



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

**SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A
DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.**

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

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN: COMUNICACIONES INALÁMBRICAS

AUTOR: DAVID ALEJANDRO CHÁVEZ PICO

TUTOR: ING. RENATO URVINA

Ambato – Ecuador

Octubre 2015

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.”, del señor David Alejandro Chávez Pico, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato octubre, 2015

EL TUTOR

Ing. Renato Urvina.

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato octubre, 2015

David Alejandro Chávez Pico

C.C.: 180437540-8

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regularidades de la Universidad.

Ambato octubre, 2015

David Alejandro Chávez Pico

CC: 1804375408

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Freddy Robalino P., Mg. e Ing. Clara Sánchez B., Mg. revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.”, presentado por el señor David Alejandro Chávez Pico de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. José Vicente Morales Lozada
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Freddy Robalino P., Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Clara Sánchez B., Mg.

DOCENTE CALIFICADOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco, a Dios por guiar mi camino y por darme fortaleza a lo largo de todos estos años, a mis padres y mis hermanos por brindarme el apoyo incondicional en todo momento, a la Universidad Técnica de Ambato que aportó a mi formación profesional y personal, a mi Tutor Ing. Renato Urvina por su valiosa colaboración para la culminación del presente Proyecto, finalmente gracias a los docentes y amigos que contribuyeron con su asesoría durante el desarrollo del presente Proyecto.

David Alejandro Chávez Pico

DEDICATORIA

Dedico este Proyecto de Titulación a mis padres Amparo Eugenia Pico Medina y Guilber Rodrigo Chávez Sánchez quienes me han entregado su apoyo, cariño y comprensión en todo momento a lo largo de mi vida en especial para el cumplimiento de este objetivo ayudándome con sus consejos a levantarme cada caída y a luchar con más fuerza.

David Alejandro Chávez Pico

CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
AUTORÍA	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	vii
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xvi
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO 1	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA:	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.3 DELIMITACIÓN.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN	2
1.5 OBJETIVOS	4
1.5.1 GENERAL:	4
1.5.2 ESPECÍFICOS:	4
CAPÍTULO 2	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	5
2.2.1 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN	5
2.2.2 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS.....	12
2.2.3 TECNOLOGÍA GSM.....	15
2.2.5 ANTECEDENTES DE LA DIAGNOSIS DEL AUTOMÓVIL.....	16
2.2.6 PROTOCOLOS OBD2	17
2.2.7 MICROCONTROLADOR.....	25

2.2.9 ARDUINO MEGA 2560.....	27
2.2.10 APP INVENTOR	29
2.2.11 SISTEMA OPERATIVO MÓVIL	30
CAPÍTULO 3	35
METODOLOGÍA	35
3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	35
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	36
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO	36
CAPÍTULO 4	38
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	38
4.1 ANÁLISIS TÉCNICO DEL MÓDULO CAN	38
4.1.1 CAN-BUS SHIELD	38
4.2 ANÁLISIS TÉCNICO DEL MICROCONTROLADOR.	39
4.2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR	39
4.3 ESTUDIO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICO	47
4.3.1 TIPOS DE PUERTO DE COMUNICACIÓN	47
4.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	49
4.4 ESTUDIO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO ...	52
4.4.1 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM.	52
4.4.2 COMANDOS AT.....	53
4.5 DISEÑO DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO.	54
4.6 DESARROLLO DEL ENTORNO DEL VEHÍCULO.	58
4.7 DESARROLLO DEL ENTORNO DEL USUARIO	64
4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO	66
4.9 IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN	69
4.9.1 ENTORNO DEL VEHÍCULO	69
CAPÍTULO 5	92
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
5.1 CONCLUSIONES	92
5.2 RECOMENDACIONES	93
ANEXOS.....	95

ANEXO 1.- HOJA DE DATOS ATMEL 2560.....	95
ANEXO 2.- HOJA DE DATOS MCP2515	98
ANEXO 3.- HOJA DE DATOS MCP2551	100
ANEXO 4.- HOJA DE DATOS GSM/GPRS SIM900.....	101
ANEXO 5.- HOJA DE DATOS CODIGOS AT	105
REFERENCIAS	107

INDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 Diagrama general de un sistema de control.....	7
Fig. 2.2 Sistema de control en lazo abierto.....	9
Fig. 2.3 Sistema de control retroalimentado.....	10
Fig. 2.4 Clasificación sistemas de control en lazo cerrado.....	10
Fig. 2.5 Celdas en Comunicación Móvil.....	12
Fig. 2.6 Distribución de las bandas de telefonía móvil a nivel mundial.....	16
Fig. 2.7 Conector OBD2.....	18
Fig. 2.8 Esquema de Unidades de Control y Sensores.....	23
Fig. 2.9 Campos de aplicación de los microcontroladores.....	25
Fig. 2.10 Arduino Uno.....	26
Fig. 2.11 Arduino Mega 2560.....	27
Fig. 4.1 CAN-BUS Shield.....	38
Fig. 4.2 SIMCOM SIM900 Cuatribanda – Módulo GSM/GPRS para Arduino.....	45
Fig. 4.3 Esquema General del sistema de control y monitoreo.....	54
Fig. 4.4 Diseño del Sistema de control y monitoreo.....	55
Fig. 4.5 Esquema del circuito regulador de voltaje.....	56
Fig. 4.6 Ubicación de los elementos en la placa electrónica.....	56
Fig. 4.7 Diagrama de pistas de la placa electrónica.....	57
Fig. 4.8 Esquema del circuito de control.....	57
Fig. 4.9 Ubicación de los elementos en la placa del circuito de control.....	58
Fig. 4.10 Diagrama de pistas de la placa circuito de control.....	58
Fig. 4.11 Cable OBD2.....	59
Fig. 4.12 Conexión física.....	60
Fig. 4.13 Esquema electrónico.....	61
Fig. 4.14 Conexión física entre el módulo GSM/GPRS y el Arduino MEGA 2560.....	62
Fig. 4.15 Parte del código de programación del sistema electrónico.....	63
Fig. 4.16 Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema electrónico.....	64
Fig. 4.17 Designer de la interfaz de comunicación.....	65
Fig. 4.18 Blocks de la interfaz de comunicación.....	65
Fig. 4.19 Conectar el vehículo y el módulo CANBUS a través del cable OBD2.....	66
Fig. 4.20 Prueba de funcionamiento del circuito regulador de voltaje.....	66
Fig. 4.21 Datos obtenidos en monitor serial de Arduino.....	67
Fig. 4.22 Envío de un SMS al teléfono celular del usuario.....	67
Fig. 4.23 Mensaje de conexión del encendido del vehículo.....	68
Fig. 4.24 Mensaje de desconexión del encendido del vehículo.....	68
Fig. 4.25 Ubicación del puerto de comunicación del puerto OBD2.....	69
Fig. 4.26 Circuito impreso siendo recortado.....	75
Fig. 4.27 Placa perforada.....	75
Fig. 4.28 Circuito regulador de voltaje.....	76
Fig. 4.29 Circuito impreso siendo recortado.....	81
Fig. 4.30 Placa perforada.....	82
Fig. 4.31 Circuito de control.....	82

Fig. 4.32 Módulos electrónicos para la implementación del prototipo	83
Fig. 4.33 Elección del tipo de chasis	87
Fig. 4.34 Chasis perforado para la ubicación de los conectores	88
Fig. 4.35 Colocación del módulo CANBUS.....	88
Fig. 4.36 Colocación de los módulos Arduino Mega 2560 y GSM/GPRS SIM900	88
Fig. 4.37 Colocación del Circuito Regulador de Voltaje.....	89
Fig. 4.38 Colocación del Circuito de Control.....	89
Fig. 4.39 Vista de los Dispositivos Electrónicos posteriormente	89
Fig. 4.40 Vista del cableado interno del sistema posteriormente	90
Fig. 4.41 Vista del cableado interno del sistema lateralmente.....	90
Fig. 4.42 Ubicación del chasis bajo el asiento del conductor	91
Fig. 4.43 Canaleteado del cableado externo del sistema en el vehículo	91
Fig. 4.44 Implementación completa del sistema de comunicación	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Descripción de los componentes de un sistema de control.....	8
Tabla 2.2 Terminales y descripción del conector OBD2.....	18
Tabla 2.3 Pin Referencia Mapping Atmega328.....	26
Tabla 2.4 Pin referencia mapping Atmega2560	28
Tabla 4.1 Tabla comparativa para la selección del microcontrolador	39
Tabla 4.2 Tabla comparativa para selección del Módulo GSM/GPRS	42
Tabla 4.3 Consumo de corriente de los dispositivos electrónicos	47
Tabla 4.4 Puertos de Comunicación	47
Tabla 4.5 Diagrama de pines del conector OBD2	49
Tabla 4.6 Diagrama de pines para el protocolo ISO y KWP	50
Tabla 4.7 Diagrama de pines para el protocolo VPW	50
Tabla 4.8 Diagrama de pines para el protocolo PWM.....	51
Tabla 4.9 Diagrama de pines para el protocolo CAN.....	51
Tabla 4.10 Equipo utilizado para la implementación del Circuito regulador de voltaje	70
Tabla 4.11 Materiales utilizados para la implementación del Circuito regulador de voltaje.....	72
Tabla 4.12 Equipo utilizado para la implementación del Circuito de Control	76
Tabla 4.13 Materiales utilizados para la implementación del Circuito de Control	79
Tabla 4.14 Equipo utilizado para la implementación del Circuito de Control	83
Tabla 4.15 Material utilizado para la implementación del Circuito de Control	85

RESUMEN

El vehículo es un medio de transporte familiar que se encuentra en constante movimiento tanto a nivel local como a nivel nacional, es importante innovar las seguridades del vehículo siendo necesario implementar mecanismos de control y monitoreo.

La necesidad de un control y monitoreo constante del vehículo, motiva a crear un sistema de seguridad personal que plantea soluciones apropiadas y eficaces para evitar contratar servicios a concesionarias, las cuales representan un gasto mensual o anual, ya que la instalación de este sistema electrónico es más seguro, versátil, económico y accesible para todas las personas.

Se propone diseñar e implementar un sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica, que permita el envío inmediato del estado del vehículo, utilizando un dispositivo electrónico “Arduino Mega 2560” que permite la conexión del módulo CAN BUS junto al módem GSM/GPRS SIM900, para enviar mensajes de texto a través de la red móvil mediante una interfaz para monitorear y controlar el vehículo.

Para el caso de estudio de este proyecto, se determinó que el sistema de comunicación se va dividir en dos entornos muy útiles que son: entorno del vehículo, aquí permite adquirir la información de los sensores de puertas, ventanas y switch de arranque del vehículo mediante el protocolo de comunicación CAN. El otro entorno es el usuario, quién está encargado de monitorear y tomar acción en el caso de un ataque contra la seguridad del vehículo de manera remota.

ABSTRACT

The carrier is a means of familiar transport which is in constant movement as locally as nationally, it's important to innovate the security of the vehicle being important and necessary implement mechanisms of controlling and monitoring.

The need for constant monitoring and control of the vehicle, encouraged to create a personal security system posed appropriate and effective solutions to prevent contracting services concessionaires, representing a monthly or annual expense, since the installation of the electronic system is more secure, versatile, inexpensive and accessible to everyone.

It's proposed to design and implement an electronic vehicle control system and remote monitoring using wireless technology to allow the immediate sending of status from doors, windows and starter switch using an electronic device "Arduino Mega 2560" which allows the connection with CANBUS shield and GSM/GPRS SIM900 in order to send text messages through mobile network in order to monitor and control vehicle remotely.

Case study for this project, it was determined that the communication system will be divided into two environments that are very useful: vehicle environment, here can acquire the information from the sensors of doors, windows startup switch vehicle through CAN communication protocol. The other environment is the user, who is responsible for monitoring and taking action in the event of an attack against the security of the vehicle remotely.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

ADC: *Analog to Digital Converter* (Conversor Análogo-Digital) Transcripción de señales analógicas en señales digitales.

AMPS: *Advanced Mobile Phone System* (Sistema Telefónico Móvil Avanzado) Sistema de telefonía móvil de primera generación.

ASCII *American Standard Code for Information Interchange* (Código Estándar Estadounidense para el intercambio de información) Código de caracteres basado en el alfabeto latino.

BTS: *Base Transceiver Station* (Estación Base de Telecomunicaciones) Es la estación central dentro de una celda, realiza el enlace de RF a los terminales celulares.

BSC: *Base Station Controller* (El Controlador de Estaciones Base) Detecta si el usuario va a salir de una celda y entrar en otra.

CDMA: *Code Division Multiple Access* (Multiplexación por División de Código) A cada transmisor se le asigna un código único, escogido de forma que sea ortogonal respecto al del resto.

dBm: decibelios Es una unidad de medida de potencia

EEPROM: *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (Memoria de Lectura Programmable y Borrable Eléctricamente) Es un tipo de memoria ROM que puede ser programada, borrada y reprogramada eléctricamente.

SRAM: *Static Random Access Memory* (Memoria Estática de Acceso Aleatorio) Es un tipo de tecnología RAM basada en semiconductores, capaz de mantener los datos, mientras siga alimentada.

GSMK: *Gaussian Minium Shift Keying* (Modulación por desplazamiento mínimo gaussiano) Es un esquema de modulación digital por desplazamiento de frecuencia de fase continua.

GFSK: *Gaussian Frequency Shift Keying* (Modulación por desplazamiento de frecuencia gaussiana) Es un tipo de modulación donde 1 lógico es representado mediante una desviación positiva (incremento) de la frecuencia de la onda portadora y cero mediante una desviación negativa (decremento) de la misma.

FSK: *Frequency Shift Keying* (Modulación por Desplazamiento de Frecuencia) Es una técnica de modulación para la transmisión digital de información utilizando dos o más frecuencias diferentes para cada símbolo

EDGE: *Enhanced Data Rates for GSM of Evolution* (Tasas de Datos Mejoradas para la evolución de GSM) Usado en cualquier transferencia de datos basada en conmutación por paquetes.

GND: *Ground* (Tierra)

GPRS: *General Packet Radio Service* (Servicio General de Paquetes Vía Radio) Se orienta al tráfico de datos.

GPS: *Global Position System* (Sistema de posicionamiento global) Localiza la posición de un objeto en el mapa mundial mediante comunicación satelital.

GSM: *Global System for Mobile Communications* (Sistema Global para las comunicaciones móviles) Por su velocidad de transmisión y otras características se considera un estándar de segunda generación.

Kbps: *Kilobits per Second* (Kilobits por Segundo) Unidad de medida que se usa en telecomunicaciones e informática para calcular velocidad de transferencia de información a través de una red

MHz: Mega Hertz. Es una unidad de medida de frecuencia

MSC: *Mobile Switching Center* (Central de Conmutación Móvil) Esta encargada de iniciar, terminar y canalizar las llamadas a través de BSC y BS.

Rx: Receptor

SMS: *Short Message Service* (Servicio de Mensajes Cortos) Permite enviar mensajes cortos de un teléfono móvil a otro.

UMTS: *Universal Mobile telecommunication System* (Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal) Es una tecnología utilizada por los móviles de tercera generación.

USB: *Universal Serial Port* (Puerto Serial Universal) Es un bus estándar industrial que define los cables, conectores y protocolos usados en bus para conectar, comunicar y proveer alimentación eléctrica entre computadoras.

apk *Android Package* (Paquete de Android) Es un paquete para el sistema operativo Android.

MMS: *Multimedia Messaging Service* (Servicio de Mensajería Multimedia) Sirven para enviar mensajes que incluyen multimedia.

OSS: *Operation and Support Systems* (Sistema de Soporte a las Operaciones) Hace referencia a sistemas de información empleados por las empresas operadoras de telecomunicaciones.

OBD: *On Board Diagnostic* (Sistema de Diagnóstico a Bordo) Es un sistema de diagnóstico a bordo en vehículos (coches y camiones).

CAN: *Controlled Area Network* (Red de Área Controlada) Es un protocolo de comunicaciones basado en una topología bus.

OSI: *Open Systems Interconnection* (Interconexión de Sistemas Abiertos) Modelo de red descriptiva.

CSMA/CD+AMP: *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Arbitration Message Priory* (Acceso Multiple con Escucha de Portadora y Detección de Colisiones) Es un protocolo de acceso al medio compartido.

INTRODUCCIÓN

Con el sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia, se pretende mejorar la seguridad del vehículo, puesto que el usuario tendrá información en tiempo real del estado del vehículo y con esto garantiza que el vehículo va estar mejor vigilado de una manera remota.

La principal razón para diseñar este proyecto de investigación es la manera de ayudar a las personas que tienen sus vehículos estacionados en la calle para sobrellevar de mejor manera y sin la preocupación de salir todo el tiempo a revisar cómo se encuentra el vehículo. El desarrollo de la investigación se llevó a cabo mediante cinco capítulos, los cuales se detallan a continuación:

CAPÍTULO I denominado “**EL PROBLEMA**”, se plantea el problema que se quiere solucionar, se expone también las causas y consecuencias del problema investigado, junto a la delimitación y la justificación, que permite explicar las razones por las que se desea desarrollar la investigación. Finalmente se exponen los objetivos que encaminarán la investigación.

CAPÍTULO II denominado “**MARCO TEÓRICO**”, se plantea los antecedentes investigativos relacionados al tema de investigación; así como la fundamentación teórica que permite involucrarse de manera profunda en el tema propio, para finalmente presentar la propuesta de solución, en la que se describe cómo se va a resolver el problema de investigación.

CAPÍTULO III denominado “**METODOLOGÍA**”, se expone la modalidad básica de investigación usada para el desarrollo de este trabajo. Para concluir con este capítulo, se expone el desarrollo del proyecto que consiste en los pasos que se deben seguir para cumplir con los objetivos planteados en el capítulo uno.

CAPÍTULO IV denominado “**DESARROLLO DE LA PROPUESTA**”, considerado el capítulo más extenso de toda la investigación, contiene el desarrollo propio del proyecto. En otras palabras, se presenta la fundamentación científica que da el inicio al desarrollo de la propuesta. Dentro de este capítulo, se detalla claramente el diseño del Sistema Electrónico de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica, junto a las pruebas que garantizan la fiabilidad del sistema.

CAPÍTULO V denominado “**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**”, expone de forma clara y concisa las consideraciones más relevantes que se han obtenido al

terminar el proyecto, además se indican recomendaciones que servirán de apoyo para el desarrollo el mismo.

CAPÍTULO 1

EL PROBLEMA

1.1 TEMA:

SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial los proveedores de vehículos se ven obligados a implementar sistemas de seguridad cada vez más complejos, lo cual caracteriza un control y monitoreo de mayor costo, definiendo su implementación en base a circuitos electrónicos, los cuales están relacionados con la última tecnología en seguridad automotriz para adaptarlos a los sistemas de comunicación que se han integrado e interconectado como son el controlador y la interfaz que presenta en si los vehículos.

Según la Asociación de Aseguradores de vehículos del Ecuador destaca que en los últimos cuatro años se ha dado un crecimiento en el robo de autos, en base a los datos estadísticos al cierre de 2010, se sabotea 20 vehículos al día, con un promedio de uno por cada hora y detalla que los modelos más afectados fueron Toyota Yaris, Toyota Rav4, Nissan y Hyundai Tucson [1].

Según las estadísticas de la Comisión de Seguridad Integral del Ecuador, basada en datos de la Fiscalía, la cifra y el rubro de robo de accesorios de vehículos aumentó en 1.62%, ya que en Agosto del 2012 hubo 865 casos y en Agosto del 2013 subió a 879 casos [2].

A nivel local existen compañías aseguradoras de vehículos que pretenden monitorear y controlar el coche o camión satelitalmente lo cual representa un gasto para el usuario,

debido a este inconveniente no muchas personas puede acceder a este servicio debido al factor económico.

Actualmente, los sistemas de comunicación del vehículo se basan en un proceso de adquisición de datos cuyo objetivo es la gestión de la información requerida con el uso de los diferentes proveedores de tecnologías inalámbricas, lo que se rige a una estandarización de su desarrollo, es decir de su protocolo de comunicación el cual está enfocado como un sistema de control y monitoreo, esta no presenta ninguna posibilidad de acceso a cualquier usuario, si este último deseara implementar algún servicio adicional que se requiera.

Mucha de las veces no se cumple el 100% de seguridad de este sistema cuando los presuntos agresores son más hábiles y pueden llevarse el vehículo a otro sitio y desarmarlo antes que la compañía tenga el control de este. Otra de las desventajas es que la mayoría de las personas no tienen posibilidades económicas para contratar dichos servicios. Además, estas empresas deben tener un control constante de cada vehículo para evitar que sea sabotado y por lo tanto aumenta la inseguridad en los vehículos.

1.3 DELIMITACIÓN

Área académica: Comunicaciones

Línea de investigación: Tecnologías de Comunicación

Sublíneas de investigación: Comunicaciones Inalámbricas

Delimitación espacial: La investigación se realizará en el Ecuador, en especial en vehículos livianos.

Delimitación temporal: El proyecto de investigación se desarrollará en un plazo de seis meses a partir de la aprobación del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 JUSTIFICACIÓN

Las tecnologías de seguridad utilizadas, serán implantadas en base a un modelamiento de tecnología inalámbrica que además de utilizar un protocolo de comunicación implementa un sistema de circuitos electrónicos que son capaces de realizar cualquier acción según

sea requerida.

El sistema de control y monitoreo vehicular que será implementado, detallará un sistema de seguridad que brinda opciones de implementación que pueden ser adheridas según los requerimientos de cualquier usuario, ya que será un sistema de acceso abierto que considera las condiciones técnicas de seguridad necesarias para presentarse como un sistema de alta confiabilidad.

Dicho proceso cuenta con un sistema de rastreo que utiliza un monitoreo en tiempo real para conocer las condiciones técnicas actuales en la que se encuentra el sistema vehicular, estos datos serán procesados mediante la utilización de dispositivos cuyo hardware se puede manipular para tener un control de la ubicación geográfica que la cobertura presenta.

Lo importante de este sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica es debido a que este campo no ha sido tan explotado en todo su potencial, ya que en la actualidad es posible acceder a los datos que utiliza el vehículo a través de su protocolo de comunicación, el cual permite adquirir los datos de los sensores que el vehículo cuenta pero en esta ocasión se rige en la adquisición de datos para alertar al usuario si se produce la manipulación o rupturas de seguridad del vehículo.

El sistema de control y monitoreo implementado generará un diagrama de estados de cada uno de los dispositivos electrónicos del cual dispone el vehículo, detallándolos en base a reportes de todas las condiciones técnicas que se manejan previo al estudio realizado en la trama de comunicación como el monitoreo del nivel de gasolina, control de estado de las puertas, velocidad y dirección del vehículo, reportes detallados del monitoreo, desconexión de batería, excesos de velocidad determinando el bloqueo del vehículo en caso de robo y levantamiento de seguros.

Con la implementación del presente sistema de control y monitoreo vehicular utilizando tecnología inalámbrica se pueden optimizar todos los servicios que se requieran dentro de un área de cobertura que a futuro puede ser implementada en el presente sistema.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 GENERAL:

Implementar un sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica.

1.5.2 ESPECÍFICOS:

- Analizar los sistemas de comunicación del automóvil.
- Analizar el tipo de comunicación a usar entre el bus de datos del automóvil, el controlador y la interfaz para los celulares con hardware y software libre.
- Diseñar el sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En los repositorios de la biblioteca de la Facultad de ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial se encontró una tesis desarrollada en el año 2005 por el Ing. Santiago Ricardo Villacis Parra quien concluye de manera concreta que: “Las aplicaciones referentes al monitoreo y control de cualquier sitio se pueden instalar con el uso de diferentes sensores los cuales serán encargados de detectar la activación del modem mediante el envío de una señal” [3].

En la Universidad Politécnica de Chimborazo se tiene una tesis desarrollada en el año 2010 por la Ing. Martha Elizabeth Alulema Quitaquis quien concluye que: “Las aplicaciones de seguridad con la utilización del módulo GSM dirigidas a prácticas de domótica definen un sistema instantáneo de mensajería” [4].

En la Escuela Politécnica de Quito se tiene un artículo técnico publicado en el año 2009 desarrollado por el Ing. Santiago Acosta y el Ing. Flavio Herrera quienes concluyen que: “Dentro del mercado de accesorios de seguridad para automóviles se han presentado distintas soluciones de sistemas, que utilizan la telefonía celular, permitiendo controlar algunas funciones de los vehículos utilizando la tecnología GSM” [5].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 TECNOLOGÍAS DE COMUNICACIÓN

Las tecnologías de comunicación estudian las técnicas y procesos que permiten el envío y la recepción de información a distancia, en donde los mensajes son instrucciones y datos que se transmiten entre emisor y receptor (usuarios) por un canal digital (hardware), establecidos por un código (software).

Estas tecnologías han cubierto un amplio campo en el desarrollo de nuevas tecnologías, una de sus principales clasificaciones describe tres principales grupos:

1. Redes: Telefonía fija y telefonía móvil, banda ancha, televisión, radio, satélites, es decir un amplio campo de las comunicaciones inalámbricas.
2. Terminales: televisores, computadoras, laptop, teléfonos móviles o Smartphone, software y sistemas operativos, etc.
3. Servicios: Radio, comercio electrónico, GPS, mensajería instantánea, etc.

“Una red inalámbrica tiene la capacidad de permitir el desplazamiento de los usuarios mientras están accediendo y utilizando los servicios de telecomunicaciones. La versatilidad que aporta esta independencia con respecto a la ubicación ha motivado que las comunicaciones móviles se convierten en una de las áreas de las telecomunicaciones con mayor auge en los últimos años [6]”.

TELECOMUNICACIONES

“Las telecomunicaciones abarcan todas las técnicas, normas y procesos relativos a comunicación a distancia, desde la transmisión de voz, imágenes y datos hasta todo tipo de datos por las redes celulares, de satélite, redes de cable o redes inalámbricas [7]”.

SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Un sistema de telecomunicación es una colección de hardware y software compatible dispuesto para comunicar información de un lugar a otro. Consiste en una infraestructura física a través de la cual se transporta la información desde la fuente hasta el destino, y con base en esa infraestructura se ofrecen a los usuarios los diversos servicios de telecomunicaciones.

A un sistema de comunicaciones se le conoce también como “red de telecomunicaciones”. Estos sistemas pueden transmitir textos, gráficos, voz, documentos o información de video en movimiento completo.

ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES

Los elementos que integran un sistema de comunicación son:

- **Emisor.**- Es el sujeto que envía el mensaje. Es el que prepara la información para que pueda ser enviada por el canal, tanto en calidad (adecuación a la naturaleza del canal) como en cantidad (amplificando la señal). La transmisión puede realizarse:

- a) En banda base, o sea, en la banda de frecuencia propia de la señal, el ejemplo más claro es el habla.

b)Modulando, es decir, traspasando la información de su frecuencia propia a otra de rango distinto, esto permite adecuar la señal a la naturaleza del canal y además posibilita multiplexar el canal, con lo cual varios usuarios podrán usarlo a la vez.

- **Receptor.-** Es la entidad a la cual el mensaje está destinado, puede ser una persona, grupo de personas, un dispositivo artificial, etc.

- **Lenguaje o protocolos de transmisión.-** Son el conjunto de códigos, símbolos y reglas que gobiernan la transmisión de la información.

- **Mensaje.-** Es la información que se va transmitir, puede ser analógica o digital. Lo importante es que llegue el mensaje íntegro y con fidelidad.

- **Canal o Medio.-** Es el elemento a través del cual se envía la información del emisor al receptor. Debe considerarse que el medio tiene obstáculos como:

a) **La interferencia:** Todos aquellos fenómenos externos al medio que provocan deterioro en la comunicación.

b) **Ruido.-** Todos aquellos fenómenos inherentes al medio mismo que reducen la comunicación.

SISTEMA DE CONTROL

Un sistema de control es el conjunto de dispositivos que actúan juntos para lograr un objetivo de control.

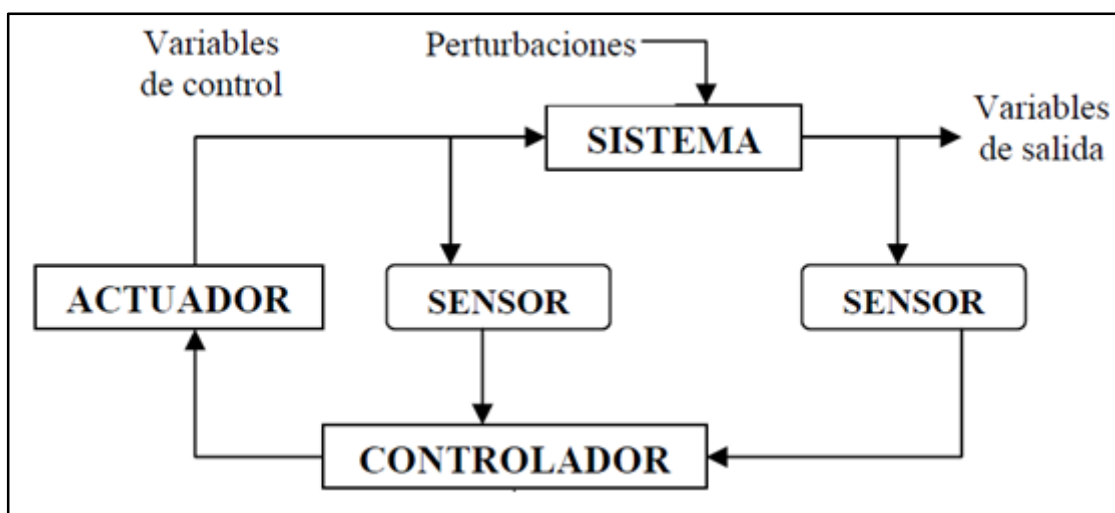


Fig. 2.1 Diagrama general de un sistema de control

Fuente: N.N., "Sistemas de control", 2015 [En línea] <http://upcommons.upc.edu>

Tabla 2.1 Descripción de los componentes de un sistema de control
Elaborado por: David Chávez

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
CONTROLADOR	Utilizando los valores determinados por los sensores, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.
SENSOR	Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
ACTUADOR	Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.
SISTEMA	Es la combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen un determinado objetivo.
PERTURBACIONES	Es una señal que tiende a afectar el valor de la salida de un sistema.
VARIABLES DE CONTROL	Las variables de control más habituales son las aberturas de compuertas, los incrementos de abertura de compuerta, los caudales o los incrementos de caudales.
VARIABLES DE SALIDA	Es una variable del sistema cuya magnitud o condición se mide.

SISTEMA DE TELECONTROL DEL AUTOMÓVIL

Un sistema de telecomunicaciones en el que los datos a enviarse son necesariamente información del vehículo obtenida por medio del puerto de comunicación del vehículo, que son transmitidos por medio de un canal de comunicación hasta llegar a su destino, el cual es el encargado de procesar la información para emitir el estado y darle una orden.

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO

Son aquellos sistemas en los que la variable de salida no tiene efecto sobre la acción de control.

CARACTERÍSTICAS

- No se compara la salida del sistema con el valor de referencia deseado de la salida del sistema.
- Cada entrada como referencia le corresponde una operación fijada.
- La calibración del controlador interviene en la exactitud de la salida del sistema.
- Cuando existen perturbaciones esta clase de sistemas no funcionan correctamente.

EJEMPLO

- Control en lazo abierto por tensión de armadura de un motor DC de excitación independiente.
- El control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos (*event-driven*) o por tiempo (*time-driven*). Se programa utilizando PLCs (controladores de lógica programable) [8].
- Ejemplos:
 - Lavadora:
 - Funciona sobre una base de tiempo
 - Variable de salida “limpieza de la ropa” no afecta al funcionamiento de la lavadora.
 - Semáforos de una ciudad:
 - Funciona sobre una base de tiempo.
 - Variable de salida “estado del tráfico” no afecta el funcionamiento del sistema.

SISTEMAS DE CONTROL EN LAZO ABIERTO

Sistema de control en lazo cerrado es aquel en que la señal de salida del sistema tiene efecto directo sobre la acción de control.

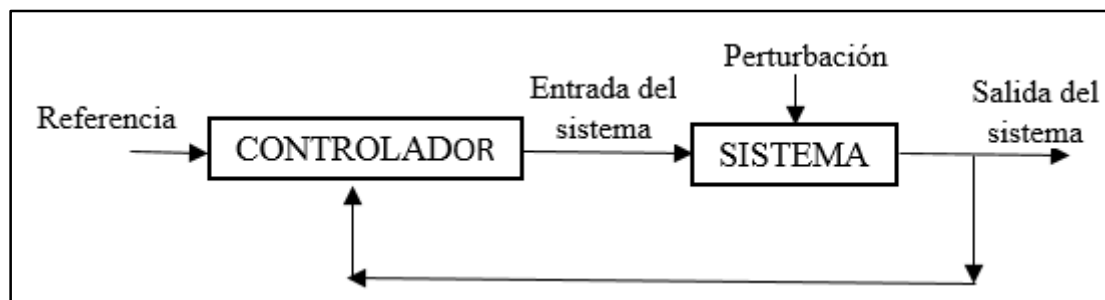


Fig. 2.2 Sistema de control en lazo abierto

Fuente: N.N., “Sistemas de control”, 2015 [En línea] <http://upcommons.upc.edu>

CONTROL RETROALIMENTADO

Operación que tiende a reducir la diferencia entre la salida de un sistema y alguna entrada de referencia en presencia de perturbaciones. Esta reducción se logra manipulando alguna variable de entrada del sistema, siendo la magnitud de dicha variable de entrada la función de la diferencia entre la variable de referencia y la salida del sistema [8].

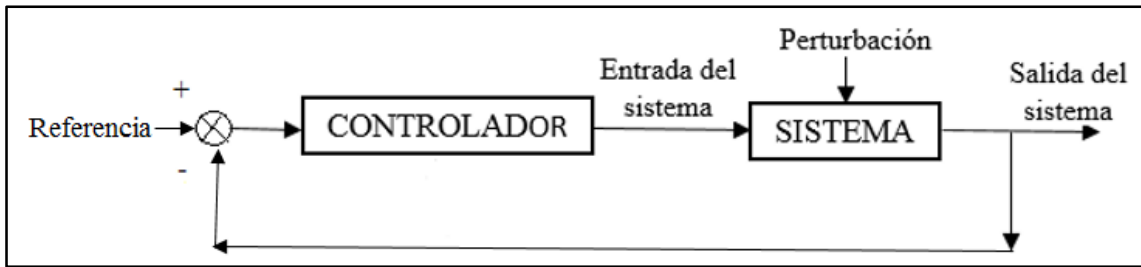


Fig. 2.3 Sistema de control retroalimentado

Fuente: N.N., "Sistemas de control", 2015 [En línea] <http://upcommons.upc.edu>

CLASIFICACIÓN

- Manuales: controlador operador humano
- Automático: controlador dispositivo
 - Neumático, hidráulico, eléctrico, electrónico o digital (microprocesador)

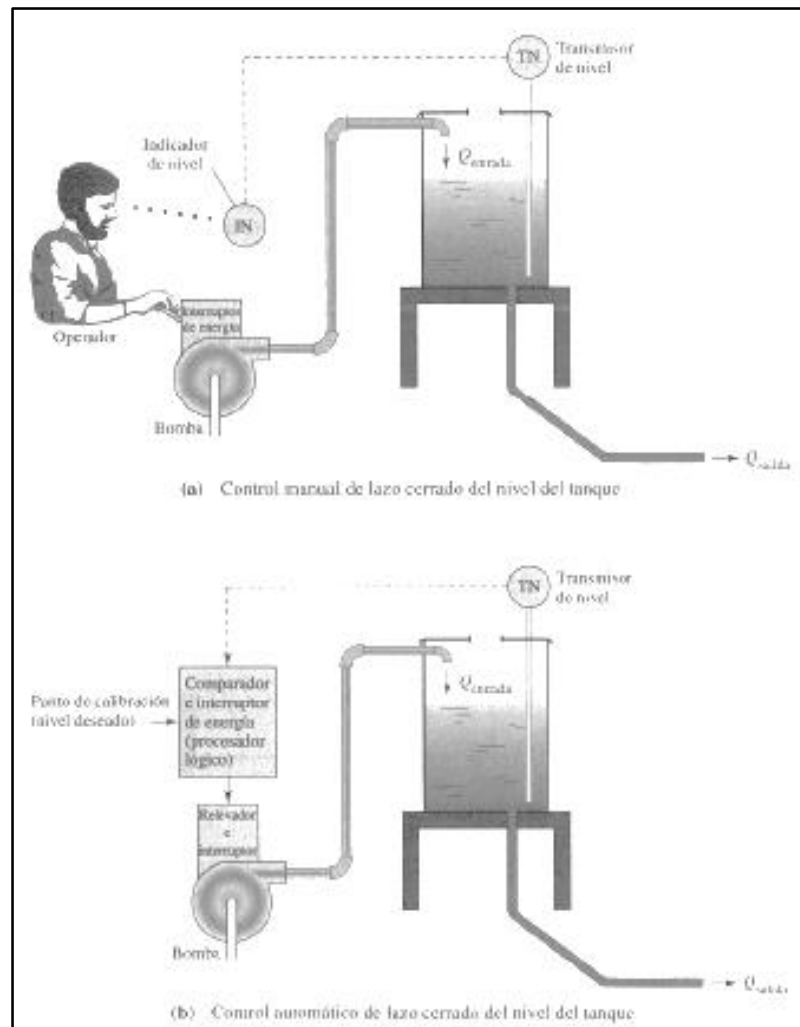


Fig. 2.4 Clasificación sistemas de control en lazo cerrado

Fuente: N.N., "Sistemas de control", 2015 [En línea] <http://upcommons.upc.edu>

ELEMENTOS DE UN LAZO DE CONTROL

- Sistema a controlar
- Controlador
- Actuador (puede incluirse en el sistema a controlar)
- Medidor: sensor + transductor

FUNCIONES DE UN LAZO DE CONTROL

- Medir el valor de la variable controlada (medida y transmisión).
- Detectar el error y generar una acción de control (decisión).
- Usar la acción de control para manipular alguna variable en el proceso de modo que tienda a reducir el error (manipulación).

TIPOS DE CONTROL

CONTROL DE PROCESOS

- Los sistemas de control de procesos son aquellos que requieren la regulación de variables de proceso (temperaturas, concentraciones, caudales, niveles...) Estos sistemas de control requieren la manipulación de unidades de proceso continuas (no se interrumpe el flujo) y discontinuas, batch o por lotes (se interrumpe el flujo).
- Ejemplos: refinería de petróleo, planta de producción de energía eléctrica, papelera...

CONTROL DE MÁQUINAS MANUFACTURERAS

- Control Numérico
 - Usa un programa para controlar la secuencia de operaciones una máquina, dicho programa contiene instrucciones que especifican posiciones, direcciones, velocidades y velocidad de corte.
- Control de robots
 - Un manipulador programable diseñado para mover materiales, herramientas en una secuencia determinada para realizar una tarea específica [8].

COMUNICACIÓN VEHICULAR A DISTANCIA

El telecontrol o telemando consiste en el envío de indicaciones a distancia mediante un enlace de transmisión (por ejemplo, a través de cables, radio, dirección IP...), utilizando órdenes enviadas para controlar un sistema o sistemas remotos que no están directamente conectados al lugar desde donde se envía el telecontrol. La palabra viene de dos raíces

tele= distancia y control= controlar. Los sistemas que necesitan medición remota y reporte de información de interés para el diseñador del sistema o el operador deben usar la contrapartida del telecontrol, la telemetría. El telecontrol se puede llevar a cabo en tiempo real o no dependiendo de las circunstancias [9].

2.2.2 TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

TELEFONÍA MÓVIL

La telefonía móvil funciona a través de ondas de radio. Cada terminal actúa al mismo tiempo como emisor y receptor, que se comunica con la antena de telefonía más próxima, a la que se denomina estación base o BTS. Las antenas se sitúan en sitios altos para alcanzar mayor cobertura y conforman lo que se conoce como celdas, que se agrupan entre sí y dan cobertura a los teléfonos [10].

De acuerdo a la telefonía móvil, de los BTS la señal se traslada a los BSC (controlador de estaciones base), que actúan como concentradores de varias de estas antenas. Por último, la señal llega a los MSC (centro de conmutación móvil), que se encargan de establecer la comunicación y de enviar los mensajes cortos.

LA PRIMERA GENERACIÓN DE TELÉFONOS CELULARES (1G)

Redes netamente análogas y únicamente para voz, que introducen la utilización de múltiples celdas y la capacidad de transferir llamadas de un lugar a otro, para lo cual la torre de cobertura se enlazaba con los sitios de células cercanas para mantener la comunicación, tal y como se representa en la Fig. 2.1.

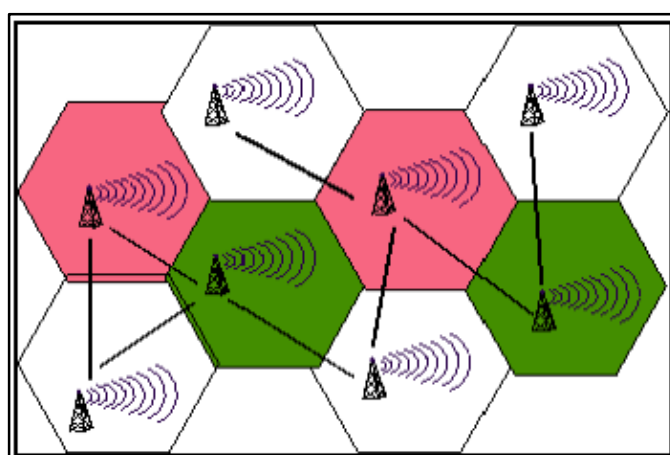


Fig. 2.5 Celdas en Comunicación Móvil

Fuente: N.N., «Somos Medicina. Telemonitorización de la glucemia,» 2012. [En línea].
Available: <http://www.somosmedicina.com/2012/01/telemonitorizacion-de-la-Glucemia-en.html>. [Último acceso: Noviembre 2014].

Sin embargo, la transmisión de estas celdas era inexacta y tampoco tenía buena calidad de sonido. La tecnología predominante de esta generación fue el Sistema Avanzado de Telefonía Móvil, Advanced Mobile Phone System (AMPS por sus siglas en inglés), el cual se empleó con mayor fuerza en Estados Unidos [11].

2G: EL NACIMIENTO DE LAS REDES GSM Y GPRS

A inicios de los 90' se introdujeron al mercado los teléfonos 2G con despliegue de la tecnología GSM. El Sistema Global para las comunicaciones Móviles, o GSM, utiliza modulación digital para mejorar la calidad de la voz, pero los servicios que ofrece la red son limitados [12].

A finales de los 90' fue introducida una fase intermedia conocida como 2.5G. Esta fase ya utilizaba el estándar GPRS, el cual permitía a los usuarios enviar datos como imágenes y/o gráficos. La importancia de este servicio creció conjuntamente con el desarrollo de los protocolos de Internet (IP). La red EDGE es un ejemplo de tecnología 2.5G.

3G: EL VERDADERO USO DEL INTERNET MÓVIL

Cuando apareció la tecnología 3G, aparecieron aplicaciones de audio, imágenes y video.

Entonces los servicios celulares 3G también conocidos como UMTS, tiene mayor velocidad de datos y abren el camino para aplicaciones al estilo de Internet. El 3G soporta voz y datos al mismo tiempo, a excepción de cuando se utiliza en redes CDMA. 3G ha tenido muchas actualizaciones de la tecnología UMTS ya que alcanzado velocidades de hasta 14Mbps.

4G: LAS REDES DE ALTA VELOCIDAD

Esta generación actual de telefonía móvil, 4G provee velocidades de hasta 200Mbps el cual va de la mano con las características de la Calidad de Servicio (QoS*). El QoS da prioridades al tipo de aplicación que está utilizando el ancho de banda dependiendo de las necesidades del momento.

WIFI

Wi-Fi es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente denominada Wireless Ethernet Compatibility Alliance). Esta organización tiene por objeto la prueba y certificación de aquellos equipos que cumplen los estándares IEEE 802.11x. Es una tecnología capaz de transmitir hasta 54 Mbps a una distancia máxima de 400 metros.

De hecho, es habitual en muchos hospitales que los profesionales empleen aparatos electrónicos móviles tipo PDA, Tablet PC u ordenadores portátiles, capaces de conectarse vía Wi-Fi al sistema central de información desde cualquier punto, disponiendo así de la información que precisen en cada momento.

Sistemas RTLS

RTLS (Real Time Location System), constituyen otra de las aplicaciones más interesantes al telecontrol de la tecnología Wi-Fi. Este tipo de sistema actúa en la red LAN Wi-Fi para encontrar archivos o personas en el interior de edificios. El sistema RTLS se basa en diferentes niveles de señales que recibe de distintos puntos de acceso.

RFID

RFID (Radio Frequency Identification), se trata de una tecnología basada en la radiofrecuencia que permite el almacenamiento y recuperación de datos de manera remota y sin visión directa. Se podría definir como identificación por radiofrecuencia. Es especialmente crítica la distancia a la que un sistema RFID es capaz de leer, variando entre los pocos centímetros (1-10 centímetros) hasta varios cientos de metros (300-400 metros)

BLUETOOTH

Es un estándar global de comunicación inalámbrica que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia.

Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.

Sin embargo, a pesar de que mediante Bluetooth se podría transmitir a velocidades cercanas a los 11 Mbps, su rango de distancia es muy corto, en torno a 10 metros, por lo que no es una tecnología apropiada para crear redes LAN. Las aplicaciones de Bluetooth en telecontrol se limitan a la descarga de datos de un dispositivo a otro, sin necesidad de cables. Por ejemplo, en el parqueadero el usuario desea recopilar la información del estado de su vehículo en su celular o Tablet, y después podría volcar esos datos a una PC por medio del Bluetooth [12].

2.2.3 TECNOLOGÍA GSM

El sistema GSM (Global System for Mobile Communication) puede ser definido como un sistema de radio que te proporciona para comunicaciones de media y larga distancia, digital móvil y celular y lo más interesante del sistema es que te proporciona servicio de datos, e incluye integración de servicios.

La tecnología digital también conocida como GSM tiene como primera funcionalidad la transmisión de voz y también tiene la posibilidad de transmitir datos a baja velocidad de 9,6Kbit/s

MODEM GSM/GPRS

“Un módem GSM (Global System for Mobile Communications) es un dispositivo inalámbrico que funciona en la red GSM, utilizada mundialmente para comunicación entre teléfonos móviles [13]”.

El teléfono celular es el mejor ejemplo de describir un modem GSM al cual se le adapto una interfaz RS232, con el propósito de ser controlado por medio de un microcontrolador. Además, es posible enlazar para la transmisión de voz, fax, datos, comunicación por internet y mensajes SMS (Short Message Service).

Los estándares mundiales a nivel mundial dicen que existen 4 bandas: 850, 900, 1800 y 1900 MHz. En la mayoría de los países de África, Medio Oriente, Asia, Australia y Europa, se implementan las bandas de 900-1800 MHz. En Canadá, México, Estados Unidos y la mayor parte de Centro y Sudamérica se emplean las bandas de 850-1900 MHz.

En la Fig. 2.2, podemos observar la asignación de pares de frecuencias GSM a nivel mundial, por lo que en Ecuador opera la banda 850-1900 MHz, como casi todo el continente Americano.

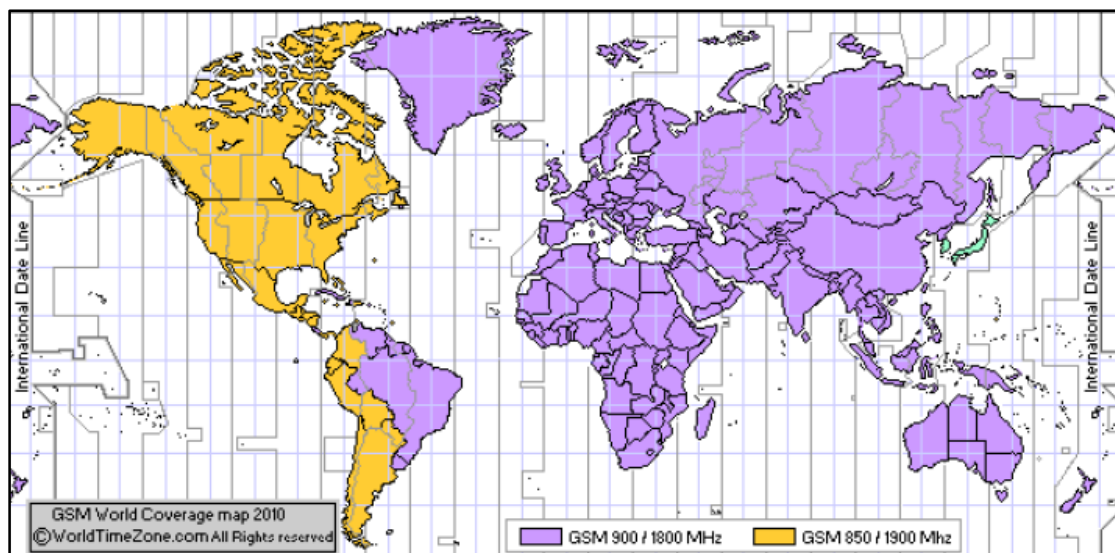


Fig. 2.6 Distribución de las bandas de telefonía móvil a nivel mundial

Fuente: N.N., «Punto Flotante S.A.-Tutorial: Los módems GSM y GPRS,» [En línea].

Available: <http://www.puntoflotante.net/TUTORIAL-MODEM-GSM-GPRS.htm>. [Último acceso: Noviembre 2014]

Por otro lado, un módem GPRS (General Packet Radio Service) es un módem GSM, que, además, es compatible con la tecnología GPRS para la transmisión de datos. Es una tecnología de conmutación de paquetes que es una extensión de GSM. Una ventaja de la tecnología GPRS sobre GSM es que tiene una velocidad de transmisión de datos de 115000 kbps.

Esto es mucho más rápido que el SMS ordinario a través de GSM, cuya velocidad de transmisión de SMS es de 6 a 10 mensajes SMS por minuto. Con GPRS se puede transmitir hasta 30 mensajes SMS por minuto [13].

SISTEMA GSM

El sistema GSM es el sistema de comunicación de móviles digital de 2ª generación basado en células de radio. Apareció para dar respuestas a los problemas de los sistemas analógicos. Fue diseñado para la transmisión de voz por lo que se basa en la conmutación de circuitos, aspecto del que se diferencia del sistema GPRS. Al realizar la transmisión mediante conmutación de circuitos los recursos quedan ocupados durante toda la comunicación y la tarificación es por tiempo [14].

2.2.5 ANTECEDENTES DE LA DIAGNOSIS DEL AUTOMÓVIL.

Las tecnologías y conceptos asociados a la diagnosis han ido evolucionando con el tiempo, en la medida en que lo han hecho las tecnologías del automóvil. En este sentido, la evolución de la diagnosis del automóvil ha pasado por diferentes etapas, que van desde

unas sencillas y simples pruebas rutinarias de las piezas más importantes, donde los medios materiales utilizados eran escasos y por tanto el factor humano era fundamental, hasta los actuales sistemas de “diagnóstico integral” en los que las nuevas tecnologías tienen una incidencia importante [15].

Se entiende por diagnóstico integral “la verificación y evaluación del funcionamiento del conjunto de sistemas del vehículo basadas en pruebas objetivas con la amplitud y precisión máximas que permiten las tecnologías de ensayo y verificación actuales, atendiendo a las restricciones que imponen el coste, el tiempo máximo dedicado al conjunto de las pruebas y la mínima intrusión en los elementos mecánicos del vehículo” [Aparicio, 2003]. La diagnóstico integral trata de determinar el estado del vehículo respecto a sus condiciones originales con vistas a evaluar el grado de conservación de la motorización, seguridad y emisiones contaminantes. De esta forma no solamente se facilita el mantenimiento preventivo y correctivo del mismo, sino que además se registran las incidencias en áreas de mejorar los futuros diseños [16].

El concepto de diagnóstico integral del automóvil incluye múltiples aspectos, si bien todos ellos se pueden resumir en seis grandes bloques o áreas:

Propulsión, incluyendo análisis de potencia, transmisión y emisiones.

Neumáticos, suspensión y dirección adecuados para garantizar la conducción y control ante cualquier tipo de firme.

Frenos suficientes y efectivos que no comprometan la estabilidad y maniobrabilidad.

Mecánica general y accesorios necesarios para proporcionarlas mejores condiciones de confort, información y gobernabilidad.

Carrocería dentro de los márgenes permitidos para asegurar la integridad dimensional y estructural.

Sistemas eléctricos y electrónicos, pues cada vez tienen un mayor protagonismo dentro del vehículo actual, tanto en la gestión del motor como en los elementos de seguridad y confort [17].

2.2.6 PROTOCOLOS OBD2

A inicios las fabricas automotrices utilizaban un sistema de auto diagnóstico a bordo (OBD) en la cual cada fabricante estableció un conector único con su respectivo protocolo

de comunicación, de esta manera los técnicos debían adquirir diferentes equipos para cada uno de los protocolos [18].

A partir del año 1996 en adelante la EPA (Agencia de protección al ambiente) determinó que los vehículos utilizarían el conector trapezoidal de 16 pines y a este sistema de auto diagnóstico se le daría el nombre de OBD2 como se muestra en la Fig. 2.3 y el diagrama de pines en la Tabla 2.1, en cambio para los vehículos del año 1995 para atrás se le daría el nombre al protocolo de comunicación como OBD1 [18].

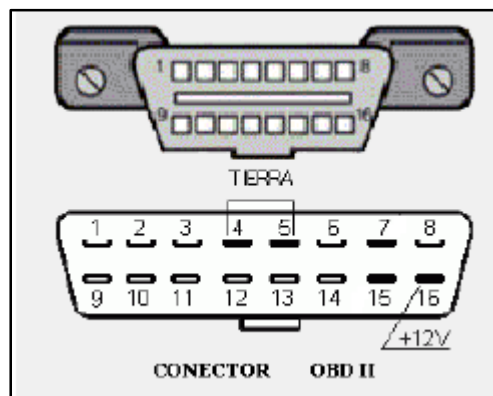


Fig. 2.7 Conector OBD2
 Fuente: N.N., “Norma SAE J1979,” 2014.
 [En línea]. Available:
http://www.sae.org.technical/standards/J1979_200705

Tabla 2.2 Terminales y descripción del conector OBD2 [18].

TERMINAL	FUNCIÓN
Contacto 2	Bus (+) J1850 VPM y PWM
Contacto 4	Tierra Chasis
Contacto 5	Señal de tierra
Contacto 6	CAN alto (J-2284)
Contacto 7	Línea K ISO 9141-2 y Keyword 2000
Contacto 10	Bus (-) J1850
Contacto 14	CAN bajo (J-2284)

Contacto 15	Línea L ISO 9141-2 y Keyword 2000
Contacto 16	Voltaje de la Batería

De esta manera los técnicos con un solo cable tienen acceso a una gama completa de vehículos teniendo que buscar así un equipo que aunque cuente con el conector siga cubriendo los diferentes protocolos que usan cada fabricante [18].

ISO 9141-2 E ISO 14230-4/KWP2000 (COMUNICACIÓN SERIE)

Existen cuatro protocolos automotrices (ISO 9141-2, ISO 14230-4/KWP2000, el SAE J1850 VPW, y el SAE J1850 PWM) que lucen similares pero tienen algunas diferencias.

El tiempo entre los mensajes de petición de una sola o múltiple respuesta es diferente para cada protocolo. Las definiciones y requisitos son especificados en la correspondiente norma ISO de la organización SAE. Por ejemplo, el tiempo máximo para responder del protocolo ISO 9141-2 después de que una petición ha sido enviada a las ECUs es de 25-50 ms, si hay contestación múltiple cada uno de ellos debe enviarle dentro de este periodo de tiempo, después del fin de la respuesta anterior. Después de la última respuesta, una nueva petición debe enviarse a la ECU después de 55 ms del primero pero no después de 5000 ms. Si una nueva demanda no se envía en este periodo de tiempo las ECUs debe ser reiniciadas y esto podría tomar varios segundos [19].

Los primeros tres bytes de todos los mensajes de diagnóstico son los bytes de cabecera (véase Tabla 1.3). Para ISO 9141-2 y J1850 el primer byte depende de la velocidad de tráfico binario (bit rate) del enlace de datos (data link) y del tipo de mensaje. El segundo byte de cabecera tiene un valor que depende del tipo de mensaje que es, o una petición de una respuesta. El primer byte para ISO 14230-4/KWP2000 indica el modo de dirección (físico/funcional) y la longitud del campo de datos, el segundo byte es la dirección del receptor del mensaje. El tercer byte tiene la misma función para todos los protocolos; es la dirección física del remitente del mensaje. El equipo externo de diagnóstico siempre tiene la dirección \$F1 (el símbolo \$, significa que es un número hexadecimal). Los siete bytes siguientes son los bytes de datos y ellos varían dependiendo del diagnóstico específico de servicio. Estos bytes se describen en el diagnóstico SAE J1979 [19].

Un vehículo puede tener múltiples unidades de Control de maquina (motor) (ECUs), por ejemplo, uno para el motor y otro para la caja de engranajes. Para recibir los datos del vehículo un mensaje de petición tiene que ser enviado sin saber qué ECU le va a responder. En algunos vehículos, múltiples ECUs puede responder con la información pedida. Por consiguiente, cualquier dispositivo de diagnóstico externo deberá poder recibir contestaciones múltiples [19].

Las diferencias entre los protocolos, les complican a los dispositivos de diagnóstico manejar todos los protocolos al mismo tiempo. Algunos de estos dispositivos han resuelto este problema usando cartuchos, conectores o circuitos desmontables que pueden interconectarse con el protocolo específico a ser usado. Los cartuchos se conectan en el dispositivo de diagnosis y entonces el dispositivo se puede comunicar con el protocolo deseado. Otra manera de resolver este problema es agregar elementos o circuitos externos (hardware) extra, y una interfaz que conozca las características para cada protocolo y pueda cambiar la manera de comunicarse [19].

SAE J1850 (VPW Y PWM)

Es el estándar SAE para las clases A y B (velocidad de transmisión baja y media). Es una combinación del SCP de Ford y del Protocolo Clase 2 de General Motors y fue aprobado por la SAE en 1988 y revisado finalmente en 1994 [19].

Existen dos versiones (al ser desarrollo de dos protocolos propietarios), cuya diferencia consiste en la codificación de bit y la velocidad de transmisión. La versión más lenta emplea una codificación VPM (*Variable Pulse Modulation – Modulación por ancho de pulso variable*) alcanzando 10,4 kbit/s y transmite con un solo cable referido a masa. La versión más rápida usa una codificación PWM (*Pulse Width Modulation – Modulación por ancho de pulso*) consiguiendo 41,6 kbit/s y transmite en modo diferencial con dos cables. Como acceso al medio emplea el procedimiento CSMA/CR (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Resolution*), lo que significa que cualquier módulo puede intentar transmitir si detecta que el bus está desocupado. Si más de un módulo intenta transmitir al mismo tiempo, un proceso de arbitraje determinará cuál de ellos continuará transmitiendo y quién deberá reintentarlo después [19].

La principal aportación de este protocolo fue la inclusión de las respuestas de los nodos destinatarios dentro de la propia trama emitida desde el nodo origen. En concreto permite: respuesta de un byte desde un simple destinatario, respuestas concatenadas de un byte desde múltiples destinatarios y respuesta de múltiples bytes desde un simple destinatario [19].

La utilización en series comerciales empezó en el momento de su estandarización, siendo quizás el primer protocolo en ser aplicado de forma masiva y actualmente todavía está en uso [19].

CAN – ISO 15765 (RED DE ÁREA DEL CONTROLADOR)

El protocolo CAN fue desarrollado por Robert Bosch GmbH, compañía alemana, a principios de los años 80 del siglo pasado y es la referencia obligada de cualquier protocolo en el campo del automóvil, siendo el protocolo con más nodos implantados en este sector en Europa [19].

Además, su aplicación se extiende al campo del control industrial. Existen dos versiones básicas de este protocolo: CAN 1.0 y CAN 2.0 [19].

El estándar CAN 1.0 es un protocolo que emplea par trenzado como medio de transmisión, la codificación de bit es del tipo NRZ con *bit stuffing* cada 5 bits para evitar la desincronización de bit (si hay 5 bits del mismo nivel, el siguiente se fuerza de nivel contrario y no cuenta como dato para la trama). El método empleado para el acceso al medio es el de contienda CSMA/CA y permite una velocidad de transmisión de hasta 125 kbit/s, lo que lo ubica en la clase B. Esta velocidad le permite realizar funciones de control [19].

Este protocolo está orientado a un modelo de funcionamiento de tipo productor/consumidor, si bien pueden emplearse otros como el tipo maestro/esclavo múltiple. En el primer modo, un nodo puede enviar un mensaje al bus cuando unilateralmente lo decida. El mensaje es finalmente transmitido si gana la contienda entre los nodos candidatos a transmitir en el instante de acceso. Esta contienda se realiza en base al valor del campo identificador de la trama y requiere el uso de dos niveles de

señalización asimétricos de bus, denominados nivel recesivo (reposo) y nivel dominante [19].

El campo identificador (11 bits) de la trama es funcional indicando el contenido del campo de datos de la misma. Una característica importante de este protocolo es el reconocimiento de recepción (bit ACK) incluido en la propia trama (*in frame response*) útil cuando existe un único destinatario de la trama. También permite, incluida en la propia trama de envío, la petición de una respuesta de la estación destino (mediante el bit RTR) [19].

Finalmente, merece una cierta consideración el confinamiento local de errores en un nodo ante reiteradas detecciones de error, es decir, cuando un nodo detecta 255 veces error en su transmisión, se desconecta del bus. Este protocolo fue estandarizado con la denominación ISO 11519 [19].

En 1991 apareció CAN 2.0, una nueva versión del protocolo CAN que es compatible con el estándar CAN 1.0, cuya aportación consistió básicamente en aumentar el campo identificador de la trama de 11 bits a 29 bits, mediante la inclusión de un campo de identificación extendido de 18 bits. La velocidad se aumentó a 500 kbit/s al estandarizarse bajo SAE J2284-500 y a 1 Mbit/s bajo ISO 11898, lo que los ubica en la clase C [19].

Además, existen tres implementaciones de la capa física del protocolo CAN estandarizadas. La norma ISO 11898-2 especifica la capa física del HS-CAN (*High-Speed CAN*, CAN de Alta Velocidad), la ISO 11898-3 hace lo propio con el FT-CAN (*Fault-Tolerant CAN*, CAN Tolerante a Fallos) y la SAE/J2411 estandariza la SW-CAN (*Single-Wire CAN*, CAN UniFilar) [19].

En la Figura 2.4 se muestra las unidades de control abordo del sistema automotriz, lo que provoca una reducción importante tanto del número de sensores utilizados como de la cantidad de cables que componen la instalación eléctrica del vehículo [19].

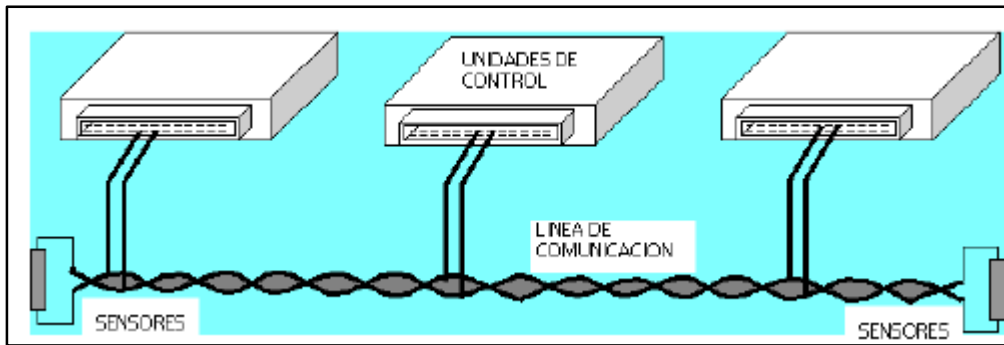


Fig. 2.8 Esquema de Unidades de Control y Sensores
Fuente: N.N., "Historia Automotriz e inducción a sistemas OBD", [Available]:
<http://www.autocarga.com>

De acuerdo al modelo de referencia OSI (*Open Systems Interconnection*), la arquitectura de protocolos CAN incluye tres capas: física, de enlace de datos y aplicación, además de una capa especial para gestión y control del nodo llamada capa de supervisor, y a continuación se define cada una de ellas [19].

- Capa física: define los aspectos del medio físico para la transmisión de datos entre nodos de una red CAN, los más importantes son niveles de señal, representación, sincronización y tiempos en los que los bits se transfieren al bus. La especificación del protocolo CAN no define una capa física, sin embargo, los estándares ISO 11898 establecen las características que deben cumplir las aplicaciones para la transferencia en alta y baja velocidad [19].

- Capa de enlace de datos: define las tareas independientes del método de acceso al medio, además debido a que una red CAN brinda soporte para procesamiento en tiempo real a todos los sistemas que la integran, el intercambio de mensajes que demanda dicho procesamiento requiere de un sistema de transmisión a frecuencias altas y retrasos mínimos. En redes multimaestro, la técnica de acceso al medio es muy importante ya que todo nodo activo tiene los derechos para controlar la red y acaparar los recursos. Por lo tanto la capa de enlace de datos define el método de acceso al medio así como los tipos de tramas para el envío de mensajes [19].

Cuando un nodo necesita enviar información a través de una red CAN, puede ocurrir que varios nodos intenten transmitir simultáneamente. CAN resuelve lo anterior al asignar prioridades mediante el identificador de cada mensaje, donde dicha asignación se realiza durante el diseño del sistema en forma de números binarios y no puede modificarse

dinámicamente. El identificador con el menor número binario es el que tiene mayor prioridad [19].

El método de acceso al medio utilizado, como ya se mencionó, es el de Acceso Múltiple por Detección de Portadora, con Detección de Colisiones y Arbitraje por Prioridad de Mensaje (CSMA/CD+AMP, *Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection and Arbitration Message Priority*). De acuerdo con este método, los nodos en la red que necesitan transmitir información deben esperar a que el bus esté libre (detección de portadora); cuando se cumple esta condición, dichos nodos transmiten un bit de inicio (acceso múltiple). Cada nodo lee el bus bit a bit durante la transmisión de la trama y comparan el valor transmitido con el valor recibido; mientras los valores sean idénticos, el nodo continúa con la transmisión; si se detecta una diferencia en los valores de los bits, se lleva a cabo el mecanismo de arbitraje [19].

CAN establece dos formatos de tramas de datos (*data frame*) que difieren en la longitud del campo del identificador, las tramas estándares (*standard frame*) con un identificador de 11 bits definidas en la especificación CAN 2.0A, y las tramas extendidas (*extended frame*) con un identificador de 29 bits definidas en la especificación CAN 2.0B [19].

Para la transmisión y control de mensajes CAN, se definen cuatro tipos de tramas: de datos, remota (*remote frame*), de error (*error frame*) y de sobrecarga (*overload frame*). Las tramas remotas también se establecen en ambos formatos, estándar y extendido, y tanto las tramas de datos como las remotas se separan de tramas precedentes mediante espacios entre tramas (*interframe space*) [19].

En cuanto a la detección y manejo de errores, un controlador CAN cuenta con la capacidad de detectar y manejar los errores que surjan en una red. Todo error detectado por un nodo, se notifica inmediatamente al resto de los nodos [19].

- Capa de supervisor: La sustitución del cableado convencional por un sistema de bus serie presenta el problema de que un nodo defectuoso puede bloquear el funcionamiento del sistema completo. Cada nodo activo transmite una bandera de error cuando detecta algún tipo de error y puede ocasionar que un nodo defectuoso pueda acaparar el medio físico. Para eliminar este riesgo el protocolo CAN define un mecanismo autónomo para

detectar y desconectar un nodo defectuoso del bus, dicho mecanismo se conoce como aislamiento de fallos [19].

- Capa de aplicación: Existen diferentes estándares que definen la capa de aplicación; algunos son muy específicos y están relacionados con sus campos de aplicación. Entre las capas de aplicación más utilizadas cabe mencionar CAL, CAN open, Device Net, SDS (*Smart Distributed System*), OSEK, CAN Kingdom [19].

2.2.7 MICROCONTROLADOR

Un microcontrolador es un circuito integrado digital monolítico que contiene todos los elementos de un procesador digital secuencial síncrono programable de arquitectura Harvard o princeton (Von Neumam). Se le suele denominar también microcomputador integrado o empotrado (Embedded processor) y está especialmente orientado a tareas de control y comunicaciones [20].

Los microcontroladores se utilizan para la realización de sistemas electrónicos empotrados en otros sistemas (eléctricos, mecánicos, etc.) como por ejemplo electrodomésticos (televisor, lavadora, microondas, etc.). Sistemas informáticos (ratón, impresora, etc), sistemas de telecomunicaciones (teléfono móvil, circuito de control de una red, etc), sistemas de control de maquinaria (circuito de control del brazo de un robot, etc) o sistemas de automoción (circuito de control de frenado, circuito de control de la climatización, etc) [21] como se puede observar en la Fig. 2.5

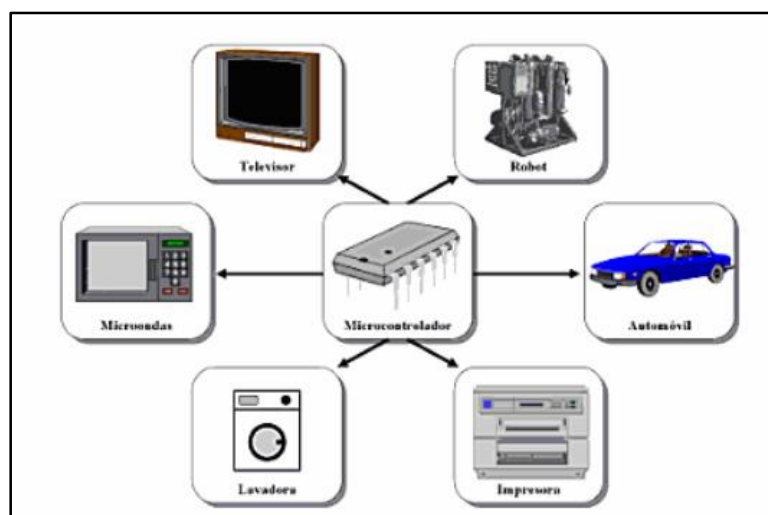


Fig. 2.9 Campos de aplicación de los microcontroladores
Fuente: Enrique Pérez, Luis Menéndez, Luis Ferreira, Emilio Matos;
“Microcontroladores PIC”; Sistema Integrado para el autoaprendizaje;
2007

2.2.8 ARDUINO UNO

El dispositivo electrónico de la Fig. 2.6 y en la Tabla 2.2 se encuentra las características, es un circuito electrónico que cuenta con 14 pines digitales de entrada o salida (de los cuales 6 son utilizados como salidas PWM), tiene 6 entradas analógicas. También tiene un resonador cerámico de 16 MHz, tiene conexión USB, conector de alimentación [22].

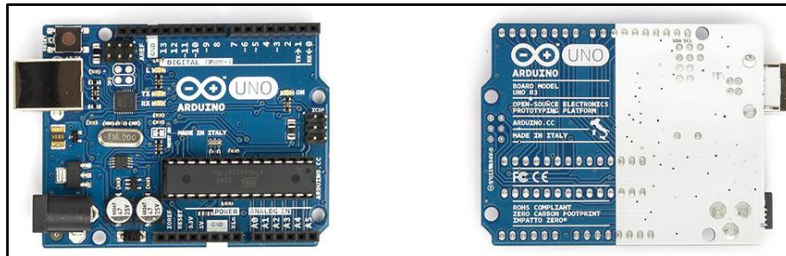


Fig. 2.10 Arduino Uno

Fuente: Arduino, “Arduino UNO,” 2014. [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>. [Último acceso: Diciembre 2014]

Tabla 2.3 Pin Referencia Mapping Atmega328 [22]

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA
MICROCONTROLADOR	ATmega328
TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO	5V
VOLTAJE DE ENTRADA (RECOMENDADO)	7-12V
VOLTAJE DE ENTRADA (LÍMITES)	6-20V
DIGITAL PINES I/O	14 (de las cuales proporcionan salida PWM)
PINES DE ENTRADA ANALÓGICA	6
CORRIENTE DC POR PIN I/O	40 mA
CORRIENTE DC DE 3.3V PIN	50mA
MEMORIA FLASH	32 KB (ATmega328) de los cuales 0,5KB utilizado por el gestor de arranque
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj	16 MHz

2.2.9 ARDUINO MEGA 2560

El dispositivo electrónico de la Figura 2.7, es un circuito electrónico que cuenta con 54 pines de entrada o salida (de los cuales 15 son utilizados como salidas PWM), consta con 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertas seriales). Además tiene un oscilador de cristal de 16 MHz, tiene conexión USB, conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reseteo [23].

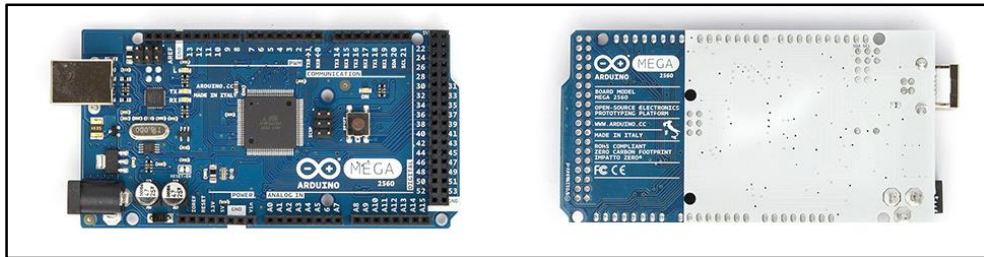


Fig. 2.11 Arduino Mega 2560

Arduino, “Arduino MEGA 2560,” 2014. [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>. [Último acceso: Diciembre 2014]

Como se observa en la tabla 2.3 el tablero puede funcionar con un suministro de poder externo de 6 a 20 voltios. Si se suministra con menos de 7V, sin embargo. El pin de 5V puede suministrar menos de cinco voltios y la junta puede ser inestable. En el caso que se utilice más de 12V, el regulador de voltaje podría calentarse dañar la placa. El rango recomendado es de 7 a 12 voltios [23].

Además la memoria que tiene el Atmega2560 es de 256 KB de memoria flash para el almacenamiento de código (de los cuales 8KB se utiliza para el gestor de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM, esto puede ser leído y escrito con la librería EEPROM [23].

CARACTERÍSTICAS DE ENTRADA Y SALIDA

- Tiene 54 pines digitales como una entrada o salida.
- Funcionan a 5v.
- Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40mA.
- Tiene una resistencia de pull-up (desconectado por defecto) de 20 a 50 Kohm.
- Serial: 0(RX) y 1(TX); Serie 1: 19(RX) y 18(TX); Serial 2: 17 (RX) y 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) y 14 (TX).Se utiliza para recibir (RX) y transmitir datos en serie (TX) en TTL.
- Interrupciones externas: 2 (interrupción 0), 3 (interrupción1), 18 (interrupción 5), 19 (interrupción 4), 20 (interrupción 3), y 21 (interrupción 2). Se han utilizado

estos pines para la activación de una interrupción en un valor bajo, un flanco ascendente o descendente, o un cambio en el valor.

- PWM: Del pin 2 al pin 13 y del pin 44 al pin 46 proporcionan salida PWM de 8 bits.
- SPI: pin 50(MISO), pin 51(MOSI), pin 52(SCK), pin 53(SS). Estos pines admiten una comunicación SPI.
- TWI: pin 20(SDA) y pin 21(SCL). Estos pines admiten una comunicación TWI.
- Tiene 16 entradas analógicas, cada uno tiene 10 bits de resolución, esto quiere decir que tiene una resolución de 1024 valores diferentes.
- AREF: Voltaje de referencia para las entradas analógicas.
- Restablecer: Es utilizado para añadir un botón de reinicio para escudos que bloquean el uno en el tablero.

Tabla 2.4 Pin referencia mapping Atmega2560 [23]

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA
MICROCONTROLADORES	ATMEGA2560
TENSIÓN DE FUNCIONAMIENTO	5V
VOLTAJE DE ENTRADA (RECOMENDADO)	7-12V
VOLTAJE DE ENTRADA (LÍMITES)	6-20V
DIGITAL PINES I/O	54 (DE LAS CUALES 15 PROPORCIONAN SALIDA PWM)
PINES DE ENTRADA ANALÓGICA	16
CORRIENTE DC POR PIN I/O	40 mA
CORRIENTE DC DE 3.3V PIN	50 mA
MEMORIA FLASH	256 KB DE LOS CUALES 8 KB UTILIZADO POR EL GESTOR DE ARRANQUE
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
VELOCIDAD DEL RELOJ	16 MHz

2.2.10 APP INVENTOR

“App Inventor es una nueva herramienta de Google Labs que facilita a cada programador y no programadores, profesionales y estudiantes – para crear aplicaciones móviles para dispositivos que dispongan de Android. Hoy en día, se está extendiendo invitaciones al público en general [24].

Para muchas de las personas, sus teléfonos móviles –el acceso al Internet –es siempre con alcance. App Inventor para Android ofrece a cada una de las personas, independientemente de la experiencia de programación, la oportunidad de controlar y cambiar su experiencia en la comunicación. Se ha observado a personas que están orgullosos en llegar a ser creadores de tecnología móvil y no consumidores de esto [24].”

DESARROLLO DE APLICACIONES

“Con App Inventor tú puedes crear aplicaciones para tu teléfono, creando proyectos que combinan componentes con bloques que manejan eventos y ejecutan acciones [24].”

COMPONENTES

Entre los componentes existentes en App Inventor podemos encontrar botones, imágenes, sensores. Algunos componentes como son los botones, imágenes se puede visualizar en la pantalla de nuestro celular, mientras que otros componentes como puede ser el acelerómetro no se visualizará en nuestra pantalla [24].

BLOQUES

Dentro de los bloques, se puede conectar diferentes de estos para que cumpla una función en la aplicación que se está realizando. Por ejemplo, creamos un botón llamado encender, a este botón podemos asignarle un evento como puede ser .click para realizar algún proceso si se presiona el botón que se encuentra en nuestra pantalla [24].

PROCESO

Es muy sencillo seguir el proceso como te voy explicar entre el paso 1 y el 2 se resume el diseño de la aplicación.

1. Dentro de la pestaña Designer se elige y ordenas cada uno de los componentes que se va utilizar para tu aplicación.
2. Click en la pestaña Blocks, aquí generas la secuencia o proceso de cómo va ser programado tu aplicación con los rompecabezas.
3. Terminado el programa, lo compilas y lo llevas a tu dispositivo móvil para observar su funcionamiento [24].

2.2.11 SISTEMA OPERATIVO MÓVIL

Un sistema operativo móvil es un sistema dedicado a controlar un dispositivo móvil de igual manera que las computadoras tiene su sistema operativo como es Linux, MAC, Windows entre otros. Estos sistemas operativos móviles son mucho más simples que los que utilizan las computadoras y generalmente van enfocados a la conectividad inalámbrica, interfaz gráfica, mensajes de texto, voz, multimedia entre otros.

SISTEMAS OPERATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVILES

Existen una variedad de sistemas operativos en el mercado celular pero los más conocidos son BlackBerry OS, IOS, Android y Windows Mobile pero dependiendo el uso de cada usuario.

SYMBIAN

Es un sistema operativo propiedad de Nokia, diseñado especialmente para hacer la batería que tenga mejor rendimiento, tiene una integración de aplicaciones lo cual lo hace versátil.

El objetivo de symbian crear un sistema operativo para terminales móviles que pudieran competir con Palm o Windows Mobile y posteriormente con Android, BlackBerry OS pero está siendo superado por Android con un 52,5% [25].

ANDROID

Android Inc., es la empresa que creó el sistema operativo móvil, se fundó en 2003 y fue comprada por Google en el 2005 y 2007 fue lanzado al mercado. Su nombre se debe a su inventor, Andy Rubin. Originalmente era un sistema pensado para las cámaras digitales.

Android está basado en Linux, disponiendo de un Kernel en este sistema y utilizando una máquina virtual sobre este Kernel que es la responsable de convertir el código escrito en Java de las aplicaciones a código capaz de comprender el Kernel.

Las aplicaciones para Android se escriben y desarrollan en Java aunque con unas APIS propias por lo que las aplicaciones escritas en Java para PC y demás plataformas ya existentes no son compatibles con este sistema.

Una de las grandes cualidades o características de este sistema operativo es su carácter abierto. Android se distribuye bajo dos tipos de licencias, una que abarca todo el código del Kernel y que es GNU GPLv2 (implica que su código se debe poner al alcance de todos y que todos podremos hacer con este código lo que nos parezca oportuno, modificarlo, ampliarlo, recortarlo, pero siempre estaremos en la obligación de volver a licenciarlo con las misma licencia) Google también por supuesto tiene otra licencia para el resto de componentes del sistema que se licencia bajo APACHE v2 (implica que este código se pueda distribuir para ser modificado y usado a antojo del que lo utilice, pero a diferencia del primer caso, las modificaciones y el código resultante no es obligatorio el licenciarlo bajo las mismas condiciones en las que se encontraba) [26].

CARACTERÍSTICAS DE ANDROID

Android es un entorno de software integrado para dispositivos móviles y no es una plataforma de hardware como lo puede pensar mucha gente, incluye un sistema Linux basado en el kernel del mismo sistema operativo, interfaz de usuario, es una plataforma muy rica en aplicaciones para el usuario final, bibliotecas de código, entornos de aplicaciones, soporte multimedia y mucho más, incluyendo por supuesto la funcionalidad de telefonía celular.

Mientras que los componentes del OS están escritos en C o C++, las aplicaciones de usuario están diseñadas en Java, incluso el integrado en las aplicaciones están escritas en

Java con la excepción de algunas aplicaciones exploratorias realizadas a modo de ensayo en Linux.

Muchos códigos están escritos en Java utilizando el Android Software Development Kit (SDK).

Una de las características importantes de la plataforma de Android es que no hay diferencia entre las aplicaciones incorporadas en el sistema operativo y las aplicaciones que se crean con el SDK, esto significa que el desarrollador puede escribir aplicaciones de gran alcance para aprovechar los recursos disponibles en el dispositivo.

Android es únicamente un software que aprovecha su kernel Linux para interactuar con el hardware y se ejecuta en diferentes dispositivos celulares de múltiples fabricantes.

Generalmente las aplicaciones puestas en el mercado móvil son generadas por sus desarrolladores en Java [26].

ARQUITECTURA DE ANDROID

La arquitectura de Android define estos cuatro elementos de los que podemos heredar:

- **Activities:** Toda clase que como consecuencia de instanciarla implique una impresión por pantalla. Por ejemplo, en un programa lector de RSS sería la pantalla donde se listan los elementos nuevos.
- **Services:** Un servicio es un proceso que corre sin necesidad de utilizar una interfaz gráfica. En el ejemplo anterior, un servicio sería el proceso que se encarga de ir comprobando por periodos de tiempo estipulados, si hay o no algo nuevo en el RSS.
- **Intent:** Es la interpretación abstracta de una acción. Es semejante a un evento o a una interrupción. Como por ejemplo un clic, pulsación en pantalla o pulsación de un botón.
- **Content Providers & Broadcast Receivers:** Es uno de los mejores aspectos de Android y está enfocado a la reutilización de código en una aplicación, por tanto una aplicación puede tener ciertos elementos que sean llamados por cualquier otra aplicación para que realice una acción.

La diferencia entre Content Providers y Broadcast Receivers es que los primeros trabajan sobre URL's, (tipos de datos MIME) y los segundos trabajan a nivel de Intent. En el ejemplo que se explica anteriormente de RSS, uno sería llamado cuando se encontrara el valor "application/rss+xml" y otro cuando se lanza un "Intent"[26].

SEGURIDAD EN ANDROID

Hoy en día el sistema operativo Android es prácticamente el más popular de todos los sistemas operativos asociados a Smartphones o Tablets, pero así mismo las amenazas y riesgos de los mismos a nivel de seguridad para el mismo siguen creciendo, ya que día a día las amenazas de exploits, gusanos, troyanos y demás malware, se hacen más frecuentes.

Android es un sistema operativo móvil basado en la tecnología Linux, por lo cual podemos decir que este funciona de la misma manea que un Desktop corriendo un sistema operativo moderno y con accesos a internet, pero con la diferencia de un hardware adicional como una cámara fotográfica o un GPS, lo cual significa que al igual que cualquier computador Android tiene los mismos riesgos con los Smartphones, hay una diferencia importante que también puede tener un alto impacto y es la Movilidad.

Las aplicaciones en Android pueden ser instaladas de diferentes maneras, de las cuales la más utilizada es el Android Market de Google e igualmente es posible también instalarlas por medio de una Shell conectada a una USB [26].

BLACKBERRY

Es un sistema operativo creado por RIM para dispositivos móviles y actualmente ocupa el cuarto puesto de ventas a nivel mundial con un 11% del mercado.

La familia Blackberry incluye dentro de sus componentes Smartphones y software, además de su Playbook que fue la primera Tablet a nivel profesional, pero que desafortunadamente no ha dado los resultados esperados a nivel de ventas, superada ampliamente por Tablets de otras marcas como Apple con su iPad y Samsung.

Posee una cantidad considerable de funciones siendo las más notables quizás, su sistema de PING (Blackberry Messenger) con la cual los diferentes usuarios de Blackberry pueden comunicarse con los demás por medio de mensajes de texto, tan solo agregando

un PIN que viene incluido con el hardware que hace el dispositivo único a nivel mundial y su sistema de integración con sistemas de correo electrónico, que lo han fortalecido a nivel de uso empresarial a pesar de un sin número de inconvenientes que ha tenido que superar en el último año y que han rebajado sus ventas provocando serias crisis en RIM.

Las diferentes aplicaciones y programas que han sido incorporados en las Blackberry hacen de esta un dispositivo organizador móvil gracias a sus características libretas de direcciones, calendario y notas entre otras [27].

IOS

IOS (anteriormente era mencionado como iPhone OS) es un sistema operativo móvil de Apple desarrollado originalmente por iPhone, siendo utilizado por los dispositivos iPhone, iPod Touch y iPad. Es un derivado de Mac OS X, que a su vez está basado en Darwin BSD.

El sistema operativo IOS tiene cuatro capas de abstracción: la capa del núcleo del sistema operativo, la capa de servicios principales, la capa de medios de comunicación y la capa de Cocoa Touch.

Todo el sistema se encuentra en la partición “root” del dispositivo, ocupa bastante menos del medio en megabytes, del total del dispositivo de 8 GB o de 16 GB.

Esto se realizó para poder soportar futuras aplicaciones de Apple, también como aplicaciones de terceros publicadas como iTunes Store o App Store [28].

.2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Con este proyecto de Investigación se realizará la implementación de un sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica para mejorar la seguridad en un automóvil basándose en hardware y software libre.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Para realizar este proyecto se verá la necesidad de la investigación de tipo documental, con el propósito de recopilar información importante acerca del sistema de comunicación que cuenta el vehículo Toyota Rav4 en investigación basada en revistas, textos, tutoriales, páginas web, información teórica.

También tendrá la importancia de la investigación de tipo aplicada, en el cual se llevará a cabo el análisis de todo el proceso del sistema electrónico para conocer el funcionamiento de todos los dispositivos electrónicos que tiene el vehículo.

Además, en este proyecto se realizará la investigación de tipo experimental, con el propósito de investigar un sistema de seguridad versátil y confiable para el vehículo Toyota Rav4, partiendo del problema y de esta manera elaborar un plan experimental para recoger datos del experimento y finalmente obtener los resultados por escrito.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En este proyecto de investigación no será necesario la utilización de población y muestra, considerando que la información sobre datos estadísticos del índice de robo de accesorios de vehículos se encuentra en la Comisión de Seguridad Integral del Ecuador.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información se tomará en cuenta fuentes de información como archivos, bibliotecas, librerías, videotecas, institutos de investigación, internet, etcétera.

Para ello es importante tener presente las diversas fuentes que nos pueden ser útiles en la tarea de conseguir información.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la realización del procesamiento y análisis de datos se tomarán en cuenta las siguientes actividades:

- Análisis de la información, que ayudará a plantear estrategias para la solución del problema.
- Interpretación de los resultados, es decir la relación entre las variables más importantes que denotan la investigación del proyecto y generar una solución a partir del mismo.
- Revisión de la información indispensable para el proyecto, según las variables necesarias que se tomarán en cuenta.

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo las siguientes actividades:

- Análisis técnico del módulo CAN para la etapa de recopilación de datos del vehículo.
- Análisis técnico del microcontrolador para la etapa de transmisión de mensajes de texto desde el módulo GSM/GPRS al dispositivo móvil.
- Estudio del protocolo de comunicación alámbrico del vehículo.
- Estudio del protocolo de comunicación inalámbrico del módulo GSM/GPRS.
- Diseño de las etapas del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular.
- Desarrollo del entorno del vehículo a través de un microcontrolador para recopilar los datos y transmitir desde un módem GSM/GPRS a un teléfono celular.
- Desarrollo del entorno del usuario mediante la interfaz gráfica en el dispositivo móvil para monitorear y controlar el vehículo remotamente.
- Pruebas de funcionamiento del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica.

- Implementación del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 ANÁLISIS TÉCNICO DEL MÓDULO CAN PARA LA ETAPA DE RECOPIACIÓN DE DATOS DEL VEHÍCULO.

4.1.1 CAN-BUS SHIELD

Este tipo de módulo utiliza un puerto DB9 que nos resulta sencillo la conexión fija y segura para la toma de datos en la transmisión desde el vehículo hasta nuestro circuito electrónico. El módulo CAN-Bus lo podemos apreciar en la Fig. 4.1 con sus respectivas características [29].

En el **Anexo 2** se encuentra la información técnica relacionado al controlador MCP2515 y en el **Anexo 3** sobre el driver MCP2551.

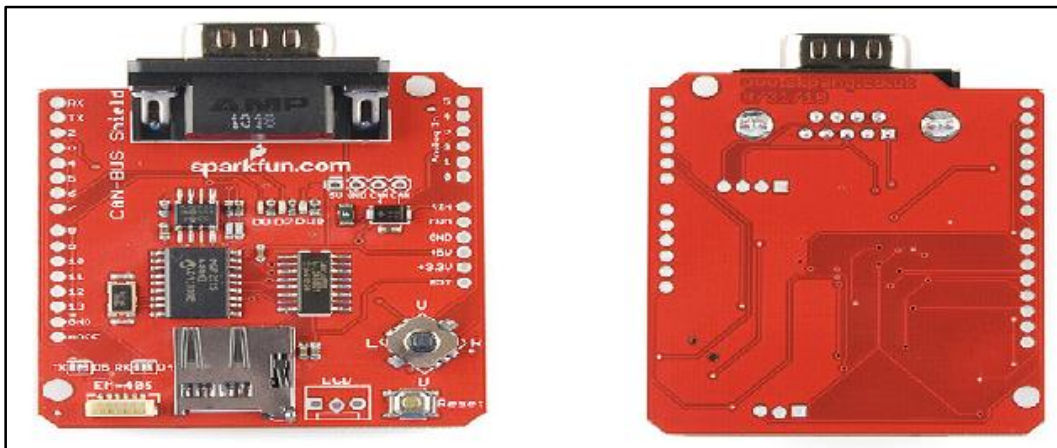


Fig. 4.1 CAN-BUS Shield

Fuente: Sparkfun, “CAN-BUS Shield,” 2014. [En línea] Available:
<http://sparkfun.com/products/10039>

Características Técnicas:




- CAN v2.0B sobre el 1Mb/s.
- Velocidad más alta para la interfaz SPI es de 10MHz

- Se utiliza para la trama de datos estándar, extendida y remota
- Fuente de poder puede ser desde el módulo Arduino y tiene un fusible de protección para la polarización inversa.
- Está compuesto por un socket para el módulo EM406 GPS.
- También tiene el compartimiento para la tarjeta Micro SD
- Conector para LCD serial.
- Botón de reseteo
- Control de joystick para el control del menú de navegación.

4.2 ANÁLISIS TÉCNICO DEL MICROCONTROLADOR PARA LA ETAPA DE TRANSMISIÓN DE MENSAJES DE TEXTO DESDE EL MÓDULO GSM/GPRS AL DISPOSITIVO MÓVIL.

4.2.1 SELECCIÓN DEL MICROCONTROLADOR

Tabla 4.1 Tabla comparativa para la selección del microcontrolador [21,22,23]

	PIC 16F877A	ARDUINO UNO	ARDUINO MEGA 2560
CARACTERÍSTICAS			
Empresa	Microchip	Arduino – ATMEL	Arduino – ATMEL

Microcontrolador	16F877A	Atmega 328	ATmega 2560
Voltaje de operación	5V	5V	5V
Voltaje de alimentación (recomendado)	5V	7-12V	7 – 12V
Voltaje de alimentación (límites)	4V a 5.5V	6-20V	6 -20V
Corriente DC en cada pin	25mA	40 mA	40mA
Entradas/Salidas Digitales	24 (2 PWM)	14 (de los cuales 6 son PWM)	54 (de los cuales 15 son PWM)
Entradas/Salidas Análogas	9 (pueden ser digitales)	6 (solo entradas)	16 (solo entradas)
Memoria Flash	8KB	32 KB	256 KB
EEPROM	256 bytes	1 KB	4 KB
SRAM	368 bytes	2 KB	8 KB
Rango de temperatura	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Dimensiones	51 x 15.5 mm	75 x 54 mm	109 x 54 mm
Alimentación	Fuente externa de 5V	Vía USB o fuente externa	Vía USB o fuente externa

Se ha seleccionado el Arduino MEGA 2560 justificando en base a la tabla 4.1, una de las diferencias con respecto al PIC 16F877A es porque este necesita de un grabador para

Comunicación Serial	Si, un puerto USART (se puede configurar más puertos)	Si, un puerto físico (se puede configurar más puertos lógicos)	Sí, 4 puertos físicos (se puede configurar más puertos lógicos)
Comunicación con PC	Requiere circuito adicional con un MAX232	Conexión directa con Cable USB A – B	Conexión directa con cable USB A – B
Precio	\$6	\$35	\$45
Disponibilidad en el mercado	Alta	Alta	Media
Forma de almacenamiento de los programas	Requiere Grabador externo (Pickit2)	Usa la misma conexión USB que la alimentación	Usa la misma conexión USB que la alimentación
Elementos adicionales	Si: <ul style="list-style-type: none"> - Oscilador - Condensadores - Resistencias - Fuente de alimentación - Dependiendo el caso, regulador de voltaje 	No	No

transferir el programa hacia la memoria del mismo, el Arduino UNO y el Arduino MEGA 2560 utilizan un cable USB para verificar y cargar los programas en el microcontrolador.




Otra de las ventajas de los módulos Arduino UNO y Arduino MEGA 2560 a parte de la interfaz entre el dispositivo electrónico y la computadora, ofrece la alimentación para su funcionamiento.




Después de analizar el microcontrolador PIC 16F877A, se llegó al caso que no puede ser utilizado en este proyecto por las siguientes razones: La falta de protecciones ante cualquier corto circuito debido a una mala conexión al alimentar el microcontrolador. Además, para su correcto funcionamiento se debe utilizar oscilador de cristal, condensadores y otros elementos como es el MAX232 para establecer la conexión serial, lo cual es otro factor decisivo debido a que en la actualidad ya no vienen incorporadas en puerto serial.

Con el Arduino MEGA, el microcontrolador ATmega 2560 tiene la memoria FLASH, EEPROM y SRAM suficiente y con la posibilidad de innovar el proyecto dependiendo las aplicaciones requeridas en el desarrollo de este sistema. Otro punto de vista importante es considerar la cantidad de puertos seriales disponible de este módulo, por lo que el proyecto requiere al menos dos puertos seriales, sin tomar en cuenta el puerto serial usado para conexión con el PC, por lo que tiene la opción para configurar varios puerto seriales virtuales con la ayuda de librerías especiales.

En el **Anexo 1** se encuentra la información técnica relacionado al microcontrolador ATMEL 2560 incorporado en el módulo Arduino MEGA 2560.

Tabla 4.2 Tabla comparativa para selección del Módulo GSM/GPRS

	GR64	SIM900	TC65
CARACTERÍSTICA			

Acoplados a otros dispositivos			
Empresa	Sony Ericsson	SIMCOM	Siemens
Bandas GSM/GPRS	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz	850/900/1800/1900 MHz
Modulación	GSMK	2GFSK, 2FSK	GMSK
Sensibilidad de Recepción	<120dBm	-125dBm	-140dBm
Clase multi – slot GPRS	Clase 10	Clase 10	Clase 12
Memoria RAM	-	-	400 Kb
Memoria FLASH	-	-	1,7Mb
Capacidad Autónoma	No	No	Si, java que permite embeber sus propias aplicaciones
Voltaje de alimentación recomendado	3,6V	4V	12V
Rango Voltaje de alimentación	3.2V – 4.5V	3.2V – 4.8V	8V – 30V
Bajo consumo de energía	-	1.5mA (sleep mode)	1mA (sleep mode)
Temperatura de operación	-20 °C a +55°C	-40 °C a +85°C	-30 °C a +65°C
Dimensiones	85 x 54 x 25 mm	24 x 24 x 3 mm	130 x 90 x 38 mm
Peso	110g	3,4g	<190g
Aplicaciones	Voz, SMS, Datos, Fax, Internet	Voz, SMS, Datos, Fax, Internet	Voz, SMS, Datos, Fax, Internet

Control	Comandos AT	Vía comandos AT (GSM 07,07,07,05 y comandos AT SIMCOM mejorados)	Comandos AT Hayes GSM 07, 05 y GSM 07, 0,7
Tarjeta SIM	1.8V, 3V	1.8V, 3V	1.8V, 3V
Disponibilidad de información	Baja	Alta	Baja
Disponibilidad en el mercado	Media	Alta	Media
Precio integrado	\$45,00	\$25,90	\$28,00
Precio módulo adaptable incluido integrado	\$87,99	\$75,00	\$45,00
Conexión con otros dispositivos	Existen módulos basados en GR64	Existen módulos prediseñados adaptables a Arduino, Rasperry PL	Existen módulos basados en el TC65 de siemens como GPRS MTX65

De la tabla comparativa de módulos GSM/GPRS de la Tabla 4.2 se optó seleccionar el módulo GSM/GPRS Cuatribanda SIMCOM SIM900, ya que este viene incorporado en un módulo compatible con Arduino MEGA 2560 como se observa en la Fig. 4.2, que tiene el mismo factor de forma y distribución de pines, esto quiere decir que puede ser acoplado físicamente sin ningún problema.

Este módulo ofrece una forma de comunicación mediante la red telefónica celular para enviar y recibir datos desde cualquier sitio remoto. El módulo permite lograr lo mencionado anteriormente mediante SMS (Servicio de mensajería cortos), MMS, GPRS y audio.



Fig. 4.2 SIMCOM SIM900 Cuatribanda – Módulo GSM/GPRS para Arduino

Fuente: “Ali Express”, [En línea]. Available: http://www.aliexpress.com/store/product/SIMCOM-SIM900-Quad-band-GSM-GPRS-Shield-Development-Board-for-Arduino/538175_1315631223.html

Al momento de la selección de este dispositivo se consideró algunos aspectos como son: el tamaño del dispositivo, debido a que para el entorno del vehículo debe contar con equipos lo más compactos y livianos posibles. Por otro lado no existe complejidad con el acoplamiento del microcontrolador seleccionado, ya que representó una gran ventaja con respecto a los otros modem GSM/GPRS analizados en la tabla comparativa [30].

En el mercado, la disponibilidad no es baja y tampoco es de difícil acceso, lo que no sucede con los otros equipos GSM/GPRS. Su utilización y configuración no son complejos pues es suficiente conectarle a un módulo Arduino Mega 2560 y configúralo de acuerdo a la distribución de pines, que se observa también en la Fig. 4.4, la misma que se detalla a continuación:

- **Power Select (Selección de alimentación):** Externa o del Arduino
- **Power Jack:** Conector para la alimentación externa 4.8 – 5VDC.
- **Serial Port Select:** Permite seleccionar el puerto serial “Software” o el puerto serial “Hardware” para conectarse al módulo GPRS.
- **Hardware Serial:** D0/D1 del Arduino
- **Software Serial:** D7/D8 del Arduino
- **Status Led:** Indica cuando el módulo GPRS está encendido.
- **Net light:** Indica cuando el módulo GPRS está conectándose a la red celular.
- **Microphone:** Micrófono para contestar las llamadas.

- **Speaker:** Parlante para contestar las llamadas.
- **Powerkey:** Encendido y apagado para el SIM900
- **Pines usados en el Arduino:**
 - **D0 – D1.-** no se usa si el puerto serial en modo “software” ha sido seleccionado para comunicarse con el módulo GPRS.
 - **D2 – D6.-** no se usa
 - **D7 – D8.-** se usa si el puerto serial en modo “software” ha sido seleccionado para comunicarse con el módulo GPRS.
 - **D9.-** usado para controlar el encendido y apagado del módulo GPRS desde software.
 - **D10 – D13.-** sin usar
 - **D14 (A0) – D19 (A5).-** sin usar

En el **Anexo 4**, se encuentra la hoja de datos técnicos sobre el módem GSM/GPRS SIM900 y en el **Anexo 5** está disponible la configuración inicial, comandos AT y la distribución de pines de la tarjeta GSM/GPRS adaptable al módulo Arduino Mega 2560.

REQUERIMIENTOS UBICACIÓN DEL SISTEMA

El sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica va ir colocado bajo el asiento del conductor porque:

- Es un sitio seguro donde ninguna persona podrá tocarlo.
- Las dimensiones que se ha medido no afecta al conductor en el momento de tomar asiento.
- Es un lugar estratégico porque el puerto de comunicación del vehículo está cerca a nuestros dispositivos electrónicos.
- También es un sitio en el cual no va molestar al chofer en el momento de manejar el vehículo debido a que no tiene contacto con la palanca de cambios o pedales de aceleración, freno o embrague.

REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS

Como se puede observar en la tabla 4.3, se toma muy en cuenta el consumo de corriente de los dispositivos electrónicos.

Tabla 4.3 Consumo de corriente de los dispositivos electrónicos

DISPOSITIVO ELECTRÓNICO	CONSUMO DE CORRIENTE
ARDUINO MEGA 2560	700mA
CANBUS SHIELD	400mA
GSM/GPRS SIM900	450mA
CIRCUITO DE CONTROL	50mA
TOTAL	1,6A

FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL VEHÍCULO


- $V_{vehículo}=12[v]$



4.3 ESTUDIO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ALÁMBRICO DEL VEHÍCULO.

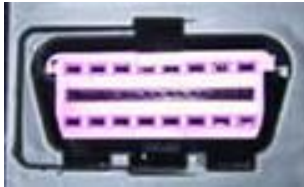
4.3.1 TIPOS DE PUERTO DE COMUNICACIÓN

En la Tabla 4.4 se registra los tipos de puerto de comunicación.

Tabla 4.4 Puertos de Comunicación [18,19]

NOMBRE	ENCAPSULADO	CARACTERÍSTICAS
USB		<p>Longitud: 5 metros (máximo) Eléctrico: Voltaje máximo: 5 [v]. Corriente máxima: 500 a 900 [mA]. Ancho de banda: 1,5/12/480/5000 Mbit/s (depende de la versión). Protocolo: Serial Pin 1: Vcc (+5 V) Pin 2: Data- Pin 3 : Data+ Pin 4: Masa</p>

VGA		<p>Longitud: 15 metros (máximo) Señal de video: RGB más sincronismo H y V. Señal de Datos: I²C canal de datos para información DDC Tipo: Conector analógico de video en alta definición Pin 1: RED Pin 2: GREEN Pin 3 : BLUE Pin 4: N/C Pin 5: GND Pin 6: RED_RTN Pin 7: GREEN_RTN Pin 8: BLUE_RTN Pin 9: +5 V Pin 10: GND Pin 11: N/C Pin 12: SDA Pin 13:HSync Pin 14:VSync Pin 15:SCLAdfgg</p>
HDMI		<p>Señal de audio: LPCM, Dolby Digital, TS, DVD-Audio, Super Audio CD, Dolby TrueHD, DTS-HD Master Audio, MPCM Señal de video: 480i, 480p, 576i, 576p, 720p, 1080i, 1080p, 1440p, 1600p, etc. Ancho de banda: 10.2 Gbit/s (340MHz). Protocolo TMDS Pines: 19 Pin 1: TMDS Data2+ Pin 2: TMDS Data2 Shield Pin 3: TMDS Data2- Pin 4: TMDS Data1+ Pin 5: TMDS Data1 Shield Pin 6: TMDS Data1- Pin 7: TMDS Data0+ Pin 8: TMDS Data0 Shield Pin 9: TMDS Data0- Pin 10: TMDS Clock+ Pin 11: TMDS Clock Shield Pin 12: TMDS Clock- Pin 13: CEC Pin 14: Reserved (N.C. on device)</p>

		Pin 15: SCL Pin 16: SDA Pin 17: DDC/CEC Ground Pin 18: +5 V Power (max 50mA) Pin 19: Hot Plug Detect
OBD2		Eléctrico: Voltaje máximo: 12 [v]. Velocidad de transmisión: (250 – 500 Kbps)-(41,6Kbps)-(10,4-41,6Kbps)-(1,2-10,4Kbaud/s)-(10,4Kbaud/s). Protocolo: CAN, PWM, VPN, KWP, ISO 9141-2 Pin 1: N/C Pin 2: BUS+ Pin 3 : N/C Pin 4: GND Pin 5:GND (CHASIS) Pin 6: CAN H Pin 7: LÍNEA K Pin 8: N/C Pin 9: N/C Pin 10: BUS- Pin 11: N/C Pin 12: N/C Pin 13: N/C Pin 14: CAN L Pin 15: LÍNEA L Pin 16: VCC

Como se observa en la tabla 4.4, de los puertos de comunicación se ha determinado utilizar el OBD2 debido que los vehículos Toyota Rav4 tienen incorporados esta clase de puerto de comunicación para analizar los datos que envía cada uno de los sensores, por tal motivo se descartan los demás puertos debido al protocolo de comunicación.

4.3.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN DEL VEHÍCULO.

Tabla 4.5 Diagrama de pines del conector OBD2 [18,19]

PIN	FUNCIÓN	PIN	FUNCIÓN
1	SIN USO	9	SIN USO
2	J1850 BUS POSITIVO	10	J1850 BUS NEGATIVO

3	SIN USO	11	SIN USO
4	TIERRA DEL VEHÍCULO	12	SIN USO
5	TIERRA DE LA SEÑAL	13	TIERRA DE LA SEÑAL
6	CAN HIGH	14	CAN LOW
7	ISO 9141-2 – LÍNEA K	15	ISO 9141-2 – LÍNEA L
8	SIN USO	16	BATERÍA POSITIVO

PINES PARA EL PROTOCOLO ISO Y KWP

Tabla 4.6 Diagrama de pines para el protocolo ISO y KWP [18,19]

PIN #	DESCRIPCIÓN
5	TIERRA DE LA SEÑAL
7	ISO 9141-2 – LÍNEA K
15	ISO 9141-2 – LÍNEA L
16	BATERÍA POSITIVO

PINES PARA EL PROTOCOLO VPW

Tabla 4.7 Diagrama de pines para el protocolo VPW [18,19]

PIN #	DESCRIPCIÓN
2	J1850 BUS POSITIVO
5	TIERRA DE LA SEÑAL

16	BATERÍA POSITIVO
----	------------------

PINES PARA EL PROTOCOLO PWM

Tabla 4.8 Diagrama de pines para el protocolo PWM [18,19]

PIN #	DESCRIPCIÓN
2	J1850 BUS POSITIVO
5	TIERRA DE LA SEÑAL
10	J1850 BUS NEGATIVO
16	BATERÍA POSITIVO

PINES PARA EL PROTOCOLO CAN

Tabla 4.9 Diagrama de pines para el protocolo CAN [18,19]

PIN #	DESCRIPCIÓN
5	TIERRA DE LA SEÑAL
6	CAN HIGH
14	CAN LOW
16	BATERÍA POSITIVO

Actualmente existen muchos protocolos de comunicación en el campo automotriz, pero en los últimos años se ha estandarizado el uso del conector de diagnóstico de OBD2 con la norma J1962. Por lo que se ha creado un conector físico principalmente cuando se conecta un scanner con el fin de analizar el estado de cada uno de los componentes electrónicos que tiene el vehículo.

En este caso se analizó el protocolo de comunicación del vehículo Toyota RAV4 llegando a la conclusión que utiliza el protocolo de comunicación CAN debido que los vehículos

a partir del año 2006 se estandarizaron.

Esta clase de protocolo de comunicación fue basado en un bus de datos con el fin de transmitir información en redes de sistemas embebidos como es en el caso del Toyota Rav4 para analizar el estado del vehículo.

4.4 ESTUDIO DEL PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO DEL MÓDULO GSM/GPRS

4.4.1 ARQUITECTURA DE UNA RED GSM.

Todas las redes GSM se pueden dividir en cuatro partes fundamentales y bien diferenciadas:

- a) La Estación Móvil o Mobile Station (MS): Consta a su vez de dos elementos básicos que debemos conocer, por un lado el terminal o equipo móvil y por otro lado el SIM o Subscriber Identity Module. Con respecto a los terminales poco dicen ya que los hay para todos los gustos, lo que se tiene que comentar es que la diferencia entre unos y otros radica fundamentalmente en la potencia que tienen, que va desde los 20 watos (generalmente instalados en vehículos) hasta los 2 watos en los terminales [14].
- b) La Estación Base o Base Station Subsystem (BSS): Sirve para conectar a las estaciones móviles con los NSS, además de ser los encargados de la transmisión y recepción. Como los MS también constan de dos elementos diferenciados:

La Base Transceiver Station (BTS) o Base Station y la Base Station Controller (BSC). La BTS consta de transceivers y antenas usadas en cada célula de la red y que suelen estar situadas en el centro de la célula, generalmente su potencia de transmisión determinan el tamaño de la célula [14].

Los BSC se utilizan como controladores de los BTS y tienen como funciones principales las de estar al cargo de los handovers, los frequency hopping y los controles de las frecuencias de radio de los BTS [14].

- c) El Subsistema de Conmutación y Red o Network and Switching Subsystem (NSS): Este sistema se encarga de administrar las comunicaciones que se realizan entre los diferentes usuarios de la red [14].

- d) Los Subsistemas de soporte y Operación u Operation and Support Subsystem (OSS): Los OSS se conectan a diferentes NSS y BSC para controlar y monitorear toda la red GSM. La tendencia actual en estos sistemas, dado que el número de BSS se está incrementando se pretende delegar funciones que actualmente se encarga de hacerlas el subsistema OSS en los BTS de modo que se reduzcan los costes de mantenimiento del sistema [14].

4.4.2 COMANDOS AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem. Aunque la finalidad principal de los “comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales [15]”.

De esta manera, los comandos AT son utilizados en todos los teléfonos móviles GSM que sirve para crear la interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, por lo cual permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS.

Los comandos AT no son más que cadenas (string) de códigos ASCII para controlar a los módems GSM, a través de su interfaz RS232, ya sea desde un micro controlador o una computadora.

COMANDOS AT PARA ENVIAR Y RECIBIR SMS

Para configurar los módem GSM/GPRS se requiere de la utilización de los comandos AT básicos en modo ajuste. A continuación, se mencionan los principales comandos usados para el envío y recepción de mensajes de texto.

- “AT+CMGD= Elimina un mensaje de texto.
 - ✓ AT+CMGD=XX Borra el mensaje número XX.
- AT+CMGDA: Elimina todos los mensajes.
- AT+CMGF: Selecciona el formato de los mensajes de texto.
 - ✓ AT+CMGF=0, en modo PDU
 - ✓ AT+CMGF=1, en modo Texto.
- AT+CMGR: Lee mensajes de texto.
 - ✓ AT+CMGR=1, lee el mensaje 1

- AT+CMGS: Envía mensajes de texto.
- AT+CNMI: Nuevas indicaciones del mensaje de texto.
 - ✓ AT+CNMI= 2,1,0,0,0 :Configura buffers y avisos sobre nuevo mensaje (al llegar un SMS notifica) [16]”.

4.5 DISEÑO DE LAS ETAPAS DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA.

ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA

El esquema general del Sistema de control y monitoreo vehicular a distancia que se observa en la Fig. 4.3, está compuesto por:

- Entorno del vehículo (vehículo, CANBUS Shield, Microcontrolador, equipo de Tx/Rx).
- Medio de transmisión Inalámbrico (Tecnología GSM).
- Entorno del usuario (usuario, dispositivo móvil).

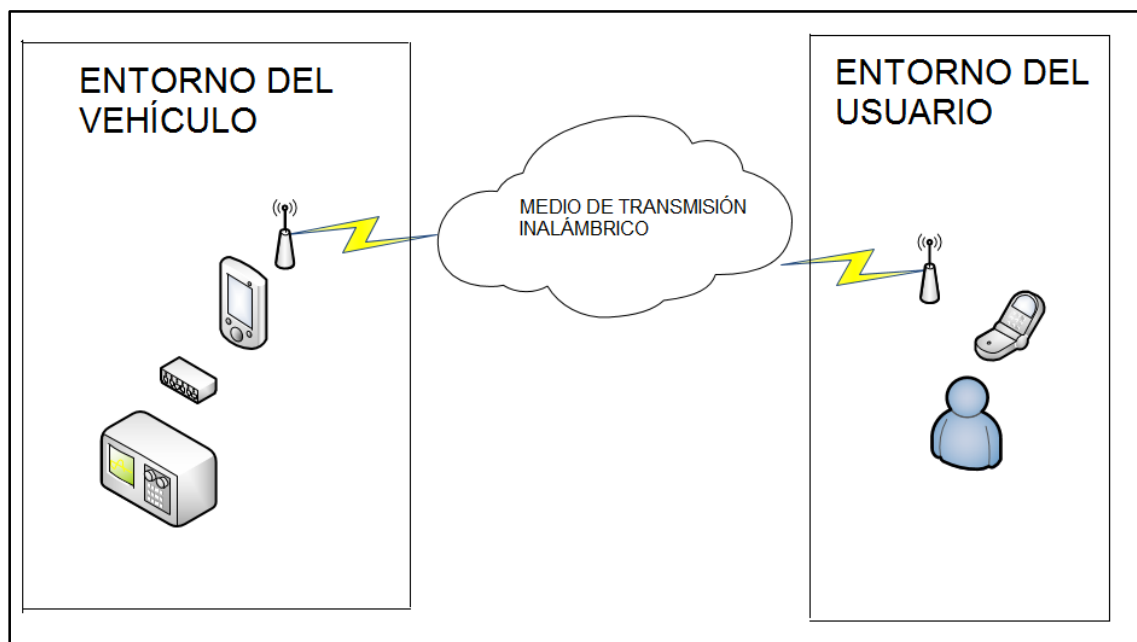


Fig. 4.3 Esquema General del sistema de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica

Elaborado por: David Chávez

Para el desarrollo del proyecto que permite el control y monitoreo del vehículo, se plantea un sistema como el de la Fig. 4.4, en el que se implementa una comunicación con el módulo CAN para la adquisición de datos proveniente del vehículo (1), para

proceder la información y transmitirla a través del módulo Arduino Mega 2560 (2) para enviar a través de la Red Celular Móvil (3) existente en el país.

Cuando se emplea la red celular móvil, se consigue un sistema que funcione a distancia, cumpliéndose el modelo de control y monitoreo vehicular a distancia. Finalmente al envío de la señal, existe un teléfono móvil el cual es responsable de recibir y enviar (4) datos, creando una interfaz que es la encargada de identificar el estado del vehículo.

Para lo que se comprueba si al momento de dejar el vehículo estacionado en cualquier parte del país y por supuesto la cobertura de la señal debe estar presente, establecer una interfaz la cual está encargada de generar alarmas cuando alguna persona intenta forzar las seguridades del vehículo, inmediatamente al usuario le llega un mensaje de texto de advertencia, en ese momento el vehículo puede quedar inhabilitado por parte del dueño de manera remota.

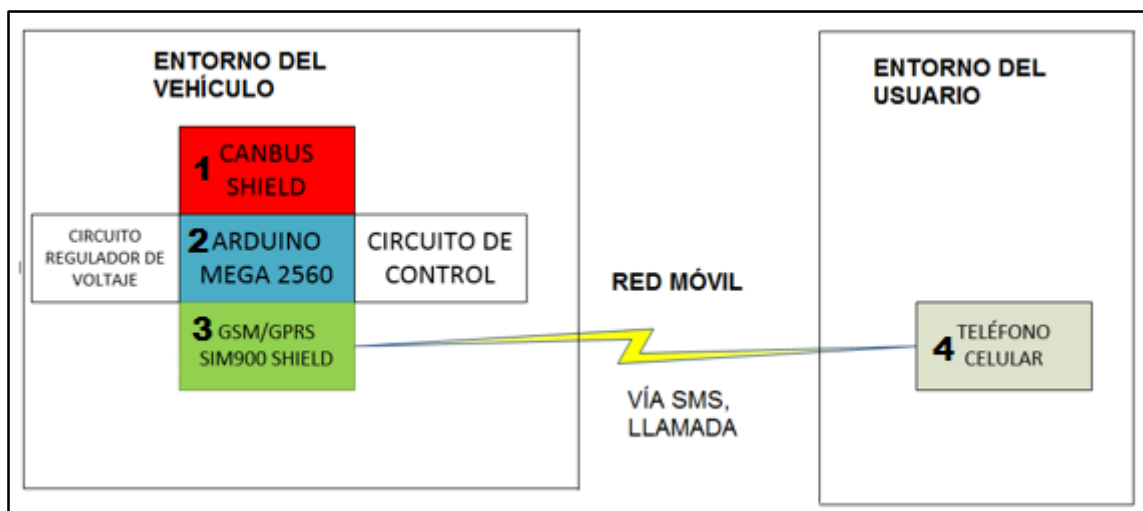


Fig. 4.4 Diseño del Sistema de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica
Elaborado por: David Chávez

En forma general, el sistema de control y monitoreo vehicular a distancia cuenta con dos entornos y un medio de transmisión divididos de la siguiente manera:

Entorno del Vehículo

- a) Interfaz del sistema de comunicación del vehículo con un módem GSM/GPRS
 - a. Acoplamiento entre la memoria del vehículo con el módulo CANBUS
 - b. Acoplamiento entre el módulo CANBUS – microcontrolador
 - c. Acoplamiento entre el microcontrolador – módulo GSM/GPRS

Medio de transmisión

b) Transmisión del estado del vehículo vía SMS, usando la red celular.

Entorno Usuario

Transmisión y Recepción de los datos a través de la red celular, usando un dispositivo móvil.

DISEÑO DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

A continuación, se observa el esquema del circuito electrónico en la Fig. 4.5, y con este esquema se continuó con la distribución de los elementos electrónicos se puede observar en la Fig. 4.6.

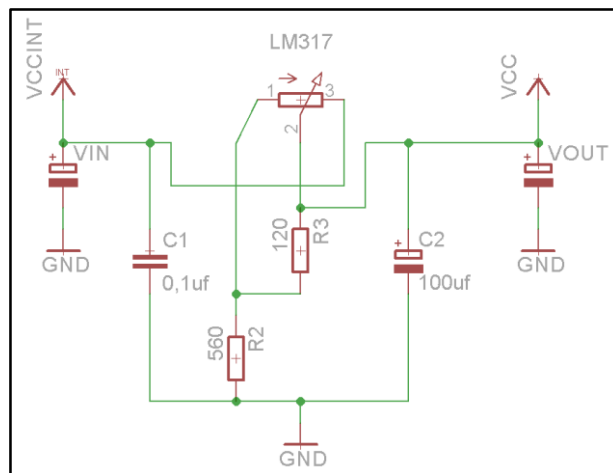


Fig. 4.5 Esquema del circuito regulador de voltaje
Elaborado por: David Chávez

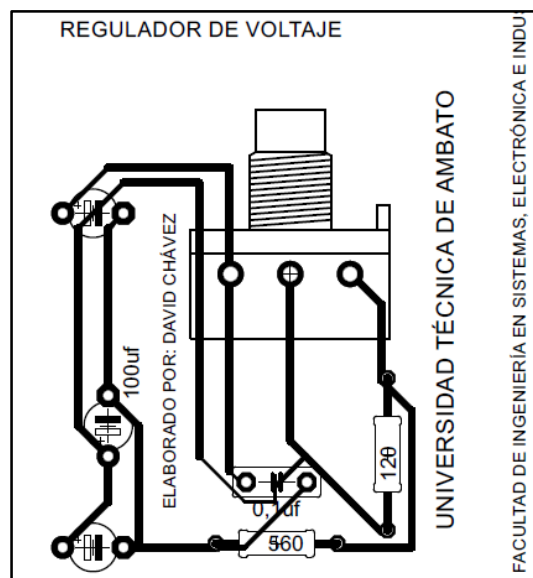


Fig. 4.6 Ubicación de los elementos en la placa electrónica
Elaborado por: David Chávez

Además, el diagrama de pistas de la placa electrónica se observa en la Fig. 4.7 en donde

se muestra las diferentes interconexiones de los elementos mencionados anteriormente.

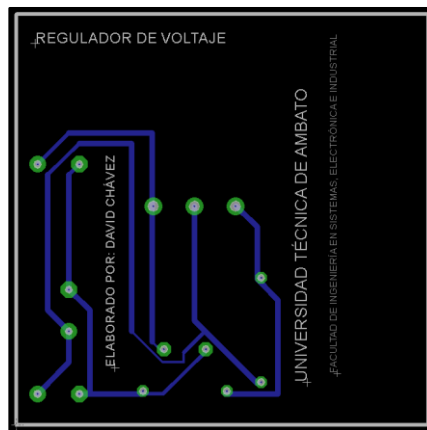


Fig. 4.7 Diagrama de pistas de la placa electrónica
Elaborado por: David Chávez

DISEÑO DEL CIRCUITO DE CONTROL

A continuación, se observa el esquema del circuito electrónico en la Fig. 4.8, y con este esquema se continuó con la distribución de los elementos electrónicos que se mencionaron anteriormente en la Fig. 4.9.

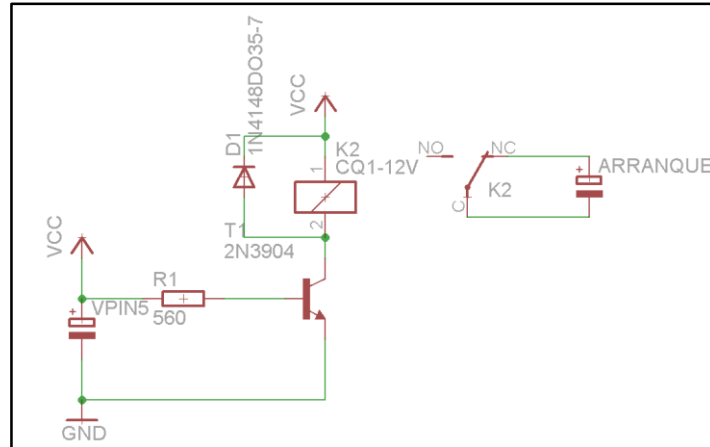


Fig. 4.8 Esquema del circuito de control
Elaborado por: David Chávez

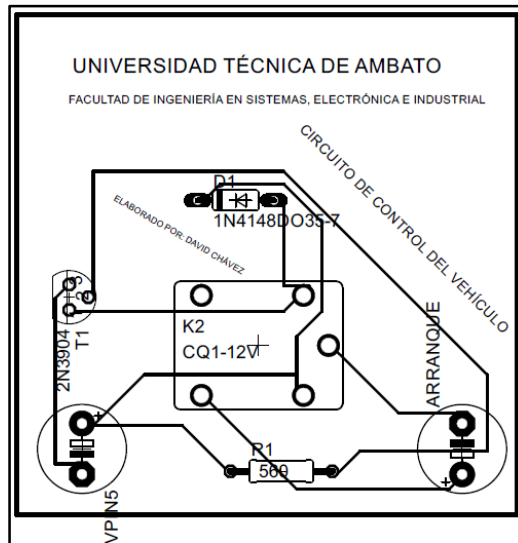


Fig. 4.9 Ubicación de los elementos en la placa del circuito de control
Elaborado por: David Chávez

Además, el diagrama de pistas de la placa electrónica se observa en la Fig. 4.10 en donde se muestra las diferentes interconexiones de los elementos mencionados anteriormente.



Fig. 4.10 Diagrama de pistas de la placa circuito de control
Elaborado por: David Chávez

4.6 DESARROLLO DEL ENTORNO DEL VEHÍCULO A TRAVÉS DE UN MICROCONTROLADOR PARA RECOPIRAR LOS DATOS Y TRANSMITIR DESDE UN MÓDEM GSM/GPRS A UN TELÉFONO CELULAR.

ENTORNO DEL VEHÍCULO

a. Interfaz del sistema de comunicación del vehículo con un módem GSM/GPRS

Al momento de acoplar la interfaz de comunicación del vehículo con el módem GSM/GPRS se emplea un módulo CAN, el cual es el encargado de adquirir los datos del vehículo para procesar la información al Arduino MEGA 2560 y finalmente transmitir a través de la red móvil.

El acoplamiento entre el puerto de comunicación del vehículo con un módem GSM/GPRS se desarrolla en tres pasos:

1. Acoplamiento entre la memoria del vehículo con el módulo CANBUS
2. Acoplamiento entre el módulo CANBUS y el Arduino MEGA 2560
3. Acoplamiento entre el Arduino MEGA 2560 y el módulo GSM/GPRS

ACOPLAMIENTO ENTRE LA MEMORIA DEL VEHÍCULO CON EL MÓDULO CANBUS

Cuando se vaya a conectar la memoria del vehículo con el módulo CANBUS, es importante conocer el tipo de puerto de comunicación que utiliza el vehículo y el puerto de comunicación del módulo CANBUS. El medio de transmisión del sistema de comunicación entre el vehículo y el módulo CANBUS es un cable OBDII como se muestra en la Fig. 4.11.



Fig. 4.11 Cable OBD2 [19]

Finalmente, se llega a la conexión física entre el puerto de comunicación del vehículo y el dispositivo electrónico CANBUS mediante el cable OBDII descrito en la Fig. 4.12.

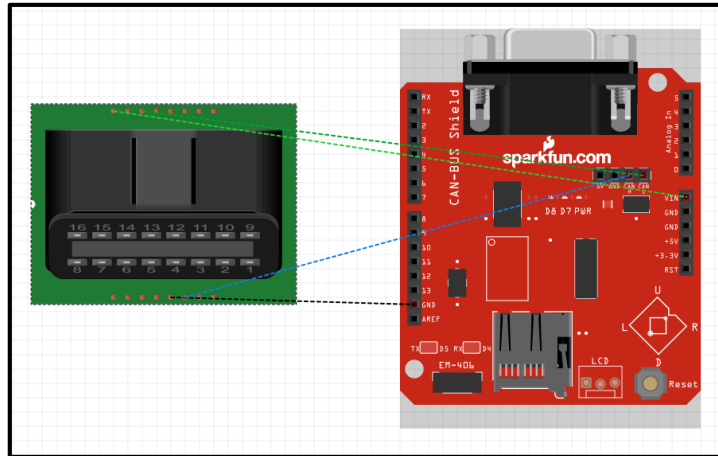


Fig. 4.12 Conexión física entre el puerto de comunicación del vehículo Toyota Rav4 y el módulo CANBUS
Elaborado por: David Chávez

ACOPLAMIENTO ENTRE EL MÓDULO CANBUS Y EL ARDUINO MEGA 2560

Antes de empezar adquiriendo los datos del vehículo por medio del módulo CANBUS, es necesario y obligatorio proteger el módulo Arduino MEGA 2560 de los picos de voltaje que proviene del vehículo cuando este es encendido, por lo cual se añade un circuito regulador de voltaje.

La longitud de trama está formado por 13 caracteres, pero solamente se necesita los datos del 1 que se refiere al identificador de los datos, el 5 que se refiere a la cantidad de bytes de datos de la seguridad del vehículo como en este caso son 8 bytes del campo de datos que van desde el carácter 6 al 13.

La información que se obtiene del protocolo de comunicación fue comprobada al momento de forzar las seguridades del vehículo y de esta manera el vehículo envió una cadena de datos binarios, los cuales fueron convertidos en formato hexadecimal para facilitar su análisis.

Finalmente, se llega al esquema electrónico de conexión entre el dispositivo electrónico CANBUS, el Arduino MEGA 2560, el circuito regulador de voltaje y el circuito de control con la ayuda del software Fritzing para su diseño se observa en la Fig. 4.13.

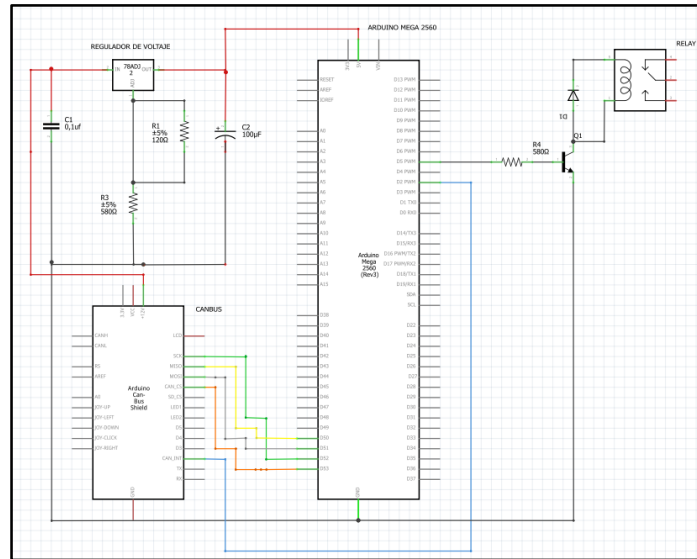


Fig. 4.13 Esquema electrónico entre el módulo CANBUS y el Arduino MEGA 2560

Elaborado por: David Chávez

ACOPLAMIENTO ENTRE EL ARDUINO MEGA 2560 Y EL MÓDULO GSM/GPRS

Después de adquirir la información que viene del vehículo, se envía un SMS con la ayuda del módulo GSM/GPRS SIM900.

Para lo cual se debe configurar a través de comandos AT, los cuales permiten el envío de mensajes de texto:

- AT+CMGF= 1
- AT+CMGS= ``#celular``

Por lo cual la velocidad de transmisión en baudios del puerto serie SIM900 es de 19200 baudios.

En esta parte se escribe la trama de comunicación en el puerto “SIM900”.

Finalmente, la conexión física de los equipos se observa en la Fig. 4.14, y cómo podemos observar el módulo GSM/GPRS se coloca sobre el módulo Arduino MEGA 2560.



Fig. 4.14 Conexión física entre el módulo GSM/GPRS y el
Arduino MEGA 2560

Elaborado por: David Chávez

Cuando la interfaz de acoplamiento entre el protocolo de comunicación del vehículo hasta llegar al módulo GSM/GPRS, esto representa el desarrollo del entorno del vehículo, el objetivo es crear una interfaz de comunicación que conecte entre el entorno del vehículo y el entorno del usuario para la transmisión y recepción de datos. Por lo que se ha visto crear una interfaz gráfica en el teléfono celular de la siguiente manera:

PROGRAMACIÓN

El lenguaje de programación utilizado en la elaboración de este proyecto, fue el lenguaje de alto nivel C.

Es muy importante conocer que no se trata de escribir un manual de cómo utilizar el módulo CAN, ni cómo utilizar el ambiente de desarrollo Arduino, así que se explicará los puntos de mayor relevancia. Está implícito que antes de comenzar a programar el módulo CAN de Arduino, fue importante hacer un estudio acerca de la plataforma de Arduino con el propósito de usar librerías precargadas del compilador, así como las variantes que presenta el compilador en cuanto a programar sus registros.

Una de las principales herramientas como fuente de información que se utilizó como guía para programar el módulo CAN, fue la hoja de datos del elemento electrónico MCP2515 que se encuentra en el **Anexo 2** para programar los registros. Incluso, la hoja de datos ofrece información relevante sobre el funcionamiento del protocolo de comunicación del vehículo y de una manera más útil.

Además, se utilizó un módulo GSM/GPRS SIM900 el cual podemos analizar en el **Anexo 4** para el diseño e implementación de la comunicación inalámbrica con el objetivo de enviar y recibir datos a través de la red de telefonía móvil, para lo cual nos basamos en librerías precargadas y con la ayuda de códigos AT por lo que nos apoyaremos de la hoja de datos que se encuentra en el **Anexo 5** para la configuración de la transmisión y recepción de datos en el sistema de comunicación como se muestra en la Fig. 4.15 y el proceso de funcionamiento del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica en la Fig. 4.16.

```
#include <SPI.h> // Librería SPI
#include <MCP2515.h>
#include <SoftwareSerial.h>
// pines específicos para la conexión del MCP2515
#define CS_PIN 53
#define INT_PIN 2
// Crea un objeto con los pines ya definidos
MCP2515 CAN(CS_PIN, INT_PIN);
char inchar;
SoftwareSerial SIM900(7,8);
int rele=5;
int sistema= 13;
void setup() {
  Serial.begin(115200);

  // Control de los pines digitales
  pinMode (rele, OUTPUT);
  pinMode (sistema, OUTPUT);
  digitalWrite(rele, HIGH);
  digitalWrite(sistema, LOW);

  // Levantar el módulo GSM
  SIM900power();
  SIM900.begin(19200);
  delay (20000); //darle el tiempo para conectarse a la red
  SIM900.print ("AT+CMGF=1\r"); //Colocar los mensajes en modo de
  delay(100);
  SIM900.print ("AT+CNMI=2,2,0,0,0\r");
  //Para la recepción de mensajes
  delay (100);
  Serial.println ("Ready GSM...");

  Serial.println("Initializing ...");
}
```

Fig. 4.15 Parte del código de programación del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica
Elaborado por: David Chávez

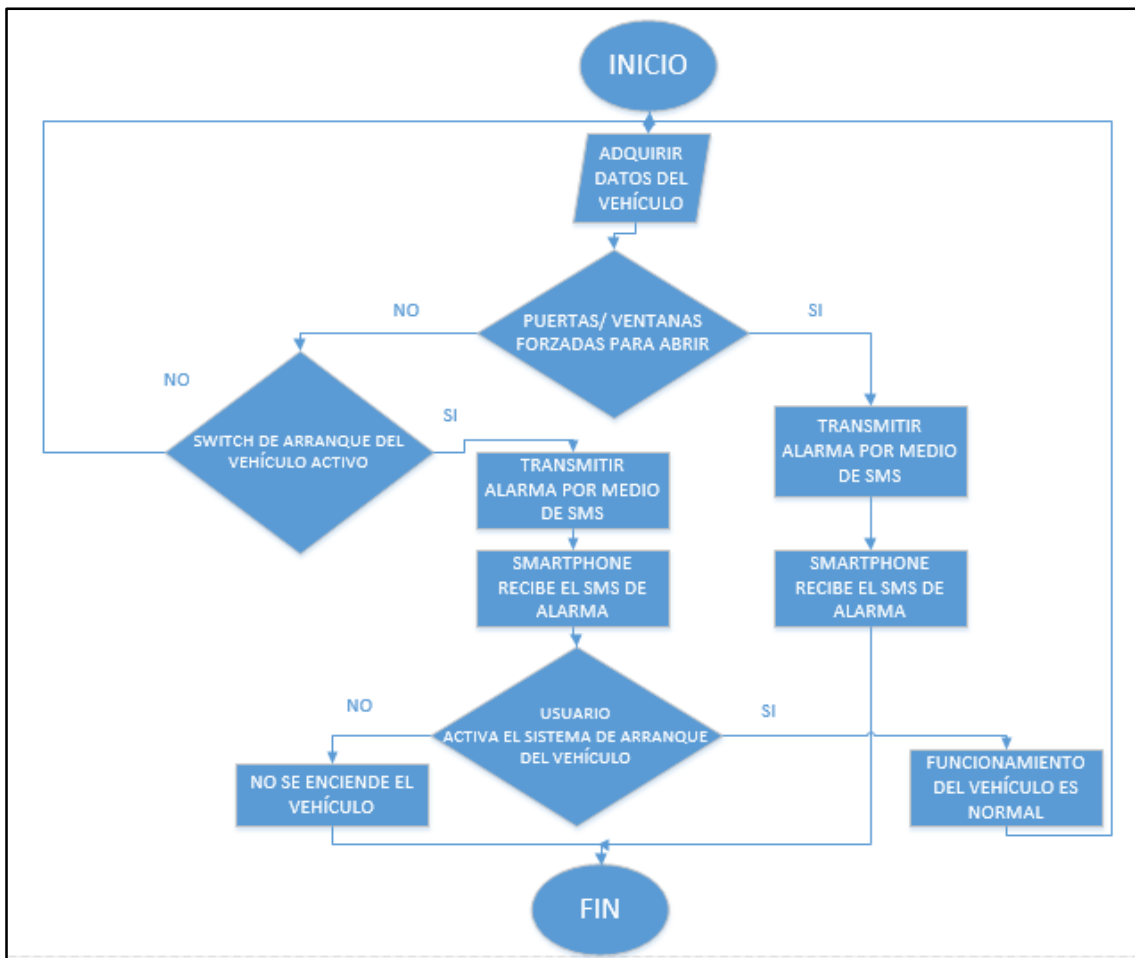


Fig. 4.16 Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica
Elaborado por: David Chávez

4.7 DESARROLLO DEL ENTORNO DEL USUARIO MEDIANTE LA INTERFAZ GRÁFICA EN EL TELÉFONO CELULAR PARA LA RECEPCIÓN DE DATOS

El diseño de la interfaz de comunicación está siendo desarrollado con App Inventor, el cual es un software libre para programar aplicaciones para teléfonos y tablets que utilizan sistema operativo Android como es en nuestro caso.

Diseño

El diseño de nuestra interfaz de comunicación con el módulo GSM de nuestro sistema de control y monitoreo vehicular presenta dos partes que detallamos a continuación

1. Designer

El designer representa la primera parte de elaboración de nuestra aplicación, en el cual se elige cada uno de los componentes como en este caso se ha visto importante tomar los siguientes como podemos observar en la Fig. 4.17.



Fig. 4.17 Designer de la interfaz de comunicación entre el entorno del vehículo y el entorno del usuario
Elaborado por: David Chávez

Blocks

En el blocks se observa varias líneas de programación dentro de una pieza de rompecabezas, lo cual le hace más entretenido la manera de programar nuestra aplicación por lo que podemos observar en la Fig. 4.18 el trabajo final de nuestra interfaz.

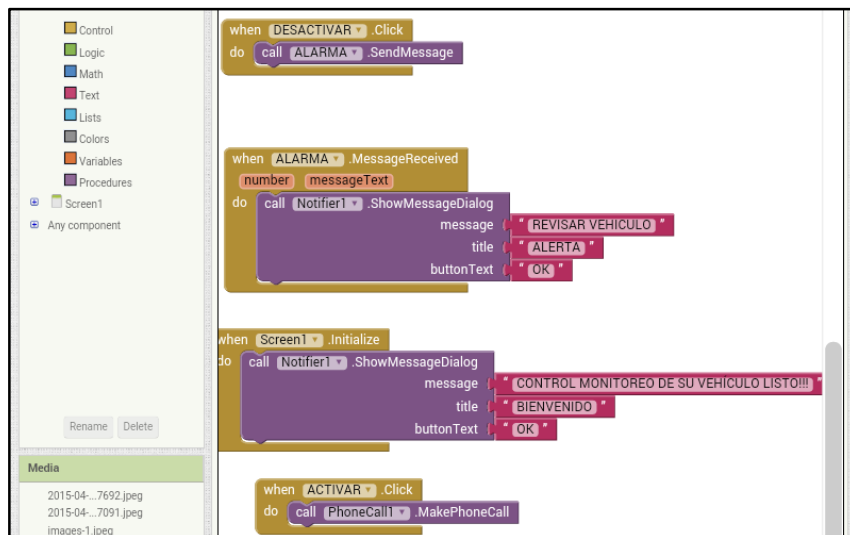


Fig. 4.18 Blocks de la interfaz de comunicación entre el entorno del vehículo y el entorno del usuario
Elaborado por: David Chávez

4.8 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE CONTROL Y MONITOREO VEHICULAR A DISTANCIA MEDIANTE TECNOLOGÍA INALÁMBRICA.

Con respecto a la elaboración del sistema, se ejecutó una serie de pruebas para conocer el tipo de datos que nos proporciona el vehículo al momento de integrar el Sistema de comunicación vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica de la siguiente manera:

Primero conectamos nuestro cable de comunicación OBD2 entre nuestro vehículo Toyota Rav4 y nuestro dispositivo electrónico CANBUS como se observa en la Fig.4.19.



Fig. 4.19 Conectar el vehículo y el módulo CANBUS a través del cable OBD2
Elaborado por: David Chávez

Después, se realizó la comprobación de la alimentación de entrada a nuestro dispositivo electrónico llamado Arduino Mega 2560 tomando en cuenta los rangos de voltaje y corriente para su correcto funcionamiento y para evitar los picos de voltaje nos ayudamos con un circuito regulador de voltaje como podemos observar en la Fig. 4.20 que se encuentra a continuación.

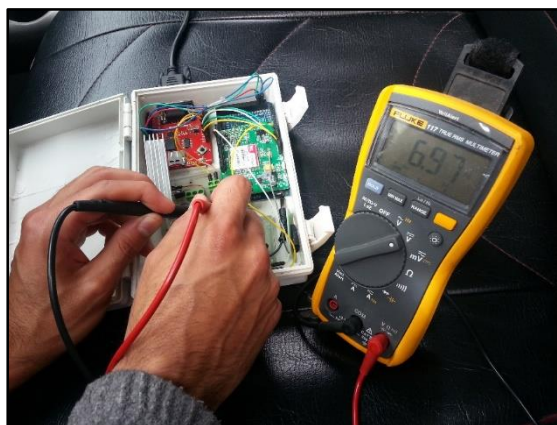


Fig. 4.20 Prueba de funcionamiento del circuito regulador de voltaje
Elaborado por: David Chávez

Posteriormente se realizó algunas pruebas con el módulo CANBUS, el módulo Arduino Mega 2560 para la adquisición de datos a través del monitor serial de Arduino y de esta manera saber que datos nos entrega el vehículo. Por lo cual, podemos mostrar en la Fig. 4.21 los datos que hemos obtenido del vehículo mientras lo monitoreamos.

Initializing ...	ID: 442
MCP2515 Init OK ...	Extended: No
Baud Rate (kbps): 500	DLC: 8
Ready ...	42 1 80 0 0 0 0 0
ID: 440	ID: 440
Extended: No	Extended: No
DLC: 8	DLC: 8
40 0 80 0 0 0 0 0	41 2 0 0 0 0 0 0
ID: 442	ID: 620
Extended: No	Extended: No
DLC: 8	DLC: 8
42 0 80 0 0 0 0 0	10 80 0 0 0 26 0 80
ID: 440	ID: 442
Extended: No	Extended: No
DLC: 8	DLC: 8
40 1 80 0 0 0 0 0	42 1 0 0 0 0 0 0
ID: 638	ID: 621
Extended: No	Extended: No
DLC: 8	DLC: 8
13 80 10 0 0 0 0 0	11 0 0 0 0 0 0 0

Fig. 4.21 Datos obtenidos en monitor serial de Arduino
Elaborado por: David Chávez

A continuación, adicionamos nuestro módulo GSM/GPRS SIM900 conjuntamente con el módulo CANBUS, Arduino MEGA 2560 para enviar una sms a nuestro teléfono celular en caso de existir una alarma en nuestro sistema de seguridad del vehículo como se muestra en la Fig. 4.22.

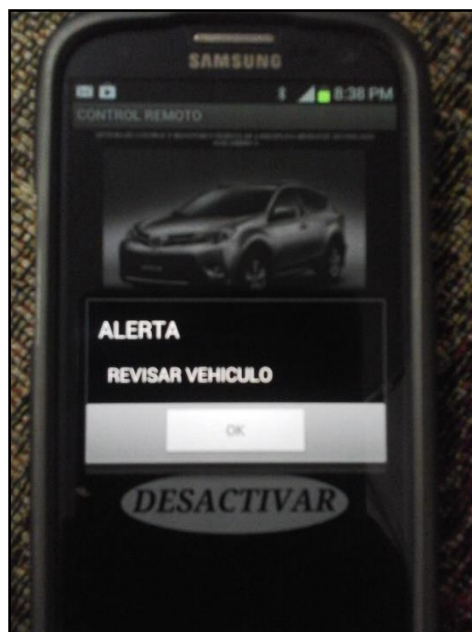


Fig. 4.22 Envío de un SMS al teléfono celular del usuario
Elaborado por: David Chávez

Finalmente, el usuario controla el encendido del vehículo a través del teléfono celular de manera remota enviando una señal al módulo GSM/GPRS SIM900 como se muestra en la Fig. 4.23. Además, se incluirá un Circuito de control para abrir el circuito de la señal

de arranque del vehículo como se observa en la Fig. 4.24 al momento de desconectar el encendido del vehículo.

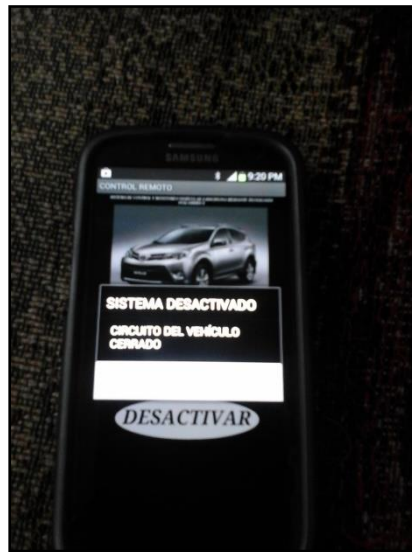


Fig. 4.23 Mensaje de conexión del encendido del vehículo con la ayuda del circuito de control
Elaborado por: David Chávez

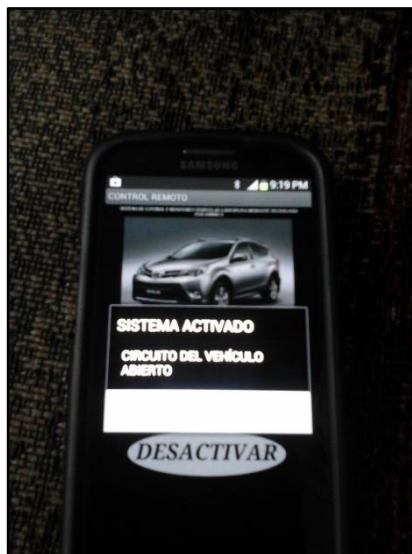


Fig. 4.24 Mensaje de desconexión del encendido del vehículo con la ayuda del circuito de control
Elaborado por: David Chávez

4.9 IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERFAZ DE COMUNICACIÓN ENTRE LA PARTE ELECTRÓNICA DEL VEHÍCULO Y UN CONTROLADOR CON EL PROPÓSITO DE QUE EL PROPIETARIO DEL VEHÍCULO PUEDA MONITOREARLO Y CONTROLARLO A CUALQUIER DISTANCIA TOMANDO EN CUENTA LA COBERTURA DE LA SEÑAL MÓVIL.

En la fase de implementación de la propuesta la cual va estar conformada por dos entornos: el entorno del vehículo y el entorno del usuario. El proceso de implementación de cada elemento se detalla a continuación.

4.9.1 ENTORNO DEL VEHÍCULO

Para la implementación del prototipo del sistema de control y monitoreo del vehículo a distancia, es importante conocer la ubicación del puerto de comunicación de datos del vehículo, el cual se detalla en la Fig. 4.25.



Fig. 4.25 Ubicación del puerto de comunicación del puerto OBD2 dentro del vehículo
Elaborado por: David Chávez

IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

Para la implementación del circuito regulador de voltaje se ha optado utilizar el equipo y materiales de la Tabla 4.12 y Tabla 4.13 respectivamente.




Tabla 4.10 Equipo utilizado para la implementación del Circuito regulador de voltaje




EQUIPO	DETALLE
COMPUTADORA	
SOFTWARE DISEÑO DE PLACAS	
CAUTÍN	
ESTANIO	

<p>DESTORNILLADOR</p>	
<p>SERRUCHO</p>	
<p>TALADRO</p>	
<p>BROCA</p>	



Tabla 4.11 Materiales utilizados para la implementación del Circuito regulador de voltaje

MATERIALES	DETALLE
<p>1 CAPACITOR DE CERÁMICA 0,1[μf]</p>	
<p>1 CAPACITOR ELECTROLÍTICO 100[μf]</p>	
<p>1 RESISTENCIA 120[Ω]</p>	

1 RESISTENCIA 560[Ω]	
1 LM317	
2 BORNERAS DE 2	
1 BORNERA DE 3	
1 DISIPADOR DE CALOR	

<p>1 CABLE CON PLUG DE CARGA PARA ARDUINO</p>	
<p>1 PAPEL BOUCHE</p>	
<p>1 FUNDA DE CLORURO FERROSO</p>	
<p>1 BAQUELITA DE FIBRA DE VIDRIO 10*10[cm²]</p>	

Esta placa electrónica está diseñada para evitar que los elementos electrónicos del módulo Arduino Mega 2560 sufran daños debido a los picos de voltaje que genera el al momento de arrancar el vehículo Toyota Rav4. Además, esta placa permite conectar su salida de voltaje al módulo Arduino Mega 2560 a través de un cable con plug de carga.

PREPARACIÓN DE LA PLACA DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

Lo primero que tenemos que hacer es recortar el circuito que previamente habremos impreso en una impresora láser como se observa en la Fig. 4.26.

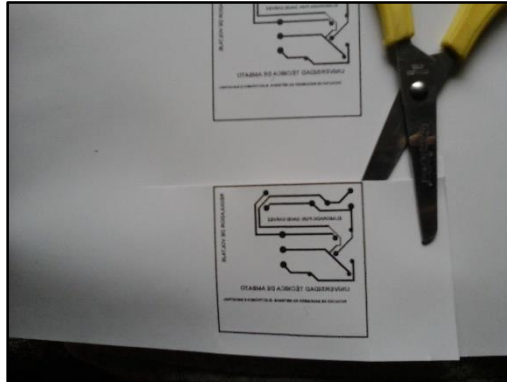


Fig. 4.26 Circuito impreso siendo recortado

Elaborado por: David Chávez

PERFORADO DE LA PLACA DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

La placa está prácticamente lista; falta taladrarla, para lo que, previamente haremos unas guías con un punzón donde van los agujeros, para evitar que al taladrar la broca no se resbale. Para lo cual utilizamos una broca de 0,7 [mm] debido a que la mayoría de los componentes usan este diámetro y para borneras agrando a 1,5 [mm] y lo podemos observar en la Fig. 4.27.

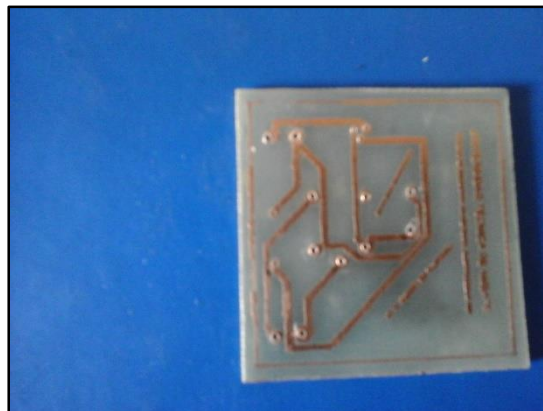


Fig. 4.27 Placa perforada

Elaborado por: David Chávez

MONTAJE DE COMPONENTES EN LA PLACA DE DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

Finalmente colocamos cada uno de los componentes electrónicos en nuestra placa ya terminada como se observa en la Fig. 4.28.

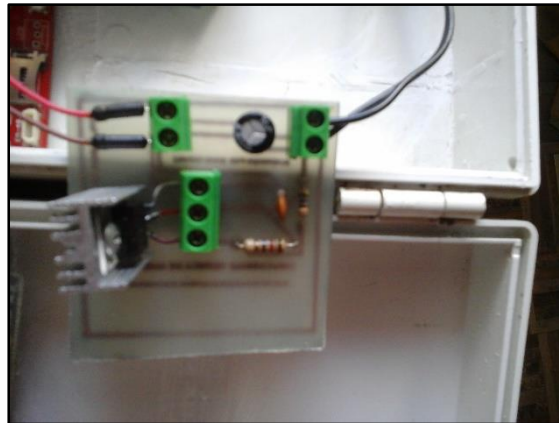


Fig. 4.28 Circuito regulador de voltaje
Elaborado por: David Chávez

IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO DE CONTROL

Cuando se va desarrollar la implementación del Circuito de Control se necesita equipo y materiales como se muestran en la Tabla. 4.14 y Tabla 4.15, respectivamente.





Tabla 4.12 Equipo utilizado para la implementación del Circuito de Control

EQUIPO	DETALLE
COMPUTADORA	

<p>SOFTWARE DISEÑO DE PLACAS</p>	
<p>CAUTÍN</p>	
<p>ESTANIO</p>	
<p>DESTORNILLADOR</p>	

<p>SERRUCHO</p>	
<p>TALADRO</p>	
<p>BROCAS 0,7[mm] y 1,5[mm]</p>	
<p>MULTÍMETRO</p>	

Tabla 4.13 Materiales utilizados para la implementación del Circuito de Control

MATERIALES	DETALLE
1 RESISTENCIA 560 [Ω]	
1 TRANSISTOR NPN	
1 DIODO RECTIFICADOR	
1 RELAY 5 [VDC]	

<p>2 BORNERAS DE 2</p>	
<p>1 BAQUELITA DE FIBRA DE VIDRIO 10*10[cm²]</p>	
<p>1 PAPEL BOUCHE</p>	
<p>CLORURO FERROSO</p>	



Esta placa electrónica está diseñada para controlar el encendido/apagado del vehículo a través del control remoto por medio del usuario a través de la red GSM del país para lo cual se necesita un circuito electrónico que contenga un microcontrolador que en este caso será el Arduino Mega 2560, a parte se utilizará un módem que me permita tener acceso a la red telefónica y en este caso nos valdremos del módulo GSM/GPRS SIM900.

PREPARACIÓN DE LA PLACA DEL CIRCUITO DE CONTROL

Lo primero que tenemos que hacer es recortar el circuito que previamente habremos impreso en una impresora láser como se observa en la Fig. 4.29

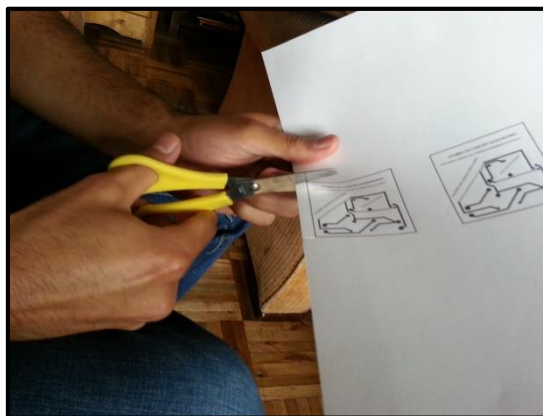


Fig. 4.29 Circuito impreso siendo recortado
Elaborado por: David Chávez

PERFORADO DE LA PLACA DEL CIRCUITO DE CONTROL

La placa está prácticamente lista; falta taladrarla, para lo que, previamente haremos unas guías con un punzón donde van los agujeros, para evitar que al taladrar la broca no se

resbale. Para lo cual utilizamos una broca de 0,7 [mm] debido a que la mayoría de los componentes usan este diámetro y para borneras agrando a 1,5 [mm] y lo podemos observar en la Fig. 4.30.



Fig. 4.30 Placa perforada
Elaborado por: David Chávez

MONTAJE DE COMPONENTES EN LA PLACA DE DEL CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE

Finalmente colocamos cada uno de los componentes electrónicos en nuestra placa ya terminada como se observa en la Fig. 4.31.



Fig. 4.31 Circuito de control
Elaborado por: David Chávez

DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DEL SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO

Los dispositivos electrónicos que se van utilizar son los siguientes: el módulo CANBUS, Arduino Mega 2560, Circuito regulador de voltaje, circuito de control y módem GSM/GPRS SIM900 que se muestran en la Fig. 4.32.



Fig. 4.32 Módulos electrónicos para la implementación del prototipo del sistema de control y monitoreo


Elaborado por: David Chávez


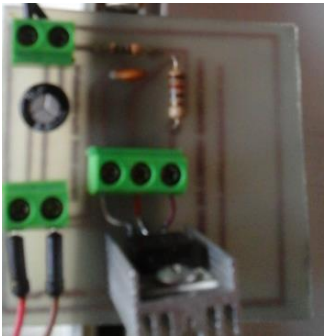


Dispositivos que conforman el sistema:

- 1) Módulo CANBUS
- 2) Arduino Mega 2560
- 3) Circuito regulador de voltaje
- 4) Circuito de Control
- 5) Módem GSM/GPRS SIM900

Equipo utilizado para el sistema de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica se observa en la Tabla 4.16.

Tabla 4.14 Equipo utilizado para la implementación del Circuito de Control

EQUIPO	DETALLE
MÓDULO CANBUS	

<p>ARDUINO MEGA 2560</p>	 A blue Arduino Mega 2560 microcontroller board with various components like a USB Type-B port, a DC power jack, and multiple headers.
<p>CIRCUITO REGULADOR DE VOLTAJE</p>	 A photograph of a voltage regulator circuit mounted on a breadboard. It features a green terminal block on the left, a black integrated circuit (likely a 7805), and several resistors and capacitors connected by wires.
<p>CIRCUITO DE CONTROL</p>	 A photograph of a control circuit on a breadboard. It includes a black integrated circuit, several resistors, and blue terminal blocks for connections. Red and black wires are used for wiring.
<p>MODEM GSM/GPRS SIM900</p>	 A photograph of a SIM900 GSM/GPRS module. It is a green printed circuit board with a SIM card slot, various electronic components, and a small antenna. A green ribbon cable is attached to one side.



<p>CHASIS</p>	
<p>CABLE OBD2</p>	
<p>JACK BANANAS HEMBRA</p>	
<p>JACK BANANAS MACHO</p>	

Material utilizado para el Sistema de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica se muestra a continuación en la Tabla 4.17.

Tabla 4.15 Material utilizado para la implementación del Circuito de Control

<p>MATERIAL</p>	<p>DETALLE</p>
<p>SILICONA</p>	

<p>PISTOLA DE SILICONA</p>	
<p>CAUTÍN</p>	
<p>TALADRO</p>	
<p>ESTANIO</p>	
<p>CREMA DE SUELDA</p>	

<p>CINTA DOBLE FAST</p>	
<p>PINZAS</p>	

Colocación de los equipos en el chasis:

Se buscó un chasis acorde a las dimensiones necesarias para acoplar cada uno de los equipos dentro, sin la necesidad de desperdiciar o que falte espacio como podemos ver en la Fig. 4.33.



Fig. 4.33 Elección del tipo de chasis
Elaborado por: David Chávez

Se realizó las respectivas perforaciones en el chasis para las conexiones externas como son las conexiones al vehículo como se observa en la Fig. 4.34



Fig. 4.34 Chasis perforado para la ubicación de los conectores

Elaborado por: David Chávez

Después de tomar las dimensiones de la base y la altura del chasis, se colocaron cada uno de los equipos con la ayuda de la silicona y cinta doble fast como se observa en la Fig. 4.35, Fig. 4.36, Fig. 4.37 y Fig. 4.38. También se tomó mucho en cuenta que la base del chasis no conduzca corriente para evitar corto circuito entre las placas.



Fig. 4.35 Colocación del módulo CANBUS

Elaborado por David Chávez



Fig. 4.36 Colocación de los módulos Arduino Mega 2560 y GSM/GPRS SIM900

Elaborado por: David Chávez



Fig. 4.37 Colocación del Circuito Regulador de Voltaje
Elaborado por: David Chávez



Fig. 4.38 Colocación del Circuito de Control.
Elaborado por: David Chávez

Después de la ubicación de cada uno de los dispositivos electrónicos dentro del chasis, se procede a la captura de imagen de ensamble de su parte posterior como se observa en la Fig. 4.39. Además, se procede a la conexión del cableado interno del sistema capturando posteriormente la imagen como se muestra en la Fig. 4.40. También se realizó la captura de imagen de las partes lateral como se muestra en las Fig. 4.41.



Fig. 4.39 Vista de los Dispositivos Electrónicos posteriormente
Elaborado por: David Chávez



Fig. 4.40 Vista del cableado interno del sistema posteriormente

Elaborado por: David Chávez

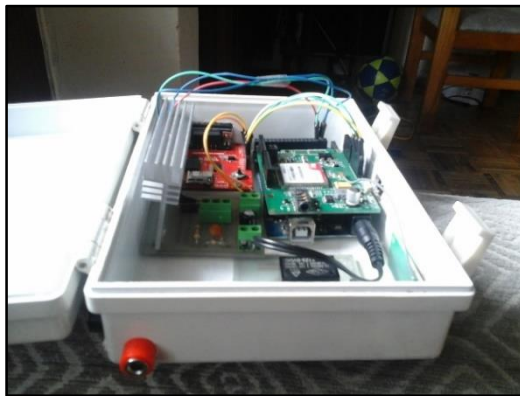


Fig. 4.41 Vista del cableado interno del sistema lateralmente

Elaborado por: David Chávez

Finalmente, ubicamos nuestro chasis en un sitio del vehículo donde nos ofrezca la facilidad de conectar con el puerto de comunicación OBD2 y la señal de arranque del vehículo por lo cual se ha visto necesario ubicarlo bajo el asiento del conductor del vehículo como se observa en la Fig. 4.42, el canaleteo de los cables también es muy importante para que no obstruya al dueño del vehículo al momento de entrar, salir, conducir el vehículo, por lo que se ha visto importante canaletear el cableado como se observa en la Fig. 4.43. Llegando a concluir la implementación del sistema de comunicación vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica de la siguiente manera, como se muestra en la Fig. 4.44.



Fig. 4.43 Canaleado del cableado externo del sistema en el vehículo
Elaborado por: David Chávez



Fig. 4.42 Ubicación del chasis bajo el asiento del conductor
Elaborado por: David Chávez

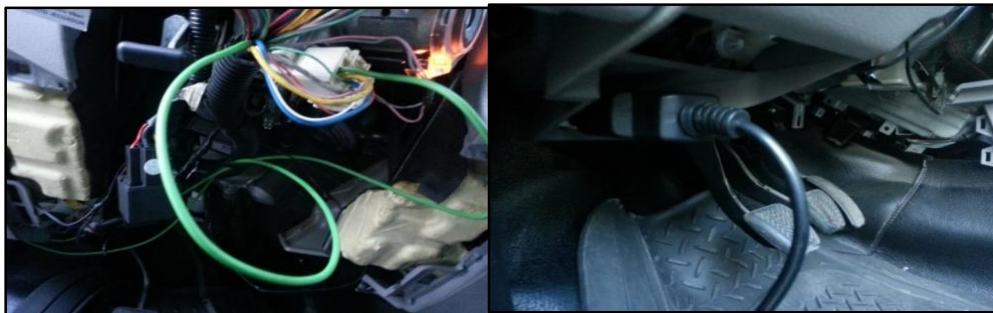


Fig. 4.44 Implementación completa del sistema de comunicación
Elaborado por: David Chávez

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ❖ Mediante el uso del dispositivo electrónico CAN BUS se establece que la trama de petición del estado de seguridad del vehículo conforma una cadena de 9 valores hexadecimales y un valor decimal que deben ser recibidos secuencialmente por el puerto serial a una velocidad de 115200 baudios con niveles de voltaje TTL.
- ❖ Para el desarrollo del entorno del vehículo se requiere emplear un puerto serial para el vehículo, además se utiliza otro puerto serial para el módulo GSM/GPRS, por lo que se ha visto importante establecer una configuración mediante la librería “Software Serial”, ya que el Arduino Mega 2560 dispone de cuatro puertos físicos asociados a la conexión del cable USB AB. Los puertos seriales son virtuales y deben trabajar con niveles de voltaje TTL a 9600 baudios.
- ❖ Cuando se desea transmitir los datos recibidos a través de la comunicación serial al módulo GSM/GPRS se debe utilizar la función específica “SIM900.read()”, debido a que podemos imprimir la información en la pantalla con el comando “Serial.println ()”. La información del vehículo que se ha tomado es el DLC, número de bytes de datos a transmitirse y los bytes de datos transmitidos.
- ❖ La implementación del circuito regulador de voltaje permite trabajar eficazmente el sistema electrónico de control y monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica debido a que todo el tiempo va trabajar sin la necesidad de estarlo conectando y desconectando. Además, se ha incorporado al sistema un circuito de control para conectar o desconectar la corriente que circula por el cable de arranque del vehículo Toyota Rav4.

- ❖ En el entorno del usuario se ha creado una interfaz gráfica en el teléfono celular para enviar y recibir información del estado del vehículo, es una manera más sencilla, versátil y segura de controlar y monitorear la seguridad del vehículo Toyota Rav4.
- ❖ La implementación del proyecto del Sistema de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica en el entorno del vehículo y usuario, se ha proporcionado dispositivos electrónicos como son el módulo CAN Bus, el módulo Arduino Mega 2560, Circuito de Control, Circuito Regulador de Voltaje y módulo GSM/GPRS SIM90, para el vehículo Toyota Rav4 con el propósito de enviar y recibir información en tiempo real.

5.2 RECOMENDACIONES

- ❖ Antes de adquirir los dispositivos electrónicos como son el módulo Arduino Mega 2560 y el módulo GSM/GPRS SIM900, es recomendable saber qué uso se les va a dar ya que en base a ello se va a consolidar el desarrollo del Sistema de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica.
- ❖ Para la adquisición de datos del vehículo se recomienda utilizar un cable de datos con el puerto de comunicación OBD2, en el cual tenga soldado los cuatro pines principales que son: VCC, GND, CANH y CANL.
- ❖ Al momento de configurar la velocidad de transmisión y de recepción por el puerto serial del Arduino Mega 2560 se recomienda que sea a una velocidad de 115200 baudios ya que el módulo CAN Bus trabaja por defecto a esta velocidad.
- ❖ En el diseño de la interfaz gráfica en el teléfono celular se recomienda desarrollar una aplicación basada en Android debido a que la mayoría de personas utilizan esta clase de sistema operativo en sus celulares.
- ❖ El diseño y la implementación del Sistema electrónico de Control y Monitoreo vehicular a distancia mediante tecnología inalámbrica es recomendable realizar un estudio de los equipos a emplearse como es el caso del CAN Bus, Arduino Mega 2560, módulo GSM/GPRS SIM900, considerando algunos aspectos como son la disponibilidad en el mercado, costos, fiabilidad, versatilidad, exactitud y

precisión, ya que estos factores depende que el usuario prefiera utilizar esta clase de sistema de seguridad en lugar del monitoreo tradicional.

ANEXOS

ANEXO 1.- HOJA DE DATOS ATMEL 2560



Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

SUMMARY

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 64K/128K/256KBytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4Kbytes EEPROM
 - 8Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles:10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
 - Endurance: Up to 64Kbytes Optional External Memory Space
- Atmel® QTouch® library support
 - Capacitive touch buttons, sliders and wheels
 - QTouch and QMatrix acquisition
 - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE® std. 1149.1 compliant) Interface
 - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
 - Extensive On-chip Debug Support
 - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
 - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare- and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Four 8-bit PWM Channels
 - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Output Compare Modulator
 - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Two/Four Programmable Serial USART (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
 - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
 - 54/66 Programmable I/O Lines (ATmega1281/2561, ATmega640/1280/2560)
 - 64-ped QFNMLF, 64-lead TQFP (ATmega1281/2561)
 - 100-lead TQFP, 100-ball CBGA (ATmega640/1280/2560)
 - RoHS/Fully Green
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
 - Active Mode: 1MHz, 1.8V: 500µA
 - Power-down Mode: 0.1µA at 1.8V
- Speed Grade:
 - ATmega640V/ATmega1280V/ATmega1281V:
 - 0 - 8MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega2560V/ATmega2561V:
 - 0 - 2MHz @ 1.8V - 5.5V, 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V
 - ATmega640/ATmega1280/ATmega1281:
 - 0 - 8MHz @ 2.7V - 5.5V, 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V
 - ATmega2560/ATmega2561:
 - 0 - 16MHz @ 4.5V - 5.5V

2.3 Pin Descriptions

2.3.1 VCC

Digital supply voltage.

2.3.2 GND

Ground.

2.3.3 Port A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 75](#).

2.3.4 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B has better driving capabilities than the other ports.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 76](#).

2.3.5 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 79](#).

2.3.6 Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 80](#).

2.3.7 Port E (PE7..PE0)

Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 82](#).

2.3.8 Port F (PF7..PF0)

Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

2.3.9 Port G (PG5..PG0)

Port G is a 6-bit I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 86](#).

2.3.10 Port H (PH7..PH0)

Port H is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port H output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port H pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port H pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port H also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 88](#).

2.3.11 Port J (PJ7..PJ0)

Port J is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port J output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port J pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port J pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 90](#).

2.3.12 Port K (PK7..PK0)

Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port K is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port K output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port K pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port K pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port K also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 92](#).

2.3.13 Port L (PL7..PL0)

Port L is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port L output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port L pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port L pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port L also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 94](#).

2.3.14 RESET

Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on [page 360](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

2.3.15 XTAL1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

2.3.16 XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

2.3.17 AVCC

AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to V_{CC} , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter.

2.3.18 AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.



MCP2515

Stand-Alone CAN Controller With SPI Interface

Features

- Implements CAN V2.0B at 1 Mb/s:
 - 0 – 8 byte length in the data field
 - Standard and extended data and remote frames
- Receive buffers, masks and filters:
 - Two receive buffers with prioritized message storage
 - Six 29-bit filters
 - Two 29-bit masks
- Data byte filtering on the first two data bytes (applies to standard data frames)
- Three transmit buffers with prioritization and abort features
- High-speed SPI Interface (10 MHz):
 - SPI modes 0,0 and 1,1
- One-shot mode ensures message transmission is attempted only one time
- Clock out pin with programmable prescaler:
 - Can be used as a clock source for other device(s)
- Start-of-Frame (SOF) signal is available for monitoring the SOF signal:
 - Can be used for time-slot-based protocols and/or bus diagnostics to detect early bus degradation
- Interrupt output pin with selectable enables
- Buffer Full output pins configurable as:
 - Interrupt output for each receive buffer
 - General purpose output
- Request-to-Send (RTS) input pins individually configurable as:
 - Control pins to request transmission for each transmit buffer
 - General purpose inputs
- Low-power CMOS technology:
 - Operates from 2.7V – 5.5V
 - 5 mA active current (typical)
 - 1 μ A standby current (typical) (Sleep mode)
- Temperature ranges supported:
 - Industrial (I): -40°C to +85°C
 - Extended (E): -40°C to +125°C

Description

Microchip Technology's MCP2515 is a stand-alone Controller Area Network (CAN) controller that implements the CAN specification, version 2.0B. It is capable of transmitting and receiving both standard and extended data and remote frames. The MCP2515 has two acceptance masks and six acceptance filters that are used to filter out unwanted messages, thereby reducing the host MCUs overhead. The MCP2515 interfaces with microcontrollers (MCUs) via an industry standard Serial Peripheral Interface (SPI).

Package Types

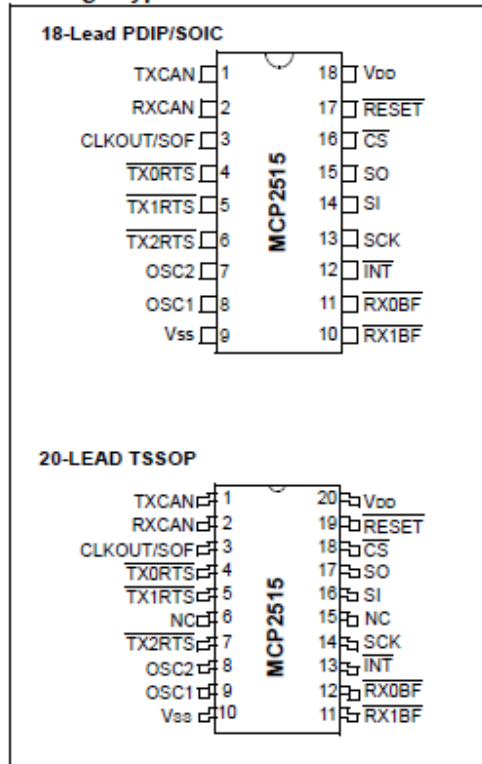


FIGURE 1-2: EXAMPLE SYSTEM IMPLEMENTATION

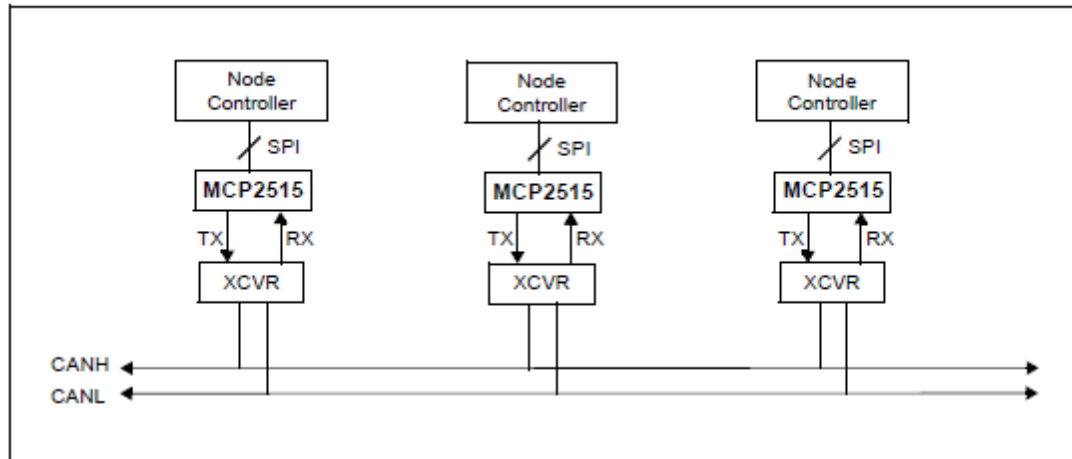


TABLE 1-1: PINOUT DESCRIPTION

Name	PDIP/SOIC Pin #	TSSOP Pin #	I/O/P Type	Description	Alternate Pin Function
TXCAN	1	1	O	Transmit output pin to CAN bus	—
RXCAN	2	2	I	Receive input pin from CAN bus	—
CLKOUT	3	3	O	Clock output pin with programmable prescaler	Start-of-Frame signal
$\overline{\text{TX0RTS}}$	4	4	I	Transmit buffer TXB0 request-to-send. 100 k Ω internal pull-up to VDD	General purpose digital input. 100 k Ω internal pull-up to VDD
$\overline{\text{TX1RTS}}$	5	5	I	Transmit buffer TXB1 request-to-send. 100 k Ω internal pull-up to VDD	General purpose digital input. 100 k Ω internal pull-up to VDD
$\overline{\text{TX2RTS}}$	6	7	I	Transmit buffer TXB2 request-to-send. 100 k Ω internal pull-up to VDD	General purpose digital input. 100 k Ω internal pull-up to VDD
OSC2	7	8	O	Oscillator output	—
OSC1	8	9	I	Oscillator input	External clock input
Vss	9	10	P	Ground reference for logic and I/O pins	—
$\overline{\text{RX1BF}}$	10	11	O	Receive buffer RXB1 interrupt pin or general purpose digital output	General purpose digital output
$\overline{\text{RX0BF}}$	11	12	O	Receive buffer RXB0 interrupt pin or general purpose digital output	General purpose digital output
$\overline{\text{INT}}$	12	13	O	Interrupt output pin	—
SCK	13	14	I	Clock input pin for SPI interface	—
SI	14	16	I	Data input pin for SPI interface	—
SO	15	17	O	Data output pin for SPI interface	—
$\overline{\text{CS}}$	16	18	I	Chip select input pin for SPI interface	—
$\overline{\text{RESET}}$	17	19	I	Active low device reset input	—
VDD	18	20	P	Positive supply for logic and I/O pins	—
NC	—	6,15	—	No internal connection	—

Note: Type Identification: I = Input; O = Output; P = Power

ANEXO 3.- HOJA DE DATOS MCP2551



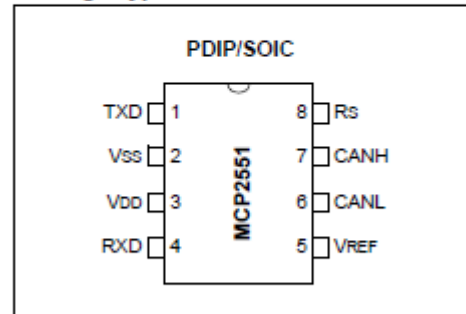
MCP2551

High-Speed CAN Transceiver

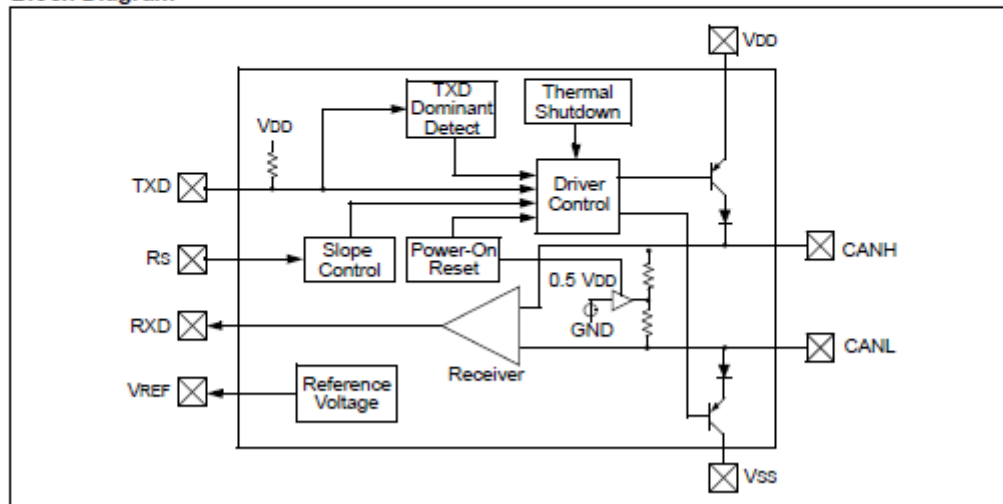
Features

- Supports 1 Mb/s operation
- Implements ISO-11898 standard physical layer requirements
- Suitable for 12V and 24V systems
- Externally-controlled slope for reduced RFI emissions
- Detection of ground fault (permanent Dominant) on TXD input
- Power-on Reset and voltage brown-out protection
- An unpowered node or brown-out event will not disturb the CAN bus
- Low current standby operation
- Protection against damage due to short-circuit conditions (positive or negative battery voltage)
- Protection against high-voltage transients
- Automatic thermal shutdown protection
- Up to 112 nodes can be connected
- High-noise immunity due to differential bus implementation
- Temperature ranges:
 - Industrial (I): -40°C to +85°C
 - Extended (E): -40°C to +125°C

Package Types



Block Diagram



ANEXO 4.- HOJA DE DATOS GSM/GPRS SIM900



SIM900 Hardware Design

2.3 SIM900 Evaluation Board

In order to help you on the application of SIM900, SIMCom can supply an Evaluation Board (EVB) that interfaces the SIM900 directly with appropriate power supply, SIM card holder, RS232 serial port, handset port, earphone port, line in port, antenna and all GPIO of the SIM900.



Figure 2: Top view of SIM900 EVB

For details please refer to the *SIM900-EVB_UGD* document.

3.1 SIM900 Pin Description

Table 5: Pin description

Power Supply				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
VBAT	I	3 VBAT pins are dedicated to connect the supply voltage. The power supply of SIM900 has to be a single voltage source of VBAT=3.4V..4.5V. It must be able to provide sufficient current in a transmit burst which typically rises to 2A	Vmax= 4.5V Vmin=3.4V Vnorm=4.0V	
VRTC	I/O	Current input for RTC when the battery is not supplied for the system. Current output for backup battery when the main battery is present and the backup battery is in low voltage state.	Vmax=3.15V Vmin=2.0V Vnorm=3.0V Iout(max)= 300uA Iin=2 uA	If the RTC function is enabled, a battery or capacitor should be connected with the VRTC pin. Otherwise the VRTC pin can be keep open.
VDD_EXT	O	2.8V output power supply	Vmax=2.95V Vmin=2.70V Vnorm=2.80V Iout(max)= 10mA	If unused, keep open.
GND		Ground		
Power on or power off				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
PWRKEY	I	Voltage input for PWRKEY. PWRKEY should be pulled low to power on or power off the system. The user should keep pressing the key for a short time when power on or power off the system because the system need margin time in order to assert the software.	VILmax=0.15*VDD_EXT VIHmin=0.85* VDD_EXT VImax=VDD_EXT VILmin= 0V	It is already pulled up.

Audio interfaces				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
MIC_P MIC_N	I	Positive and negative voice band input	Audio DC Characteristics refer to chapter 3.9	If unused keep open
SPK_P SPK_N	O	Positive and negative voice band output		If unused keep open
LINEIN_R LINEIN_L	I	Line input		If unused keep open
GERNERAL PURPOSE input/output				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
STATUS	O	Indicate working status	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT	If unused keep open
NETLIGHT	O	Indicate net status	VILmin= 0V VIHmax= VDD_EXT	If unused keep open
DISP_DATA	I/O	Display interface	VOHmin= VDD_EXT-0.1V VOLmax=0.1V	If unused keep open
DISP_CLK	O		VOHmax= VDD_EXT VOLmin= 0V	
DISP_CS	O			
DISP_D/C	O			
SCL	O	I ² C bus clock		If unused keep open
SDA	I/O	I ² C bus data		open
KBR0~KBR4	O	Keypad interface		If unused keep these pins open
KBC0~KBC4	I			Pull up to VDD_EXT, if unused keep pins open
Serial port				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
RXD	I	Receive data	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT	DTR Pin has been pulled up to VDD_EXT. If unused keep pin open
TXD	O	Transmit data	VILmin= 0V	
RTS	I	Request to send	VIHmax= VDD_EXT	
CTS	O	Clear to send	VOHmin= VDD_EXT-0.1V VOLmax=0.1V	
RI	O	Ring indicator	VOHmax= VDD_EXT	
DSR	O	Data Set Ready	VOLmin= 0V	
DCD	O	Data carry detect		
DTR	I	Data terminal Ready		
Debug interface				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
DBG_TXD	O	Serial interface for debugging and firmware upgrade	VILmax=0.15 *VDD_EXT VIHmin=0.85*VDD_EXT VILmin= 0V VIHmax= VDD_EXT	If unused keep pins open
DBG_RXD	I		VOHmin= VDD_EXT-0.1V VOLmax=0.1V VOHmax= VDD_EXT VOLmin= 0V	

SIM interface				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
SIM_VDD	O	Voltage supply for SIM card	The voltage can be select by software automatically either 1.8V or 3V	
SIM_DATA	I/O	SIM data output	$V_{ILmax}=0.15 *SIM_VDD$ $V_{IHmin}=0.85*SIM_VDD$ $V_{ILmin}= 0V$ $V_{IHmax}= SIM_VDD$ $V_{OHmin}= SIM_VDD-0.1V$ $V_{OLmax}=0.1V$ $V_{OHmax}= SIM_VDD$ $V_{OLmin}= 0V$	All signals of SIM interface are protected against ESD with a TVS diode array. Maximum cable length 200mm from the module
SIM_CLK	O	SIM clock		
SIM_RST	O	SIM reset		
				pad to SIM card holder.
SIM_PRESENCE	I	SIM detect	$V_{ILmax}=0.15 *VDD_EXT$ $V_{IHmin}=0.85*VDD_EXT$ $V_{ILmin}= 0V$ $V_{IHmax}= VDD_EXT$	If unused keep open
ADC				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
ADC	I	General purpose analog to digital converter.	Input voltage range: 0V ~ 3V	If unused keep open
External Reset				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
NRESET	I	External reset input(Active low)	$V_{ILmax}=0.15 *VDD_EXT$ $V_{IHmin}=0.85*VDD_EXT$ $V_{ILmin}= 0V$ $V_{IHmax}= VDD_EXT$	If unused keep open
Pulse Width Modulation				
PIN NAME	I/O	DESCRIPTION	DC CHARACTERISTICS	COMMENT
PWM1	O	PWM Output	$V_{OHmin}= VDD_EXT-0.1V$ $V_{OLmax}=0.1V$ $V_{OHmax}= VDD_EXT$ $V_{OLmin}=0$	If unused keep open
PWM2	O	PWM Output		

ANEXO 5.- HOJA DE DATOS CODIGOS AT

4.2.5 AT+CMGS Send SMS Message

AT+CMGS Send SMS Message	
Test Command AT+CMGS=?	Response OK
Write Command 1) If text mode (+CMGF=1): +CMGS=<da>[, <tda>]<CR> text is entered <ctrl-Z/ESC> ESC quits without sending 2) If PDU mode (+CMGF=0): +CMGS=<length>><CR> PDU is given <ctrl-Z/ESC>	Parameters <da> GSM 03.40 TP-Destination-Address Address-Value field in string format(string should be included in quotation marks); BCD numbers (or GSM default alphabet characters) are converted to characters of the currently selected TE character set (specified by +CSCS in TS 07.07); type of address given by <tda> <tda> GSM 04.11 TP-Destination-Address Type-of-Address octet in integer format (when first character of <da> is + (IRA 43) default is 145, otherwise default is 129) <length> integer type value (not exceed 160 bytes) indicating in the text mode (+CMGF=1) the length of the message body <data> (or <cdata>) in characters; or in PDU mode (+CMGF=0), the length of the actual TP data unit in octets (i.e. the RP layer SMSC address octets are not counted in the length)
	Response TA sends message from a TE to the network (SMS-SUBMIT). Message reference value <mr> is returned to the TE on successful message delivery. Optionally (when +CSMS <service> value is 1 and network supports) <scts> is returned. Values can be used to identify message upon unsolicited delivery status report result code. 1) If text mode(+CMGF=1) and sending successful: +CMGS: <mr>
	OK 2) If PDU mode(+CMGF=0) and sending successful: +CMGS: <mr> OK 3)If error is related to ME functionality: +CMS ERROR: <err>
	Parameter <mr> GSM 03.40 TP-Message-Reference in integer format
Reference GSM 07.05	Note If TE Character Set is GSM, it supports 160-byte maximum; If TE Character Set is UCS2, it supports 70-word maximum.

4.2.2 AT+CMGF Select SMS Message Format

AT+CMGF Select SMS Message Format	
Test Command AT+CMGF=?	<p>Response +CMGF: (list of supported <mode>s)</p> <p>OK</p> <p>Parameter See Write Command</p>
Read Command AT+CMGF?	<p>Response +CMGF: <mode></p> <p>OK</p> <p>Parameter See Write Command</p>
Write Command AT+CMGF=<mode>	<p>Response TA sets parameter to deNote which input and output format of messages to use.</p> <p>OK</p> <p>Parameter <mode> 0 PDU mode 1 text mode</p>
Reference GSM 07.05	Note

REFERENCIAS

- [1] Marina Giovana García Chicaiza y Martha Cecilia Quintana Romero, “Evaluación del programa de seguros de vehículos de la Aseguradora AIG Metropolitana en los años 2006-2010”, Proyecto de Titulación, Facultad de Ciencias Económicas, Carrera de Finanzas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador, 2012.
- [2] MUSHOQ, “Se identifican los 9 delitos con mayor incidencia en Ecuador”, Diario La Hora, Ecuador, 2013.
- [3] Santiago Ricardo Villacís, “Sistema de monitoreo y control remoto utilizando el servicio de mensajes de texto de la red GSM” Proyecto de Titulación, FISEI. Electrónica., UTA., Ambato, Ecuador, 2005.
- [4] Martha Elizabeth Alulema, “Estudio de la Comunicación con comandos AT y microcontroladores caso práctico implementación de un prototipo sistema de gestión de alarma para viviendas con monitoreo mediante telefonía celular” Proyecto de Titulación, Facultad de Informática y Electrónica, Electrónica., ESPOCH., Riobamba, Ecuador, 2010.
- [5] Santiago Acosta y Flavio Herrera, “Diseño e implementación de una central de monitoreo para seguridad electrónica y localización de vehículos mediante radio bases” Proyecto de Titulación, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Electrónica y Telecomunicaciones., ESPE., Sangolquí, Ecuador, 2009.
- [6] M. C. España Boquera, «Servicios Avanzados de Telecomunicación,» Madrid, Díaz de Santos, 2009, pp. 140-144.
- [7] R. C. Suárez, «Tecnologías de la Información y la Comunicación» de Introducción a los Sistemas de Información y Telecomunicación., Ideas Propias, 2010, pp. 29-30.
- [8] N.N., “Sistemas de control”, [En línea] <http://upcommons.upc.edu>, 2015
- [9] Diccionario de la lengua española (22.^a edición), Real Academia Española, 2001, <http://lema.rae.es/drae/srv/search?key=telecontrol>
- [10] B. Arregocés, «Cómo funcionan las redes móviles», 5 de enero 2009. [En línea].
Available:
<http://www.consumer.es/web/es/tecnologia/internet/2009/01/05/181935.php>.

[Último acceso: Noviembre 2014].

[11] N.N., «Somos Medicina. Telemonitorización de la glucemia,» 2012. [En línea]. Available: <http://www.somosmedicina.com/2012/01/telemonitorizacion-de-la-Glucemia-en.html>. [Último acceso: Noviembre 2014].

[12] M. Violante, «estudiabetes.org,» 10 Marzo 2013. [En línea]. Available: <http://www.estudiabetes.org/group/diabeticosmexicanos/forum/topics/sabes-como-funcionan-las-tiras-reactivas-que-usas-con-tu>. [Último acceso: 05 Abril 2014].

[13] N.N., «Punto Flotante S.A.-Tutorial: Los módems GSM y GPRS,» [En línea]. Available: <http://www.puntoflotante.net/TUTORIAL-MODEM-GSM-GPRS.htm>. [Último acceso: Noviembre 2014]

[14] José María Romero López, “GPRS: ¿Una tecnología de transmisión?”, Antenas de Telecomunicaciones, Diciembre, 2002.

[15] N.N., «Comandos AT,» 2013. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=8&cad=rja&sqi=2&ved=0CFQQFjAH&url=http%3A%2F%2Falarmagsm.googlecode.com%2Ffiles%2FCOMANDOS%2520AT.doc&ei=-aW4UvLoL9KfkQezioGQCg&usg=AFQjCNFwrx6U6kpSOGftmpB0GxeVt_m4yA&bvm=bv.58187178,d.eW0. [Último acceso: Noviembre 2014].

[16] N.N., «MICROCHIP_Regional Training Center,» [En línea]. Available: http://www.microchip.com.ar/techtrain/masters/masters_gsm.pdf. [Último acceso: Diciembre 2014].

[17] Manuel Mazo Quintas; Felipe Espinoza Zapata; y otros, “Diagnosis Electrónica del Automóvil. Estado actual y tendencias futuras,» Proyecto de investigación, Universidad de Alcalá., Departamento de Electrónica., Madrid, España, 2008.

[18] N.N., “Norma SAE J1979,» 2014. [En línea]. Available: http://www.sae.org.technical/standards/J1979_200705

[19] N.N., “Historia Automotriz e inducción a sistemas OBD”, [Available]: <http://www.autocarga.com>

[20] Páez, Oscar; “Hardware de autómatas programables”. Apuntes para Centro técnico Escondida; Universidad de Santiago de Chile.

[21] Enrique Pérez, Luis Menéndez, Luis Ferreira, Emilio Matos; “Microcontroladores PIC”; Sistema Integrado para el autoaprendizaje; 2007

[22] Arduino, “Arduino UNO,” 2014. [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>. [Último acceso: Diciembre 2014]

[23] Arduino, “Arduino MEGA 2560,” 2014. [En línea]. Available: <http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>. [Último acceso: Diciembre 2014]

[24] Mark Friedman, “App Inventor for Android,” 12 de Julio 2012. [En línea].

Available:

<http://googleblog.blogspot.com/2010/07/app-inventor-for-android.html>

[25] Steve Babin, Developing Software for Symbian OS: An Introduction to Creating Smartphone, Inglaterra, Chichester, 2006.

[26] N.N., Android Open Source Project, [Available] <http://www.android.com>, 2015

[27] Gary Mazo, Martin Trautschold, “BlackBerry Curve Made Simple: For the BlackBerry Curve 8520, 8530 and 8500”, Nueva York, Estados Unidos, 2010

[28] N.N., “Qué es IOS?”, [Available] <http://www.apple.com>, 2015

[29] Sparkfun, “CAN-BUS Shield,” 2014. [En línea] Available: <http://sparkfun.com/products/10039>

[30] “Ali Express”, [En línea]. Available: http://www.aliexpress.com/store/product/SIMCOM-SIM900-Quad-band-GSM-GPRS-Shield-Development-Board-for-Arduino/538175_1315631223.html

