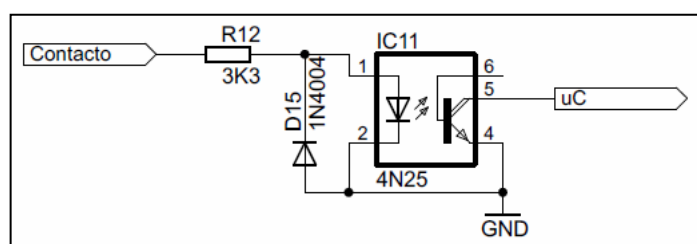


Figura 5.4: Interfaz para adquisición de señal de ignición

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

5.1.2. SUBSISTEMA DE PROCESAMIENTO Y CONFIGURACIÓN.

5.1.2.1. MICROCONTROLADOR ATMEGA324P

Dentro de este microprocesador se encuentra el firmware el cual se encarga del procesamiento de la información. Al adquirir todas las señales discretas externas, manipularlos y enviar comandos de forma adecuada a los diferentes dispositivos (interface de potencia, móduloGSM, PICUSB), el microcontrolador permite la configuración de parámetros del firmware,

activación/desactivación de elementos electrónicos y el envío remoto de comandos.

5.1.2.1.1. CONEXIÓN DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA324P.

La siguiente tabla resume el destino de conexión de cada uno de los pines del microcontrolador. Define además si son entradas o salida, y señales análogas o digitales.

Tabla 5.2. Pin out ATMEGA324P

NOMBRE		PIN	E/S	A/D	FUNCIÓN / OBSERVACIÓN
PORTA	PA0/ADC0	40	E	D	SALIDA COLUMNA 1 TECLADO MATRICIAL
	PA1/ADC1	39	E	D	SALIDA COLUMNA 2 TECLADO MATRICIAL
	PA2/ADC2	38	E	D	SALIDA COLUMNA 3 TECLADO MATRICIAL
	PA3/ADC3	37	-	-	-
	PA4/ADC4	36	S	D	ENTRADA FILA 1 TECLADO MATRICIAL
	PA5/ADC5	36	S	D	ENTRADA FILA 2 TECLADO MATRICIAL
	PA6/ADC6	34	S	D	ENTRADA FILA 3 TECLADO MATRICIAL
	PA7/ADC7	33	S	D	ENTRADA FILA 4 TECLADO MATRICIAL
PORTB	PB0/T0	1	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I1 DEL IC ULN2803A / BLOQUEA SEGUROS DE PUERTAS
	PB1/T1	2	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I2 DEL IC ULN2803A / DESBLOQUEA SEGUROS DE PUERTAS
	PB2/INT2	3	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I3 DEL IC ULN2803A / SALIDA AUXILIAR 1
	PB3/OC0A	4	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I4 DEL IC ULN2803A / SALIDA AUXILIAR 2
	PB4/OC0B	5	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I5 DEL IC ULN2803A / GUIAS
	PB5/MOSI	6	S	D	ACTIVA / DESACTIVA I6 DEL IC ULN2803A / CLAXON

	PB6/MISO	7	S	D	ACTIVA / DESACTIVA 17 DEL IC ULN2803A / RELÉ BOMBA DE COMBUSTIBLE
	PB7/SCK	8	S	D	CONTROLA 18 DEL IC ULN2803A / LED DE ESTADO DE ALARMA
PORTC	PC0/SCL	22	E	D	SEÑAL / ALIMENTACIÓN DE BATERÍA PRINCIPAL
	PC1/SDA	23	E	D	SEÑAL DE CONTACTO EN SWITCH PRINCIPAL
	PC2/TCK	24	E	D	SEÑAL DE MASA DE ENTRADA AUXILIAR
	PC3/TMS	25	E	D	ALIMENTACIÓN BATERÍA AUXILIAR
	PC4/TDO	26	-	-	-
	PC5/TDI	27	-	-	-
	PC6/TOSC1	28	-	-	-
	PC7/TOSC2	29	-	-	-
PORTD	PD0/RXD0	14	E	D	COMUNICACIÓN TTL TRANSCEPTOR MAX232
	PD1/TXD1	15	S	D	COMUNICACIÓN TTL TRANSCEPTOR MAX232
	PD2/RXD1	16	E	D	COMUNICACIÓN MULTIPLEXOR 4051N
	PD3/TXD1	17	S	D	COMUNICACIÓN PIC 18F2550 USB
	PD4/OC1B	18	S	D	CONTROL MULTIPLEXOR 4051N
	PD5/OC1A	19	S	D	BASE TRANSISTOR Q2 DE ALIMENTACIÓN PIC 18F2550 USB
	PD6/OC2B	20	-	-	
	PD7/OC2A	21	-	-	

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.1.2.2. TRANSCEPTOR MAX232.

El sistema se implementó sobre RS232 debido a la disponibilidad de transceptores en el mercado local. Estos circuitos integrados no hacen más que cambiar la capa física de la comunicación entre los dos micro controladores,

desde niveles TTL (0 – 5V) hasta niveles bipolares comprendidos entre +12V y 0V, respectivamente.

Son dos las razones para utilizar esta tecnología:

- Al trabajar con voltajes más diferenciados (alrededor de 12V entre los dos niveles lógicos), la comunicación entre los módulos se hace menos susceptible a posibles inserciones de bits errados, provocados por la interferencia electromagnética existente en el automóvil.
- Las comunicaciones bajo estándar RS232 son altamente difundidas entre los sistemas computacionales, lo que hace a los dos módulos que conforman el sistema, fácilmente accesibles y compatibles con computadores y asistentes personales

Como se puede observar en la figura, el circuito integrado MAX232, IC5, tiene conexión directa con capacitores de 10uF, según lo recomendado por el fabricante. Las líneas del puerto UART del microcontrolador (Rx y Tx) se conectan en los pines 12 y 11 respectivamente. Las mismas líneas corresponden a los pines 13 y 14 pero con niveles de voltaje correspondientes al protocolo RS232 el cual es necesario para la comunicación con el módulo GSM.

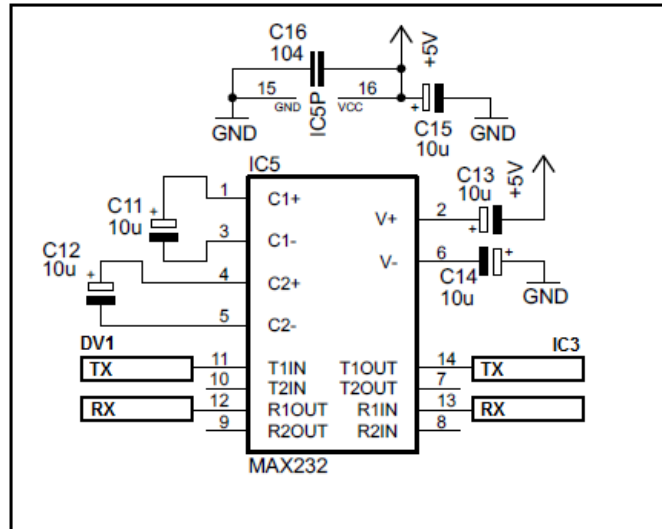


Figura 5.5. Diagrama esquemático TRANSCEPTOR MAX232

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

5.1.2.3. MULTIPLEXOR 4051N.

A pesar de que el micro controlador ATMEGA324 posee 2 puertos UART, debido a los requerimientos del sistema, este se debe conectar con 3 dispositivos por lo cual fue necesario utilizar un multiplexor que comunique dos dispositivos a un solo puerto.

Los dispositivos que usaran la comunicación a través del multiplexor son el GPS y la comunicación de configuración por consola USB.

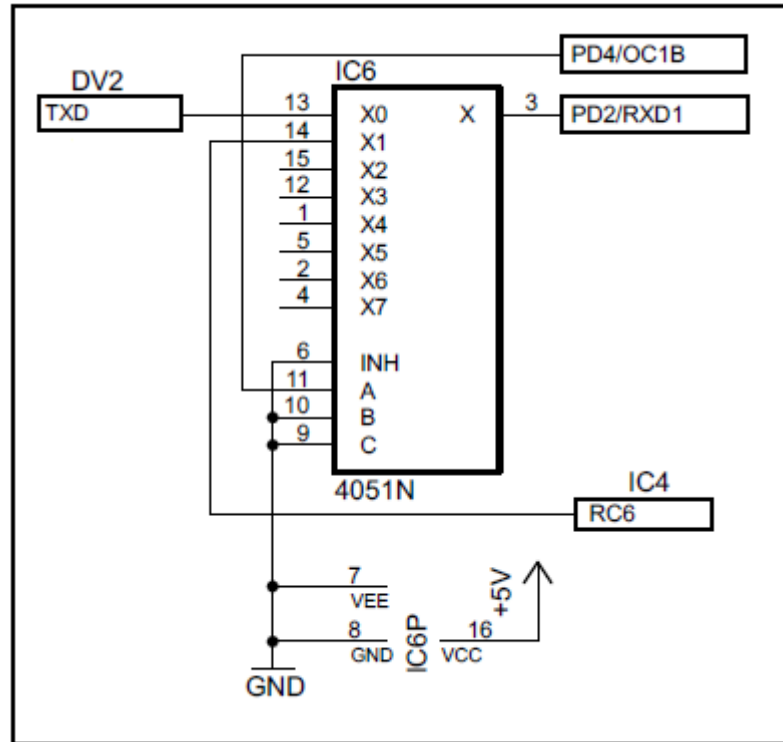


Figura 5.6. Diagrama esquemático MULTIPLEXOR 4051N.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.1.2.4. PIC 18F2550 (CONEXIÓN Y CONFIGURACIÓN USB).

Ya que este sistema necesita ser configurado en algunos parámetros, se utilizó este PIC debido a su propiedad de comunicar al micro controlador y configurar su firmware a través del protocolo USB usando un computador portátil normal.

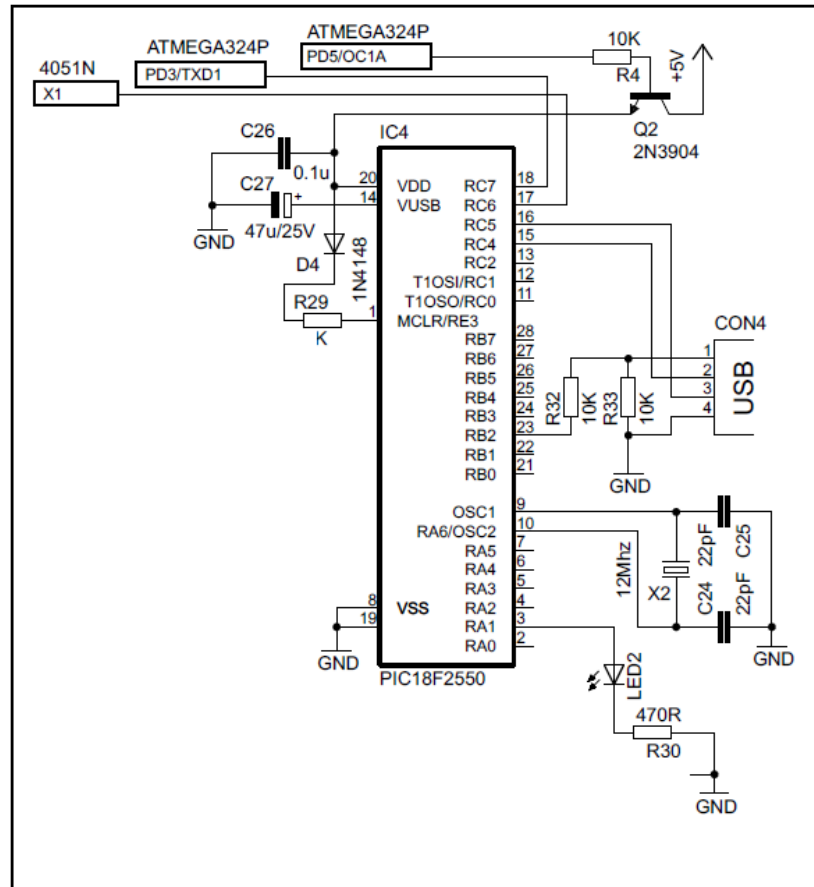


Figura 5.7. Diagrama esquemático PIC 18F2550.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Podemos observar que el PIC está conectado a LED2 el cual permanecerá encendido durante el tiempo que este activa la conexión USB con el ordenador, la multiplexación que permite realizar esta comunicación del micro controlador con el ordenador se activa a través de una orden del micro controlador (PD4/OC1B) el cual cambia la comunicación del GPS con la del protocolo USB para realizar la comunicación. El PIC USB está conectado al multiplexor al igual que el GPS pero es el micro controlador quien decide quién debe estar comunicado dependiendo de la acción que se esté realizando (recepción de datos GPS o configuración por protocolo USB).

5.1.2.5. TECLADO MATRICIAL.

Este instrumento lo escogimos ya que se encuentra en cualquier establecimiento electrónico y nos permite introducir los códigos de desbloqueo y el código de configuración por USB.

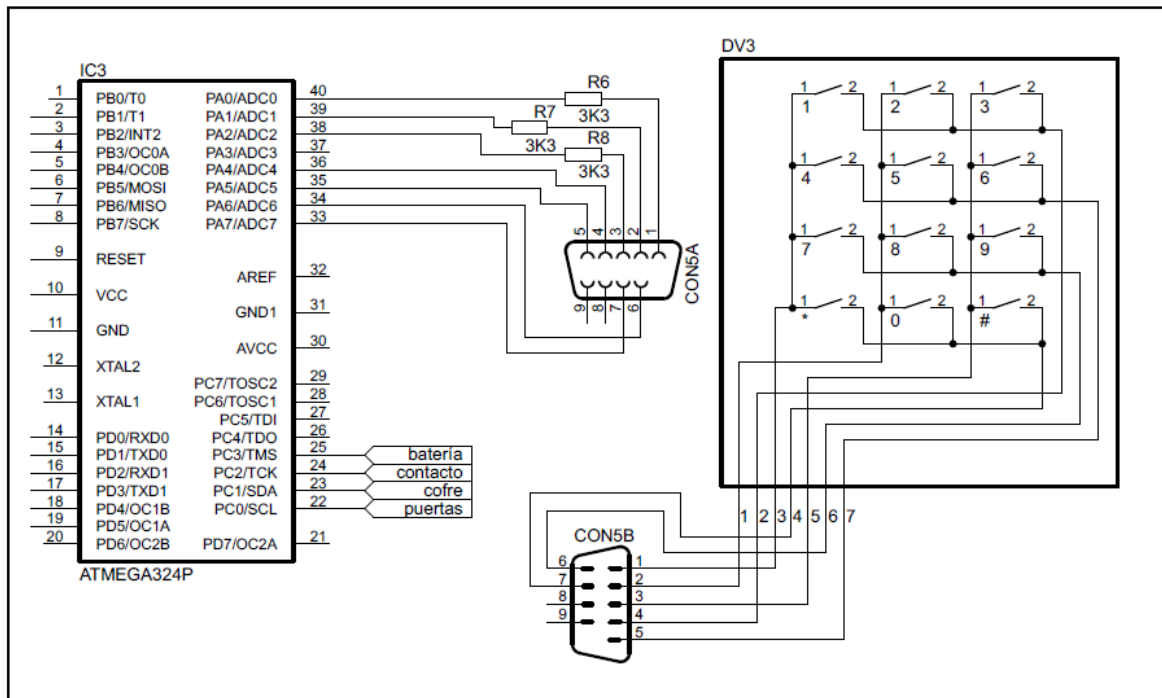


Figura 5.8. Diagrama esquemático teclado matricial.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Como podemos observar en el grafico el teclado (DV3) se conecta al micro controlador a través del conector CON5 lo que hace posible su conexión y desconexión segura sin dañar el hardware.

5.1.2.6. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN VÍA USB.

Mediante un programa guardado en la memoria del microprocesador, la velocidad máxima, el código de seguridad, el teléfono, las coordenadas de la limitante geográfica y el permiso para enviar mensajes son los parámetros que

por medio de la consola de configuración se pueden cambiar conectando el módulo al ordenador a través de HyperTerminal.

Para logra la comunicación se debe conectar el dispositivo al ordenador y logra que este detecte el módulo.

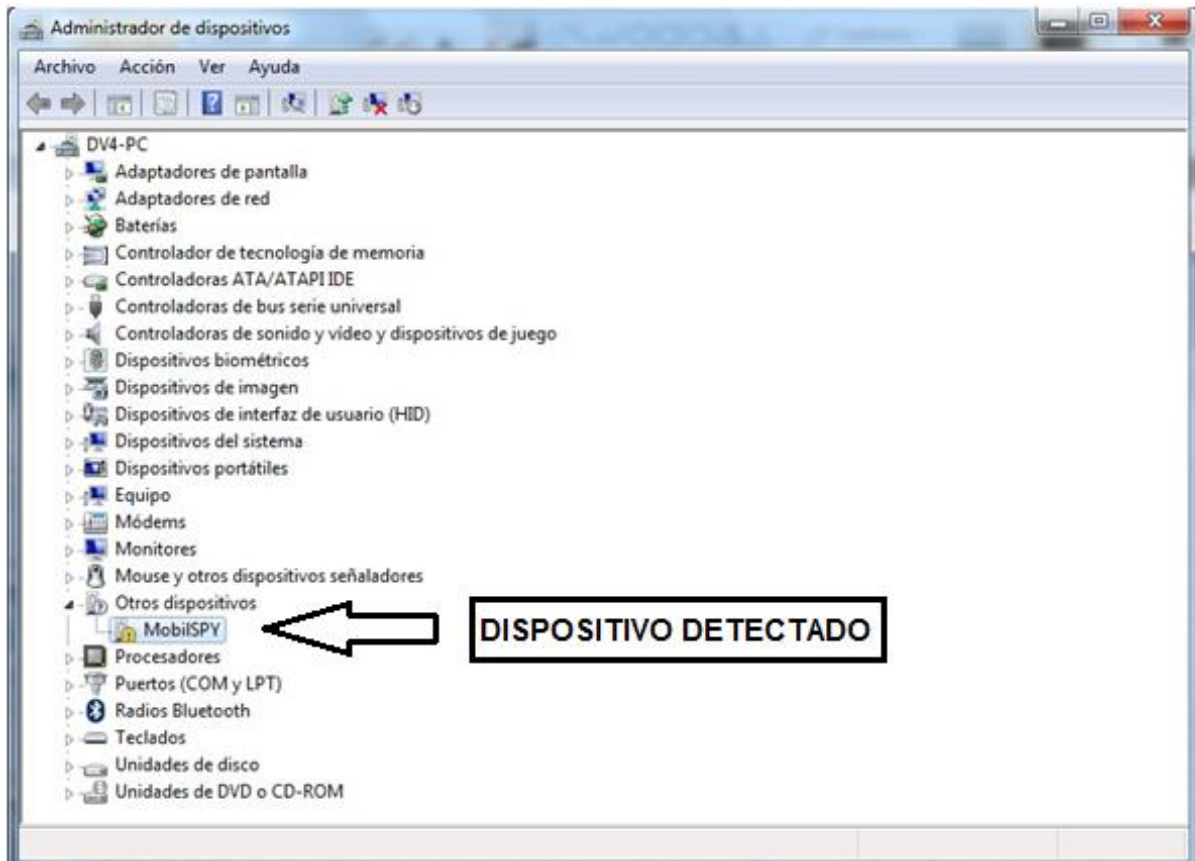


Figura 5.9. Detección del módulo por el ordenador.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

El controlador de la consola del módulo se puede instalar en el sistema operativo VISTA SEVEN mediante la instalación de su controlador.

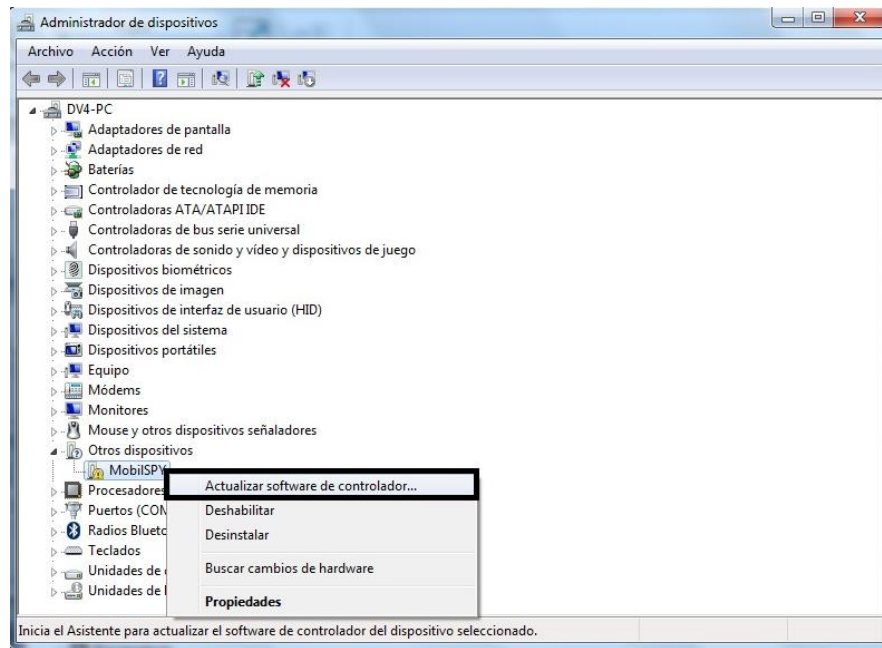


Figura 5.10. Actualización de controlador.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

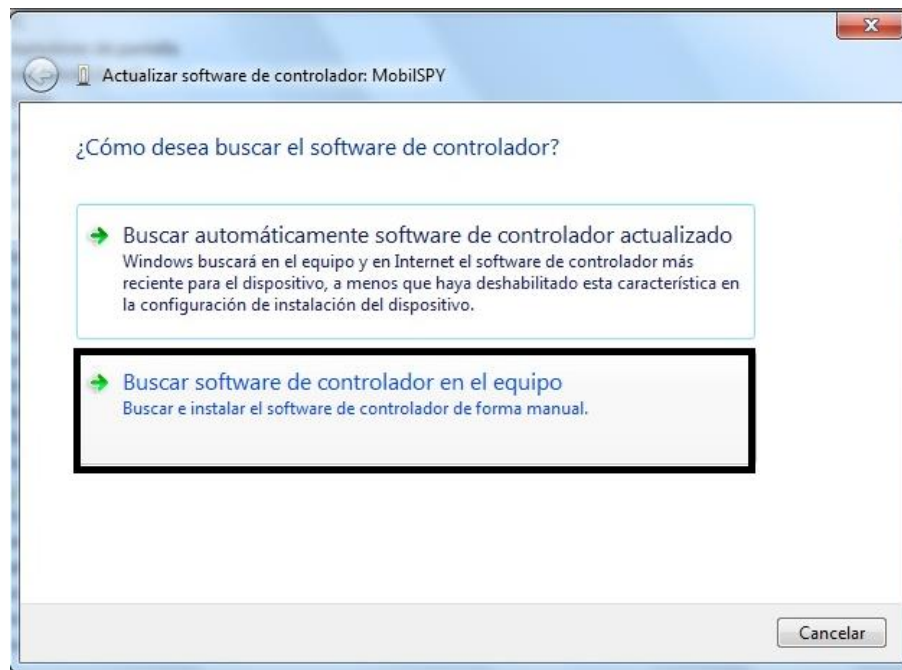


Figura 5.11. Método de búsqueda del controlador.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

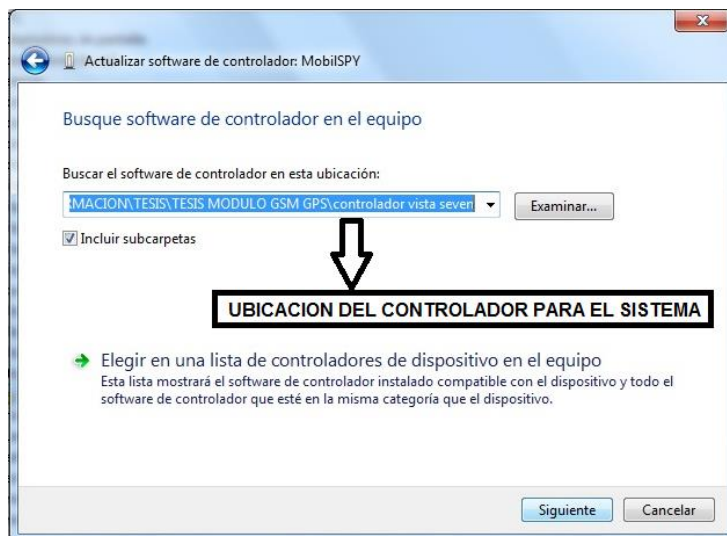


Figura 5.12. Ingreso de ubicación del controlador en el equipo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

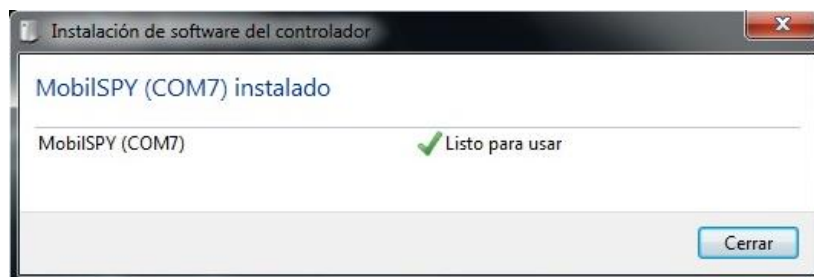


Figura 5.13. Anuncio de finalización del proceso de instalación del controlador.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.1.4.6.1. HYPERTERMINAL

HyperTerminal es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos: sitios Telnet, sistemas de boletines electrónicos (BBS), servicios en línea y equipos host, mediante un módem, un cable de módem nulo o Ethernet. Se puede utilizar HyperTerminal con un servicio de boletín electrónico para tener acceso a información de equipos al igual que es un medio útil para configurar y probar el módem o examinar la conexión con otros sitios.

HyperTerminal graba los mensajes enviados o recibidos por servicios o equipos situados al otro extremo de la conexión. Por esta razón, puede actuar como una valiosa herramienta para solucionar problemas de configuración y uso del módem. Para confirmar que el módem está bien conectado o ver su configuración, se puede enviar comandos a través de HyperTerminal y ver los resultados. Ofrece la funcionalidad de desplazamiento, que le permite revisar el texto recibido que sobrepase el espacio de la pantalla.

Sirve también para transferir archivos grandes de un equipo a un equipo portátil a través del puerto serie, en lugar de realizar la configuración del portátil en una red.

Se puede utilizar HyperTerminal para ayudar a depurar el código fuente desde un terminal remoto. También puede utilizar para comunicarse con los equipos antiguos basados en caracteres.

Por las razones antes mencionadas se decidió usar el HyperTerminal como consola para configurar el sistema embebido que se ha desarrollado en el presente proyecto.

5.1.4.6.2. CONFIGURACIÓN DEL HYPERTERMINAL

Para comenzar la configuración, diríjase al botón de Inicio y seleccione:

Programas - Accesorios - HyperTerminal.

Al presentarse la pantalla como la que se muestra en la Figura 3.25, en el campo **Nombre**, escriba el nombre con el que desea identificar la sesión y oprima el botón de **Aceptar**.



Figura 5.14. Descripción de la conexión.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

En el campo **Conectar usando**, se selecciona el puerto de comunicación (Com) en donde se encuentra el módem instalado, como se muestra en la Figura 3.26, oprima el botón **Aceptar**.

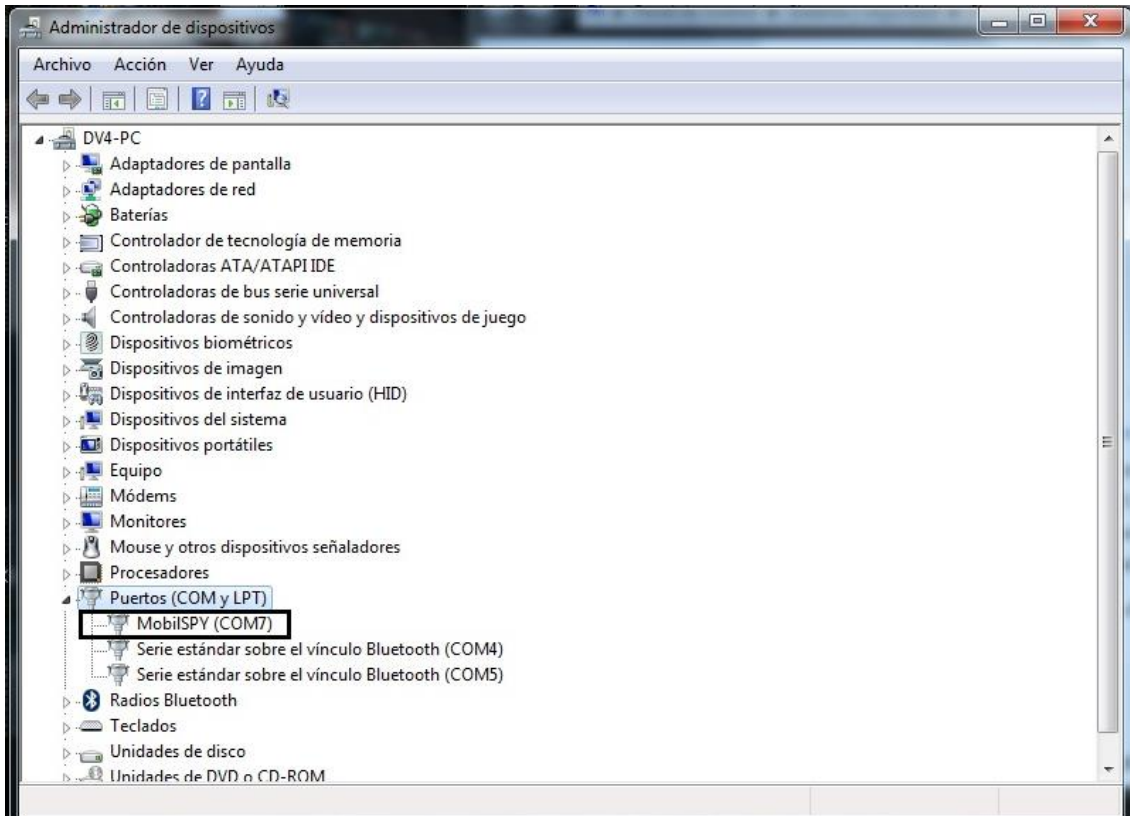


Figura 5.15: Verificación del puerto Com a usar

Elaborado por: Reyes Juan, Huertas Mario

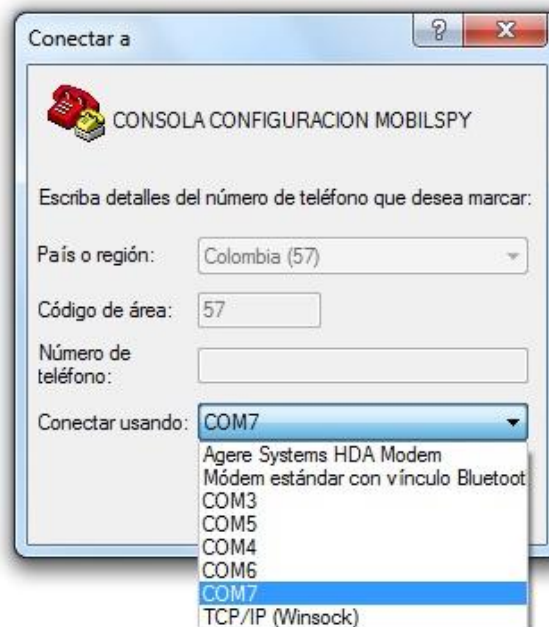


Figura 5.16: Elección del puerto Com a usar

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Las propiedades del puerto (Com x) deben configurarse de manera que se sincronicen con el sistema embebido con el que se está conectando, con los valores ingresados mostrados en la Figura 3.27; éstos son los valores idóneos para establecer la comunicación del puerto Serial RS 232 al USB. En esta pantalla oprima el botón de **Aceptar**.

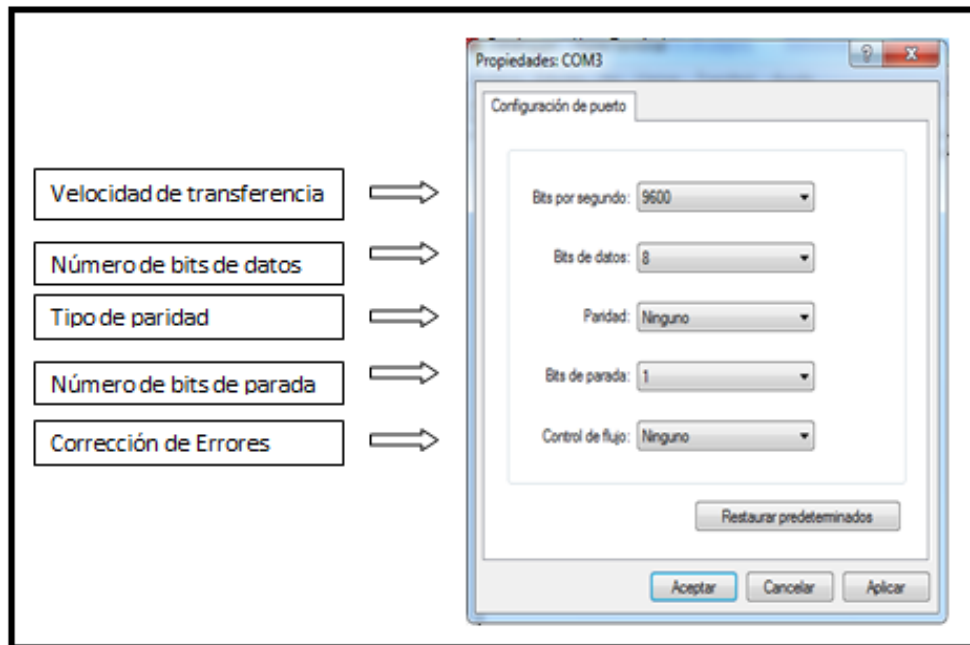


Figura 5.17. Configuración del puerto Com

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

En la pantalla empezará a titilar el cursor, como se observa en la Figura 3.28; aquí se deberá escribir los comandos a usar, al igual que se podrá leer los datos recibidos del otro extremo del puerto conectado.

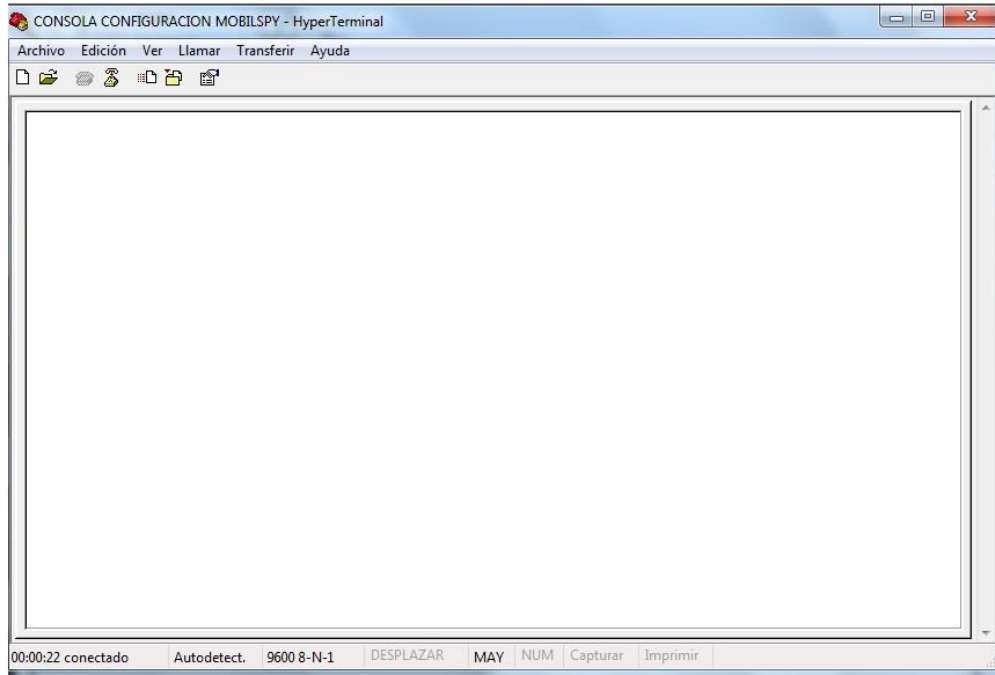


Figura 5.18. Pantalla de escritura

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

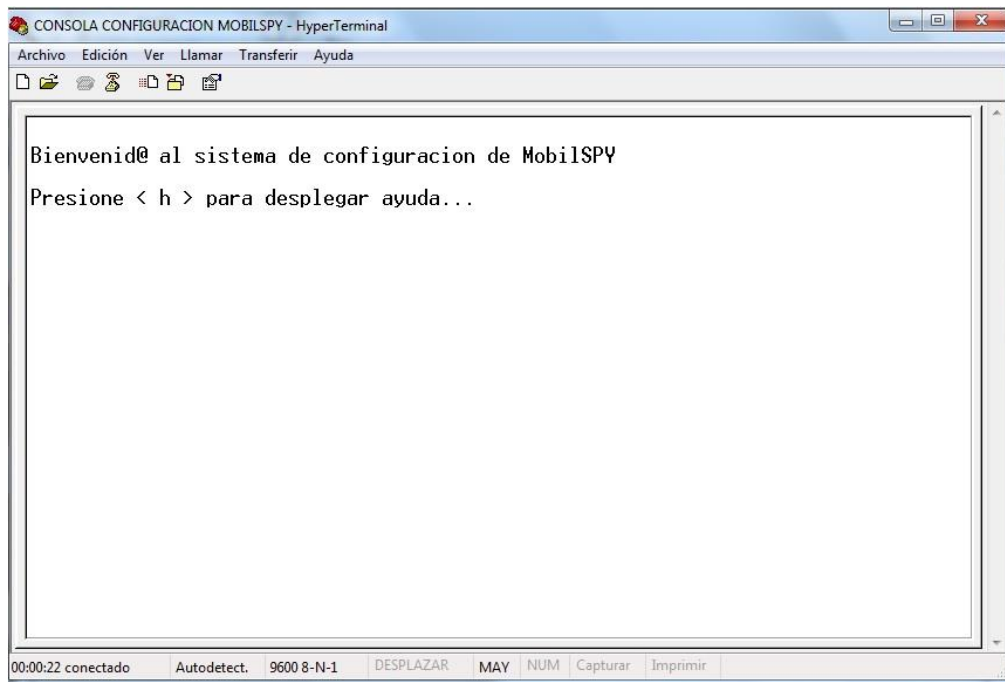


Figura 5.19. Pantalla inicial de la consola de configuración.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Para poder visualizar correctamente lo que el usuario escribe se deben habilitar ciertos parámetros de configuración del puerto Com del HyperTerminal haciendo click en **Archivo- Opciones**.

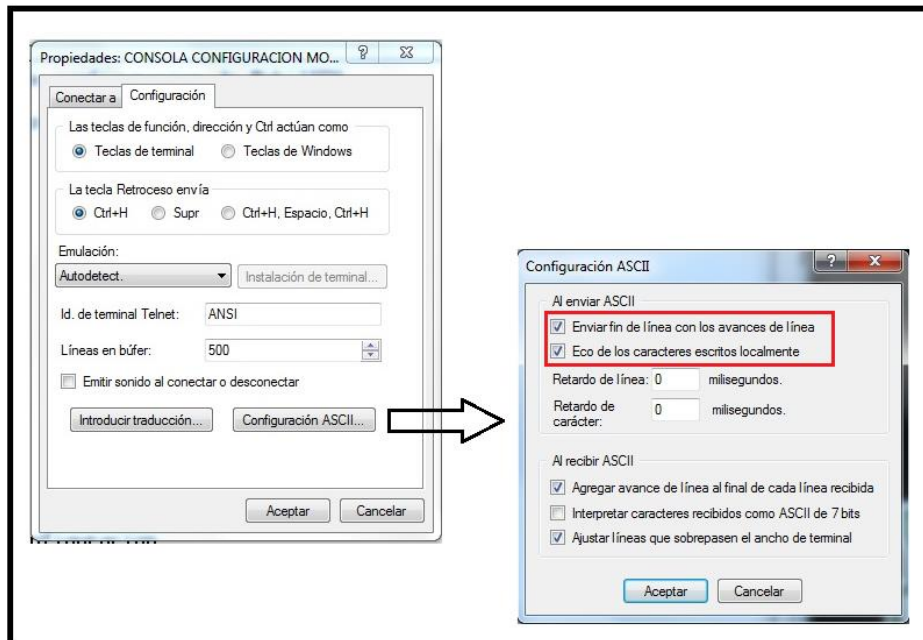


Figura 5.20. Propiedades de HyperTerminal.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

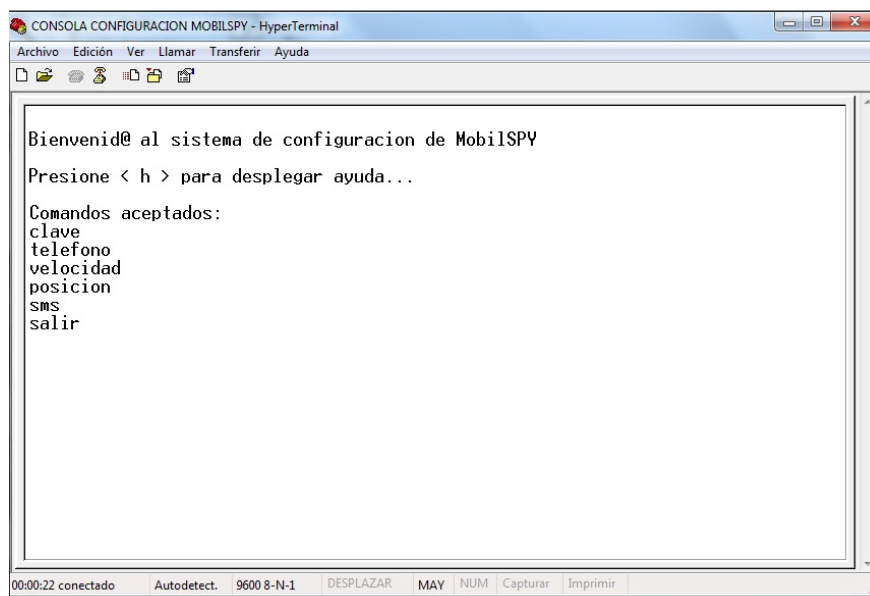


Figura 5.21. Pantalla con lista de comandos de configuración.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.1.3. SUBSISTEMA DE RESPUESTA.

5.1.3.1. RELEVADORES DE ESTADO SOLIDO.

Los relevadores de estado sólido le permiten al mecanismo tener la corriente necesaria para manejar los relés electromecánicos que a la vez, conmutarán los distintos sistemas eléctricos del automóvil.

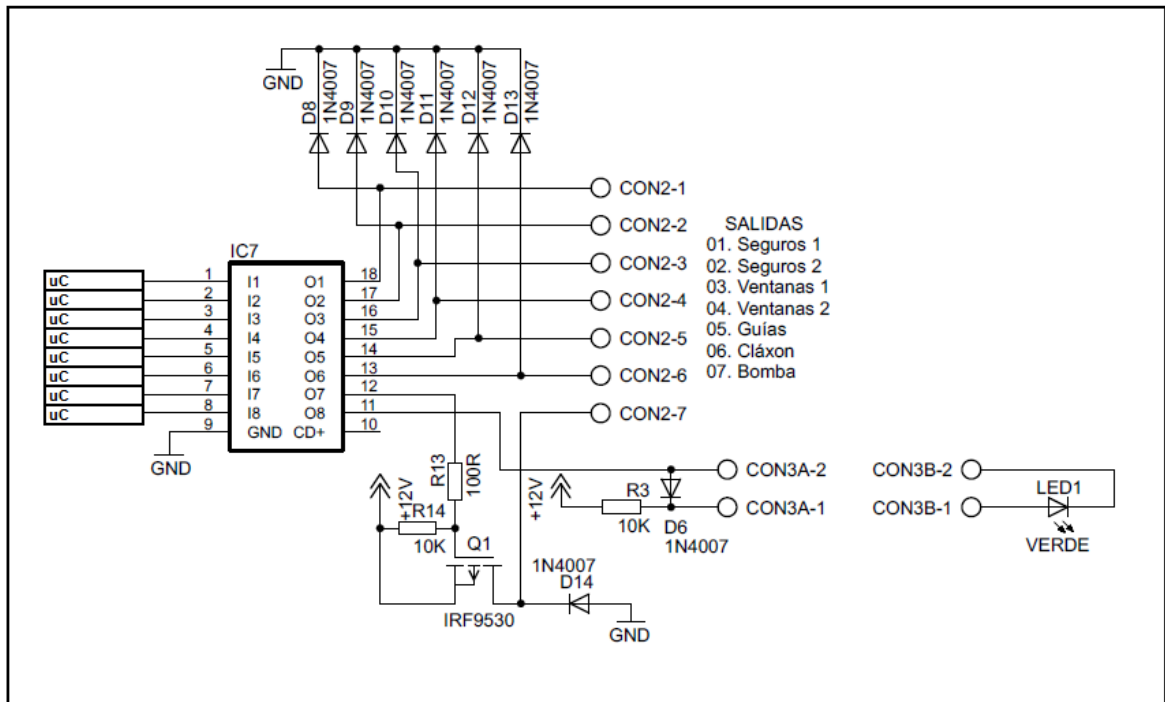


Figura 5.22. Diagrama esquemático relevadores estado sólido.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Si bien las interfaces proporcionan corriente aceptable, se usan únicamente para activar las bobinas de los relevadores electromecánicos. Esto se debe a que no es aconsejable que un semiconductor permanezca largos períodos de tiempo suministrando potencia considerable. La corriente nominal de consumo de un relé es de 150mA versus los 4A que podría suministrar cada relevador electromecánico.

5.1.4. ALIMENTACIÓN DEL SISTEMA

La tensión de alimentación se obtiene de la batería del automóvil, se filtra y se aplica regulada al resto del circuito. La fuente convierte el voltaje de casi 14V de entrada en una tensión constante de 5.0V.

En la figura 3.19 la fuente de alimentación consta de un rectificador (D3, D1), una protección por sobretensión (R1, D2), un filtro de interferencias (C1, C2, C3, C4), un regulador lineal fijo de 9V (IC1) y un regulador variable calibrado a 5V (IC2).

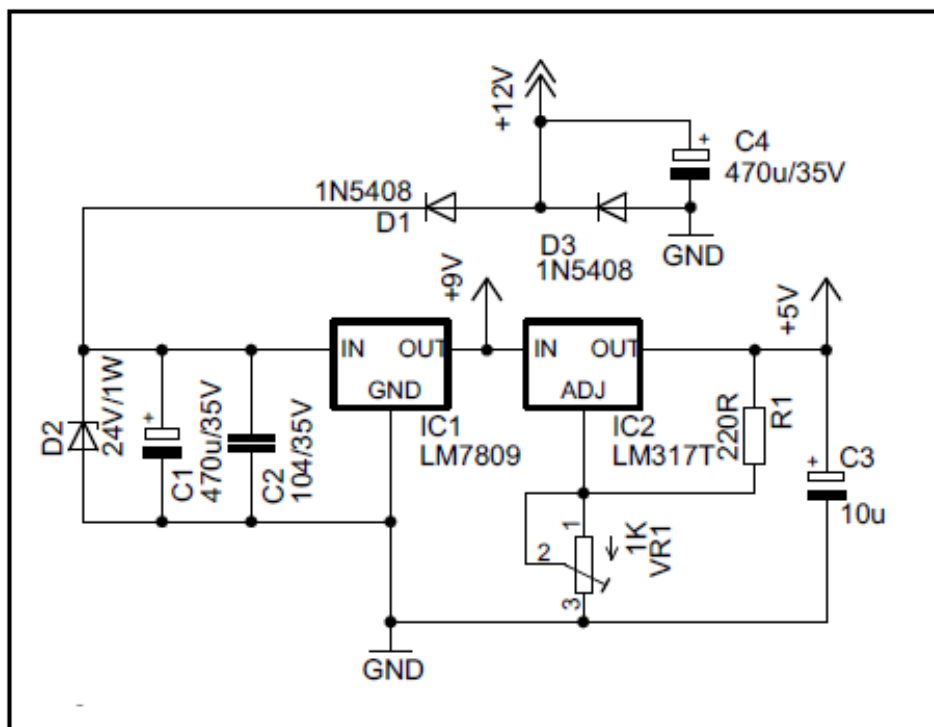


Figura 5.23. Alimentación del sistema.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

El rectificador recorta picos negativos de voltaje y protege al circuito cuando por error, se invierte la polaridad de la batería. Si esto sucede, el fusible F1 se destruye y el módulo se bloquea. De allí que la corriente nominal del fusible es la misma que del diodo D3 (2A).

La resistencia R1 y el Zener D2, resguardan el circuito de sobrevoltajes instantáneos. Estos pueden escaparse desde el alternador cuando se quita contacto del motor.

La regulación se hace en etapas: primero se regula a 9V y luego a 5V simultáneamente. De esta manera, la caída de voltaje de 9V (considerando un voltaje de entrada de 14V), se disipa en algunos integrados. Así, los reguladores de voltaje se calientan menos.

La ecuación 5.2, extraída y adaptada desde la hoja de datos del LM317T, indica el voltaje de salida obtenido en IC2 con la configuración de resistencias R2 y VR1.

$V_{regulación} \cong \frac{R_2 + VR_1}{R_2} \cdot (1.25V)$	Ecuación 5.2: Voltaje de salida en regulador variable LM317
---	---

$$V_{regulación} \cong \frac{220\Omega + 660\Omega}{220\Omega} \cdot (1.25V) = 5.0V$$

La corriente que pueden suministrar los reguladores según las hojas de datos, es de máximo 1A. Este valor es suficiente para satisfacer las necesidades de potencia del circuito.

5.2. *DIAGRAMA ESQUEMÁTICO GENERAL.*

El diagrama esquemático general agrupa a todos los circuitos estudiados, más ciertos componentes de igual importancia como son los condensadores de desacople. Así se evita que corrientes parásitas afecten a los dispositivos. Además se incluyen conectores necesarios en su implementación física.

Se ha dividido al sistema en dos partes, el módulo maestro y el esclavo. Por tanto existen dos diagramas esquemáticos. Estos se muestran en el anexo A.

5.3. *DISEÑO DE LAS PLACAS DEL CIRCUITO IMPRESO.*

El diseño de las placas se realizó cuidando que los circuitos de potencia estén lo suficientemente lejos del micro controlador. Además, dibujando los condensadores de desacople lo más cerca posible a los integrados. Todo esto para disminuir interferencias. Se pueden apreciar los PCBs en el anexo B.

5.4. *DESCRIPCIÓN DEL FIRMWARE.*

5.4.2. *FIRMWARE DEL MICROCONTROLADOR*

Dado que la naturaleza del presente trabajo de tesis no se enmarca en la electrónica sino en la ingeniería automotriz, se describen de manera general los algoritmos usados en el micro controlador.

5.4.2.1. PROGRAMA PRINCIPAL.

El programa empieza con la inicialización de pines, activación e inicialización de módulos GPS y GSM, el led principal permanece encendido durante el tiempo de inicialización cerca de 15 segundos. Luego este led empieza a parpadear indicando el estado armado de la alarma, en este modo el relé de la bomba permanece abierto para evitar el encendido del vehículo y el usuario debe ingresar el código de acceso. Si el código es correcto, el led se apaga y el relé de la bomba de combustible se activa, si no lo es el dispositivo espera 15 segundos después de los cuales entra en modo alarmado. Por otro lado, si el dispositivo esta en modo desbloqueado y el usuario presiona el botón de bloqueo (#), el dispositivo regresa al estado alarmado de la alarma y será necesario introducir el código de desbloqueo.

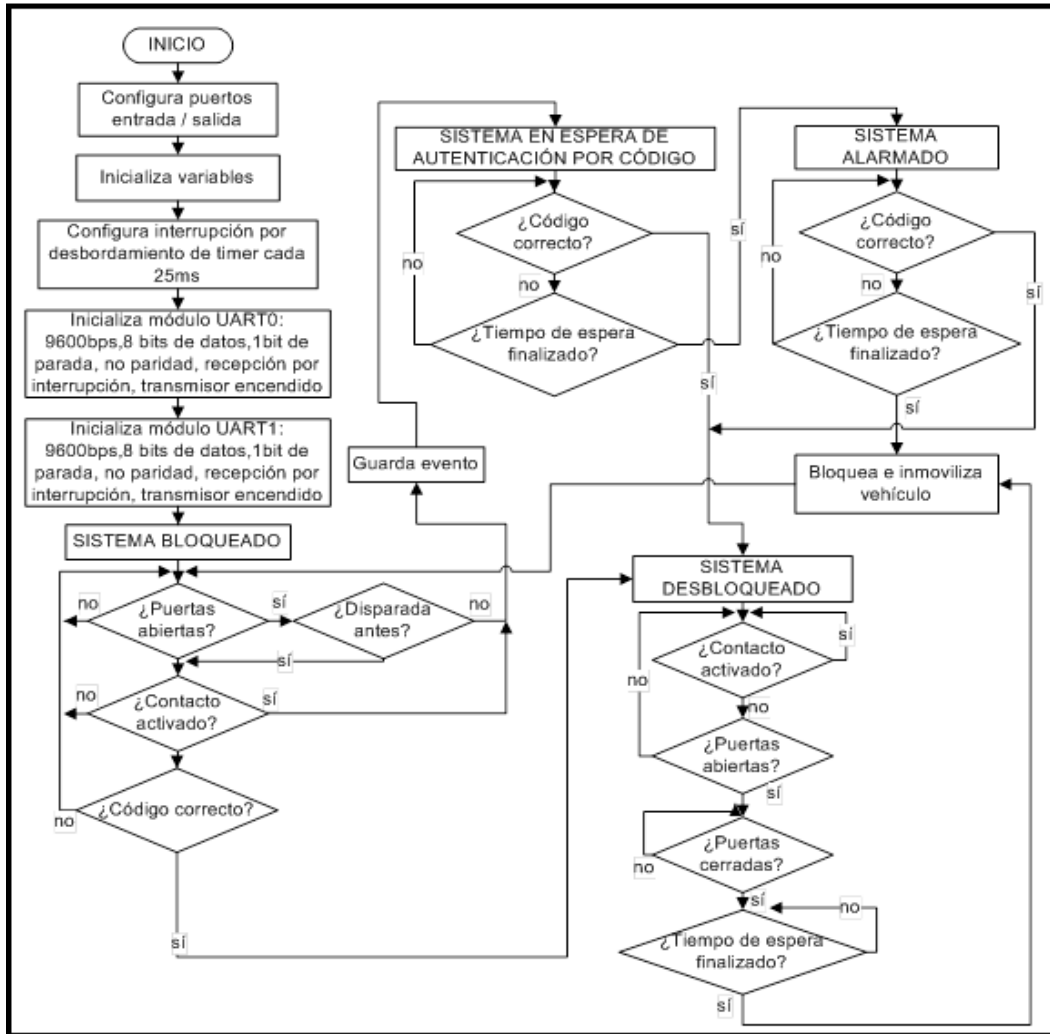


Figura 5.24. Diagrama de flujo del programa principal.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.4.2.2. SISTEMA DE ALARMA

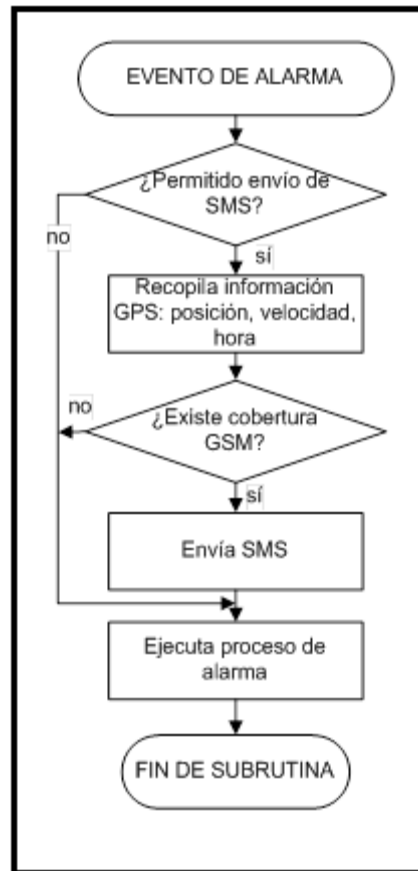


Figura 5.25. Diagrama de flujo del sistema de alarma
Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.4.2.3. SISTEMA ARMADO.

Cuando el sistema está armado no permite el encendido del vehículo ya que el relé de la bomba está abierto, adicionalmente está conectado al contacto de modo que si estando armado el dispositivo y se intenta prender el vehículo, se deberá introducir el código de desbloqueo o de lo contrario el dispositivo entrara en sistema alarmado, al igual que si se abre una de las puertas.

El sistema en su modo alarmado tiene la posibilidad de enviar un mensaje de texto SMS en el momento que estos siguientes eventos se presenten:

- Apertura de puertas
- Switch principal en contacto

La alarma envía el mensaje y enciende de forma repetida los siguientes accesorios del vehículo:

- Claxon
- Luces
- Direccionales

Estos accesorios permanecerán accionados repetidamente hasta que se introduzca el código de desbloqueo o transcurra un minuto.

5.4.2.4. SISTEMA DESARMADO.

Cuando el sistema esta desarmado se puede encender el vehículo ya que el relé de la bomba permanecerá activado y, este puede enviar SMS si los siguientes eventos se presentan:

- Sobrepaso de velocidad máxima establecida.
- Abandono de límites geográficos establecidos
- Petición de información sobre velocidad, posición global y hora
- Botón auxiliar activado

El sobrepaso de velocidad es el único evento que, en estado desarmado envía un SMS alertando de este evento y actúa sobre el vehículo abriendo el relé de la bomba de combustible, logrando que el motor no combustione más e impida

su incremento de velocidad. Este relé se re-activara una vez la velocidad se disminuya en 10 kph en base al límite establecido.

En cualquiera de los modos armado/desarmado, el vehículo está facultado para recibir SMS los cuales ordenaran al dispositivo que ejecute algunas órdenes desde cualquier celular si se antecede el código de seguridad de la siguiente manera:

Tabla 5.3. Listado de mensajes de texto.

CÓDIGO DE SEGURIDAD	ORDEN	TEXTO DEL MENSAJE	ACCIÓN
1234	DESBLOQUEO	1234DESBLOQUEO 1234desbloqueo	Des-armara el sistema de alarma
1234	BLOQUEO	1234BLOQUEO 1234bloqueo	Armara el sistema de alarma
1234	PRENDER NEBLINEROS	1234LUCES 1 1234luces 1	Encenderá los neblineros
1234	APAGAR NEBLINEROS	1234LUCES 0 1234luces 0	Apagara los neblineros
1234	ENTRAR AL MODO VALET	1234VALET 1 1234valet 1	Suspenderá el sistema de alarma
1234	SALIR DE MODO VALET	1234VALET 0 1234valet 0	Cancelara la suspensión de la alarma
1234	INFORMAR DEL ESTADO	1234ESTADO 1234estado	El sistema enviara información vía SMS sobre la velocidad, posición del vehículo y la hora.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

5.4.3. SUBROUTINAS ESPECIALES

5.4.3.1. DESBORDAMIENTO DEL TIMER.

El hardware del micro controlador permite configurar prioridad en las interrupciones. Si una de menor importancia está ejecutándose, puede ser interrumpida por otra más relevante.

El módulo TIMER1 está configurado como temporizador (contador sincrónico con la señal del oscilador), con pre-escala de 8.

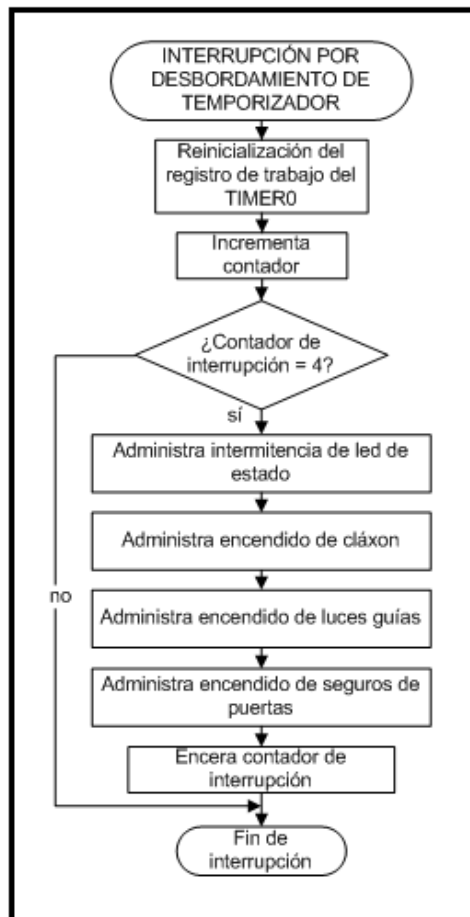


Figura 5.26. Diagrama de flujo de la rutina especial de interrupción del TIMER1

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Teniendo en cuenta al oscilador de 20Mhz y que un ciclo de máquina dura 4 ciclos de reloj, el período de conteo del TIMER1 es de 1.6µseg. En base a este resultado y a que la resolución del temporizador es de 16bits, el tiempo máximo que se puede medir en el desbordamiento del TIMER1, es de 0.104856seg. Lo anterior se resume en los siguientes modelos:

$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{F_{\text{osc}}} \cdot \text{preescala}$	Ecuación 5.3: Período de conteo del TIMER1
---	--

$$T_{\text{conteo}} = \frac{4}{20\text{Mhz}} \cdot 8 = 1.6\mu\text{s}$$

$T_{\text{máx}} = \frac{4}{F_{\text{osc}}} \cdot 65535 \cdot \text{preescala}$	Ecuación 5.4: Temporización máxima obtenida en el TIMER1
--	--

$$T_{\text{máx}} = \frac{4}{20\text{Mhz}} * 65535 * 8 = 0.104856\text{seg}$$

5.4.3.2. PROGRAMA CONTROLADOR DE GPS.

El móduloGPS llamado LEA 5S de U BLOX es un dispositivo que recibe cada segundo la información que envían los satélites GPS. El programa controlador es capaz de tratar la información que necesita para utilizarla en el desempeño del sistema. La información que analiza es:

- Posición
- Velocidad
- Hora

5.4.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROGRAMA CONTROLADOR DE GPS

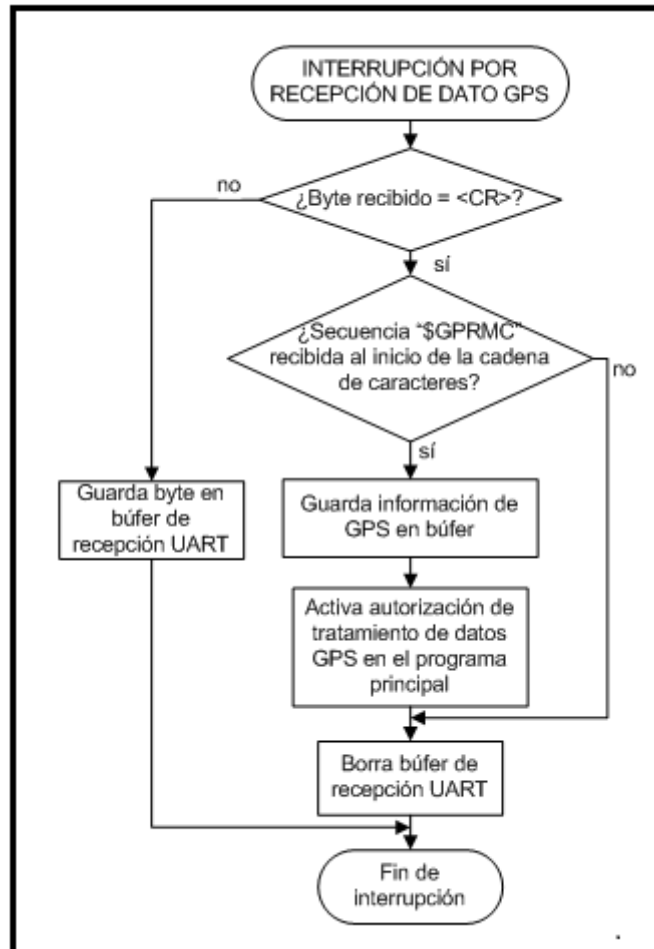


Figura 5.27. Diagrama de flujo del programa controlador de GPS.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

La figura nos muestra la subrutina que usa el programa principal para recibir información de GPS por interrupción.

CAPÍTULO VI

IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.

6.1. MONTAJE FÍSICO DEL SISTEMA.

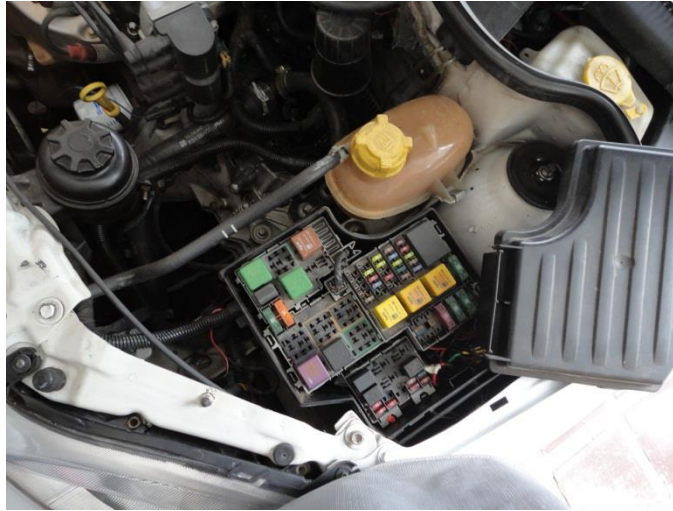


Figura 6.1 Estado inicial de la caja de fusibles

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.2 Estado inicial de la instrumentación.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

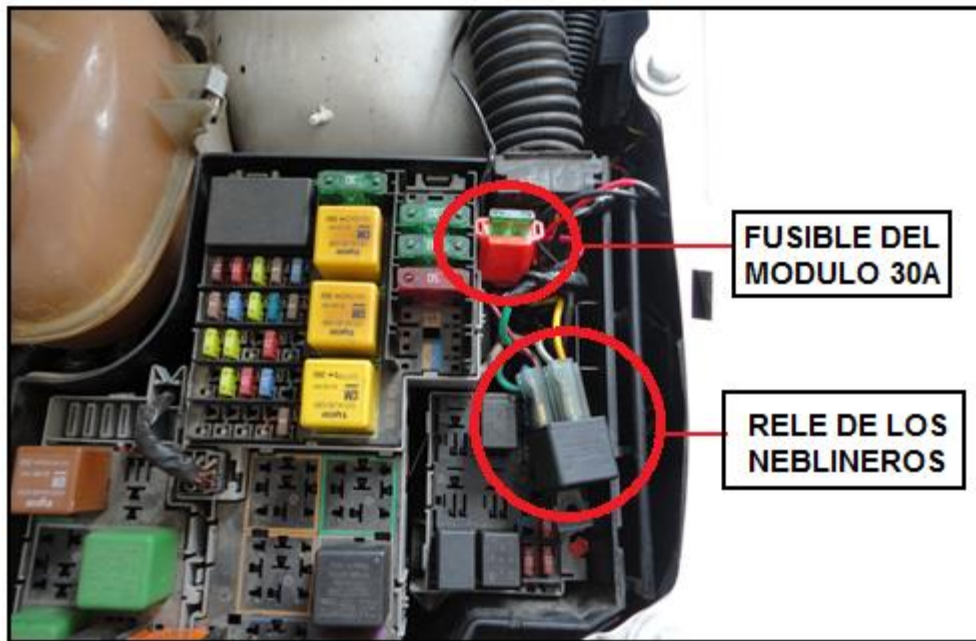


Figura 6.3 Instalación de fusible y relé de los neblineros

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

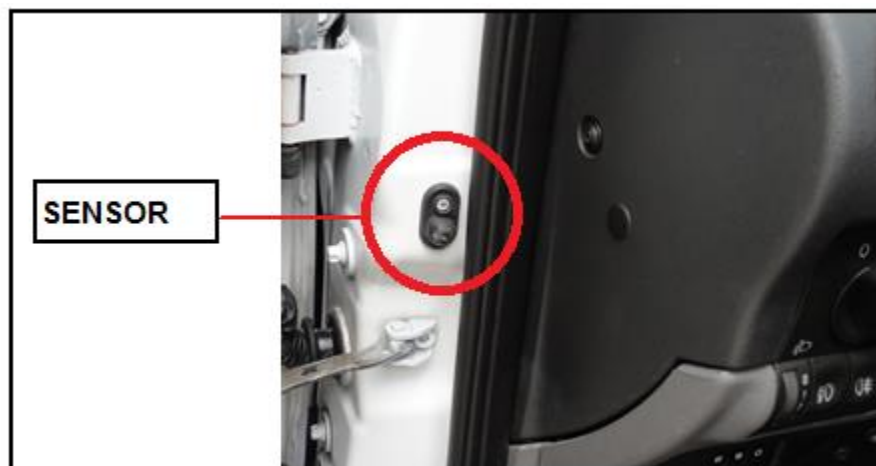


Figura 6.4 Sensor de la señal de las puertas.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

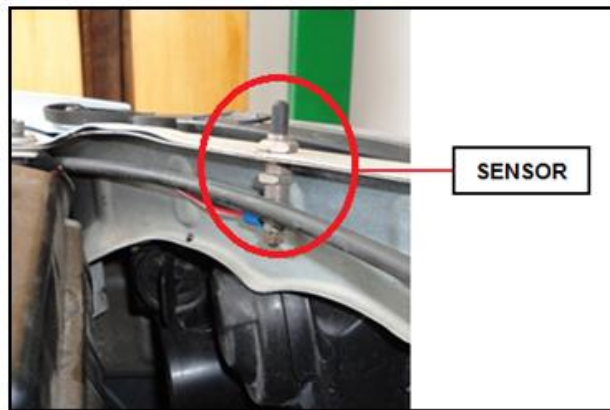


Figura 6.5. Sensor de señal de cofre

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

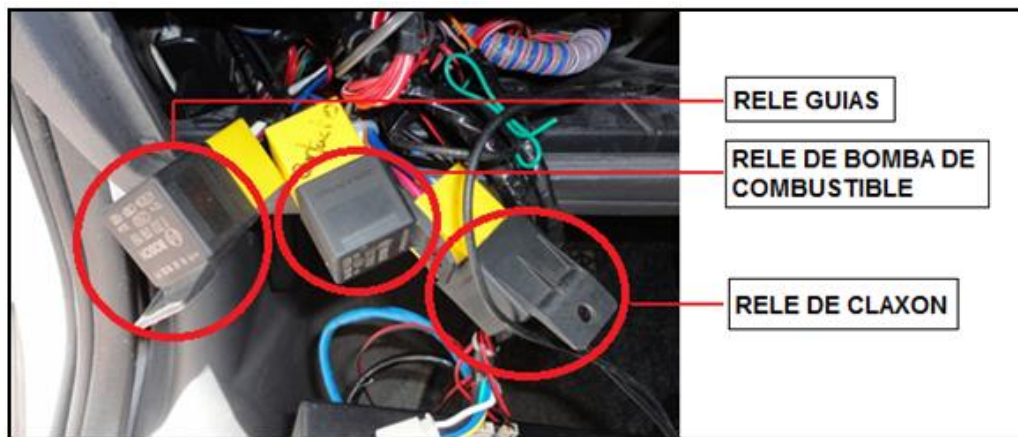


Figura 6.6. Grupo de relés actuadores.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.7. Ubicación del panel de control del módulo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

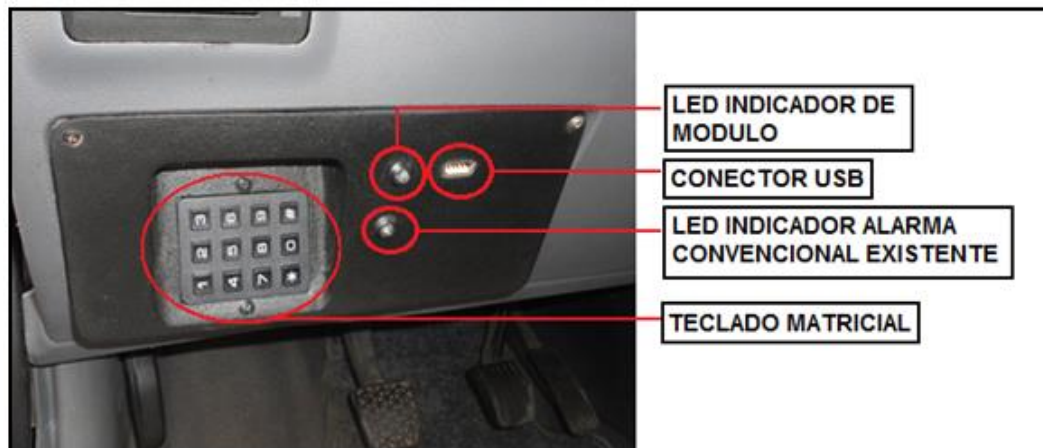


Figura 6.8. Descripción panel de control del módulo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.9. Caja protectora de la instrumentación del módulo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.10. Entrada de señales de antenas GPS y GSM.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.11. Posicionamiento antena GPS.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.12. Posicionamiento antena GSM.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

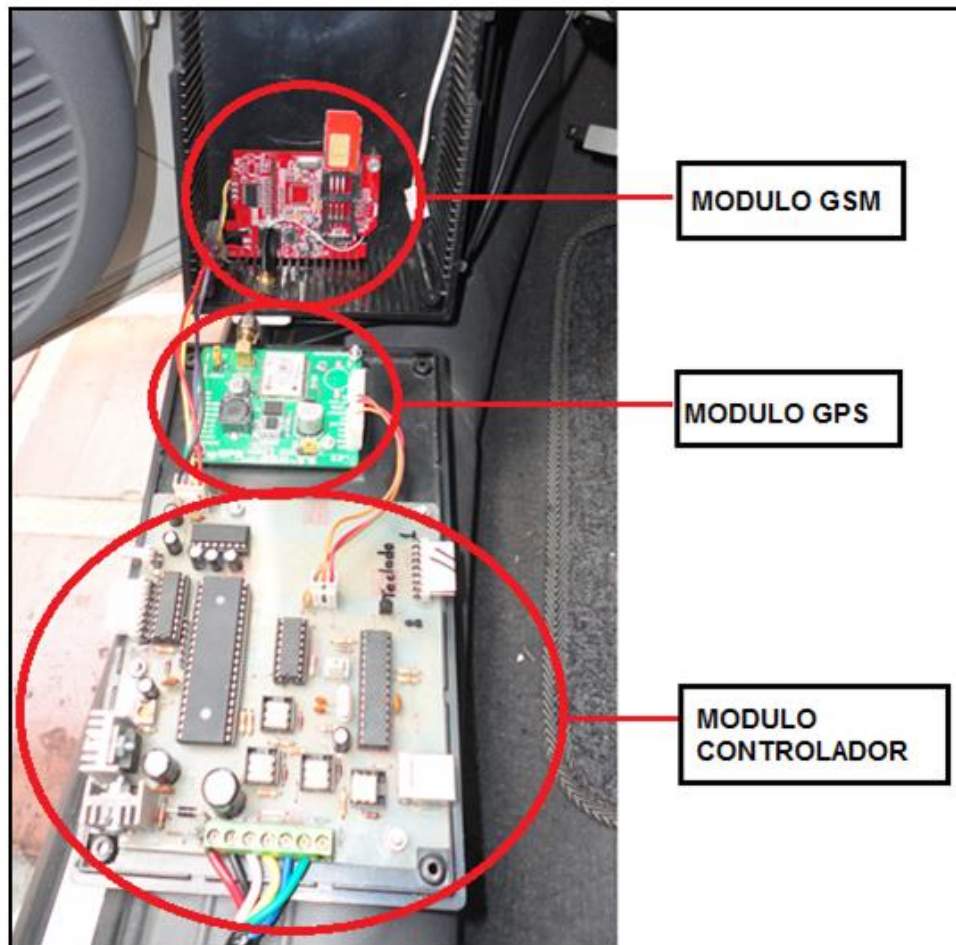


Figura 6.13. Descripción de la instrumentación interna del módulo.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

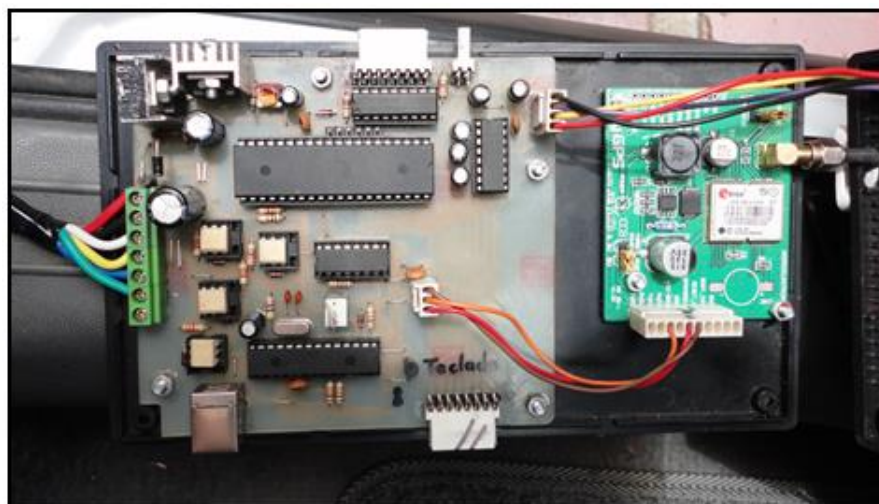


Figura 6.14. Módulo controlador.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

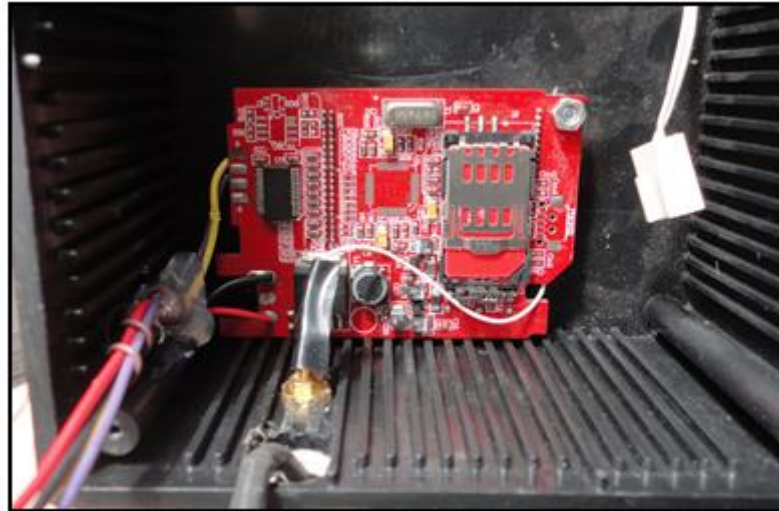


Figura 6.15. Módulo GSM

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

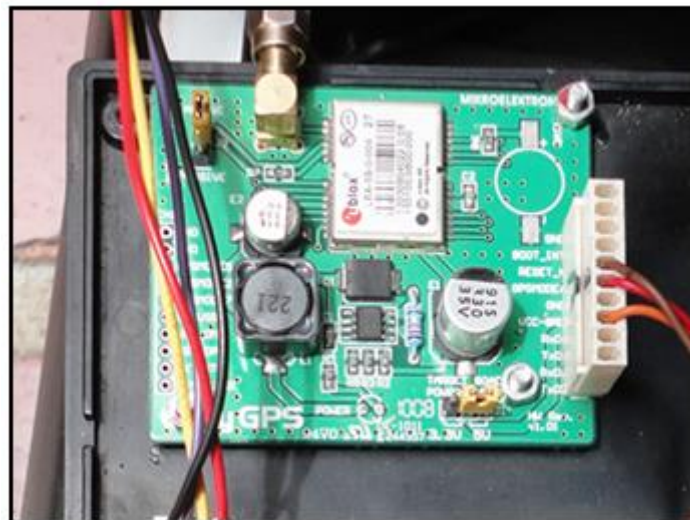


Figura 6.16. Módulo GPS

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

6.2. PRUEBAS.

Se tuvieron que realizar pruebas en firmware y hardware, ya que el proyecto es un prototipo. Las verificaciones más importantes son las siguientes:

- Funcionamiento de las interfaces utilizadas e interacción pertinente de éstas con el micro controlador.

- Comunicación serial dúplex entre el micro controlador y los módulos GPS y GSM, sin bits errados.
- Respuesta correcta de los controladores ante los diferentes comandos manejados en la transmisión / recepción de datos.
- Adecuada recepción de datos del módulo GPS.
- Apropiada entrega de voltaje desde los reguladores lineales hacia los dispositivos electrónicos.
- Respuesta acertada del micro controlador ante la recepción de señales de los sensores.

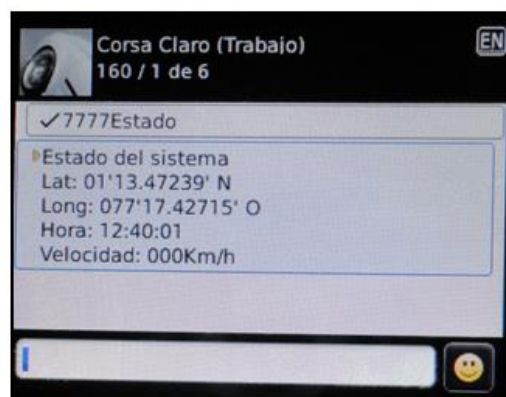


Figura 6.17. SMS de estado del sistema.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

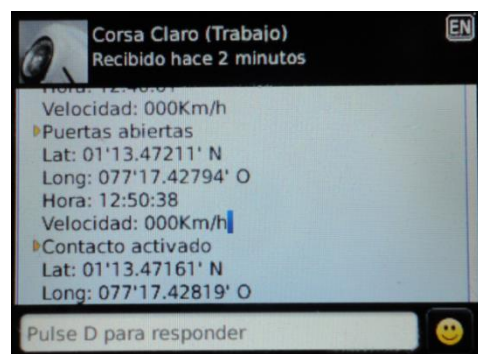


Figura 6.18. SMS de alarma por puertas abiertas.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.



Figura 6.19. SMS de alarma por contacto activado.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

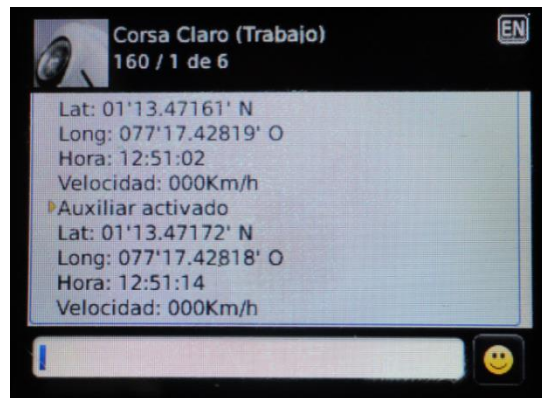


Figura 6.20. SMS de auxiliar activado.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

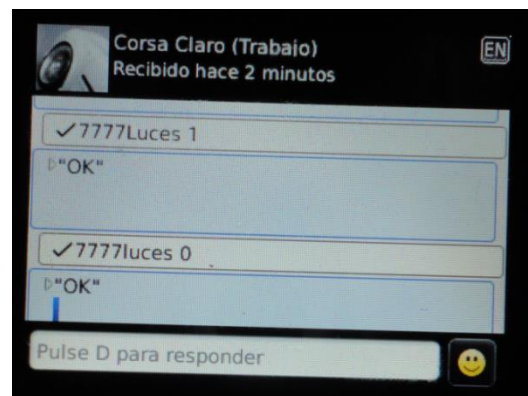


Figura 6.21. SMS de activación y desactivación de neblineros.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

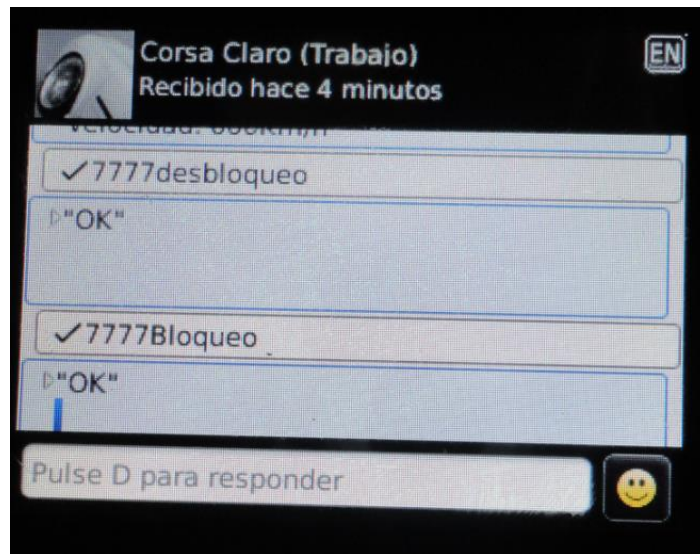


Figura 6.22. SMS de bloqueo y desbloqueo del sistema

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

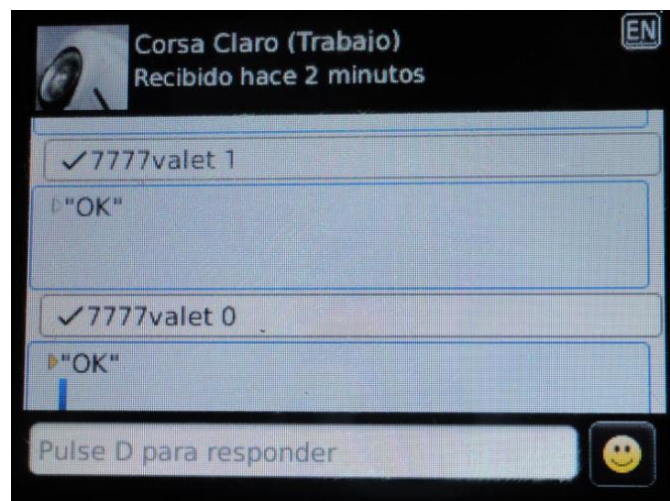


Figura 6.23. SMS de activación y desactivación del modo valet.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

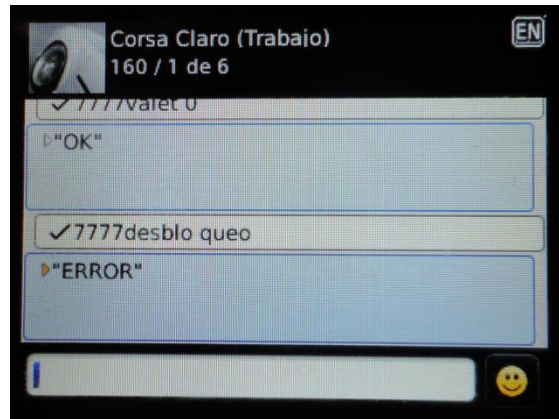


Figura 6.24. SMS de error de escritura en el mensaje.

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Luego de superar todas las verificaciones y de haberse montado en el vehículo, se confirmó el funcionamiento de todo el sistema en conjunto. Al ser un instrumento de rastreo y monitoreo, las pruebas consistieron en tomar datos ante distintas condiciones de funcionamiento y compararlos con lecturas adquiridas desde instrumentos digitales similares de precisión aceptable.

Para verificar la posición y velocidad del vehículo se usó tanto el tacómetro original del vehículo así como un GPS de un teléfono celular BLACKBERRY JAVELIN, comparando mencionada variable con la velocidad del móvil con respecto a los satélites.

Tabla 5.4. Mediciones de posición del vehículo

MUESTRA	LECTURA PATRÓN (°)	LECTURA SISTEMA (°)	ERROR (%)
1	Lat 0°21'43.97"N Long 78° 7'59.87"O	Lat 0°21'43.46"N Long 78° 7'58.79"O	-1,010101
2	Lat 0°21'33.11"N Long 78° 7'47.61"O	Lat 0°21'32.43"N Long 78° 7'48.16"O	-0,8403361
3	Lat 0°21'26.87"N Long 78° 7'44.35"O	Lat 0°21'27.22"N Long 78° 7'45.56"O	0,7092199
4	Lat 0°20'32.20"N Long 78° 8'12.38"O	Lat 0°20'32.42"N Long 78° 8'10.84"O	0,621118
5	Lat 78° 5'58.56"O Long 0°22'46.19"N	Lat 0°22'47.30"N Long 78° 5'58.71"O	0,5524862

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

Tabla 5.5. Mediciones velocidad del vehículo

MUESTRA	LECTURA PATRÓN (kph)	LECTURA SISTEMA (kph)	ERROR (%)
1	40	43	1,010101
2	50	52	0,8403361
3	60	58	0,7092199
4	70	75	0,621118
5	80	84	0,5524862

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

6.3. DESEMPEÑO GENERAL DEL SISTEMA.

En todas las mediciones realizadas se obtuvieron valores completamente satisfactorios. La siguiente tabla muestra el error máximo obtenido con cada una de las variables determinadas.

Tabla 6.1. Error máximo de cada prueba ejecutada

VARIABLE MEDIDA	ERROR MÁXIMO (%)
Posición	1,860
Velocidad	1,534

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

De manera general, las pruebas de funcionamiento del sistema completo en el vehículo, indican que el dispositivo es fiable y sensible. Así, su implementación sobre cualquier vehículo es recomendable.

6.4. PRESUPUESTO

El presupuesto describe los costos de los elementos del sistema.

Tabla 6.2. Costo de los componentes electrónicos del sistema

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CONECTOR USB	1	0,80	0,80
CABLE USB	1	3,00	3,00
Transceptor MAX232	1	1,00	1,00
Regulador de voltaje LM7809	1	0,80	0,80
Regulador de voltaje LM317T	1	0,80	0,80
Optoacoplador 4N25	5	0,50	2,50
Elementos de soldadura	1	5,00	5,00
Elementos varios (resistencias, capacitores y leds)	1	6,00	6,00
Conector MOLEX de 12 pines	1	2,00	4,00
Conector MOLEX de 8 pines	1	1,50	3,00
Conector MOLEX de 4 pines	1	0,80	0,80

Caja para alojamiento del sistema	1	4,00	4,00
Relé automotriz 12V/40A	4	3,50	14,00
Zócalo para relé automotriz	4	1,00	4,00
Placa de fibra de vidrio, incluida manufactura	1	20,00	20,00
MÓDULO GSM ZTE	1	150,00	100,00
MÓDULO GPS	1	210,00	90,00
Array ULN2803	1	1,20	1,20
MICROCONTROLADOR ATMEGA 324	1	15,00	10,00
PIC 18F2550	1	10,00	10,00
TECLADO MATRICIAL	1	5,00	5,00
Cable blindado de 2 conductores (8m)	1	8,00	8,00
TOTAL			286,10

Elaborado por: Reyes, Juan y Huertas, Mario.

6.5. ANÁLISIS COSTO – BENEFICIO.

Se debe tener en cuenta que no existe un dispositivo de características afines y exactas en el mercado automotriz. Por ello no se puede hacer un análisis comparativo con sistemas similares.

Los dispositivos que existen en el mercado como rastreadores exigen una mensualidad para operación del sistema. El presente proyecto no representa costo directo alguno para funcionar lo cual lo hace único en el mercado.

El prototipo, al ser único en su clase, se presenta como una aplicación auto trónica novedosa y por lo tanto está en plena capacidad de ser difundida en el mercado de accesorios automotrices. Además, su naturaleza programable lo hace fácil de instalar en vehículos de distintas características.

Se concluye que el sistema tiene bajo costo en relación a su gran desempeño.

6.6. ALCANCES Y LIMITACIONES.

Ya que el presente proyecto representa una solución tecnológica al problema de seguridad vehicular de la actualidad, se deben tener en cuenta sus alcances y limitaciones para así lograr un rendimiento satisfactorio.

Ya que en el país existen varios operadores de telefonía celular, y teniendo en cuenta la ventaja de que el dispositivo puede operar con cualquiera de ellos gracias a su instrumentación, se debe estudiar el costo - beneficio del servicio de cada uno de estos.

La cobertura a nivel nacional es uno de los parámetros que se deben tener en cuenta al momento de escoger el operador, ya que este influye de forma directa en la función de rastreo del vehículo y que no depende estrictamente de la instrumentación usada del proyecto, así como también determina la capacidad de enviar y recibir información. En nuestro proyecto se decidió utilizar el operador Movistar que, aunque no es el de mayor cobertura, satisface nuestros requerimientos.

Otro punto que se debe tener en cuenta es el costo de envío y recepción de información a través de mensajes de texto. Se logró entender que entre mayor cobertura tiene el operador a nivel nacional, el valor de operación incrementa, elevando así el beneficio del sistema para el usuario.

CAPÍTULO VII

7.1. CONCLUSIONES.

- El sistema es un dispositivo eficiente que cumple con los requerimientos propuestos en su concepción: es insensible a la interferencia eléctrica, fiable en la administración de los sistemas eléctricos del auto y preciso en la lectura e interpretación de variables.
- Los elementos eléctricos y electrónicos que forman parte del sistema son dispositivos vigentes y de gama mejorada, características que incrementaron la respuesta eficiente del módulo pero provocaron la elevación de su precio.
- Las funciones de transferencia de los sensores, adaptadas mediante modelos matemáticos de aproximación, se constituyeron en una excelente herramienta para interpretar señales.
- El desarrollo eficiente de este mecanismo se debió en gran parte a las herramientas utilizadas. El compilador CCS permitió la programación del firmware del micro controlador con relativa facilidad. PROTEUS disminuyó el tiempo de diseño al permitir simular el hardware y firmware. Además, EAGLE facilitó el diseño de los diagramas electrónicos.
- Los resultados emitidos en las pruebas de campo indicaron que el prototipo es un sistema confiable, versátil y de alto desempeño.

7.2. RECOMENDACIONES.

- Para evitar daños tanto al módulo como al sistema eléctrico del vehículo se debe instalar el sistema con la batería desconectada.
- Realizar las conexiones conscientemente y protegerlas y aislarlas de manera eficiente para evitar cortos circuitos que puedan afectar el sistema.
- Instalar fusibles de protección en las líneas de corriente para evitar daños del sistema eléctrico del vehículo y del módulo.
- Se recomienda el uso del presente trabajo escrito, como material bibliográfico para la realización de sistemas digitales de gestión automotriz.

BIBLIOGRAFÍA

1. TANENBAUM A, 1997, Redes de Computadoras, México, Prentice Hall Hispanoamericana.
2. STALLINGS, 1997, Comunicaciones y Redes de Computadores, Prentice Hall.
3. FISH Peter, 1994, Electronic Noise and Low Noise Design, McGraw – Hill.
4. MOMPIM, José, 1979 Electrónica y automática industriales, Marcombo Boixareu, Barcelona – España
5. PARDUE Joe, 2005, C Programming for Microcontrollers, Smiley Micros, Knoxville TN 37909, USA,
6. GADRE Dhananjay, 2001, Programming and Customizing the AVR Microcontroller, McGraw – Hill, USA,
7. VALENCIA Ramiro, 2008, Aplicaciones Electrónicas con Microcontroladores, Microtel, Ibarra – Ecuador.
8. ATMEL CORPORATION, 2007, 8 – Bit AVR Microcontroller with 16 / 32 / 64Kbytes In – System Programmable Flash, Atmel Corporation, San Jose CA 95131 – USA.
9. ATMEL CORPORATION, 2007, Getting Started with the CodeVision AVR C Compiler, Atmel Corporation, San Jose CA 95131 – USA,
10. JOHNSON David, 1995, Análisis Básico de Circuitos Eléctricos, Quinta Edición, Prentice.

11. MUHAMMAD Rashid, 2004, Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones, Tercera Edición, Pearson Educación, México,

12. RAMOS Guillermo, 2004, Electrónica Digital y Circuitos Integrados, CEKIT Compañía Editorial Tecnológica, Pereira – Colombia.

LINKOGRAFÍA

1. DELACOUR LIZ, La red celular
<http://redcelular12b.blogspot.com/>
Año de consulta: 2011

2. El sistema de posicionamiento global
<http://www.gps.gov/systems/gps/spanish.php>
Año de consulta: 2011

3. Sistema de alarma
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_alarma
Año de consulta: 2011

4. Sistemas de coordenadas
<http://es.slideshare.net/damian4z2/sistema-de-coordenadas-15687429>
Año de consulta: 2011

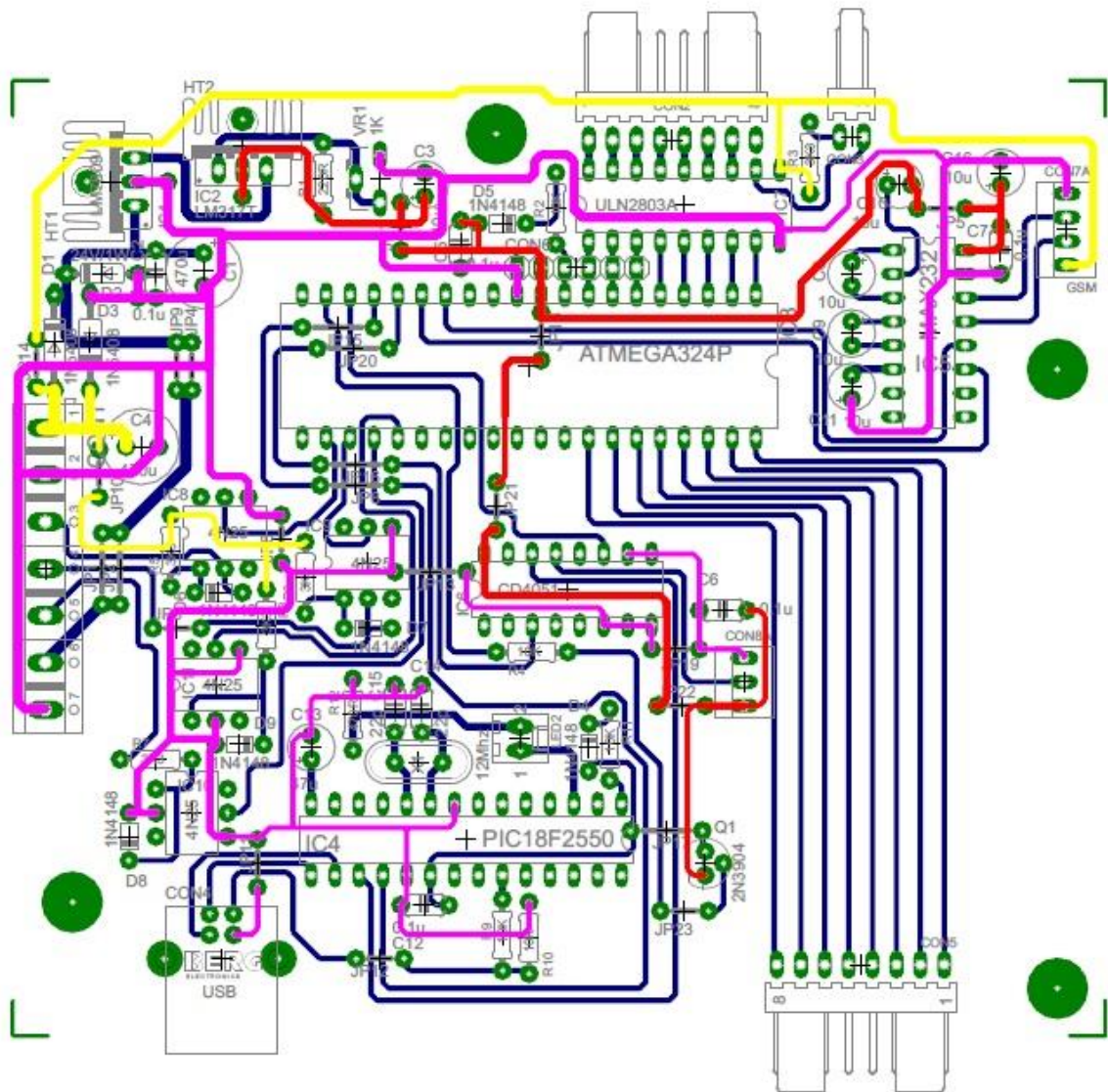
5. Single low noise operational amplifier NE/SA/SE5534/5534^a
http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/S/A/5/5/SA5534A.shtml
año de consulta: 2011

6. Tarjetas SIM, Mini SIM, Micro SIM y Nano SIM,
www.xataka.com/moviles/tarjetas-sim-minisim-microsim-y-nanosim
Año de consulta: 2011

ANEXO A. DIAGRAMA GENERAL DE EL MÓDULO DE ALARMA

GSM - GPS

ANEXO B. DISEÑO DE LAS PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO



ANEXO C. ARTICULO DE REVISTA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO ALARMA PARA EL MONITOREO Y CONTROL VEHICULAR A TRAVÉS DE EL SISTEMA GSM Y GPS”

Autores:

Juan David Reyes Huertas
Mario Fernando Huertas Vitery
Dpto. De Energía y Mecánica. Universidad de Las Fuerzas Armadas
ESPE
Quijano y Ordoñez y Márquez de Maenza S/N Latacunga - Ecuador
Email: juanchoreyeshuertas@hotmail.com

RESUMEN

El alto índice de hurtos de vehículos en el país genera un sin número de efectos para la sociedad incluyendo de manera directa la violencia y el malestar general de la población.

Uno de los efectos relacionados también está en las pólizas de seguros de automóviles que presentan un incremento del 10% anual en cada póliza, lo cual es perjudicial para la economía ecuatoriana.

El 2011 dejó un balance preocupante en cuanto al robo de vehículos. Este año, este delito creció un 9 por ciento respecto al 2010 y dejó como saldo según estadísticas de la PJ-G, en el 70% de los robos de carros se emplea el hurto (llevarse un bien sin

que el dueño se percate del delito) y el 30% corresponde a robos con violencia, y en lo que va del año se robaron 1.382 vehículos en Guayaquil con un promedio de 6 vehículos al día en Guayaquil y un total 19 en todo el Ecuador.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD VEHICULAR



En el mercado existen varios dispositivos de seguridad como alarmas, rastreadores, etc., y algunos de ellos cobran una mensualidad por su operación como normalmente hacen los rastreadores.

TECNOLOGÍAS DISPONIBLES

Los avances de la tecnología nos permiten usar ciertos dispositivos para usarlos en beneficio de nuestra seguridad y de nuestros bienes como nuestros vehículos.



El funcionamiento de la alarma GSM-GPS se compone de los siguientes componentes tecnológicos:

- GPS: El sistema de posicionamiento global permite conocer de forma casi exacta (96% de exactitud) la posición de un dispositivo, persona o vehículo a través de coordenadas (latitud y longitud).
- GSM: La red celular permite la comunicación entre personas o dispositivos de forma inalámbrica.

Función y necesidad de la alarma con GPS Y GSM

El avance tecnológico que tenemos hoy en día nos permite aplicar nuevas formas de mejorar la satisfacción de los usuarios, de las empresas que cuentan con flotas de varios automotores que deben ser controlados y vigilados, también se incrementa la seguridad para disminuir el nivel de hurtos que existen actualmente.

En sus inicios la única función de estos elementos era la de alarman de forma auditiva en el caso de que la seguridad del vehículo sea violentada, al paso de la tecnología también se fueron incluyendo ciertos avances que no solo alarman si no que informan muchos más datos al propietario como posición global, velocidad, nivel de combustible, etc.



Muchos de estos datos se pueden enviar a ordenadores portátiles o dispositivos móviles.



COMPONENTES DEL SISTEMA DE ALARMA GPS - GSM

GPS: Este sistema de posicionamiento global proporciona al módulo las coordenadas que precisan la posición del vehículo en el país.



GSM: Este sistema de red celular proporciona la capacidad tanto de enviar la información del estado o eventos de la alarma como velocidad, hora, posición, así como recibir órdenes las cuales ejecutarán acciones dentro del vehículo como bloquearlo y apagarlo, desbloquearlo y abrir los seguros de las puertas, prender o apagar las luces.





DESBLOQUEO POR CLAVE NUMÉRICA: El módulo tiene un teclado con números en el cual se debe ingresar la clave de desbloqueo para desactivar la alarma y un código para poder programar la alarma a través del sistema USB



PROGRAMACIÓN VÍA USB: A través de una interface el módulo podrá programarse por medio de un ordenador portátil.





En esta programación se podrá personalizar la clave de desbloqueo, velocidad máxima de desplazamiento del vehículo, número del dispositivo móvil al cual será enviada la información y decidir cuáles de los eventos de alarma serán informados a través de mensajes de texto al dispositivo móvil.

SENSORES DE ALARMA: Este módulo contará con los sensores de apertura de puertas que enviarán un mensaje de texto si la alarma es activada por apertura de puertas.

CONTROL DE VELOCIDAD



La velocidad será censada y proporcionada por el dispositivo GPS. En el evento que esta velocidad supere la velocidad máxima programada por el usuario el dispositivo enviará un mensaje de texto alertando el exceso de velocidad y dejará de enviar combustible hasta que la velocidad sea menor en 10 km/h a la programada





COSTO DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA

Ya que el sistema de posicionamiento global es gratis lo único que tendría costo sería el envío de mensajes de texto desde y hacia el vehículo.



El MÓDULO instalado en el vehículo, tendrá en su interior un chip de algún operador de telefonía celular el cual deberá tener saldo si el usuario requiere que la alarma envíe información, pero, si no tiene saldo para enviar estos mensajes la alarma seguirá funcionando como una alarma convencional y recibirá comandos normalmente





Con el dispositivo **MOBILSPY** presentamos una opción vanguardista de seguridad vehicular en la cual encontraremos la tranquilidad de proteger nuestra inversión.



UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por los señores Reyes Huertas Juan David y Huertas Vitery Mario Fernando bajo mi supervisión.

**ING. QUIROZ JOSÉ
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. ACOSTA JULIO
CODIRECTOR DEL PROYECTO**

**ING. CASTRO JUAN
DIRECTOR DE LA CARRERA**

**R. JARAMILLO FREDDY
SECRETARIO ACADÉMICO**

